

Biblioteka Główna i OINT
Politechniki Wrocławskiej



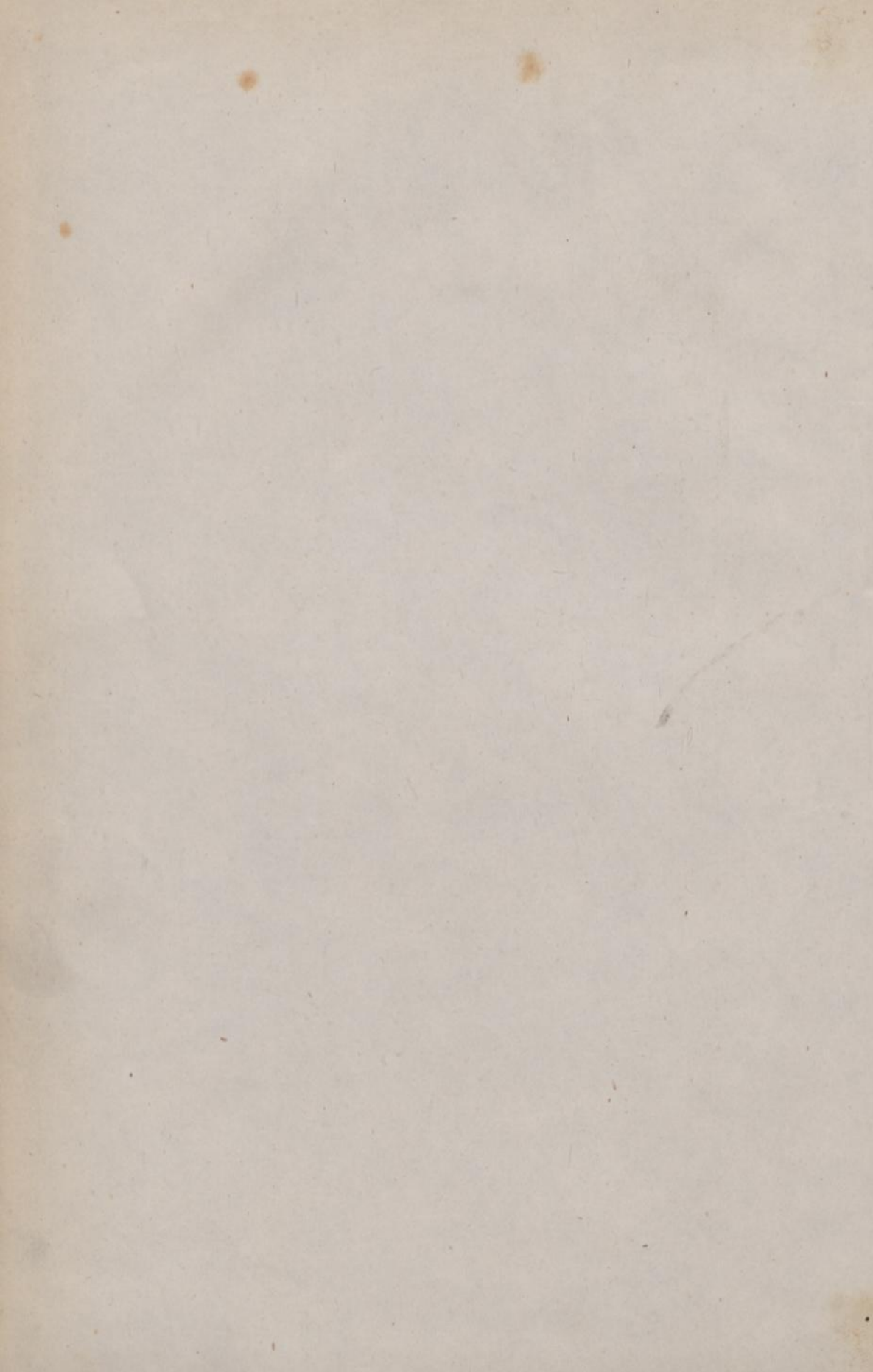
100100369497

L 282 m

HANDBUCH

SPECIELLE EISENBahn-TECHNIK

Erster Band



HANDBUCH

für

SPECIELLE EISENBAHN-TECHNIK.

Erster Band.

STADT HANNOVER

SPECIELLE EISENBAHN-TECHNIK

In. 21112.

HANDBUCH

für

SPECIELLE EISENBAHN-TECHNIK

unter Mitwirkung von Fachgenossen

herausgegeben von

Edmund Heusinger von Waldegg,

Oberingenieur in Hannover und Redacteur des technischen Organs des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Erster Band.

Der Eisenbahnbau.

Bearbeitet von

Prof. **R. Baumeister**, Prof. Dr. **W. Fränkel**, Oberingenieur **Heusinger von Waldegg**,
Baurath, Director von **Kaven**, Maschinenmeister **Georg Meyer**, Eisenbahn-Bauinspector
Gust. Meyer, Oberinspector **Rud. Paulus**, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector
J. Rasch, Baurath **Ed. Sonne**, Oberbaurath **H. Sternberg**, Eisenbahn-Bauinspector
W. Streckert, Finanzrath **M. M. von Weber** und Professor Dr. **E. Winkler**.



Mit 225 Holzschnittfiguren und 53 Zeichnungstafeln.

LEIPZIG,

Verlag von Wilhelm Engelmann.

1870.

HAZDRU GI

SPÉČIÁĽE PÉŠEBAĽI-TEČNÁĽK

V o r t e d e

oder Händlér von Kóhler

Prámořník

Edmónd Hóntóger von Wóldner

Prámořník

Der Kóhler



358822 L/1

1945 G 316
Erste

V o r r e d e .

Während die französische und englische Literatur über Eisenbahnbau und Betriebsmittel die ausgezeichneten Werke von Perdonnet, Goschler, Couche, Le Chatelier, Flachat, Petiet und Polonceau, Clark, Colburn etc. aufzuweisen hat, besitzen wir im Deutschen kein einziges dem jetzigen Standpunkte des Eisenbahnwesens entsprechendes Handbuch der speciellen Eisenbahn-Technik. Die vorhandenen deutschen Werke sind entweder bei dem rapiden Fortschritte in diesem Gebiete veraltet, oder auf einzelne Fächer beschränkt, oder doch nur als Lehrbuch für angehende Techniker angelegt. Indessen stehen die Deutschen keineswegs in der Eisenbahntechnik den andern Nationen nach, übertreffen dieselben vielmehr in der rationellen Behandlung vieler Einzelheiten. Das Netz des deutschen Eisenbahn-Vereins umfasst gegenwärtig ca. 3800 Meilen, für welche einheitliche Bestimmungen beim Bau und Betrieb bestehen, und ist bedeutender als das Eisenbahnnetz in Frankreich und England. Es ist deshalb sehr wünschenswerth, dass auch bei uns die bisjetzt gemachten Erfahrungen und die bewährten in vielen Zeitschriften und Büchern zerstreuten Constructionen zusammengetragen, systematisch geordnet und gründlich bearbeitet werden, sodass das Werk sowohl ein Rathgeber über die verschiedensten Gegenstände des Faches, ein eigentliches Handbuch der gesammten speciellen Eisenbahntechnik werden, als auch zugleich angehenden Eisenbahn-Technikern zum Studium dienen könne.

Die Kräfte eines Einzelnen reichen aber nicht mehr aus, das so umfangreiche Material zu sichten und gehörig zu bewältigen; dagegen war es durch Anwendung des zeitgemässen Principis der Association möglich, in kurzer Zeit ein derartiges Werk zu schaffen, welches bei der Vollendung nicht schon in seinen Anfängen veraltet ist, und welches in allen Partien mit gleicher Hingabe und Sachkenntniss bearbeitet werden muss.

Zu dem Ende haben sich auf verschiedene im November und December 1867 und Januar 1868 von dem Unterzeichneten erlassene Einladungen an 40 theoretisch und praktisch gebildete Eisenbahnbau- und Maschinen-Ingenieure Deutschlands und Professoren des Eisenbahnbaues und des Maschinenwesens an den deutschen polytechnischen Schulen zur Herausgabe dieses Werkes in der Art vereinigt, dass ein Jeder einzelne Fächer und möglichst solche Specialitäten zu bearbeiten übernahm, worin er vorzugsweise gewirkt und Erfahrungen gesammelt hat. Ausserdem hatten jahrelange Vorarbeiten den Herausgeber in den Stand

gesetzt, ziemlich vollständige Verzeichnisse der Zeitschriften-Literatur der einzelnen Fächer den verschiedenen Mitarbeitern zustellen zu können, damit alle wesentlichen Constructionen und Einrichtungen des Eisenbahn-Baues und Betriebes in dem Buche möglichst Berücksichtigung finden sollten.

Dieses Werk soll in 4 Bänden den Eisenbahnbau, Eisenbahn-Wagenbau, Locomotivbau und die Technik des Eisenbahn-Betriebes umfassen. Von dem Unterbau wurde nur dasjenige behandelt, was speciell auf Eisenbahnen Bezug hat, daher die Erdarbeiten im Allgemeinen, Brücken- und Tunnelbau ausgeschlossen blieben.

Aus dem für die Bearbeiter aufgestellten Programm theilen wir Folgendes mit:

1. Das Buch soll ein vollkommen klares Bild von dem jetzigen Stande des Eisenbahnwesens geben und vorzugsweise eine praktische Richtung verfolgen; das Theoretische soll sich auf das Nothwendigste beschränken.

2. Aeltere verlassene Constructionen werden kurz angedeutet und die Ursache angegeben, weshalb sie verlassen wurden.

3. Bloss Projecte oder noch nicht ausgeführte Constructionen sind nicht näher beschrieben und abgebildet, höchstens, wenn Aussicht auf Anwendung vorhanden, auf dieselben kurz verwiesen.

4. Möglichst genaue geschichtliche Nachweise werden in Anmerkungen beigelegt, oder die Jahreszahl der Entstehung oder ersten Einführung der Construction bei einer Bahn wird in Klammern bemerkt.

5. Ebenso ist die Quelle, wo der Gegenstand zuerst beschrieben oder aus welcher die Construction entnommen, in der Anmerkung bezeichnet.

6. Am Schlusse jeder Abtheilung oder eines Abschnittes ist die betreffende Literatur alphabetisch geordnet hinzugefügt oder auf dieselbe verwiesen. Hervorragende Artikel und Werke sind durch einen vorgesetzten Stern ausgezeichnet.

7. Die einzelnen Paragraphen der technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen und die Beschlüsse der Eisenbahn-Techniker-Versammlungen werden an den betreffenden Stellen in hervorragender Schrift angeführt. Auf einheitliche Gestaltung der deutschen Eisenbahnen hinzuwirken, soll Haupt-Tendenz des Werkes sein.

8. Beispiele für die einzelnen Constructionen werden möglichst von deutschen Bahnen entnommen und diese Bahnen genannt.

9. Bei den Zeichnungen und Beschreibungen sollen möglichst vollständige und genaue Maassangaben gemacht werden.

10. Als Längenmaass sind das Meter, Kilometer und die deutsche Meile (= 7500 Meter) angenommen, ausnahmsweise ist das rhein. Fussmaass in Klammern neben dem Metermaass beigelegt. Als Gewicht sind das Zoll-Pfund und der Zoll-Centner angenommen.

11. Wenn möglich, werden bei den verschiedenen Constructionen auch die Preise in Thaler und Silbergroschen und je nach der Bedeutung des Objects auch die Preisermittelungen im Detail beigelegt.

12. Von den zahlreichen, zur Erläuterung des Textes beizugebenden Zeichnungen werden die grösseren in möglichst kleinem, jedoch noch hinlänglich deutlichem Maassstabe auf besondere in einem Bande zusammen zu bindende Tafeln, die eine Bildfläche entweder von 22×14 Centimeter oder bei einer Doppeltafel von 32×22 Centimeter Grösse haben.

13. Einzelne kleinere Figuren sollen in Holzschnitt ausgeführt und in den Text eingedruckt werden.

14. Im Text wird das Wesentliche in grösserer Schrift hervorgehoben, und geschichtliche Nachweise, die Literatur, Detail-Constructions und Preisermittelungen werden in kleinerer Schrift abgedruckt.

15. Hinsichtlich der im 4. Bande zu behandelnden Werkstätte-Einrichtungen wurde der Grundsatz angenommen, dass alle in den gewöhnlichen Maschinenfabriken angewandten bekannten Hilfsmaschinen und Werkzeuge nicht weiter berücksichtigt, dagegen diejenigen Maschinen und Geräthe, welche speciell zur Bearbeitung von Eisenbahn-Betriebsmitteln und Gegenständen dienen, näher erläutert werden sollen.

Ausser diesem Programm wurde für jeden Band aus den betreffenden Mitarbeitern eine Redactions-Commission bestellt, welche für die einheitliche Behandlung des Stoffes und die planmässige Bearbeitung Sorge trägt. Dennoch war es unvermeidlich, dass Unterschiede in der formellen Behandlung, im Styl der einzelnen Capitel vorkamen. Solche Verschiedenheiten treten aber bei einem Handbuch, welches nicht zur ununterbrochenen Lectüre bestimmt ist, ganz in den Hintergrund.

Obwohl für jedes Capitel der ungefähre Umfang des Textes und die Zahl der dazu gehörenden Zeichnungstafeln vorher bestimmt wurde, hielt es schwer die verschiedenen Ansichten der Mitarbeiter in Betreff des Umfanges ihrer Bearbeitungen auf gleiches Maass zu bringen. Bei einzelnen rechtzeitig eingelieferten Beiträgen konnten in dieser Beziehung noch Aenderungen vorgenommen werden, bei andern war dies aber nicht mehr möglich und können erst bei einer zweiten, hoffentlich in kurzer Zeit erforderlich werdenden Auflage, weitere derartige Umgestaltungen eintreten.

Ebenso konnte die systematische Reihenfolge der einzelnen Capitel nicht immer genau eingehalten werden, indem öfters einzelne Capitel noch rückständig waren und andere dafür in Satz genommen werden mussten, um keine allzu grossen Störungen im Druck zu veranlassen.

Die grössten Schwierigkeiten veranlasste überhaupt die rechtzeitige Beschaffung der Beiträge, namentlich von den durch ihre dienstliche Stellung meist sehr in Anspruch genommenen Mitarbeitern, welche Bau- und Betriebsbeamte sind. Aus diesem Grunde musste vor Beendigung des I. Bandes die Ausgabe des II. Bandes 1. Hälfte erfolgen und blos aus diesem Grunde wird es leider nicht möglich, das Werk in der Anfangs festgesetzten Zeit von 2 Jahren vollständig zu liefern, vielmehr wird hierzu die doppelte Zeit erforderlich werden.

Was nun die einzelnen Capitel des vorliegenden Bandes betrifft, so war in Betreff des 2. Capitels von verschiedenen Seiten der Wunsch ausgesprochen, dass eine eingehendere Schilderung der Tracirungsarbeiten aufgenommen werden möchte; da jedoch die Festlegung der Eisenbahnlinien auf der Kenntniss der gesammten Bau- und Betriebseinrichtungen sich stützt, so scheint es uns am zweckmässigsten, das Weitere über Traciren am Schlusse des Werkes oder in einem selbständigen Anhange zu bringen.

Bei dem 3. Capitel wurde in einer Besprechung des ersten Halbbandes in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure uns bemerkbar gemacht, dass die kurze Abhandlung über Herstellung des Erdkörpers mit demselben Rechte wie der Brückenbau und Tunnelbau hätte fehlen dürfen, da der Erdbau eine selbstständige, umfangreiche Wissenschaft geworden. Wir haben deshalb auch die

Ausführung der eigentlichen Erdarbeiten nicht mit aufgenommen, glauben aber, dass das im 3. Capitel Mitgetheilte über Querprofile, Kronenbreiten, Bankette, Befestigung der Böschungen, Entwässerung des Planums etc., welche Gegenstände speciell nur beim Eisenbahnbau vorkommen, auch in einem Handbuch der speciellen Eisenbahn-Technik nicht fehlen dürfen.

Für die Bearbeitung des 13. Capitels ist die Anschauung maassgebend gewesen, dass es jetzt nicht an der Zeit sein dürfte, die eine oder die andere Anordnung der Bahnhofsanlagen als besonders zweckmässig darzustellen und dieselben specieller zu erörtern als dies geschehen, weil durch den in den letzten Jahren so ausserordentlich gesteigerten Verkehr eine durchgängige Umgestaltung dieses Theiles der Eisenbahnen fast allgemein fühlbar geworden, zum Theil sogar schon zur Ausführung gekommen ist. Bei einer spätern Auflage dieses Werkes würden die bei bewährten Anordnungen und Einrichtungen erhaltenen Resultate zweckmässiger besprochen und mitgetheilt werden können.

Für das 13. und 14. Capitel über Gesamtanordnung der Bahnhöfe und über Eisenbahn-Hochbauten hatte anfangs noch ein namhafter Oesterreichischer Ingenieur seine Mitwirkung zugesagt; da jedoch die eingelieferte Arbeit desselben nicht dem Programm gemäss ausgeführt war und der Verfasser keine Aenderungen gestattete, mussten diese Theile der beiden zum Theil umfangreichen Capitel die jetzigen Bearbeiter mit übernehmen, wodurch leider wiederum eine Verzögerung eintrat. Dabei war es die Absicht des Verfassers vom 14. Capitel, den schon bedeutend vermehrten Zeichnungstafeln dieses Capitels noch eine grössere Zahl von Ansichten und Durchschnitten der beschriebenen Eisenbahngebäude zur Verdeutlichung des Textes beizugeben. So erwünscht dies gewiss Vielen gewesen, so musste doch davon Abstand genommen werden, da dieses weniger zur speciellen Eisenbahn-Technik gehört und der vorliegende Band dadurch noch mehr vertheuert worden wäre.

Schliesslich müssen wir noch dankbar anerkennen, dass der Herr Verleger für die Ausstattung des Werkes in vorzüglichster Weise gesorgt und auch bereitwilligst die nöthig gewordene grössere Zahl von Zeichnungen genehmigt hat.

Hannover, im März 1870.

Edm. Heusinger von Waldegg.

Inhalts-Verzeichniss.

I. Capitel.

Einleitung.

Bearbeitet von Finanzrath M. M. von Weber, Staatseisenbahndirector in Dresden.

	Seite
§. 1. Geschichtliches über die ältesten Spurbahnen	1
§. 2. Die Holzbahnen in den Bergwerken am Harz und in England	3
§. 3. Der Uebergang von der Holzbahn zum gusseisernen Bahnstrang	4
§. 4. Die Erfindung und Einführung der Schienenbahn aus Walzeisen	5
§. 5. Die geschichtliche Entwicklung der ältesten Dampffuhrwerke	6
§. 6. Georg Stephenson's Verdienste um die Ausbildung der Locomotive	7
§. 7. Einfluss der Preisconcurrrenz auf der Liverpool-Manchester Bahn auf die Entwicklung des heutigen Eisenbahnwesens	8
§. 8. Rasche Verbreitung der Eisenbahnen in Nordamerika	8
§. 9. Die Eisenbahnen in Belgien und Frankreich	9
§. 10. Eigenthümliche Verhältnisse bei dem ersten Entstehen und Ausbildung des deutschen Eisenbahnnetzes	9

II. Capitel.

Spurweite, Normalprofil des lichten Raumes, Principien der Bahn-Tracirung.

Bearbeitet von Baurath Sonne, Professor an der polytechnischen Schule zu Stuttgart.

(Hierzu Taf. I. und II.)

§. 1. Einleitung und Uebersicht	13
§. 2. Verschiedene Arten von Eisenbahnen, bedingt durch die verschiedenen Anforderungen des Verkehrs. Freie Bahn und Station. Rechtsfahren. Linksfahren	14
§. 3. Verschiedene Arten von Bahnen, bedingt durch die Verschiedenheiten in der Beschaffenheit der Erdoberfläche	17
§. 4. Spurweite, Aligment und Profil bei Arbeitsbahnen und Stadtbahnen	20
§. 5. Tracirungselemente der secundären Bahnen und schmalspurigen Locomotivbahnen	23
§. 6. Tracirungselemente der ältern breitspurigen Bahnen. Kampf der Spurweiten. Sieg der Spurweite Stephenson's	25
§. 7. Normalprofile des lichten Raumes	27
§. 8. Grenzen für Steigungen und Curven auf freier Bahn	29
§. 9. Einfluss der Steigungen und Curven auf den Betrieb. Aeltere Untersuchungen	30
§. 10. Einfluss der Steigungen auf den Betrieb. Neuere Untersuchungen	32
§. 11. Einfluss der Curven auf den Betrieb. Neuere Untersuchungen	34
§. 12. Anzahl der Gleise auf freier Bahn	36
§. 13. Sonstige Tracirungselemente. Generelle Vorarbeiten des Geometers und des Ingenieurs	39

	Seite
§. 14. Lage, Alignement und Profil der Stationen	42
§. 15. Besondere Rücksichten, welche bei der Projectirung von Bahnlirien in der Ebene und in Thälern zu nehmen sind	44
§. 16. Besondere Rücksichten bei entwickelten Linien im Hügellande und im Gebirge	46
§. 17. Uebersicht derjenigen Arbeiten, welche bei der speciellen Bearbeitung einer Bahnlinie, der Expropriation u. s. w. vorkommen	47
Literatur	51

III. Capitel.

Herstellung der Erdkörper.

Bearbeitet von Gustav Meyer, Eisenbahnbau-Inspector in Osnabrück.

(Hierzu Taf. III. und IV.)

§. 1. Uebersicht. Querprofile der Auf- und Abträge. Kronenbreite	52
§. 2. Böschungen in verschiedenem Terrain. Bankette	55
§. 3. Bahneinschnitte. Befestigung der Böschungen. Gräben oberhalb der Einschnitte. Wasser- rinnen. Brunnen. Drainirung. Einschnittsgräben	58
§. 4. Einschnitts-Rutschungen	64
§. 5. Bahndämme. Vorbereitung des Bahnterrains. Dämme auf nachgiebigem Boden	67
§. 6. Herstellung der Anschüttungen. Setzen der Dämme	71
§. 7. Aeusserer Schutz der Dämme. Befestigung der Böschungen. Steinpackungen	74
§. 8. Dammrutschungen	78
§. 9. Entwässerung des Planums	81
§. 10. Besamung der Böschungen. Rasenbekleidung. Bepflanzung	84
Literatur	88

IV. Capitel.

Material und Fabrikation der Schienen. Probiren und Abnahme der Schienen.

Bearbeitet von Rud. Paulus, bisher. Oberinspector der k. k. Oesterr. Südbahn-Gesellsch., jetzt Baudirector-Stellvertreter der Alföld-Finmaner Bahn in Wien.

(Hierzu Taf. V bis IX.)

§. 1. Ueber die Umwandlung von Roheisen in Schmiedeisen oder Stahl	89
§. 2. Allgemeines über die Fabrikation von Schienen	91
§. 3. Erzeugung von neuem Material mit dem Puddelofen	93
§. 4. Erzeugung von neuem Material in der Bessemerretorte	97
§. 5. Verarbeitung des aus dem Puddelofen und der Bessemerretorte gewonnenen Materials	101
§. 6. Verarbeitung von altem Material (alten Eisenbahnschienen und sonstiges Brucheisen)	102
§. 7. Bildung der Schienenpaquete	103
§. 8. Behandlung des Materials in dem Schweissofen	105
§. 9. Walzprocess	106
§. 10. Abschneiden der Schienen	108
§. 11. Richten der Schienen im warmen Zustande	109
§. 12. Appretur der Schienen	110
§. 13. Probiren der Schienen	111
§. 14. Uebernahme der Schienen	114
§. 15. Bedingnisshefte für die Lieferung von Schienen	115
§. 16. Bedingnissheft für die Lieferung von Eisenbahnschienen	115
§. 17. Besondere Bedingungen für die Lieferung von Eisenschienen, deren Kopfplatten durch Paquetiren und doppelte Schweissung der Rohstäbe gebildet werden	118
§. 18. Besondere Bedingungen für die Lieferung von Eisenschienen mit Puddelstahlköpfen	118
§. 19. Besondere Bedingungen für die Lieferung von Eisenschienen mit Bessemerstahlköpfen	119
§. 20. Besondere Bedingungen für die Lieferung von Puddelstahlschienen	121
§. 21. Besondere Bestimmungen für die Lieferung von Bessemerstahlschienen	122
§. 22. Bemerkungen über Schienen aus Tiegelgussstahl	123
Literatur	125

V. Capitel.

Conserviren der Schwellen.

Bearbeitet von R. Baumeister, Professor an der polytechnischen Schule in Karlsruhe.

(Hierzu Tafel X.)

	Seite
§. 1. Zweck der Holzconservation	127
§. 2. Austrocknung des Holzes	128
§. 3. Entziehung des Saftes	129
§. 4. Imprägniren des Holzes	131
§. 5. System Kyan	134
§. 6. System Boucherie	138
§. 7. System Burnett	143
§. 8. System Bethell	151
§. 9. Sonstige Systeme der Imprägnirung	159
Literatur	163

VI. Capitel.

Eisenbahn-Oberbau.

Bearbeitet von E. Heusinger von Waldegg, Oberingenieur in Hannover.

(Hierzu Taf. XI bis XIV.)

§. 1. Oberbau im Allgemeinen	164
§. 2. Eintheilung der Schienen nach deren Form	167
§. 3. Zweckmässigste Schienenform	171
§. 4. Höhe und Gewicht der Schienen	172
§. 5. Die Form und Dimensionen des Schienenkopfes	173
§. 6. Form und Dimensionen des Steges und Fusses	174
§. 7. Länge der Schienen und Einfluss der Temperatur	176
§. 8. Die Art und Lage des Stosses, sowie Neigung der Schienen	177
§. 9. Vortheile der Verwendung von Stahl- und cementirten Schienen bei Hauptbahnen	178
§. 10. Laschenverbindungen, deren Zweck, Form und Dimensionen	182
§. 11. Schwebende Stösse, deren Construction und Vortheile	186
§. 12. Befestigung der Laschen, Form und Versicherung der Bolzen	189
§. 13. Grösse der Bolzenlöcher, Vertheilen der Schrauben, Gewicht der Laschen	192
§. 14. Schienenstähle, Form der verschiedenen Arten und Dimensionen	193
§. 15. Befestigung der Schienen auf den Unterlagen durch Holzschrauben, Nägel, Schraubenbolzen und Dübel	197
§. 16. Stellung der Nägel, Unterlagsplatten und Ringe. Verhinderung der Längenverschiebung der Schienen	202
§. 17. Unterlagen mit Steinwürfel	207
§. 18. Hölzerne Querschwellen	210
§. 19. Langschwellen bei Haupt- und Strassenbahnen	215
§. 20. Eiserne Einzelunterlagen	218
§. 21. Eiserne Querschwellen	221
§. 22. Eiserne Langschwellen	224
§. 23. Schlussbemerkungen	233
Literatur	233

VII. Capitel.

Festigkeitstheorie der Schienen.

Bearbeitet von Dr. E. Winkler, Professor des Eisenbahn- und Brückenbaues am k. k. Polytechnicum in Wien.

(Hierzu Taf. XV u. XVI.)

§. 1. Bruchfestigkeit der Schienen mit einzelnen Stützpunkten	238
§. 2. Schubspannungen	247

	Seite
§. 3. Anwendungen	248
§. 4. Festigkeit der Laschenverbindungen	250
§. 5. Durchbiegung	251
§. 6. Beanspruchung der Befestigungsmittel	251
§. 7. Langschwellsystem	252
Literatur	253

VIII. Capitel.

Bettung, Legen des Oberbaues, Oberbau-Geräthe.

Bearbeitet von Baurath Sonne, Professor am Polytechnicum in Stuttgart.

(Hierzu Taf. XVII.)

§. 1. Einleitung	254
§. 2. Unterbettung	255
§. 3. Vorbereitende Arbeiten für die Herstellung des Oberbaues	257
§. 4. Vorbereitende Arbeiten (Fortsetzung)	259
§. 5. Anordnung der Schienenstösse und Lage der Querswellen	262
§. 6. Legen des Oberbaues, namentlich in gerader Bahn	263
§. 7. Geräthe, welche bei den vorhin beschriebenen Arbeiten benutzt werden	265
§. 8. Spurerweiterung und Ueberhöhung des äussern Schienenstranges in Curven	267
§. 9. Ausgleichung der Längendifferenz zwischen dem innern und dem äussern Schienenstrange in Curven. Mittel gegen seitliche Verschiebungen	271
§. 10. Uebergangscurven	273
§. 11. Allgemeine Bemerkungen	275
§. 12. Kosten	276
Literatur	279

IX. Capitel.

Ausweichungen und Gleiskreuzungen.

Bearbeitet von Baurath Sonne, Professor am Polytechnicum in Stuttgart.

(Hierzu Taf. XVIII u. XIX.)

§. 1. Einleitung und Uebersicht	280
§. 2. Aeltere Formen der Weichenconstruction: Schleppweichen und Weichen mit festen Spitzen	281
§. 3. Weitere Ausbildung der Weichenconstruction. Weichen mit fester Zwangsschiene und beweglichen ungleichlangen Spitzen. Weichen mit gleichlangen Spitzen	284
§. 4. Selbstwirkende Weichen. Stellvorrichtungen der Weichen	285
§. 5. Bemerkungen über die Dimensionen der Räder, welche auf die Weichenconstruction Einfluss haben	286
§. 6. Ermittelung der Weite der bei den Weichen vorkommenden Spurranzrillen	287
§. 7. Grundriss der Weichenzungen. Länge derselben. Abstand zwischen Zungenspitze und Backe	288
§. 8. Profilirung der Weichenzungen und der Weichenbacken	290
§. 9. Weichenstähle. Verbindung der Weichenschienen unter einander und mit den benachbarten Schienen	291
§. 10. Neigungsverhältnisse der Herzstücke	293
§. 11. Herzstücke mit Auflauf und Herzstücke mit überhöhter Hornschiene	294
§. 12. Material der Weichen und Herzstücke. Verschiedene Formen der Herzstücke	296
§. 13. Länge der Herzstücke und der Zwangsschienen. Verbindung derselben mit den benachbarten Schienen. Krümmung der Zwangsschienen. Höhe derselben	298
§. 14. Schwellenlage der Ausweichungen	300

	Seite
§. 15. Allgemeines über Weichencurven und Länge der Ausweichungen	301
§. 16. Bestimmung der Länge der Ausweichungen unter Berücksichtigung der Schienenlängen. Annähernde Ermittlung der Radien der Weichencurven und der Länge der Geraden beim Herzstück	303
§. 17. Schieneneintheilung und Spurerweiterung der Weichencurve. Befestigung der Schienen derselben	305
§. 18. Curvenweichen. Die Erstreckungen derselben können nicht viel länger oder kürzer ausfallen, wie die Längen der Ausweichungen im geraden Gleise und gleichen Herzstücken	306
§. 19. Curvenweichen (Fortsetzung). Ermittlung der Radien der Weichencurven, wenn die Länge der Ausweichung und die Krümmung des Hauptgleises gegeben sind	309
§. 20. Vermeidung der Curvenweichen durch Rectificirung des Hauptgleises. Curvenweichen in aussergewöhnlichen Fällen	311
§. 21. Weichenböcke	312
§. 22. Sicherheitsvorkehrungen	314
§. 23. Rechtwinklige Gleiskreuzungen	316
§. 24. Spitzwinklige Gleiskreuzungen	317
§. 25. Seltene Constructionsformen der Ausweichungen und Gleiskreuzungen	318
§. 26. Weichenverbindung. Anordnung und Schieneneintheilung der Diagonalen	319
§. 27. Lage der Weichen in den Hauptgleisen zweispuriger Bahnen. Beschränkung der Zahl der gegen die Spitze befahrenen Weichen	321
§. 28. Weichenstrassen. Herzstücke bei Drehscheiben	323
§. 29. Kreuzweiche. Gleisverschlingung. Englische Weiche	324
§. 30. Concentrirung der Weichenzüge	326
§. 31. Kosten	327
Literatur	330

X. Capitel.

Uebergangswerke (Bahnübergänge im Niveau, Verschlussvorrichtungen). Abtheilungszeichen. Einfriedigungen der Bahnlinie.

Bearbeitet von Edm. Heusinger von Waldegg, Oberingenieur in Hannover.

(Hierzu Taf. XX bis XXIII.)

§. 1. Allgemeines	331
§. 2. Zugänge zu den Niveauübergängen	332
§. 3. Rampen-Canäle	334
§. 4. Parallelwege	338
§. 5. Oberbau der Niveauübergänge	339
§. 6. Pflasterung, Chaussirung oder Verkiesung der Wege-Ueberführungen	342
§. 7. Verschlussvorrichtungen der Niveau-Uebergänge. (Allgemeines. Eintheilung)	344
§. 8. Einfache Stangen- und Kettenbarrieren	347
§. 9. Schlagbaumbarrieren und Kettenzugbarrieren	350
§. 10. Drahtzugbarriere. Allgemeines	353
§. 11. Drahtzugbarriere nach dem System Reder	356
§. 12. Balancirte Drahtzugbarriere nach dem System Oberbeck	357
§. 13. Drahtzugbarriere nach dem System Kirchweger	359
§. 14. Kettenzugbarrieren	363
§. 15. Drahtzugbarriere mit Schiebestange	365
§. 16. Thorbarrieren mit Flügel und Rollen	366
§. 17. Barrieren für Fussgänger	370
§. 18. Warnungs- und Halttafeln	371
§. 19. Abtheilungszeichen	373
§. 20. Einfriedigungen der Bahnlinie	380
Literatur	383

XI. Capitel.

Construction von Wegebrücken über der Bahn und Brückthoren
unter der Bahn.

Bearbeitet von Baurath von Kaven, Director der polytechnischen Schule in Aachen.

(Hierzu Taf. XXIV und XXV.)

	Seite
§. 1. Allgemeines	385
§. 2. Gegebene Dimensionen für Bauwerke zu Ueberführungen und Unterführungen	389
§. 3. Verschiedene Systeme und Anordnungen von Wegebrücken und Brückthoren	392
§. 4. Wegebrücken über der Bahn mit Eisen-Construction hergestellt	393
§. 5. Brücken unter der Bahn (Brückthore) mit Eisenconstruction	397
§. 6. Brücken mit Zwillingsbalken	398
§. 7. Blechträger mit Consolen	401
§. 8. Massive Brücken. Brücken à culées perdues	403
§. 9. Erforderliche Höhe der Brücke unter der Bahn, unter Zugrundelegung der vorhin angegebene Constructionen und Maassen	405
§. 10. Erforderliche Höhen für Wegebrücken über der Bahn	407
§. 11. Remerkungen über die Anlage der Flügel bei Brückthoren und Wegebrücken	408
§. 12. Beschreibung einiger ausgeführten Brücken über der Bahn	409
§. 13. Brücken unter der Bahn (Brückthore)	410
Literatur	411

XII. Capitel.

Drehscheiben und Schiebebühnen.

Bearbeitet von Dr. W. Fränkel, Professor an der polytechnischen Schule in Dresden.

(Hierzu Taf. XXVI bis XXVIII.)

Drehscheiben.

§. 1. Zweck und Anlage der Drehscheiben	414
§. 2. Größe der Drehscheiben	416
§. 3. Material und Form des Drehscheibenkörpers	417
§. 4. Fahrschienen und deren Befestigung. Abdeckung des Drehscheibenkörpers	420
§. 5. Die Unterstützung des Scheibenkörpers in der Mitte und am Umfange	421
§. 6. Rollkranz. Fundamente für das Lager des Centralzapfens und für den Rollkranz	428
§. 7. Einfassung, Form und Tiefe der Grube. Entwässerung derselben	430
§. 8. Bewegungs- und Feststellungsmechanismen der Drehscheiben. Stellungssignale	431
§. 9. Gewichte und Preise der Drehscheiben	433

Schiebebühnen.

§. 10. Zweck und Anlage der Schiebebühnen. Schiebebühnen mit versenktem und nicht versenktem Gleise	436
§. 11. Construction der Schiebebühnen mit versenktem Gleise	438
§. 12. Construction der Schiebebühnen ohne versenktes Gleis	440
§. 13. Vorrichtungen zum Heben der Eisenbahnfahrzeuge auf die Schiebebühnen ohne versenktes Gleis	447
§. 14. Gewichte und Preise der Schiebebühnen	449
Literatur	451

XIII. Capitel.

Gesamtanordnung der Bahnhöfe.

Bearbeitet von W. Streckert, Eisenbahnbauintpector im Königl. Ministerium für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten in Berlin.

(Hierzu Taf. XXIX bis XXXIV.)

§. 1. Einleitung	454
§. 2. Lage der Bahnhöfe in Bezug auf die Oertlichkeit	457
§. 3. Ermittlungen über den zu erwartenden Verkehr	460

	Seite
§. 4. Die Bedürfnisse für das Betriebsmaterial etc.	461
§. 5. Erforderniss an Beamten-Dienstwohnungen	468
§. 6. Vorarbeiten für die Bearbeitung der Bahnprojecte etc.	470
§. 7. Aufstellung der Kostenanschläge etc.	471
§. 8. Anordnung der kleinern Stationen (Zwischenstationen und Haltestellen)	472
§. 9. Anordnung der Anfangs- und Endstationen	477
§. 10. Anordnung der Personenbahnhöfe	480
§. 11. Anordnung der Güterbahnhöfe	482
§. 12. Anordnung der Rangirbahnhöfe	487
§. 13. Bahnhöfe in Verbindung mit Canälen, Flüssen, Häfen, Berg- und Hüttenwerken	489
§. 14. Unterscheidung der Bahnhöfe nach ihrer Form	492
§. 15. Bahnhofsanlagen in grössern Städten	497
§. 16. Gleise, Weichenanlagen etc.	498

XIV. Capitel.

Die Eisenbahn-Hochbauten auf den Bahnhöfen und ausserhalb derselben.

Bearbeitet von J. Rasch, Königl. Eisenbahnbau- und Betriebsinspector in Dortmund.

(Hierzu die Taf. XXXV bis LXV.)

§. 1. Einleitung	501
§. 2. Allgemeine Erfordernisse der Eisenbahn-Hochbauten	502
§. 3. Eintheilung der Gebäude	503

I. Empfangsgebäude.

§. 4. Vereinsbestimmungen	504
§. 5. Grösse und allgemeine Anordnung der Empfangsgebäude	506
§. 6. Lage des Empfangsgebäudes	512
§. 7. Einrichtung der Empfangsgebäude	514
§. 8. Das Empfangsgebäude der Haltestellen	522
§. 9. Empfangsgebäude auf Zwischenstationen	523
§. 10. Empfangsgebäude für die Zwischenstationen der Bahn von Ancona nach Bologna	525
§. 11. Empfangsgebäude auf süddeutschen Bahnen und Bahnhof Gent	526
§. 12. Empfangsgebäude des Centralbahnhofs zu Basel, der Leipzig-Dresdener Bahn zu Dresden und der Sächsisch-Böhmischen Bahn zu Dresden	526
§. 13. Die ältern grossen Zwischenbahnhöfe zu Hannover und Breslau	528
§. 14. Empfangsgebäude der Leipzig-Dresdener Bahn zu Leipzig, des Bahnhofs zu Prag, desgl. in Trouville-Deauville und des Centralbahnhofs zu Köln	529
§. 15. Empfangsgebäude der Kaiserin Elisabeth-Bahn zu Wien, der Berlin-Görlitzer Bahn zu Berlin und des Bahnhofs in Zürich	530
§. 16. Empfangsgebäude des Bahnhofs in Stuttgart	532
§. 17. Empfangsgebäude des Nordbahnhofs zu Paris	534
§. 18. Der Bahnhof der Orleansbahn in Paris	536
§. 19. Empfangsgebäude auf (Inselperrons) den Bahnhöfen Nordstemmen, Gladbach, Hamm und Cottbus	537
§. 20. Englische Empfangsgebäude	539

II. Perronüberdachungen.

§. 21. Allgemeines über Perrons und Abri's von französischen Bahnen	542
§. 22. Die ältesten Perronüberdachungen	543
§. 23. Neuere Perrondächer	544
§. 24. Freitragende Perrondächer	545

III. Perronhallen.

§. 25. Allgemeines	547
§. 26. Die ältesten Hallendächer	548

	Seite
§. 27. Hallen mit eisernen Säulen in der Mitte	548
§. 28. Freitragende Hallen der Ostbahn zu München und der Main-Neckarbahn in Darmstadt	549
§. 29. Bahnhofshallen zu Antwerpen und Lüttich	550
§. 30. Hallen der Victoria-Station und der Charingcross-Station zu London, sowie an der Lime-street zu Liverpool	550
§. 31. Hallen der Niederschles. Märk. Bahn und der Berlin-Görlitzer Bahn zu Berlin	551
§. 32. Halle der Preuss. Ostbahn zu Berlin	552
§. 33. Die neuen Hallen auf dem Bahnhofe zu Stuttgart	553
§. 34. Halle der französ. Nordbahn zu Paris	553
§. 35. Die Personenhalle auf dem Bahnhofe der Orleansbahn zu Paris	554

IV. Güterschuppen.

§. 36. Allgemeines	555
§. 37. Güterschuppen mit innerm Ladegleis	556
§. 38. Construction mit Pfettendach	557
§. 39. Aeltere Construction der freitragenden Dächer	557
§. 40. Neue Güterschuppen der Bergisch-Märkischen Bahn	558
§. 41. Ladevorrichtungen	559
§. 42. Anlagen für den Güterverkehr in London	559
§. 43. Französische Güterschuppen	561
§. 44. Schuppen zur Lagerung von feuergefährlichen Gegenständen	562

V. Lagerhäuser, Niederlagegebäude, Entrepots, Speicher etc.

§. 45. Allgemeines	562
§. 46. Steuerfreie Niederlage in Harburg	562
§. 47. Niederlagegebäude im Weserbahnhofe zu Bremen	563

VI. Locomotivschuppen.

§. 48. Allgemeines	564
§. 49. Locomotivschuppen mittelst Weichen zugänglich	565
§. 50. Locomotivschuppen mittelst Drehscheiben zugänglich	566
§. 51. Locomotivschuppen mit Schiebebühnen	568
§. 52. Vergleich der verschiedenen Formen	568
§. 53. Vereinsbestimmungen über Locomotivschuppen	570
§. 54. Rechteckige Schuppen	570
§. 55. Polygonale Locomotivschuppen	573
§. 56. Halbkreisförmige Locomotivschuppen	574
§. 57. Ringförmige Locomotivschuppen	575
§. 58. Schuppen zur Unterbringung sehr vieler Locomotiven	576

VII. Wasserstationen.

§. 59. Allgemeines	577
§. 60. Form und Grösse der Reservoirs	578
§. 61. Ausführung der Gebäude	579

VIII. Schuppen zur Lagerung von Feuerungsmaterial.

§. 62.	579
----------------	-----

IX. Wagenschuppen.

§. 63.	580
----------------	-----

X. Reparaturwerkstätten.

§. 64. Allgemeine Betrachtungen	582
§. 65. Wahl der Anlagestellen	583
§. 66. Erforderniss und Lage der einzelnen Räumlichkeiten	583
§. 67. Werkstätte der Niederschlesisch-Märk. Eisenbahn zu Berlin	585
§. 68. Centralwerkstätte der Bergisch-Märk. Eisenbahn zu Witten	586
§. 69. Die Centralwerkstätte der Niederschles.-Märk. Eisenbahn zu Frankfurt a. O.	589

	Seite
§. 70. Lackirschuppen	590
§. 71. Erleuchtung und Erwärmung der Werkstätt Räume	590
§. 72. Sägeförmige Dachconstruction der Werkstättegebäude	591
§. 73. Grösse der verschiedenen Räume	592

XI. Wärterbuden und Wärterhäuser, sowie Wohngebäude für niedere Eisenbahnbeamte.

§. 74. Bahnwärterwachtlocale	592
§. 75. Wärterwohngebäude	594
§. 76. Familienwohnungen für mehrere Bahnbedienstete	595

XII. Retiradengebäude.

§. 77. Anlage der Aborte	597
§. 78. Pissoirs	601
§. 79. Beschlüsse der Techniker-Versammlung	602
§. 80. Freistehende Abortsgebäude	602

XIII. Nebengebäude.

§. 81.	604
§. 82. Eiskeller	605
Literatur	606

XV. Capitel.

Construction der mechanischen Anlagen für Wasserstationen.

Bearbeitet von Georg Meyer, Königl. Maschinenmeister der Oberschlesischen Eisenbahn zu Breslau.

(Hierzu die Taf. XLVI und XLVII.)

§. 1. Allgemeines	608
§. 2. Ueber die im Wasser enthaltenen schädlichen Bestandtheile und die Mittel, dieselben zu beseitigen	611
§. 3. Erforderliche Wassermenge für eine Wasserstation	613
§. 4. Anlage von Brunnen. A. Donnet's Princip	614
§. 5. Wasserstation mit natürlichem Wasserdruck zum Füllen der Cisternen	615
§. 6. Allgemeines über Pumpen	615
§. 7. Allgemeines über die für Pumpen anzuwendenden Motore	617
§. 8. Handpumpen	618
§. 9. Windräder zum Betriebe der Wasserstationspumpen	619
§. 10. Wasserstationen mit Dampfmaschinenanlage	621
§. 11. Kosten für das Heben des Wassers pro Cubikfuss für die verschiedenen Motoren	624
§. 12. Allgemeines über die Anlage von Cisternen	625
§. 13. Diverse Constructionen von Cisternen	626
§. 14. Vorwärmen des Wassers	627
§. 15. Rohrleitung für die Cisternen	627
§. 16. Berechnung der Röhrendimensionen	628
§. 17. Material der Röhren	629
§. 18. Probiren und Schwärzen der Röhren	630
§. 19. Verlegen und Dichten der Röhren	630
§. 20. Wasserkrahe. Allgemeines	631
§. 21. Beschreibung einiger Kraheconstructionen	633
§. 22. Einige eigenthümliche Vorrichtungen, um das Wasser direct ohne Anwendung mechanischer Hilfsmittel in die Tender zu heben	634
§. 23. Einige Angaben über Preise von mechanischen Anlagen bei Wasserstationen	635
§. 24. Ueber die in den Grundzügen und einheitlichen Vorschriften in Bezug auf Wasserstationen enthaltenen Bestimmungen	636
Literatur	636

XVI. Capitel.

Wege, Entwässerung und Einfriedigung der Bahnhöfe.

Bearbeitet von Baurath Ed. Sonne, Professor am Polytechnicum zu Stuttgart.

(Hierzu die Taf. XLVIII.)

	Seite
§. 1. Uebersicht	638
§. 2. Wege und befestigte Plätze der Bahnhöfe	638
§. 3. Perrons	640
§. 4. Rampen	643
§. 5. Equipagen-, Militär- und Viehrampen	646
§. 6. Holz-, Kohlen- und Cokerampen	648
§. 7. Absperrvorrichtungen in den Bahngleisen und Stossvorrichtungen an dem Ende derselben	650
§. 8. Entwässerungsanlagen. Allgemeine Disposition	651
§. 9. Allgemeine Details	652
§. 10. Senkgruben	654
§. 11. Einfriedigungen der Bahnhöfe.	656
§. 12. Kosten	657

XVII. Capitel.

Aussergewöhnliche Eisenbahnsysteme.

Atmosphärische und pneumatische Bahnen, Seilebenen, Agudio's System.

Bearbeitet von Oberbaurath H. Sternberg, Professor an der polytechnischen Schule in Karlsruhe.

(Hierzu die Taf. XLIX bis LI.)

§. 1. Leistungsfähigkeit des Locomotivbetriebes	658
§. 2. Berechtigungen anderer Eisenbahnsysteme	664
§. 3. Atmosphärische und pneumatische Eisenbahnen	665
§. 4. I. Atmosphärische Bahnen	666
§. 5. Leistungsfähigkeit der atmosphärischen Bahnen	668
§. 6. Resultate: Vergleichung der atmosphärischen mit den Locomotivbahnen	677
§. 7. Geschichtliche Entwicklung der atmosphärischen Bahnen	679
§. 8. Kurze Beschreibung der atmosphärischen Eisenbahnen	684
§. 9. Erläuterung der beigefügten Zeichnungen	691
§. 10. II. Pneumatische Bahnen	692
§. 11. Seilebenen. Geschichtliches	698
§. 12. Die verschiedenen Anordnungen und Betriebsarten auf den geneigten Ebenen	701
§. 13. Nutzeffect der Seilebenen	703

Beschreibung einiger Seilebenen.

§. 14. Die geneigten Ebenen bei Lüttich und Aachen	709
§. 15. Agudio's Seilebene; Versuchsstrecke bei Dusino	712

XVIII. Capitel.

Eisenbahnfähren und Eisenbahn-Schiffbrücken.

Bearbeitet von Oberbaurath H. Sternberg, Professor an der polytechnischen Schule in Karlsruhe.

(Hierzu die Taf. LII und LIII.)

§. 1. Einleitung	720
§. 2. Eisenbahnfähren; Haupteintheilung derselben	721
§. 3. Beschreibung der hauptsächlichsten, bisher ausgeführten Eisenbahn-Fähranstalten mit freiem Fährschiffe	722
§. 4. Beschreibung der Eisenbahnfähren, deren Fährschiffe einen durch eine Leitung vorgeschriebenen Weg durchlaufen	733
§. 5. Schlussfolgerungen	738
§. 6. Eisenbahnschiffbrücken	739

I. Capitel.

Einleitung.

Bearbeitet von

M. M. von Weber

Staatseisenbahn-Director, Finanzrath in Dresden.

§. 1. *Geschichtliches über die ältesten Spurbahnen.* — Die zukünftige Geschichtsschreibung, welche die Historie des Menschengeschlechts nicht mehr als eine Folge von Handlungen der brutalen Gewalt, sondern als eine Reihe von Consequenzen der guten Thaten des Menschengeschlechts zu schildern hat, wird ihre Erzählungen aus allen Bereichen der menschlichen Thätigkeit, wie an einen unzerreissbaren Faden, an die Geschichte des Verkehrs zu knüpfen haben, da durch diesen erst der Mensch zum Culturwesen wird.

Der ganze Bereich dieser Geschichte des Verkehrs muss für diese Geschichtsschreibung der Zukunft in zwei grosse Perioden zerfallen: die der Zeit vor der willkürlichen Bewegung durch unorganische Kraft, zu Wasser und zu Lande, und die nach derselben. Der erstbezeichneten Periode gehört der ganze, circa 6000 Jahre umfassende Raum unsrer sogenannten historischen Zeit bis zur Erfindung der Locomotion durch Dampfkraft an, an der Schwelle der zweiten stehen wir seit noch nicht zwei Menschenaltern und schon haben wir in dieser Spanne von Zeit mehr Schritte nach den Zielen der Freiheit und der Humanität hin geschehen sehen, als in irgend einem vorhergehenden Jahrhundert, das der Erfindung der Buchdruckerkunst ausgenommen.

So lange das Leben des Verkehrs sich der gequälten Kraft des animalischen Wesens zu seinen Hauptbewegungen bedienen musste, war das Maass der Schnelligkeit und Ausdauer derselben an das Maass dieser Kraft gebunden, der Selavendienst des freigebornen Geschöpfes konnte nicht zur vollen Freiheit des Menschenverkehrs führen.

Mit der Dienstbarmachung der Dampfkraft wurde der Menschheit das neue Organ gegeben, das sie zur Erreichung des nächsten Stadiums ihrer Entwicklung bedurfte, und die Eisenbahn mit ihren pfeilschnellen Wanderungen hochgebildeter Völkermassen ist ebenso prägnant der Ausdruck des Gesammtlebens unsrer Culturperiode, wie die Inkapfade auf denen nur der Fuss des Palankinträgers, des Königsboten und der Infanterie schreiten konnte, das Bild jener wunderbaren südamerikanischen Despoten-Halb-Civilisation sind; wie das die Welt überspinnende Netz der Römerstrassen den unermesslichen Einfluss des grössten Volkes aller Zeiten in den sprechendsten Zügen darstellt.

Nicht mit Erfindung der ebenen Bahn, die unsrer Zeit nicht angehört, trat daher die weltgestaltende Macht der Eisenbahn auf den Schauplatz der Geschichte, sondern mit der Entdeckung und Dienstbarmachung der neuen Kraft, deren Wesen man bis dahin kaum geahnt, die man nur spielend, unentwickelt und unnachhaltig nutzbar gemacht hatte.

Die Geschichte der Eisenbahn beginnt daher nicht mit der jener Spurbahnen in Bergwerken und im Dienste derselben, deren Ursprung ein dunkler ist, sondern mit Einführung der Dampfkraft der Locomotive auf denselben, und zwar wieder nicht jene langsamen, schwerfälligen Remorqueure, die Kohlenzüge zu Berg schleppten, sondern der schnellen Locomotive Stephenson's, durch die, wie durch einen Zauberschlag, das Eisenbahnwesen die Fähigkeit zur Erfüllung seiner grossen Mission empfing. Mit grösserer Bestimmtheit als bei irgend einer andern gleichwerthigen Erfindung kann man für das Eisenbahnwesen den Tag seiner Geburt bezeichnen. Es ist dies kein anderer, als der jenes weltberühmten Wettfahrens der vier Locomotiven auf der ebenen Linie bei Rainhill: der 6. Oct. 1829.

Die Spurbahn ist uralt. Die Tempelstrassen der Griechen, auf denen mit Götterbildern und Laubwerk hoch aufgebaute Opferfuhrwerke sich bewegten¹⁾, waren sorgfältig in Stein ausgehauene Spurstrassen.²⁾ Die Begriffe Spur und Strasse waren bei den Griechen so eng verbunden, dass sie sich nicht einmal die Sonnenbahn im Aether ohne erstere denken konnten.³⁾

Die griechische Spurstrasse entbehrte sogar der Ausweichleise nicht, deren Name *εκτροπή* die treue Uebersetzung unseres Wortes »Weiche« ist.⁴⁾ Auch hielten die Priester, um den weitesten Verkehr ihrer heiligen Wagen möglich zu machen, streng auf gleichmässige Durchführung der Spurweiten, die sich jetzt noch an allen erhaltenen Gleisen sehr constant zu 5 Fuss 4 Zoll englisch, nachweisen lässt. In den späteren Perioden des classischen Zeitalters verschwindet die Spurbahn, um in den Händen der Römer der ebenen, für den Marsch des Fussvolks und der Reiterei construirten Heerstrasse Platz zu machen, obwohl die tiefen Spuren, welche die Plattentäfelung der Strassen von Pompeji zeigt, nicht zufällig entstanden zu sein scheinen.

Das Netz der römischen Strassen, das in unermesslicher Ausdehnung die Weltstrecken zwischen der Mündung des Euphrat, dem Kaukasus, den Karpathen, der Donau und dem Rhein, nördlich bis hinauf an die Grenzen Schottlands, westlich bis zum atlantischen Ocean, südlich bis an den Atlas und das Mondgebirge bedeckte, und von dessen planvoller Anlage und dichter Maschenfüzung das Itinerarium des Kaisers Antonin und die Peutinger'sche Tafel ein so anschauliches und treues Bild entwerfen, war in seinen Haupttracten als Pfad für das weltbezwingende Heer angelegt, das sich selbst aber nichts angelegener sein liess, als, sofort nach der Eroberung jeder Provinz, seinen Märschen den Bau einer Strasse, zur sichern Verbindung mit der Heimath, folgen zu lassen. Erst die später angelegten Strassen der Römer waren Handelsstrassen.

Es ist wenig bekannt, in wie vollem Maasse der grosse Blick der römischen Staatsmänner die Bedeutung des Strassenwesens für den Zusammenhalt des Regiments der Welt erfasste. Die neuesten Forschungen haben dargethan, dass die römischen Strassen Südeuropa, bis zu Donau und Main hinauf, weit dichter bedeckten, als jetzt noch die Eisenbahnen.

¹⁾ Strabo 657.

²⁾ Mure, Journal of a tour in Greece Vol. II, pag. 251.

³⁾ Curtius, Wegbau der Griechen.

⁴⁾ Pelop. II, 289.

Wie schon erwähnt vertrugen sich die Zwecke dieser gewaltigen und wie für die Ewigkeit gebauten Strassen nicht mit dem System der Spurwege, das während voller anderthalb Jahrtausend aus der Geschichte des Verkehrs verschwunden scheint, bis die Spurfurchen in dem Plattenpflaster einiger mittelalterlichen Städte, worunter vornehmlich Mailand zu nennen ist, auf eine sehr locale Wiederanwendung desselben im Beginn des zwölften Jahrhunderts unsrer Zeitrechnung hindeuten.

§. 2. *Die Holzbahnen in den Bergwerken am Harz und in England.* — Von da ab erscheint die Spurstrasse erst in ganz andrer Gestalt in den alten Gruben im Harz und in England wieder.

Die Gradführung von behauenen Baustämmen, zwischen denen sich die erbeladenen Kübel nach der Schachtmündung emporhoben, verwandelt sich in den geneigten und horizontalen Strecken der Gruben in Bahnen, auf denen mit Rädern versehene Kasten beladen zu Thal — zu Berg von Pferden gezogen oder von Menschen geschoben — rollten. Aber die Spurbahnen unter freiem Himmel sind in ihren Anfängen nicht blos Erstreckungen dieser Grubenbahnen aus den Gruben hinaus, sondern sie entstanden, unabhängig davon, durch einen gesonderten Erfindungsact bei Aufbesserung grundloser Wegstellen durch darüber gelegte Bohlen und Balken. Die Bequemlichkeit und Leichtigkeit mit der sich auf solchen, vorher fast unpassibaren Strecken nun die Fuhrwerke bewegten, die sich mühselig auf den regellosen Strassen des Mittelalters fortgequält hatten, veranlasste zur Ausdehnung dieser Bohlenbahnen, die sich zunächst ganz specifisch von den Grubenbahnen dadurch unterscheiden, dass dieselben mit den gewöhnlichen Vehikeln der Landstrasse befahren werden konnten, während auf den Grubenbahnen sich, von allem Anfang an, Karren mit Rädern bewegten, welche mit Spurkränzen versehen waren.

Der Kohlenverbrauch in England hatte zu Anfang des 17. Jahrhunderts einen ungeahnten Aufschwung genommen; in den Kohlendistricten der nördlichen Grafschaften mussten sich grosse Massen dieses Brennstoffes von den Gruben nach der See und den Industrieanlagen hin bewegen. Eigentlicher Strassenbau existirte in England bis zum Jahre 1745 nicht, wo General Wade mit Waffengewalt die Aufbesserung der Wege für sein Heer erzwang, hatte doch selbst die Nachricht von dem Tode der Königin Elisabeth die Zeit vom 24. bis zum 27. März 1603 gebraucht, um von London nach York zu gelangen.⁵⁾

Erst 1763, also vor wenig mehr als einem Jahrhundert, wurden die ersten Zollstellen zur regelmässigen Unterhaltung der Strassen errichtet. So wurde die Spurbahn eine nothwendige Consequenz des Bedürfnisses der Zeit in dem industriellen Theile des englischen Reichs und wir finden die ersten sicheren Andeutungen vom Gebrauche von Bohlenbahnen, auf denen sich die Kohlenkarren der Fuhrleute über Land bewegten, in der Zeit zwischen 1620 und 1628 in der Nähe von Newcastle, während ein zuverlässiger Geschichtsschreiber uns erzählt, dass ungefähr 18 Jahre vorher, wo dies Zeitbedürfniss noch nicht so drängend aufgetreten war, ein Mr. Beaumont versucht habe, hölzerne Bahnen von den Gruben nach der See anzulegen, und darüber arm geworden sei. Diese ersten Spurbahnen bestanden aus Bohlen, die man, auf Querhölzern festgenagelt, in bestimmter Entfernung hielt, und auf deren ebenen Oberflächen die Räder des gewöhnlichen Landfuhrwerks rollten, das von diesem bequemen Pfade nach Bedürfniss ohne Weiteres abbog, wenn das Begegnen dies erforderlich machte.

Bald zeigte es sich indess, dass die Abnutzung dieser kostspieligen Hölzer eine so bedeutende sei, dass es vortheilhaft erschien, dieselben mit schwächeren Bohlen zu

⁵⁾ F. Williams, Our Iron Roads p. 2.

bedecken, die dann mit wenigen Kosten durch neue ersetzt werden konnten. Diese Form der Spurbahn blieb in Northumberland, Durham und andern Grafschaften Nordenglands mehr als ein volles Jahrhundert hindurch unverändert in Gebrauch, nur fügte man den Bohlen, um die Wagen bequem auf ihrer Oberfläche halten zu können, auf der Innenseite Ränder an, und benagelte diese sowohl, als die Bahn selbst in starken Krümmungen hier und da mit Streifen von Bandeisen, ohne damit etwas Anderes als grössere Dauerhaftigkeit der Tragschwellen zu bezwecken. Auf dieser Holzbahn bewegte ein Pferd eine Last von ungefähr 42 bis höchstens 50 Centnern netto. Die Last-Bewegungsfähigkeit der animalischen Kraft war daher durch diese Holzbahn gegen die damaligen Wege auf mehr als das Vierfache gesteigert. Die Waggons oder »Waynes«, wie sie damals hiessen, waren so construirt, dass sie immer eine Pferdellast Kohlen enthielten.

Diese verhältnissmässig grosse Belastung der Räder soll auch, nach nicht gut verbürgten Mittheilungen⁶⁾, Ursache des Scheiterns der ersten Verwendung von Gusseisen zu den Spurbahnen gewesen sein, die angeblich um 1738 versucht wurde. Die auf die Langschwelle genagelte schwache Platte von Gusseisen brach unter dieser Last.

Jedenfalls fand man dieselbe auch für die Dauerbarkeit der Holzbohlen zu gross und begann um das Jahr 1740 die Kohlentransporte aus Reihen kleiner Fuhrwerke zusammenzusetzen, welche die Last vortheilhafter vertheilten.

§. 3. *Der Uebergang von der Holzbahn zum gusseisernen Bahnstrang.* — Der Zufall beschleunigte den grössten Fortschritt, den die Construction der Spurbahn gemacht hat, die Verwandlung der Holzspur in die eiserne Bahn.

Eine Krise in den Eisenpreisen im Jahre 1767 veranlasste einen der Mitbesitzer der Colebrook Dale-Eisenwerke, Mr. Reynolds, zu dem Vorschlage, den Eisengängen, die, um die Hochöfen in Gang zu erhalten, in Vorrath gegossen wurden, die Form von starken oben concaven Platten zu geben und dieselben einstweilen an Stelle der unablässig zerstörten Langschwellen in die Spurbahnen zu legen, welche die grossen Productionsmassen des Werkes verführten. Nichts konnte ja, bei etwaigem Steigen der Preise, von der Verwerthung dieser Platten abhalten.⁷⁾

Die erste solche Schiene wurde am 18. November 1767 gegossen und noch im selben Jahre gelegt. Aber diese neue Bahn zeigte sich so vortheilhaft, so wohlfeil, trotz ihres hohen Preises, dass sie nicht allein unberührt liegen blieb, sondern dass der Ersatz der alten Holzschwellen durch Eisenplatten auf allen in der Nähe von Colebrook Dale gelegenen Spurbahnen sich sehr schnell ausbreitete.

Die Form dieser Colebrook Dale-Schienen wurde von vielen Technikern noch lange andern vorgezogen, und erhielt im Jahre 1803 durch Woodhouse eine verbesserte Construction von Kastenform, in welcher sie direct auf den Boden in die Strassenoberfläche gelegt wurden, so die ersten Anfänge des ganz eisernen Eisenbahn-Oberbaues andeutend.

Benj. Curr war es, der im Jahre 1776 auf der Bahn der Sheffield-Kohlenwerke die erste Bahn mit gusseisernen Schienen ausführte, welche die Fuhrwerke in der gegebenen Spur fixirte. Es geschah dies durch das Angiessen eines Randes an die Aussenseite der Schienen. Von dieser primitiven Construction rührt sonderbarer Weise das eigenthümliche Maass der Spurweiten der europäischen Bahnen her, indem sie die Gewohnheit herbeiführte die Spur von Aussenkante zu Aussenkante der Schienen zu messen. Da nun die englische Strassenwagenspur 5 Fuss betrug, so führte sich dies Maass auch später auf die Schienen

⁶⁾ Transactions of the Highland Society vol. VI, p. 7.

⁷⁾ Francis, History of the English Railroad I, p. 47.

mit flachem Kopfe über, so dass sich als Lichtmaass zwischen denselben 4 Fuss $8\frac{1}{2}$ Zoll ergab, welches das allgemein gebräuchliche blieb. Bis zum Jahre 1793 scheint das System der Langträger bei Construction der Spurbahnen das fast ausschliessliche gewesen zu sein. Um diese Zeit befreite sich die Spurbahn-Technik von dieser Einschränkung. Ch. Outram versah die 3 Fuss lang gegossenen Schienenstücke nach unten mit einer Rippe, so dass er sie frei auf 3 Fuss von einander entfernt liegende Steinblöcke aufdübeln konnte. Das Spurgleis hatte damit einen eminenten Schritt nach der Dauerhaftigkeit hin vorwärts gethan, während ein gleich bedeutungsvoller in Bezug auf Abminderung der Widerstände geschah, indem man die in Gruben schon längst benutzte Schiene mit hohem Profil und ebener Oberfläche auch auf den grösseren Gleisstrecken im Freien verwandte, dieselbe mittelst gusseiserner Stühlchen auf der Unterlage befestigte, und vom Gebrauch gewöhnlicher Strassenfahrwerke auf der Spurbahn absah, dieselbe mit Karren betrieb, deren Räder durch Spurkränze auf dem Gleise gehalten wurden. Solche Gleise und Wagen finden wir zuerst im Grossen auf Bahnen angewendet, welche die Producte der grössten Schieferbrüche der Welt bei Penrhyn nach dem kleinen Hafen von Bangor schafften. Der Raum verbietet es hier auf die fast unzähligen Modificationen einzugehen, welche das Gleis mit gusseisernen Schienen in Bezug auf Querschnittsform der Schienen, Construction der Unterlagen und Befestigungsmittel im Laufe der Zeit unter dem Anwachsen des Verkehrs erfuhr, allen blieb die elliptische (fishbelly = Fischbauch) Form des Trägers, die intermittirende Stützung eigenthümlich und in der ganzen Periode der Gusseisen-Schienen finden wir fast nur Steinwürfel zu den Unterstützungen verwendet, die, überraschend genug, durch keine Verbindungsmittel in der Spur gehalten wurden. Diese wurden auch selbst dem nach von den meisten Technikern für überflüssig gehalten, als die Fahrgeschwindigkeit auf Eisenbahnen eine schon ziemlich beträchtliche war.

§. 4. *Die Erfindung und Einführung der Schienenbahn aus Walzeisen.* — Den eigentlich letzten grossen Schritt in ihrer Entwicklung bis zu der jetzt noch gebräuchlichen Form that die Construction des Eisenbahn-Oberbaues durch die Erfindung des Schienenwalzens durch John Berk inshaw auf dem Bedlington Eisenwerk bei Durham. Die ersten Schienen von Schmiedeeisen von 15 Fuss Länge und pilzförmigem Querschnitte wurden auf jenem Werke im October des Jahres 1828 gewalzt. Losh, Wilson und Bell gelangten schon im Jahre darauf dahin, durch eine schwierige Fabrikation, der Rippe dieser Schienen jene seltsam missverständene, von der gusseisernen Bahn herübergenommene Form zu geben, nach der man sie, wie oben erwähnt, Fischbauchschiene nannte, und die bis zur Mitte der vierziger Jahre, und somit viel länger im Gebrauch geblieben ist, als für die Ehre der wissenschaftlichen Technik gut ist.

Ungeachtet der jetzt so unbestritten augenscheinlichen Vorzüge der schmiedeeisernen vor der gusseisernen Schiene hatte doch Georg Stephenson noch beim Bau der Stockton- und Darlington-Eisenbahn alle Mühe ihre Anwendung durchzusetzen.

Es gereicht der Einsicht Robert Stephenson's zum Ruhme, dass er der erste Techniker war, welcher Schienen mit symmetrischem Querschnitte und parallelen Ober- und Unterflächen im Grossen und zuerst zwar beim Bau der London-Birmingham Bahn anwendete, während Georg Stephenson treu an der Fischbauchschiene gehalten hatte. Robert Stephenson's symmetrische Schiene wog 65 Pfund pr. Yard, ruhte in gusseisernen Stühlen mit Holzkeilen solid festgeschlagen, auf eichenholzernen Schwellen, und die Construction des Oberbaues mit Stuhlschienen schliesst ihre Entwicklung hiermit ab, das einzige Moment der Einführung der Laschenverbindung in der zweiten Hälfte der vierziger Jahre abgerechnet. Die Dimensionen und Massenvertheilungen und die Materialien der Schienen

haben seitdem tausendfach gewechselt, das Princip, die Hauptanordnung der Construction ist unverändert geblieben.

Die alles bestimmenden Agentien: Localbedürfniss und Localpreis der Materialien führte im holzreichen und eisenarmen Amerika zur Construction der breitbasigen Holzschiene, die dort Anfangs niemals anders als auf Langschwellen befestigt angewendet, nach ihrer Ueberführung nach Europa durch Charles Vignoles die Gestalt erhielt, in der sie jetzt, auf ungefähr 40 % der europäischen Bahn, im Gebrauch ist. Auch die specifisch zum Langschwellenbau in Beziehung stehende, amerikanische Construction der Brückenschienen fand in Europa in gewaltigem aber nicht glückenden Versuche auf der Great Western Bahn, der badischen Bahn u. s. w. Ausführung.

So sehen wir den eisernen Weg der Spurbahn, auf Grund unzähliger Experimente, ohne Gleichen an Ausdehnung vor- und nachher in der Culturgeschichte, die fast sämmtlich die Form ganzer Bahnausführungen haben, tausendfach umgestaltet, Verhältnissen und Ideen angepasst und doch endlich an technischer Durchbildung hinter der Entwicklung des Betriebs und der Fuhrwerke bis in die allerneueste Zeit zurückbleibend, wo es endlich scheint, als sollte, mit einem Sprunge, durch Einführung des ganz eisernen Oberbaues, der verlorene Weg wieder eingebracht und die Construction der Bahn auf gleiche Höhe mit der der Fuhrwerke gehoben werden.

§. 5. *Die geschichtliche Entwicklung der ältesten Dampffuhrwerke.* — Im Gegensatz zu der langsamen, empirischen und unvollkommenen Ausbildung des Weges der Spurbahn ist die Entwicklung der auf derselben bewegten Fuhrwerke mit Riesenschritten geschehen, so dass hier ein Zeitraum von kaum 80 Jahren, von ersten unausgeführt gebliebenen Patenten auf Bewegungsmaschinen für Strassen gerechnet, alle die weltumgestaltenden Erscheinungen zu Tage gefördert hat, unter deren Einfluss jetzt die gesammte Civilisation ungeahnte Bahnen geht. Eine eingehende Schilderung dieses Siegerganges der neuen Erfindung verbietet sich hier und nur mit flüchtigen Conturen lassen sich die HAUPTERSCHINUNGEN dieser Culturepoche umziehen.

Hierbei tritt uns zunächst die Gestalt jenes interessanten technischen Abenteurers Richard Trevethick entgegen, der mit seinen Strassenlocomotiven im Jahre 1803 das Staunen der Bevölkerung Londons erregte, und 1804 den ersten Kohlenzug mit der ersten durch Dampf getriebenen, auf Rädern beweglichen Maschine die Steigungen der Merthyr-Tydvill Bahn in Süd-Wales emporschleppte. Diese Maschine enthielt von den später ausgebildeten Lebensorganen der Locomotive schon die innere Feuerung, den Dampfaustritt in den Schornstein und den Hochdruck des Dampfes, aber auch die Wurzel eines Irrthums, der in wunderlicher Weise sich dem Fortschritt der Locomotivenconstruction entgegen gestellt hat und zu den sonderbarsten Erscheinungen in der Geschichte der Erfindungen gehört. Die Räder der Maschine Trevethick's waren ausserhalb der Schienenlaufflächen mit Nägeln beschlagen, deren Köpfe in das Holz der Langschwellenbahn eingriffen »weil sonst die vom Dampf getriebenen Räder auf der Schiene gleitend sich drehen müssten, statt die Last zu ziehen«.

Diesem Irrthume, den das einfachste Experiment hätte zerstören müssen, tragen mit staunenswerther Consequenz alle während eines vollen Jahrzehntes versuchten Constructionen von Locomotiven getreulich Rechnung, von denen wir nur die von Blenkinsop, 1812 auf der Middleton-Kohlenbahn in Gang gesetzte, hervorheben, welche die Fortbewegung mittels neben der Bahn liegender Zahnstangen und Zahnräder bezweckte, und zuerst, auf Mathew Murray's Vorschlag, mit zwei Cylindern versehen war. Wir übergehen hingegen alle die auftauchenden Curiositäten von mechanischen Dampfpferdebeinen, welche

die Maschine fortschieben sollten etc., von denen ausführliche Geschichten der Locomotiv-Maschinen genügend berichten.

Bei Weitem nicht genug bekannt ist das grosse Verdienst des Eigenthümers der Bahnen um die Wylam-Kohlengruben W. Blackett, der, voll Eifer die Dampfmaschine auf der Spurbahn dienstbar zu machen, 1814 endlich das einfache Experiment in roher Form anstellte, durch welches das Genügen der Reibung zwischen Radkranz und Schiene für das Ausüben der Zugkraft nachgewiesen wurde.

Damit löste sich der Alldruck der bis dahin auf der Entwicklung der Locomotiven-construction geruht hatte und, wie so oft in der Geschichte der Cultur, sehen wir zugleich hiermit den Mann auftreten, dem es bestimmt war, die Locomotivenmaschine als fertiges Werkzeug dem Zeitgeist in die Hand zu geben, wie dies sein grosser Vorgänger Watt mit der stehenden Maschine gethan hatte.

§. 6. *Georg Stephenson's Verdienste um die Ausbildung der Locomotive.* — Georg Stephenson (1781 geboren), einfacher Maschinenwärter zu Killingworth, erfasste seinen grossen Zweck als wirkliches Genie, indem er zuerst studirte »was schon da war« (what had already been done), dann brachte er die reiflich überlegten Pläne seiner »Travelling Engine« mit des edlen und genialen Lord Ravensworth Gelde zur Ausführung, dem er durch den Namen desselben »My Lord« seinen Dank zurief, welcher der der ganzen Welt sein sollte.

Diese erste Maschine war auch die welche zuerst durch blossе Adhäsion ihre Zugkraft übte und dies wurde dem Erbauer zunächst als kühnstes Wagniss verdacht, dann aber, nach dem Gelingen, gebührend bewundert. Es war nicht der einzige Zug von Genie, den sie an sich trug. Der Austritt des Dampfes in den Schornstein, den Trevethick adoptirt hatte »um die Pferde nicht scheu zu machen«, erhielt von Stephenson die Anordnung, dass die Dampferzeugungskraft des Kessels sich sofort auf das vielfache hob. So fehlte nur noch das Princip der Vergrösserung der Feuerfläche durch die Anwendung der engen und zahlreichen Siederöhren im Kessel, um die Constructionsorgane zu Verwendung im Dienste bereit zu haben, auf deren Wirksamkeit Leben und Leistung der Locomotive der Jetztzeit, der schnellen Locomotive beruht. Trotz dieser Fortschritte war die Anwendung der so construirten schwerfälligen, nicht auf Federn ruhenden Locomotive auf rauhen unebenen Gleisen nur eine Reihenfolge von Brüchen, Reparaturen und Täuschungen, so dass Georg Stephenson allein das Feld behauptete, als alle seine Mitstrebenen es muthlos verliessen. Er wandte das Nothwendige richtig erkennend, mit dem reichen und geistvollen Losh im Verein, zunächst seine Aufmerksamkeit auf Vervollkommnung der Gleise und gehörte zu den ersten, welche die Anwendung walzeiserner Schienen bevorworteten und ihre Construction verbesserten. Dann gab er seinen Locomotiven zunächst elastische Träger von Dampf.

Solcher Gestalt waren die Maschinen, die, fast unbeachtet von der Welt, als »Puffing Billys« auf der Killingworth-Bahn und später als die berühmten fünf »Iron horses« unter Staunen des Volks auf der Hatton-Kohlenbahn 1819 hin und wider stöhnten, 4 engl. M. in der Stunde zurücklegend. Nicht viel andre Form hatte die bedeutsame Locomotive, welche am 27. September 1828 auf der Stockton-Darlington-Bahn, jener Pionnierin für die Liverpool-Manchester, den ersten Personenwagen, den Stephenson bedencklich »Experiment« nannte, und einen mit über 500 Menschen besetzten Kohlenzug von Stockton nach Darlington mit 6 Meilen Geschwindigkeit in der Stunde führte und zum ersten Male die Locomotive mit den schnellen Rossen der stolzen Stage coaches darum ringen liess, obfernerhin Lebenskraft oder Dampf den Menschen von Ort zu Ort fördern sollte.

Im Laufe der ersten beiden Jahrzehnte dieses Jahrhunderts war Manchester durch Watts, Askwrights, Hargreaves und Cramptons Erfindungen zum ersten Fabrikorte

der Welt geworden und hatte in diesem Zeitraume 139,000 Einwohner mehr gewonnen. Der Seehafen dieser Baumwollenstadt war Liverpool. Die einzige Communicationsstrasse für schwere Güter zwischen den gewaltigen Orten war Francis, Herzogs von Bridgewater grosse Schöpfung, der Bridgewater-Canal. Die Erben des grossen Mannes tyrannisirten, auf ihr Transport-Monopol gestützt, die Rheder Liverpools, wie die Spinnfürsten Manchesters. Tiefe Erbitterung trieb nun die Geschädigten, der Macht gegenüber Machtlosen, zur Schöpfung eines Concurrnzweges. Trotz alles Schreckens, den der Plan und Anschlag einer Eisenbahn, welche über Chatnoss und unter einem Theil von Liverpool hinführen und 400,000 £ kosten sollte, einzufüssen geeignet waren.

Es waren keine gewöhnlichen Geister, die diese Ideen empfingen, vorlegen, durchfechten, die Antheilhaber während aller Widrigkeiten der ungewohnten Ausführung gegen Muthlosigkeit stützen konnten.

Georg Stephenson, dem practischen Schöpfer der Stockton- und Darlington-Bahn, wurde als ausführenden Ingenieur die Hauptlast davon auf die starken Schultern gelegt.

§. 7. *Einfluss der Preisconcurrnz auf der Liverpool-Manchester-Bahn, auf die Entwicklung des heutigen Eisenbahnwesens.* — Der Kampf um das System des Bewegungsprincips für die Bahn: ob stehende Maschine, ob Locomotive, der schon die Eigenthümer der Darlington-Bahn so nachhaltig beschäftigt hatte, erneuerte sich hier, erwärmte sich, je mehr die Bahn ihrer Vollendung entgegenschritt. Mit gleichen Kräften standen sich die Parteien gegenüber. Der glückliche Auslauf der Differenz war die berühmte Preisausschreibung auf die beste und schnellste Locomotive, die zu jenem Wettfahren der Locomotiven Braithwaite's und Erickson's (Novelty), Hackworth's (Sanspareil) und Stephenson's (Rocket) bei Rainhill am 6. Oct. 1829 führte. Der Erfolg jenes Wettfahrens ist bekannt. Stephenson's »Rocket«, von Charles Fox, dem nachmals so berühmten Erbauer des Krystallpalastes von 1851, geleitet, verdankte zwar seinen Sieg zum grossen Theil der von Stephenson selbst in die Locomotivenconstruction eingeführten Elemente, vor allem aber der Anwendung der Idee eines Nichttechnikers. Der Secretär der Gesellschaft, Henry Booth, war es, der Stephenson darauf aufmerksam machte, wie durch Einführung einer Anzahl Röhren von verkleinertem Durchmesser die dampferzeugende Fläche des Kessels fast beliebig vermehrt werden könne. Die Schnelligkeit der Maschine und somit diejenige Eigenschaft derselben war damit geschaffen, die sie, die das ganze Eisenbahnwesen zum Werkzeuge unsrer Culturperiode machte. Stephenson pflegte zu sagen: »Mein Blasrohr ist der Athem, Mr. Booth's Röhren aber sind das Blut der Locomotive.«

Was vom Tage von Rainhill an im Bereiche der Technik des Eisenbahnwesens geschehen ist, das war Ausbildung, Vervollkommnung, Verstärkung, Entwicklung von Keimen, die fast alle schon in Stephenson's grosser Schöpfung enthalten waren. Der eigentliche Schöpfungsact des Eisenbahnwesens selbst war damit geschlossen, wie die Geschichte der eigentlichen Erfindung der stehenden Dampfmaschine mit Aufstellung der Pumpmaschine zu Chace Water durch Watt 1782 abschliesst.

Die Liverpool- und Manchester-Bahn wurde am 15. Septbr. 1825 dem öffentlichen Verkehr übergeben, und zehn Jahre später schon waren die Hauptstädte Englands sämmtlich durch Eisenbahnen untereinander verbunden und die Hauptmaschen des Verkehrsnetzes geknüpft, dessen Faden ein einziges Menschenalter später (1860) schon eine Gesamtlänge von 12,000 engl. Meilen hatten, deren Herstellung 500 Mill. Pfd. Strl. kostete und auf denen sich jährlich fast 200 Mill. Passagiere, 2000 Mill. Centner Güter bewegten und deren Gesamteinnahme sich auf 30 Mill. Pfd. Strl. erhoben.

§. 8. *Rasche Verbreitung der Eisenbahnen in Nordamerika.* — Mit noch weit grösserer Intensität der Thätigkeit als England betrieb der rasch aufblühende amerikanische

Staatenbund die Ergänzung seiner reichen Wassereommunication durch die Ausbildung seines Eisenbahnsystems. Auf Tabula rasa mit grossem practischen Talente thätig, schob er seine, mit bedeutendem nationalökonomischen Klarblicke projectirten, den Verhältnissen gemäss construirten, einfach und beweglich verwalteten Eisenbahnlinien civilisationstragend in die Wildniss und verknüpfte mit ihnen die Punkte, die ungetrübter staatsmännischer Geist als die zukünftigen Centren seiner Entwicklung bezeichnete. Die Amerikaner als echtes Volk der Zukunft begannen mit den Verkehrsmitteln, mit denen die Verkehrscultur der alten Welt zur Zeit abschloss.

Die Eisenbahn half ihnen die neue Welt für die Freiheit erobern, wie ihre Heerstrassen den Römern dienten die alte mit ihrer Cultur zu überströmen, während sie dieselbe für ihre Cäsaren zu unterjochen glaubten. Der Uebertritt der »Eisenbahn mit der schnellen Locomotion« auf den europäischen Continent, wo schon seit geraumer Zeit Spurbahnen dem localen Productenverkehr gedient hatten, bezeichnet sich zunächst durch die interessanten und bedeutsamen Experimente, welche in den verschiedenen Staaten angestellt wurden, um das gewaltige neue Element im Nationalleben den vorhandenen staatlichen Formen gemäss zu behandeln.

§. 9. *Die Eisenbahnen in Belgien und Frankreich.* — Beim ersten Schritte dieses Uebertritts nach Belgien, 1834, begegnen wir dem kühnen und nur halb geglückten Versuche, dasselbe ganz im Staatsverwaltungsmechanismus aufgehen, alle Bahnen durch den Staat selbst bauen und betreiben zu lassen. Der Klarblick der belgischen Staatsmänner erkannte den gemachten grossen Fehler, den die verderbliche, allen vom Staate concurrenzlos betriebenen Anstalten anhaftende Bewegungslosigkeit bald deutlich genug kennzeichnete, mit solcher Bestimmtheit, dass der Ausbau des belgischen Eisenbahnnetzes durch den Staat schon 1847 sistirt und der allgemeinen Concurrenz freigegeben wurde.

Es gestalteten sich so jene für europäische continentale Staats- und Verkehrs-Verhältnisse so zweckentsprechende gemischte Systeme, dass in Deutschland sehr bald nach dem Erscheinen des Eisenbahnwesens auf deutschem Boden [durch Eröffnung der Nürnberg-Fürther (1835), den Streckenbetrieb der Linz-Gmundener (1836) und Leipzig-Dresdner Eisenbahn (1836)] in Uebung kam und Pflichten und Vortheile des öffentlichen Verkehrs, je nach dessen Bestimmungen und Zwecken, zwischen der Staatsgewalt und der Privatindustrie theilt, so dass erstere von der Beweglichkeit der letzteren vor Stagnanz geschützt, diese die Strenge und Genauigkeit seiner Verwaltungsformen schätzen lehrt.

In Frankreich wo die Eisenbahn mit der schnellen Locomotion mit Eröffnung der Eisenbahn von Lyon nach St. Etienne (1835) erschien, und die Gesamtentwicklung des Netzes der Spurbahn im Anfange langsamer als in andern Ländern vor sich ging, prägte sich der Geist der Staatsverwaltung dem Eisenbahnwesen durch die Adoptirung des Principis auf, dass Tracirung und Bau der Linien auf Kosten von Compagnien durch die Organe des Staats bewirkt, der Betrieb derselben aber, streng von Staate überwacht, der Privatindustrie überlassen wurde. Die Entwicklung des Netzes ist daher systematischer geblieben, als in irgend einem andern Lande, und es fragt sich, ob diese Form der Theilung der Thätigkeit zwischen der Staatsadministration und der Privatindustrie nicht vielleicht vor Allen überwiegende Vortheile hat.

§. 10. *Eigenthümliche Verhältnisse bei dem ersten Entstehen und Ausbildung des deutschen Eisenbahnnetzes.* — Ganz im Gegensatz hierzu steht die Art und Weise in der das deutsche Eisenbahnnetz sich gestaltete. Der politischen Zerstückelung des grossen Landes gemäss, sehen wir im Anfange planlos, ohne Rücksicht auf allgemeine Zwecke und grosse Verkehre, in dieser und jener Provinz, diesem und jenem Ländchen ein

Stückchen Eisenbahn entstehen; hier (zuerst Nürnberg-Fürth, Leipzig-Dresden, Ferdinands-Nordbahn) durch Kraft der freien Association, dort (zuerst in Braunschweig, dann Baden, Hannover, Baiern, Oestreich, zuletzt Sachsen und Preussen) durch den Willen der Staatsgewalt. Das Ganze combinirte sich aus über einem halben Hundert grösserer und kleinerer Verwaltungen, jede zunächst separatistisch ihre speciellen Interessen wärend, und fast jede nach andern Principien geleitet und organisirt. Beinah das bunteste Bild aber entrollte sich beim Blicke auf die Technik dieser grossen Menge, geistig noch mehr als materiell von einander gesonderten Linien. Die Vorbildung der Techniker die an der Spitze der Bauleitung der Bahnen standen war nicht, wie in Frankreich von einem Centralpunkte ausgegangen in der Grundlage annähernd dieselbe, nicht wie in England in Schulen grosser Meister auf begabte Schüler vererbt. Deutschland besass kein Corps des Ponts et Chaussées, hatte nicht an riesigen Hafen-, Canal- und Dock-Bauten sich ein Civil-Ingenieur-Corps wie England, Holland, Belgien erziehen können. Einheimische Ingenieur-Offiziere, und in der Fremde gebildete und wirklich fremde Techniker übten die ersten bedeutsamen Einflüsse auf die deutsche Eisenbahn-Technik aus, deren Dienste sich erst in zweiter und dritter Bau-Generation fachlich von den verschiedenen Ingenieur-Schulen vorgebildete junge Männer zur Verfügung stellten. Und als dies geschah, blieb es nicht aus, dass die deutsche Doctrin, die dies herrliche Land in einer Beziehung gross, in der andern klein gemacht hat, überlaut das Wort in der neuen Sphäre ergriff und jede dieser jungen Kräfte aus der erlernten unumstösslichen Theorie heraus, das Vollkommenste im Eisenbahnwesen produciren zu können vermeinte, und sich dessen mit redlichstem deutschem Willen befliss.

Es darf daher nicht Wunder nehmen, dass jede neue Bahnanlage der getreue Abdruck der subjectiven Anschauung ihres Erbauers war, dass jede, auch die kleinste, Constructionen, Anlagen und Anordnungen zeigt, die von denen der Nachbarn fast immer in den meisten Hinsichten abweichen, so dass es fast den Eindruck der Absichtlichkeit hervorrief, und eine jede eigentlich einem grossen, neuen Experimente glich.

Aber so unerquicklich diese Erscheinung auch für den Augenblick war, wie hindernd sie sich der Einheitlichkeit der Bestrebungen, der Herstellung durchgehender grosser Verkehre, dem Zusammenschlusse der Bahnen entgegenstellte, als die Verbindung der einzelnen Maschen des Netzes endlich zu bewirken war, so sehr sie die Administrationsgeschäfte in allgemeinen Angelegenheiten erschwerte und complicirte, so kostspielig die nachträgliche Herstellung gewisser Einheitlichkeiten auch war, so hat doch gerade diese Erscheinung zu den allerbedeutendsten Resultaten im Bereiche der Eisenbahn-Technik geführt, indem das Bestreben zu verbessern und zu vervollkommen sich in jedem der vielen Leiter deutscher Eisenbahnbauten so lebendig zeigte, wurde fast durch jede der neuen Constructionen und Ausführungen eine der grossen Fragen in der Eisenbahntechnik auf negativem oder positivem Wege der Beantwortung näher geführt. Dem denkenden Beobachter trat es dabei bedeutsam entgegen, wie die meisten Constructionen, besonders z. B. die der Fuhrwerke eine Reihe von anscheinenden Verbesserungsstufen erstiegen, dabei immer grösser, schwerer, unhandlicher wurden, um dann plötzlich erkennen zu lassen, dass die Rückkehr zu dem Einfachen, leicht Theilbaren, bequem zu manipulirenden Ursprünglichen, für den Dienst des grossen Ganzen doch das Rätlichste sei. In solchen Kreisläufen, unter denen die Anwendung der Fuhrwerke den ihren schon ziemlich durchschritten hat, sind die Constructionen der Locomotiven, der Bahnhofsanlagen u. s. w., nach allen Symptomen zu urtheilen, in diesem Augenblicke begriffen, und ganz unzweifelhaft wird das technische Betriebsmaterial der deutschen Eisenbahnen nach der Nutzbarmachung dieser Studien im kolossalen Maassstabe zu Herstellung einer zweckmässigen Einheitlichkeit, dann allen andern

Ländern an Vollkommenheit weit überlegen sein, die sich durch Conservirung älterer Formen, vorwiegend vor Deutschland, bisher der Vortheile eines einheitlicheren Betriebsparkes erfreuten.

Zu den weisesten Maassnahmen, die uns im Bereiche der deutschen Eisenbahntechnik entgegneten, gehört die Herüberführung wohlfeiler amerikanischer Constructionselemente in ihre Bauordnung, die den Verkehrs- und Volks-Vermögens-Verhältnissen so wohl entsprechen; die höhere Lage der Bahnlagen im Terrain, die thunlichste Vermeidung kostspieliger Tunnels, Anwendung stärkerer Steigungen und Gefälle, die ausgedehntere Benutzung des wohlfeilen Holzes und vor Allem die Anwendung des breitbasigen Schienensystems haben wesentlich dazu beigetragen, den Preis der Bahnen auf der mässigen Höhe zu halten, der jenen Verhältnissen entspricht und daher die Wurzel jener trefflichen Rentabilität ist, welche die deutschen Bahnen vor denen der übrigen Welt auszeichnet.

Diese geistvolle Adaptirung der grossen technischen Erscheinung der Neuzeit an die nationalen Verhältnisse darf nicht erwähnt werden, ohne zugleich der bedeutenden Männer zu gedenken, die Träger dieser Ideen waren; der Erbauer der ersten deutschen Locomotiveisenbahnen Denis (Nürnberg-Fürth) und Kunz (Leipzig-Dresden). Vor allen ist es der letztgenannte geniale Ingenieur, der es zuerst wagte jene leichten amerikanischen Constructionen (breitbasige Schienen auf Querschwellen etc.) für den Locomotivbetrieb grosser Bahnen auf dem europäischen Continente anzuwenden, dem Deutschland zu immerdauernden Danke verpflichtet ist. Allen Ländern Europa's voran ging Deutschland in der Entwicklung des Baues und Betriebes der Gebirgsbahnen, mit der sich des geistvollen Engerth Name für alle Zeiten verknüpft, der Vorsorge für die Bequemlichkeit und Sicherheit der Passagiere auf der Reise, der Verpflegung derselben auf den Stationen, der Ausführung und rationellen Construction der Locomotiven und Wagen, der Benutzung des Stahls zu Theilen der Bahn und der Betriebsmittel (Schienen, Laschen, Achsen, Bandagen, Locomotivtheilen etc.) und besonders auch der wissenschaftlichen Durchbildung der Eisenconstructions von Brücken und Dächern. Die Brücken zu Dirschau, Cöln, Mainz, und vor allen Coblenz, sind Muster constructiver Reife wie sie kein andres Land aufzuweisen hat, wozu, bei letztgenanntem Werke Hartwich's, noch der Vorzug hoher ästhetischer Wirkung der Formen kommt.

Ein mächtiges Mittel der Fortentwicklung und einheitlichen Gestaltung hat sich die deutsche Technik in den periodischen Versammlungen der Techniker des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen geschaffen, die seit etwas mehr als anderthalb Jahrzehnten in das Leben getreten sind.

Diese officiellen Versammlungen, von denen aus der Kern der technischen Intelligenz zu den Verwaltungen spricht, sind ohne Gleichen in irgend einem andern Lande.

Zeugniss dafür, mit welcher zwingenden Kraft der Ueberzeugung sie auf die Herbeiführung rationeller und einheitlicher Formen des deutschen Eisenbahnwesens hingewirkt haben, leisten die »Technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen«, jene Bestimmungen, die zum grossen Theile in Deutschland bereits durchgeführt, ihre Autorität bereits über Deutschland hinaus geltend zu machen beginnen, und die jede neue Versammlung, mit Hülfe immer gründlicherer und umfassenderer Vorarbeiten, auf der Höhe der Zeit zu halten bestrebt ist.

Das deutsche Eisenbahnsystem das im Jahre 1828, also vor wenig mehr als einem Menschenalter, kaum 9 Meilen Kohlenbahn umfasste, wies schon 1838 vier mit Locomotiven betriebene 20 Meilen lange Bahnen und im Ganzen 51 Meilen Bahnlänge auf, 1848 schon 582 Meilen, 1858: 1580 Meilen und 1867 hat es sich zu einer Ausdehnung erhoben, die über 3000 Meilen Bahnstrecke umfasst, auf der 5400 Locomotiven jährlich mehr als den Weg

zwischen Erde und Sonne (20 Mill. Meilen) und 140,000 Wagen aller Art einen Raum durchmessen der dem Abstand des Uranus von der Sonne (800 Mill. Meilen) fast gleichkommt.

Und dies kolossale Werkzeug seiner zeitgemässen Cultur hat sich das deutsche Volk mit Hilfsquellen geschaffen, von deren Vorhandensein die Vorzeit kaum eine Ahnung hatte, die sich entdeckten als sie Bedürfniss wurden und deren Ergiebigkeit proportional gewesen ist und immer sein wird, dem Maasse seiner intellectuellen Entwicklung auf volkswirtschaftlichem Gebiete, die wieder eng zusammenhängt mit der seiner freiheitlichen und nationalen Gestaltung und des Bewusstseins der ihm, vor allen Völkern der alten Welt, inwohnenden productiven Kraft. Das überwältigend Grosse, was bis jetzt geschehen ist, wird daher bald als eitel Kindheit und Anfang und Entstehen erscheinen.

II. Capitel.

Spurweite, Normalprofil des lichten Raumes, Principien der Bahn-Tracirung.

Bearbeitet von

Baurath Sonne

Professor an der polytechnischen Schule zu Stuttgart.

Bibliothek
Pol. Wrod.

§. 1. *Einleitung und Uebersicht.* — Bei Erbauung der Liverpool-Manchester Bahn hatten Stephenson und seine Freunde mit unsäglichen Schwierigkeiten, namentlich auch mit einem wohlorganisirten Widerstande der Grundeigenthümer und Pächter zu kämpfen. Sobald die Leute Messketten und Nivellir-Instrumente sahen, rotteten sie sich allenthalben zusammen und verjagten die Geometer. Einzelne derselben wurden sogar gewaltsam fortgeschleppt und nur dann wieder in Freiheit gesetzt, wenn sie gelobten, nie mehr bei solch' fluchwürdigen Beginnen sich finden lassen zu wollen. Es kam öfters zum förmlichen Kampfe zwischen Landleuten und Geometern mit blutigem Ausgang, nicht selten steinigte die versammelte Menge die Geometer und zertrümmerte ihre Instrumente. — Anerbieten, jeden verursachten Schaden zu ersetzen, halfen nichts und wurden zurückgewiesen: »man wollte keine Eisenbahn.«

Heut zu Tage ist das freilich anders geworden, fast jeder Ort will eine Eisenbahn haben, Schwierigkeiten der vorhin geschilderten Art findet der Ingenieur bei der Vorbereitung eines Bahnbaues in civilisirten Ländern nur selten, wenn er auch häufig Angriffe abzuwehren hat, die mit der Zunge und spitzer Feder statt mit plumpen Waffen gemacht werden.

Es folgt hieraus aber nicht, dass die Aufgabe der Aufsuchung einer zweckmässigen Bahnlinie frei von bedeutenden Schwierigkeiten sei, vielmehr darf behauptet werden, dass dieselbe zu den complicirtesten und mühevollsten gehört, welche in der Technik überhaupt vorkommen. »Die gewissenhafte Auslegung einer Bahnlinie ist eines der anstrengendsten Geschäfte des Technikers.«

Zunächst ist indess, um auf die Sache etwas näher einzugehen, hervorzuheben, dass die Fragen, welche bei Feststellung der Bahntracen auftauchen, in mehrfacher Beziehung keine rein technischen sind. Eine Anzahl der ersten und wesentlichsten Momente, die Wahl der Endpunkte und der Hauptzwischenpunkte u. s. w., erfordern nicht allein die sorgfältigste Berücksichtigung der gewerblichen und Handelsverhältnisse der Gegenden, welche von der Bahn berührt werden, sondern auch eine Kenntniss des Verkehrs im Ganzen und Grossen und nicht selten Berücksichtigung der strategischen Bedeutung der Bahn. Es ist somit ganz in der Ordnung, wenn die Entscheidung über die angeregten

Punkte nicht dem Ingenieur allein zusteht, sondern den Spitzen des Staates vorbehalten wird.

Die Aufgabe, welche beim Traciren der Bahnen der Technik als solcher verbleibt, ist noch immer gross und gewaltig genug. Es ist nicht zu viel behauptet, dass das ganze Gebiet der Ingenieurkunst sammt allen Hilfswissenschaften derselben dabei berücksichtigt sein will. Die Technik des Eisenbahnbauens und des Betriebes, der Locomotiv- und Wagenbau, der Wasserbau, der Strassenbau, die Feldmessenkunst, die Geognosie und zahlreiche sonstige umfangreiche Hilfswissenschaften verlangen jede an ihrer Stelle ihr Recht. Die Arbeiten, um die es sich handelt, sind so verwickelt und so schwierig, dass wir uns fast vor dem Versuch fürchten, im Nachstehenden eine Uebersicht über die Principien derselben auf wenigen Bogen zu geben. Es wird dabei unbedingt erforderlich sein, dass wir die Grenzen der zu besprechenden Gegenstände ziemlich eng ziehen.

Wir werden deshalb, nachdem wir einen Ueberblick über die verschiedenen Arten von Eisenbahnen gewonnen haben werden, bei den selten vorkommenden Arten, den Materialtransportbahnen, den Stadtbahnen u. s. w., nur kurz verweilen und uns alsbald den grossen Bahnen mit Locomotivbetrieb zuwenden, bei denen wir vorwiegend auf die für Deutschland maassgebenden Verhältnisse Rücksicht zu nehmen haben. Ein Hauptaugenmerk wird auf alle Gegenstände zu richten sein, welche in Verbindung stehen, einerseits mit der speciellen Eisenbahntechnik (wozu also, dem Programm unseres Werkes entsprechend, Erdarbeiten, Brücken-, Tunnelbau u. s. w. nicht zu rechnen sind) und andererseits mit der Technik des Eisenbahnbetriebes.

Dagegen müssen wir es uns im Allgemeinen versagen, auf die Details der Tracirungsarbeiten einzugehen. Auch werden wir an vielen Stellen gezwungen sein, wegen der speciellern Untersuchungen auf spätere Capitel zu verweisen.

Einige Punkte, welche mit der Wahl der Linien für die Eisenbahnen nur indirect im Zusammenhange stehen, die Besprechung der Spurweiten und des sogenannten Normalprofils des lichten Raumes fallen auch in das Bereich unseres Capitels.

Wir werden diese Gegenstände vor Erörterung der eigentlichen Vorarbeiten berühren.

§. 2. *Verschiedene Arten von Eisenbahnen, bedingt durch die verschiedenen Anforderungen des Verkehrs. Freie Bahn und Station. Rechtsfahren, Linksfahren.* — Es ist aus der geschichtlichen Entwicklung des Eisenbahnwesens bekannt, dass die Eisenbahnen in ihrer ersten und ursprünglichen Form ihres mächtigen Bundesgenossen, der Locomotive, entbehrten, dass die Transporte auf ihnen vorzugsweise mit Pferden beschafft wurden und dass die Bahnen demzufolge zur Vermittlung rascher Transporte ungeeignet waren. So sehr nun auch die Bahnen, welche mit Pferden, feststehenden Maschinen oder selbst durch Menschenkraft betrieben wurden, in unserer Zeit durch die Locomotivbahnen in den Hintergrund gedrängt sind, so haben sie doch noch ihre Bedeutung. Sie kommen namentlich in zwei Fällen zur Anwendung.

Für Bergwerke, Kohlengruben, Steinbrüche, ferner bei der Ausführung von Erdarbeiten, überhaupt bei grösseren Bauten, sind die Bahnen heut zu Tage noch das, was sie vor hundert Jahren waren: eine Verbesserung des Weges ohne gleichzeitige Verbesserung des Motors. Die Bahnen, um welche es sich hier handelt, sind in der Regel kurz, isolirt, nicht selten provisorisch. Es kommen viele Fälle vor, in denen man auf Anwendung kleiner Fördergefässe angewiesen ist, so u. A. beim Bergwerksbetrieb, bei Erdarbeiten u. s. w. Die Zeit, welche das Laden und Entladen der Fuhrwerke oder die Manipulationen an den Ladeplätzen in Anspruch nehmen, ist nicht selten erheblich im Vergleich mit der zu den Transporten erforderlichen Zeit. Alle diese Umstände und oft auch die localen Verhältnisse sind Veranlassung, dass die Locomotive auf den fraglichen

Bahnen, welche je nach Umständen Materialtransportbahnen, Arbeitsbahnen, Interimsbahnen u. s. w. genannt werden, nicht recht sich einbürgern kann. Die Locomotive kann ihre Kraft nur bei grössern Aufgaben des Verkehrs entfalten.

Die Materialtransportbahn, das älteste Kind des Eisenbahnwesens, hat in neuerer Zeit noch eine jüngere Schwester bekommen, die Stadtbahn, Strasseneisenbahn (Pferdebahn für den Strassenverkehr). Zugleich mit dem Heranwachsen der bedeutendern Städte, deren Aufschwung zum guten Theil eine Folge der Entwicklung der Locomotivbahnen ist, hat der Strassenverkehr in denselben solche Dimensionen angenommen, dass die ältern Verkehrsmittel für den Personentransport nicht genügen. Es wurde zunächst das Fahrzeug und der Betrieb mit demselben verbessert, indem man, an die Formen des Postwagens anknüpfend, den »Omnibus« construirte und regelmässige Fahrten auf bestimmten Linien damit einrichtete. Das vervollkommnete Fuhrwerk bedurfte aber alsbald auch eines besseren Weges: man legte Schienen in das Pflaster der Städte. Auch auf den Strasseneisenbahnen ist die Locomotive bis jetzt nur noch Ausnahme. Das häufige Anhalten, die mässige Geschwindigkeit, welche bei dem Transport auf Strassenbahnen inne gehalten werden muss, Rücksicht auf locale Verhältnisse, auf scharfe Krümmungen u. s. w. haben auch für diese Bahnen die Beförderung mit Pferden im Allgemeinen erhalten.

Den vorhin erwähnten, untergeordneten Arten von Bahnen ist nun zunächst die Locomotivbahn in ihrer Ausbildung und Vollkommenheit gegenüber zu stellen. Nur in Verbindung mit der Locomotive brachte die Eisenbahn einen vollständigen Umschwung im Landverkehr zu Wege, nur durch die Locomotive wurde es möglich, auf den Bahnen einerseits rasche, aber theuere, andererseits auch billige, dann aber langsamere Transporte zu bewerkstelligen und so den verschiedensten Anforderungen des Verkehrs gerecht zu werden. Nur Locomotive und Bahn vereinigt verdrängen den Eilwagen von der Chaussee und machen dem Canalschiff Concurrnz.

Aber wie grossartig auch der Locomotivtransport auf Eisenbahnen erscheinen mag, in einer Beziehung steht derselbe den gewöhnlichen Verkehrsmitteln des Landtransports nach. Ein Maschinentransport bedingt die gleichzeitige Beförderung grösserer Massen und Regelmässigkeit, die Bahn selbst leidet nur Fuhrwerke auf sich, welche speciell für sie gebaut sind. Hieraus folgt, dass an jeder Locomotivbahn in geeigneten Abständen Sammelplätze für die zu transportirenden Gegenstände angelegt werden müssen, auf denen die Personen zur rechten Zeit sich einfinden, auf denen die gewöhnlichen Fuhrwerke ihre Ladungen an Eisenbahnwagen abgeben, auf denen die Züge anhalten, um Personen und Güter auszutauschen: die Stationen (Bahnhöfe). Der Landstrassenverkehr ist in dieser Hinsicht weit freier, man kann selbst sagen vollkommener, in gewisser Hinsicht auch der Wasserverkehr, nur bei letzterem findet sich in den Hafenanlagen ein Gegenstück zu den Eisenbahnstationen. Man hat sonach bei den Locomotivbahnen die freie Bahn von der Station zu unterscheiden, beide unterliegen wesentlich verschiedenen Bedingungen.

Von der vollständig ausgebildeten Locomotivbahn findet eine allmähliche Abstufung bis zur Pferdebahn statt. Betrachten wir die verschiedenen Arten von Locomotivbahnen, wie sie sich im Laufe der Zeit ausgebildet haben, etwas näher.

Der Wasserverkehr hat in der Flösserei und in jener rohen Art von Schifffahrt, bei welcher die Schiffsgefässe am Bestimmungsort zerstört werden, eigenthümliche Formen aufzuweisen, zu welchen sich beim Eisenbahnverkehr kein Gegenstück findet. Locomotiven und Wagen müssen zu Transporten in beiden Richtungen benutzt werden, man braucht, wie bekannt, hin- und hergehende Züge. Dieselben können auf zweierlei Weise befördert werden, indem man entweder die ganze Bahn so macht, dass Züge beider Richtungen

an jeder beliebigen Stelle an einander vorbeifahren — kreuzen — können, oder indem man auf den Stationen Anordnungen trifft, welche es ermöglichen, dass ein Zug dem andern ausweicht. Man hat somit zweigleisige und eingleisige Bahnen zu unterscheiden. Man könnte dieselben auch Bahnen erster und zweiter Classe nennen. Ein grosser und ausgebildeter Verkehr verlangt eine zweigleisige Bahn, auch bringt es der Aufschwung, welchen der Verkehr vielerorts durch die Eisenbahn nimmt, mit sich, dass nicht selten eingleisige Bahnstrecken in zweigleisige verwandelt werden müssen.

Drei- oder viergleisige Bahnen sind bis jetzt wohl noch nicht zur Ausführung gekommen, obwohl die beiden Hauptarten des Verkehrs, der rasche und der langsame Verkehr, derartige Anlagen unter Umständen motiviren könnten. Bis jetzt haben, soviel bekannt, noch immer Concurrenzbahnen den Bahneigenthümern die Mühe erspart, ihre Bahn durch Hinzufügung weiterer Gleise zu den zwei üblichen auf eine höhere Stufe der Vollkommenheit zu bringen.¹⁾

Zu den Bahnen erster und zweiter Classe ist in neuerer Zeit eine besondere Art von Bahnen gekommen, welche gemeinhin unter dem Namen secundärer Bahnen geht, obwohl man dieselben ebensowohl tertiäre Bahnen nennen könnte.²⁾

Die secundären Bahnen werden in der Eisenbahn-Vereins-Zeitung 1865 (p. 342) folgender Maassen characterisirt. »Sie sind bestimmt, Orte von untergeordneter Bedeutung mit den Hauptlinien in Verbindung zu bringen, sie folgen entweder einem Thale oder einem Plateau und überschreiten weder hohe Berge noch grosse Thäler. Sie sind ferner nur von beschränkter Länge, nicht leicht über 4 bis 5½ Meilen und haben nur geringen Verkehr, der im Allgemeinen mit drei Zügen in jeder Richtung ohne Nachtdienst bewältigt werden kann. Bahnen dieser Art würden einen derart eingerichteten Verkehr erhalten, dass ein Zug von einem Ende derselben bis zum andern hin- und zurückgeht, bevor ein zweiter Zug die erste Station verlässt. Ein solches System gewährt dem Publicum jede Garantie der Sicherheit, da ein Begegnen von Zügen nicht möglich ist. Die Geschwindigkeit darf nicht grösser sein, wie etwa 3½ Meilen pro Stunde. Sie kann sogar an einzelnen Stellen z. B. in Curven von kleinem Halbmesser noch geringer sein.«³⁾

Die secundären Bahnen werden stets eingleisig und in den meisten Fällen »Zweigbahnen« sein, d. h. sie werden nur mit ihrem einen Ende an eine bestehende Bahn sich anschliessen. Sie werden in der Regel nur Localverkehr und keinen oder nur einen ganz unerheblichen durchgehenden Verkehr haben, während bei den Bahnen erster Classe der durchgehende Verkehr eine bedeutende Rolle spielt und den Localverkehr in mancher Beziehung in den Hintergrund drängt. Auf Bahnen erster Classe, in der Regel aber nur auf solchen, wird man eine scharfe Trennung des raschen Verkehrs von dem langsamen, eine Trennung des Personenverkehrs von dem Güterverkehr vornehmen. Nur diese Bahnen werden demzufolge sehr rasch fahrende Züge haben. — Es sind dies Punkte, welche hier hervorgehoben werden müssen, weil sie auf die Construction der Bahn Einfluss haben.

Endlich ist noch eine vierte Art von Locomotivbahnen zu erwähnen. Wenn indu-

¹⁾ Die Köln-Mindener Eisenbahn lässt gegenwärtig wegen des starken Kohlenverkehrs auf der Strecke Oberhausen-Dortmund ein drittes Gleis ausführen, in welches zugleich die zahlreichen Zweigbahnen von den dortigen Kohlenzechen einmünden.

Anmerk. d. Redact.

²⁾ In Frankreich unterscheidet man 3 réseaux der Eisenbahnen und nennt die secundären Bahnen in sehr treffender Weise auch wohl »chemins de fer vicinaux«.

³⁾ Man vergl. auch: Deutsche Vierteljahrsschrift. 3. Heft p. 18. »Aus der neuern Literatur über Eisenbahn-Oekonomie, insbesondere über die Vicinalbahnen und die Tarife.«

strielle Etablissements, Hüttenwerke, Bergwerke, Fabriken u. s. w. in der Nähe von Stationen liegen, so lässt sich ohne namhafte Kosten ein Bahnarm nach denselben abzweigen. Dergleichen kleine Bahnen, welche man Privatbahnen oder Industriebahnen zu nennen pflegt, sind gewöhnlich nichts anderes wie Materialtransportbahnen, welche wegen ihres Anschlusses an eine Hauptbahn zweckmässiger Weise mit Locomotiven betrieben werden. Ihre Construction bietet keine nennenswerthen Eigenthümlichkeiten und wird somit zu weiterer Erwähnung dieser Bahnen im Folgenden wenig Veranlassung sein.

(Man vergl. indess *Couche, Voie etc. des chemins de fer.*⁴⁾ p. 282 »Raccordements industriels«, sowie E. V. Z. 1866 Nr. 52; 1867 Nr. 5, 16 u. A.)

Es ist zum Schluss dieses Paragraphen noch auf einen Punkt aufmerksam zu machen, welcher für zweigleisige Bahnen von Bedeutung ist. Man muss bei diesen Bahnen jeder Verkehrsrichtung selbstredend ein bestimmtes der beiden Gleise zuweisen, ausserdem ist es auch der Stationsanlagen wegen wesentlich, dass man vorschreibt, ob »rechts oder ob links gefahren« werden soll. Die Bestimmung über Rechts und Links ist hierbei in der Weise vorzunehmen, dass man sich als Führer des Zuges mit dem Gesicht gegen den Bestimmungsort desselben zugewandt denkt. In ähnlicher Weise unterscheidet man ja bekanntlich auch bei einem Flusse das rechte und das linke Ufer, indem man annimmt, man schwimme mit dem Strome, das Gesicht der Mündung zugekehrt.

In Deutschland wird im Allgemeinen rechts gefahren, es machen jedoch (nach einer freundlichen Notiz vom Herausgeber) eine Ausnahme: die österreichischen Bahnen, die Leipzig-Dresdner Bahn, die Saarbrücker Bahn und die hannoverschen Bahnen.⁵⁾ In Frankreich (mit wenigen Ausnahmen), in Belgien, so viel bekannt auch durchgängig in England, auf vielen italienischen Bahnen, wenn nicht auf allen, wird dagegen links gefahren. Man führt als einen Vortheil des Linksfahrens an, dass der Locomotivführer, welcher stets auf der rechten Seite der Maschine am Steuerungshebel steht, bei dieser Stellung das zweite Gleis frei übersehen kann. Der Verfasser ist der Meinung, es sei ebenso wichtig, dass der Führer, welcher mehr Zeit zum Ausschauen hat, wie der an der linken Seite der Maschine postirte Heizer, die Aussenseite der Bahn wegen der Ueberfahrten u. s. w. im Auge habe. Wesentliche Vortheile dürfte keine der beiden Anordnungen haben, eine Umänderung des bereits Bestehenden ist auf den Stationen mit ziemlichen Kosten verknüpft, Uebereinstimmung jedoch in Rücksicht auf Ermöglichung einer allgemeinen Einführung der deutschen Signalordnung (s. Techn. Vereinb. I. E.) wünschenswerth.

Hier ist noch zu bemerken, dass man bei den Bahnen mitunter auch von einem rechten und einem linken Gleise spricht. Diese Bezeichnung ist für den Bau ziemlich klar und zutreffend, man wird rechts und links vom Wurzelpunkt der Bahn aus bestimmen. Bei dem Betriebe kann die Bezeichnung rechtes Gleis und linkes Gleis unter Umständen zu Missverständnissen Anlass geben. Es dürfte bei fertigen Bahnen in der Regel vorzuziehen sein, die Gleise unter Bezugnahme auf die Himmelsrichtungen zu bezeichnen.

§. 3. *Verschiedene Arten von Bahnen, bedingt durch die Verschiedenheiten in der Beschaffenheit der Erdoberfläche.* — Im Vorstehenden haben wir den Versuch gemacht, die Eisenbahnen nach den verschiedenen Anforderungen zu classificiren, welche der Verkehr an dieselben stellt. Unsere nächste Aufgabe ist, nachzuweisen, dass auch durch den Wechsel in der Beschaffenheit der Erdoberfläche verschiedene Arten von Bahnen bedingt

⁴⁾ Den genauen Titel dieses und sonstiger Werke, welche citirt werden, findet man am Schluss des Capitels in §. 18.

⁵⁾ Auf den hannoverschen Bahnen soll in naher Zeit das Rechtsfahren eingeführt werden.

werden. Zum Voraus muss indess bemerkt werden, dass dergleichen Classificationen stets nur als allgemeine Anhaltspunkte dienen können, dass ein allmählicher Uebergang von einer Art zur andern stattfindet.

Nicht alle Linien, welche sich auf der Erde ziehen lassen, sind in gleicher Weise für Verkehrswege geeignet. Die besten und zugleich die ältesten Strassen bilden die Flüsse mit ihren Thälern. Es ist hier nicht der Ort, Untersuchungen darüber anzustellen, wie diese Thäler entstanden sein mögen, wie von der einen Seite das Meer mit Wellenschlag, Fluth und Ebbe, von der andern Seite die zu Bächen, Flüssen und Strömen concentrirten Massen der atmosphärischen Niederschläge gearbeitet haben mögen, um die Thäler, die Abhänge aus dem Groben zu bossiren und dann so kunstreich zu ciseliren, wie wir sie jetzt finden. Es genügt, darauf hinzuweisen, dass das Flussthal auf der Karte mannigfach geschwungene und höchst unregelmässige Linien zeigt, während das Längenprofil eines Flusses in sofern wenigstens eine gewisse Regelmässigkeit zu erkennen giebt, als das Gefälle im Allgemeinen schwächer wird, je mehr man sich der Mündung nähert. Das Längenprofil eines Flusses ähnelt einer Parabel. (Man vergl. u. A. die Profile der Loire und ihrer Nebenflüsse. Zeitschr. für Bauwesen 1867 p. 384.) Während bei Annäherung an die Strommündungen auf tausende und in den mittleren Partien der Flüsse auf hunderte von Metern nur ein Meter Fall vorhanden ist, findet man in den letzten Verästelungen der Gebirgsbäche plötzliche und cascadenartige Absenkungen, welche selbst der Fussgänger nur mit Anstrengung überwindet. Einen ähnlichen Character wie die Längenprofile der Thäler haben auch die Querprofile derselben. Neben dem Strome und rechtwinklig gegen denselben finden wir in der Regel allmähliche, oft unmerkliche Ansteigungen, während die Abhänge neben den Flüssen und Strömen im Gebirge sich schroff, oft unzugänglich erheben. In einer Beziehung aber herrscht Uebereinstimmung zwischen der Gestaltung des Flachlandes einerseits und des Hügel- und Gebirgslandes andererseits. Der Weg von einem Wasserlaufe zu einem andern wird in der Regel aus einer ansteigenden, einer fast flachen und einer abfallenden Partie bestehen. Man pflegt dem entsprechend die Thallehnen von dem Plateau zu unterscheiden. Auf jedem Plateau, auf jedem Gebirge lassen sich Linien gezogen denken, von welchen die Tagewasser ihren Weg nach den verschiedenen in die Hochebene oder in das Gebirge einschneidenden Wasserläufen suchen, die Wasserscheiden.

Die im Vorstehenden flüchtig angedeutete und im Allgemeinen bekannte Beschaffenheit der Form der Erdoberfläche bringt es mit sich, dass die Linien, welche die Verkehrswege im Allgemeinen und also auch die Eisenbahnen verfolgen, nur auf kurze Strecken gerade und zugleich horizontal sein können. Im Allgemeinen wird eine auf dem Terrain dargestellte gerade Linie Stellen durchschneiden, welche in mehr oder weniger verschiedenen Höhen liegen, eine auf dem Terrain construirte horizontale Linie dagegen wird Schlangenwindungen mit mehr oder weniger starken Krümmungen zeigen. Beide Arten von Linien werden in der Technik vielfach benutzt und durch Zeichnungen versinnlicht und zwar die eine Art durch die sogen. Profile (Längen- und Querprofile) des Terrains, die andere Art durch die Horizontaleurven (Isopeden). Bei der Anlage von Kunststrassen suchte man in früheren Zeiten gern gerade Linien (Kirchthurmlinien) auf⁶⁾ und erhielt dabei jene bunten Wechsel von Steigungen und Gefällen, welche noch hie und da erhalten sind; bei der Anlage von Canälen war man vorzugsweise auf die Auf-

⁶⁾ Eine im 17. oder 18. Jahrhundert vom Herzog von Lorraine angelegte Kunststrasse zwischen Toul und Nancy ersteigt eine namhafte Anhöhe in gerader Linie, zur Herstellung eines practicablen Steigungsverhältnisses wurden dabei Dämme bis zu 47^m hoch erforderlich.

suchung der in gleicher Höhe liegenden Linien angewiesen, weil das Heben und Senken der Schiffe an besondern Stellen, in den Schleusen, vorgenommen wird: dem Eisenbahnbau war es nach dem Vorgange des neuern Kunststrassenbanes vorbehalten durch geschickte und gleichzeitige Berücksichtigung der Höhenverhältnisse und des Grundrisses des Terrains, durch geschickte Vertheilung der Krümmungen und Steigungen einen Weg herzustellen, welcher Strasse und Canal überbietet.

Die Eisenbahn wird aber einen verschiedenen Character zeigen, sie wird selbst einen ganz verschiedenen Werth haben, je nachdem sie an der einen oder an der andern Stelle der Erdoberfläche angelegt wird. Bei einer Bahn, welche den Lauf eines Flusses verfolgt, soweit derselbe schiffbar oder auch flossbar ist, werden sich zahlreiche Krümmungen nicht vermeiden lassen, das Längenprofil wird aber der Hauptsache nach mässige und stetige Ansteigungen zeigen. Eine Bahn, welche in einer Ebene, sei es nun eine Tiefebene oder eine Hochebene, quer gegen die Wasserläufe angelegt wird, kann auf grosse Strecken gerade geführt werden, das Längenprofil wird aber abwechselnde Steigungen und Gefälle aufweisen, entsprechend den Thälern, welche überschritten werden. Im Allgemeinen werden sich in beiden Fällen weder dem Bau noch dem Betriebe sehr grosse Schwierigkeiten entgegen stellen. Wo dagegen eine Wasserscheide überschritten werden muss, sei es nun im Hügel- oder im Gebirgslande, wo des allzu starken Gefälles des Thales wegen die Thalsohle verlassen werden muss, wo eine »Entwicklung« der Linie einzutreten hat: da werden sich zugleich mit scharfen Curven auch starke Steigungen einstellen und Schwierigkeiten jeder Art dem Bau, wie dem Betriebe entgegen treten.

Sowohl in Betreff der Radien der Curven, wie in Betreff der Steigungsverhältnisse sind den Eisenbahnen enge Grenzen gesetzt. Die Construction des Eisenbahnwagens mit seiner festen, parallelen Achsenstellung erschwert das Durchfahren scharfer Wendungen im hohen Grade. Die Anwendung der Locomotive, deren Gewicht mit ihrer Leistungsfähigkeit wachsen muss, lässt die Anwendung steiler Rampen für Locomotivbahnen, wenn nicht unmöglich, so doch unvortheilhaft erscheinen. Wir begegnen hier wieder einem Punkt, in Betreff dessen die Locomotivbahn der Landstrasse nachsteht. Es ist dafür gesorgt, dass die Bäume nicht in den Himmel wachsen.

Die vier Arten von Bahnen, wie sie durch die verschiedene Beschaffenheit der Erdoberfläche bedingt werden, und ihre charakteristischen Eigenthümlichkeiten sind sonach:

Bahnen in der Ebene: regelmässiger Grundriss, unregelmässiges Profil,

Bahnen im offenen Thale (ohne Entwicklung bestimmter Gefälle): unregelmässiger Grundriss, regelmässiges Profil,

Bahnen im Hügellande mit Ueberschreitung einer Wasserscheide: Umwege, schärfere Curven und stärkere Steigungen,

Bahnen im Gebirge mit Ueberschreitung einer Wasserscheide: grosse Umwege, scharfe Curven und starke Steigungen.⁷⁾

Die neuere Zeit hat, wie noch bemerkt werden mag, in vereinzelt Fällen eine neue Art von Gebirgsbahnen, die provisorische Gebirgsbahn, entstehen sehen, bei welcher in Betreff der Steigungen und Curven die Grenzen überschritten werden, welche im Allgemeinen für die Eisenbahnen gelten.

Wir sagten vorhin, dass die Bahnen auch einen verschiedenen Werth haben, je nachdem sie durch die Beschaffenheit der Erdoberfläche einen verschiedenen Character, also verschiedene Steigungs- und Krümmungsverhältnisse erhalten.

⁷⁾ Die technischen Vereinbarungen unterscheiden nur drei Arten von Bahnen: diejenigen im Flachlande, im Hügellande und im Gebirge.

Welcher Art die Widerstände sind, die sich der Bewegung eines Zuges auf einer Eisenbahn entgegenstellen, braucht hier nicht speciell erörtert zu werden. Der Gegenstand gehört der technischen Mechanik an. Eine populäre Darstellung desselben findet man Perdonnet *Traité etc.* p. 104 ff. Wir beschränken uns hier auf die Hervorhebung der Resultate, zu denen man durch Betrachtung jener Widerstände gelangt, indem wir die betreffende Stelle aus dem *Traité* ziemlich wörtlich wiedergeben:

1. Die Erbauung von Eisenbahnen für rasche Transporte ist besonders vortheilhaft in ebenen oder fast ebenen Gegenden, weil man namentlich dort mit mässigen Opfern die beiden Bedingungen zu erfüllen in der Lage ist, ohne welche mit Locomotiven nicht rasch und billig transportirt werden kann, nämlich mässige Steigungen der Rampen und Curven von sehr grossen Radien.

Allerdings hat man durch Ausführung sehr grosser Bauten es möglich gemacht, auch in coupirtem Terrain Bahnen für rasche Transporte herzustellen. Dieselben können vom finanziellen Standpunkte aus nur dann vortheilhaft genannt werden, wenn der Verkehr auf ihnen sehr lebhaft ist.

2. Die Erbauung von Eisenbahnen bietet Vortheile anderer Art, die auch nicht gering anzuschlagen sind, für den Waarentransport, wenn das Terrain merklich geneigt ist, und wenn die Wagen mit starken Ladungen bergab gehen, aber leer oder mit schwachen Ladungen zurückkommen.

3. In sehr coupirtem Terrain, im Hochgebirge, wo es unmöglich oder sehr schwierig ist viele Umwege und starke Steigungen zu vermeiden, verliert die Eisenbahn einen grossen Theil ihrer Vortheile vor der gewöhnlichen Strasse und wird unter Umständen unanwendbar.

Wenn man nichts destoweniger Bahnen über hohe Gebirge gebaut hat und noch baut, so geschieht es vorzugsweise, um die in ebenen Gegenden vorhandenen Bahnen mit einander zu vereinigen.

§. 4. *Spurweite, Alignement und Profil bei Arbeitsbahnen und Stadtbahnen.* — Vor näherem Eingehen auf die im Vorhergehenden berührten Verhältnisse der grossen Locomotivbahnen haben wir einen Blick auf diejenigen Arten von Bahnen zu werfen, in welchen, wie im §. 2 nachgewiesen ist, die primitive Form der Eisenbahnen sich erhalten hat. Wir werden in Betreff der Arbeitsbahnen und der Stadtbahnen ausser den Alignements- und Steigungsverhältnissen auch die Spurweite derselben zu besprechen haben. Die Spurweite ist neben jenen Verhältnissen eines der wichtigsten Elemente der Eisenbahnen. Durch Steigungen und Krümmungen vermählt sich die Bahn dem Erdboden, durch die Spurweite dem Eisenbahnwagen.

Die Vorläufer der Eisenbahnen, die Holzbahnen, trugen da, wo sie sich frei ausbreiten konnten, Wagen von der Spurweite der gewöhnlichen Landfuhrwerke. Die Einführung des Gusseisens bedingte eine Verkleinerung der Fuhrwerke und somit eine Verringerung der Spurweite, was umso mehr zulässig erscheinen musste, als durch die Eisenbahn die Möglichkeit gegeben war, mehrere Wagen hinter einander zu hängen, einen Bahnzug zu formiren. Man wird annehmen können, dass die Materialtransportbahnen der Anfangszeit des Eisenbahnwesens Spurweiten von 0,75 bis 1,25^m gehabt haben. Aehnliche Dimensionen sind bis auf den heutigen Tag üblich. Von einer bestimmten oder einer vorwaltenden Spurweite für diese Bahnen konnte damals so wenig die Rede sein, wie heute. Man wird im Allgemeinen darauf angewiesen sein, die Spurweite für dieselben kleiner zu nehmen, wie diejenige für Hauptbahnen, weil — wie später ausführlicher besprochen werden wird — kleine Spurweiten mit scharfen Curven Hand in Hand gehen. Scharfe Curven sind aber für Arbeitsbahnen oft geboten. Die kleinste Spurweite kommt

wohl bei Bergwerksbahnen vor, man erreicht durch dieselbe den Vortheil, dass man mit den kleinen Förderwagen (Hunden), welche Stollen und Schächte passiren müssen, direct vor Ort gelangen kann.

Nicht selten werden irgend welche Nebenumstände über die Wahl der Spurweite bei Arbeitsbahnen entscheiden. So wurde bei den hannoverschen Bahnen die Einrichtung getroffen, dass auf einer Bahnschwelle von 2,4^m Länge beide Gleise einer Arbeitsbahn gelegt werden konnten. Hieraus ergab sich eine Spurweite von 0,633^m. Aehnliche Maasse haben die Arbeitsbahnen auf den braunschweigischen Bahnen. Die sogen. Rollbahnen in Württemberg haben 0,76^m Spurweite.

Eine ähnliche Unsicherheit und Regellosigkeit herrscht, jetzt wie früher, bei den Arbeitsbahnen auch in Betreff der Profilirung. Wie die ältern Strassen über Höhen und durch Tiefen gehen, je nachdem es zufällige Umstände gerade mit sich brachten, so konnte man auch bei den ältesten Eisenbahnen nicht sehr wählerisch sein bei Bestimmung der Bahnlinie. Musste doch, da von Expropriation noch keine Rede sein konnte, die Erlaubniss eine Bahn über ein fremdes Grundstück zu führen, oft theuer genug erkaufft werden. Im 18. Jahrhundert zahlte man in England pro rood (ca. 25 □^m) an 20 £ jährlich für dergleichen Zugeständnisse. Manche Kohlenbergwerke hatten an solchen way-leaves 500 £ zu zahlen (Francis, History of the english railway). Wir finden deshalb in den Profilen der ältesten englischen Eisenbahnen kaum eine Spur von systematischer Anlage. Auf Tafel I, Fig. 1 geben wir eines dieser Profile. Die Zeichnung ist aus einem lithographirten Hefte vom Jahre 1832 entnommen, welches Illustrationen zu den ersten Vorträgen enthält, die wohl über Eisenbahnbau gehalten sind, zu den Vorträgen Perdonnet's. Man sieht auf der Figur den bunten Wechsel der Steigungen und der Motoren, dieselbe lässt es auch erkennen, wie umständlich der Betrieb auf solchen Bahnen sein musste. Unter solchen Verhältnissen war Verbesserung der Bahn und des Motors ein dringendes Bedürfniss, eine Nothwendigkeit.

Die Materialtransportbahn ist, wie gesagt, meistens an den Erdboden gefesselt und muss die Hebungen und Senkungen desselben mitmachen, es kommen jedoch auch Fälle vor, in denen man das Steigungsverhältniss wählen kann, so u. A. bei Erdarbeiten und bei Steinbruchbetrieb. Wenn hier bergab die Schwere und bergauf Menschenkraft zum Bewegen der Wagen verwendet wird, so lassen sich bestimmte Angaben über die Gefälleverhältnisse machen.

Schon bei Anlage von Strassen wandte man sich in England namentlich gern dem Gefälle zu, bei welchem die Wagen frei bergab laufen, ohne einer Hemmung zu bedürfen, und ging deshalb nicht gern über $\frac{1}{36}$ (28 %) hinaus.⁸⁾ Dasselbe Princip ist unter Umständen auch für Arbeitsbahnen anwendbar. Man vergleiche Zeitschrift des hann. Arch. und Ing. Vereins 1865 p. 141:

»Das bequemste und vortheilhafteste Gefälle der Gleise an den Ladestellen der Erdarbeitsbahnen ist um ein Geringes steiler als der Ruhewinkel der Wagen; dieses

⁸⁾ Es muss hier auf die verschiedene Art der Bezeichnung der Steigungsverhältnisse aufmerksam gemacht werden. Man kann entweder die Längenausdehnung auf eine Einheit Erhebung oder die Erhebung pro Einheit der Längenausdehnung angeben. Ersteres ist vorzugsweise in England, letzteres in Frankreich gebräuchlich. In Deutschland findet man bald die eine, bald die andere Art der Bezeichnung. Die französische Manier ist rationeller und practischer, sie entspricht dem Decimal-system. Man sollte bei Eisenbahnen durchweg die Steigungen nach Millimeter pro Meter (pro Mille) angeben, steilere Steigungen unter Umständen auch nach Procenten. Schreibt man anstatt 1:40, 1:100, 1:200 resp. 25, 10, 5 etc. (sc. Millimeter pro Meter), so spart man die Hälfte der mechanischen Arbeit. Eine ähnliche Aenderung wird, nebenbei gesagt, in Deutschland auch in Betreff der Bezeichnung der Maassstäbe mit Einführung des Metermaasses einzutreten haben.

Gefälle gewährt den Vortheil, dass die beladenen Wagen ohne Zuhilfenahme von Pferden leicht vom Ladeorte entfernt und die leeren Wagen wieder an ihren Platz geschoben werden können, während die Hemmung der Wagen beim Transport bergab selbst mit unvollkommenen Bremsvorrichtungen keine Schwierigkeiten hat. Da der Bewegungswiderstand der kleinen Transportwagen je nach dem Zustande der Wagen und des Gleises zwischen $\frac{1}{100}$ und $\frac{1}{150}$ ihres Gewichts variirt, so ist 1:100 ($10 \frac{0}{00}$) als das zweckmässigste Gefälle der Ladegleise zu bezeichnen.^a

Aehnliche Erfahrungen sind bei den württembergischen Eisenbahnbauten gemacht. Auch hier hat sich das geringste Gefälle, bei dem die Rollwagen noch mit Trabgeschwindigkeit abwärts laufen, als zwischen 7,5 und 15 $\frac{0}{00}$ liegend herausgestellt. Als Maximalgefälle kann 100 bis 120 $\frac{0}{00}$ bezeichnet werden, es muss jedoch dann an zwei Rädern gebremst und beim Zurückschieben der Wagen besondere Hilfe requirirt werden. Bei 50 bis 70 $\frac{0}{00}$ schaffen zwei Arbeiter leere Wagen (deren Dimensionen etc. im 2. Bande angegeben werden sollen) noch allein hinauf, wenn die Strecke nicht zu lang ist.

Interessant sind ferner die Untersuchungen über das zweckmässigste Gefälle von Materialtransportbahnen, welche Tredgold (*Railroads and carriages*) schon im Jahre 1825 angestellt hat. Wenn die Wagen voll bergab und leer bergauf gehen, oder allgemeiner, wenn die Massen der abwärts und aufwärts gehenden Transporte bekannt sind, so lässt sich das zweckmässigste Gefälle daraus berechnen, dass die Zugkraft bergauf gleich der Zugkraft bergab sein muss. Wir müssen uns darauf beschränken, diese Untersuchungen hier anzudeuten. Sie finden sich auch in Becker, Strassen- und Eisenbahnbau p. 107.

Von der Besprechung der Steigungs- und Alignementsverhältnisse der Bahnen mit aussergewöhnlichen Motoren (mit Seiltrieb u. s. w.) müssen wir hier ganz absehen, weil diesen Bahnen ein besonderes Capitel gewidmet ist. Auch die Stadtbahnen können wir nur mit wenigen Worten erwähnen.

Eine ausführliche Mittheilung über diese Bahnen finden wir in der Zeitschrift für Bauwesen 1860 p. 551 ff. (von Bendel nach Notizen von Henz). Hier ist aus derselben Folgendes hervorzuheben.

Die Spurweite der Stadtbahnen muss mit derjenigen der Hauptbahnen übereinstimmen. Wenn für erstere auch besondere Fuhrwerke construirt sind, so ist es doch zweckmässig, wenn die Wagen der Hauptbahnen auf die Stadtbahnen übergehen können, um dieselben mit Pferden nach den Lagerhäusern u. s. w. zu transportiren. Dies in amerikanischen Städten vielfach übliche Verfahren ist sehr beachtenswerth.

In Betreff der Steigungs- und Krümmungsverhältnisse ist bei Stadtbahnen in der Regel auch nicht die geringste Freiheit gestattet. Neue Bahnkörper, deren Steigungsverhältnisse den Anforderungen des Transports gerecht sind, werden für solche Bahnen sehr selten hergestellt werden. Allerdings liegt zur Zeit für eine zwischen Stuttgart und Berg bei Cannstatt im Bau begriffene Pferdebahn ein solcher Fall vor. Im Allgemeinen werden die Stadtbahnen dieselben Steigungsverhältnisse haben, wie Strassen und Chausseen und in Betreff der Curven noch beschränkter sein, wie letztere. Die zahlreichen Profile, von denen der oben angeführte Aufsatz begleitet ist, weisen nach, dass in New-York Bahnen mit 1:18 bis 1:19 ($55,5$ bis $52,5 \frac{0}{00}$) Steigung vorkommen, der Maximalsteigung für regelrecht angelegte Chausseen. Mit den Curven geht man bis zu 15^m Radius hinab. Wegen den Constructionen, durch welche man so scharfe Curven befahrbar macht, vergleiche man Bendel's Mittheilungen. — Es braucht wohl kaum bemerkt zu werden, dass die angegebenen scharfen Steigungen nur ausnahmsweise auf kurzen Strecken vorkommen, dass dieselben als nothwendige Uebel zu betrachten sind und dass die Anlegung einer Stadtbahn mit längern scharfen Steigungen nicht vortheilhaft sein würde.

§. 5. *Tracirungs-Elemente der secundären Bahnen und der schmalspurigen Locomotivbahnen.* — Den Arbeits- und Materialtransportbahnen zunächst verwandt sind die Industriebahnen und sodann die secundären Bahnen. Während aber für erstere Locomotivbetrieb Ausnahme ist, erscheint derselbe bei secundären Bahnen als Regel (vergl. Fortschritte der deutschen Eisenbahntechnik p. 91). Auch werden diese Bahnen meistens einen Personenverkehr zu vermitteln haben.

Die Frage über die Spurweite der secundären Bahnen hat in neuerer Zeit zu verschiedenen Untersuchungen Veranlassung gegeben, der Streit der Spurweiten scheint sich erneuern zu wollen, es handelt sich aber nicht um eine Vergrößerung, sondern um eine Verkleinerung der gewöhnlichen Spurweite von 1,436^m (4' 8½" engl.).

In Deutschland dringt man im Allgemeinen auf Uebereinstimmung der Spurweite der secundären Bahnen mit der Spurweite der Hauptbahnen. Gelegentlich der Dresdner Conferenzen hat eine überwiegende Majorität der deutschen Eisenbahnverwaltungen sich dahin ausgesprochen, dass die secundären Bahnen dieselbe Spurweite, wie die Hauptbahnen zu erhalten und sich unmittelbar an dieselben anzuschliessen haben.

Es will aber auch die Gegenpartei gehört sein. Einige Verwaltungen haben einen directen Uebergang der Fahrzeuge zwischen Haupt- und Seitenbahnen nicht verlangt, dabei aber eine solche Einrichtung der Fahrzeuge auf Nebenbahnen vorgeschlagen, dass die beweglichen Obertheile mit ihrer Ladung auf dazu vorgerichtete Gestelle der Hauptbahnen gestellt werden können. Eine Verwaltung möchte eine Classe von secundären Bahnen eingerichtet sehen, bei welchen vertiefte Schienen in die Chausseen eingelegt werden, so dass die Fahrzeuge auch auf gewöhnliche Strassen und Fahrwege übergehen können. — In Frankreich wurde die angeregte Frage im Jahre 1863 einer näheren Untersuchung unterzogen und hat man eine Abweichung der Spurweite, somit Umladung beim Anschluss der secundären Bahnen an die Hauptbahnen als unbedenklich bezeichnet. (Vergl. Couche, Voie etc. p. 7, auch Organ 1866 p. 84.) In dem so eben citirten Jahrgange des Organs (p. 139) werden Mittheilungen über die ungünstigen Betriebsresultate einer 38 Kilom. langen secundären Bahn von Strassburg nach Barr gemacht, welche mit breiter Spur angelegt ist und Bahnen mit enger Spur, leichten Schienen und Locomotiven von 5 bis 6 Tonnen Gewicht vertheidigt. In ähnlicher Weise spricht sich Perrot aus (E. V. Zeitung 1865 p. 526 ff.), indem er hervorhebt, dass die Nachtheile des Umladens durch die Vortheile eines billigen Baues in den meisten Fällen aufgewogen werden. — Es fehlt also nicht an Stimmen, welche schmale Spur bei secundären Bahnen befürworten, die Frage über die Spurweite der secundären Eisenbahnen ist noch nicht endgültig entschieden, nicht unter allen Umständen ist breite Spur für dieselben zu wählen.

Dagegen herrscht nur Eine Stimme darüber, dass bei secundären Bahnen stärkere Steigungen und schärfere Curven zulässig sind, wie bei Hauptbahnen (vergl. auch »Fortschritte« p. 91). Der geringere und weniger entwickelte Verkehr dieser Bahnen bringt es mit sich, dass ein weniger vollkommener Weg, auf dem nur eine mässige Geschwindigkeit zu erzielen ist, genügt.

Betrachten wir nun zunächst die Erfahrungen, welche ausgeführte secundäre und verwandte Bahnen über Spurweite, Curven und Steigungen an die Hand geben. Namentlich die neuere technische Literatur hat massenhaftes Material in dieser Beziehung geliefert. Es ist nur zu bedauern, dass die Quellen selten Angaben über den Radstand der verwendeten Fahrwerke liefern, durch welche die Mittheilungen über die Curven mehr Werth bekommen hätten.

Die Mehrzahl der bis jetzt ausgeführten secundären Bahnen ist breitspurig hergestellt.

Die berühmt gewordenen Localbahnen in Schottland, über welche der oben citirte Aufsatz in der deutschen Vierteljahrschrift, das Buch von Schwabe »über die Anlage secundärer Eisenbahnen in Preussen« und Perdonnet's *Traité* (IV, p. 198 ff.)⁹⁾ Aufschluss geben, sind breitspurig. Man findet in den Quellen die nähern Angaben, auf welche Weise trotzdem eine erhebliche Reduction der Baukosten ermöglicht ist. Steigungen von 16—20 ‰ sind nicht selten auf diesen Bahnen, meistens kommen indess solche von 10—15 ‰ vor. Die stärkste Steigung findet sich auf der Bahn von Edinburgh nach Peebles mit 18 bis 19 ‰ auf 4,83 Kilom. Länge. Curven sind in grosser Anzahl angewendet, gewöhnlich von 400^m. Es finden sich indess auch 260^m Curven auf freier Bahn und solche von 100^m bei den Stationen. Man hält es für unbedenklich, bis auf 180^m Radius bei den Curven und 12,5^m bei den Steigungen zu gehen.

Die Steigungs- und Krümmungsverhältnisse der in Frankreich, namentlich im Elsass ausgeführten secundären Bahnen haben, soweit wir aus unsern Quellen ersehen können, in der Regel nichts Ungewöhnliches. Die Mehrzahl derselben ist breitspurig. Ein besonderes Renommé hat sich die Bahn von Enghien nach Montmorency erworben (s. E. V. Z. 1866 p. 692, 1867 p. 127 und *Organ* 1867 p. 30). Dieselbe hat Steigungen von 46 ‰ ($\frac{1}{22}$) und Curven von 300^m Radius.

Auch die in Deutschland ausgeführten secundären und Industriebahnen sind meistens breitspurig. Die bereits citirten Nummern in den Jahrgängen 1866 und 1867 der E. Vereins-Zeitung, welche ausführliche Nachrichten über die Industriebahnen Norddeutschlands geben, bezeichnen nur einzelne derselben als schmalspurig. Ferner hat auch die bekannt gewordene Bahn Oravicza-Steierdorf (s. Fortschritte p. 90 und *Annales des mines*, 1. livraison 1866) die normale Spurweite. Diese Bahn hat Steigungen von 20 ‰ und Curven von 113,76^m Radius.

Betrachten wir ferner einige der ausgeführten schmalspurigen Bahnen. Die Mehrzahl derselben findet sich entweder in Ländern mit wenig entwickeltem Verkehr oder isolirt von den Hauptbahnen.

Unter den erstern sind namentlich die Bahnen in Norwegen und Australien zu nennen.

Norwegen hat verschiedene Bahnen von 1,067^m Spurweite, Steigungen bis 28 ‰, Curven bis 214^m. Soviele bekannt, soll jene Spurweite die normale Spurweite aller Norwegischen Bahnen werden, vereinzelt kommt dieselbe auch in Schweden vor. Die interessanten Details der schmalspurigen norwegischen Bahnen erregten auf der Pariser Ausstellung im Jahre 1867 allgemeine Aufmerksamkeit. (Man vergl. E. V. Z. 1867 p. 507 und *Engineer* XXII, 1866 p. 506.)

Ueber die schmalspurigen Eisenbahnen Australiens giebt ein Artikel der E. V. Z. 1866 p. 705 Auskunft. Die Spurweite ist die vorhin angegebene (= 3 $\frac{1}{2}$ ' engl.), die Curven haben bis zu 100^m (330' engl.) Radius, Steigungen bis 20 ‰ ($\frac{1}{50}$), die längste ununterbrochene Steigung misst nahezu 20 Kilom.

Isolirte schmalspurige Bahnen sind u. A.: die Bahn von Antwerpen nach Gent, als älteste ihrer Art berühmt (s. *Couche* I, p. 12) und die Festiniog-Bahn, die »schmalspurigste Bahn für Personentransport« mit 0,61^m Spurweite, 16,7 ‰ Maximalsteigung und Curven bis 40,25^m. (Näheres s. *Organ* 1865 p. 270.)

Vereinzelt nur kommen schmalspurige Eisenbahnen vor, welche sich an Hauptbahnen anschliessen. Es sind zu nennen: in Frankreich die Bahn von Mondalazac nach Saltes-les-Sources mit 1,1^m Spur (s. *Couche* I, p. 14), in Deutschland die sehr bekannt

⁹⁾ Vergl. auch E. V. Z. 1863 p. 65.

gewordene Brochlthal-Bahn mit 0,785^m Spur, 12,5 ‰ Maximalsteigung und Curven bis 37,7^m Radius. (Hierüber vergl. man E. V. Z. 1865 p. 249 und Organ 1865 p. 271.)

Auf Grund der gegebenen Uebersicht ist man zu folgenden Schlüssen berechtigt:

Für Länder mit unentwickeltem Verkehr und bei Bahnen, welche an Hauptbahnen sich nicht anschliessen können, ist die schmale Spur oft mit Vortheil zu verwenden.

Bei entwickeltem Verkehr und für Bahnen, welche nicht isolirt sind, verdient die breite Spur im Allgemeinen den Vorzug. Im Flachlande wird man unter allen Umständen zu derselben zu greifen haben.

Es können indess in vereinzeltten Fällen Umstände eintreten, welche die Anwendung schmalen Spur empfehlenswerth erscheinen lassen, namentlich kann die Möglichkeit der Verwendung vorhandener Kunststrassen eine solche Ausnahme motiviren.

Wenn man aber in solchen Fällen zur Herstellung schmalspuriger Bahnen sich entschliesst, so muss eine erhebliche Verminderung der Spurweite, etwa bis auf 1^m eintreten. Eine mässige Einschränkung wiegt die Nachtheile einer Abänderung der Spurweite nicht auf.

Die schmalspurigen secundären Bahnen können aber nur als ein Nothbehelf, bis etwas Besseres an ihre Stelle tritt, bezeichnet werden, die breitspurigen hingegen werden bei coupirtem Terrain oft Kosten erfordern, welche für die Betheiligten unerschwinglich sind. Die Technik muss auf Mittel sinnen, diese Uebelstände zu heben, der Dampfswagen muss einst die Serpentina unserer Kunststrassen ersteigen. Zwar sind die Erfolge der Strassenlocomotiven, der Wagen Arnoux', der Locomotive Fell's zweifelhaft, aber in diesen Constructionen sind doch wohl die ersten Fingerzeige für Lösung des Problems der Construction secundärer Bahnen bei schwierigen Terrainverhältnissen gegeben. Es hiesse Zweifel in die junge Kraft der Technik setzen, wenn man das Problem als unlösbar bezeichnen wollte. Weist etwa die oben bereits erwähnte Idee, dass das Landfuhrwerk — in angemessener Weise modificirt — mit Dampf auf jenen Schlangenwindungen transportirt werden müsse, auf das Richtige hin? oder ist eine weitere Ausbildung des bei Stadtbahnen angewendeten Perambulator-Systems zu erwarten?

§. 6. *Tracirungs-Elemente der älteren breitspurigen Bahnen. — Kampf der Spurweiten. — Sieg der Spurweite Stephenson's.* — Es ist nun Zeit, die im Vorstehenden besprochenen, vergleichsweise unbedeutenden Anlagen zu verlassen. Wir werden uns von jetzt an ausschliesslich mit den Eisenbahnen für grossen Verkehr zu beschäftigen haben.

Bekanntlich ermöglichte namentlich die Einführung gewalzter Schienen in den zwanziger Jahren unseres Jahrhunderts die Einführung einer grössern Spurweite. Stephenson hatte die Zweckmässigkeit eines Maasses von 4' 8 1/2" engl. (1,436^m), wie es viele der gewöhnlichen Wagen zeigen, bei der Stockton-Darlington Bahn erprobt und führte dieselbe Spurweite auch bei der Liverpool-Manchester Bahn ein. Dasselbe Maass nahm er auch als Durchmesser der Triebäder seiner Rocket an. Hand in Hand mit dieser Spurweite gingen grosse Radien der Bahncurven, Hand in Hand mit der Construction seiner nur 85 Centner schweren Locomotive gingen mässige Steigungen. Wir geben ein Längenprofil jener berühmten Bahn auf Tafel I, Fig. 2. Die Curven derselben hatten sämmtlich 1000^m Radius und darüber, nur beim Eintritt der Bahn in die Stadt Manchester befand sich eine Curve von 128^m. Sollte der Verkehr auf der Eisenstrasse mit dem Canaltransporte hinsichtlich der Billigkeit und mit der Eilwagenfahrt auf der Turnpike-road hinsichtlich der Schnelligkeit concurriren, sollte das neue Transportmittel schon in seiner Kindheit den riesenhaften und verschiedenartigsten Anforderungen zweier mächtiger Städte genügen, so mussten Weg und Locomotive so behandelt werden, wie sie von Stephenson behandelt

wurden: die Bahn musste fast horizontal sein, wie der Wasserspiegel eines Canals, die Leistung der Locomotive musste an Kraft und Schnelligkeit die Leistung der Pferde vor dem Eilwagen überbieten. Es lässt sich indess zwischen den Canälen und der Gestaltung der ersten englischen Bahnen, deren Urtypus die Liverpool-Manchester Bahn ist, noch eine weitere Parallele ziehen. Wie man bei den Canälen die Gefälle an einer Stelle concentrirt und sie durch Schleussenanlagen überwindet, so wurden auch bei den älteren Hauptbahnen die Höhenunterschiede auf einige Strecken zusammengedrängt und an diesen feststehende Maschinen mit Seilbetrieb eingeführt.

Die Principien der Eisenbahnen Stephenson's haben sich im Wesentlichen bis auf den heutigen Tag erhalten: eine Spurweite von 1,436^m (4' 8½" engl.)¹⁰⁾, nach Möglichkeit mässige Steigungen und flache Curven sind die Axiome für den Bau von Hauptbahnen in verkehrsreichen Ländern, selbst das Princip der Concentration der Steigungen hat sich in gewisser Weise erhalten.

Betrachten wir nun die einzelnen Punkte etwas näher und zwar zunächst die Spurweite.

Die Zeitgenossen und Rivalen Stephenson's blieben bei dem von ihm angenommenen Maasse nicht stehen. Als die Eisenbahnen ihren Siegeslauf in England, in Europa, in der neuen Welt begannen, als der Verkehr auf ihnen wuchs, als Locomotiven und Wagen dem entsprechend an Dimensionen und Gewicht zunahm, lag der Gedanke nahe, auch die Breite des Weges und hierdurch die Leistungsfähigkeit der Eisenbahnfahrwerke zu vergrössern. Die Eisenbahnen Englands wiesen alsbald sieben verschiedene Spurweiten auf, die sämmtlich grösser waren, wie die Spurweite der Liverpool-Manchester Bahn. Die Sache ging, so lange die Bahnen isolirt waren; als aber die Maschen des Eisenbahnnetzes sich enger und enger schlossen, entbrannte ein lebhafter Kampf, ein Kampf der Spurweiten. Die Spurweite Stephenson's blieb Siegerin, die abweichenden verschwanden fast alle von den englischen Bahnen. Nur die Great-Western Bahn und ihre Anschlussbahnen conservirten die Spurweite Brunel's (7' engl. = 2,135^m), ein Maass, gigantisch, wie der Geist seines Schöpfers. Aber auf namhaften Strecken dieser Bahnen musste mit bedeutenden Kosten eine dritte Schiene verlegt werden, um das Uebergehen von normalen Fahrzeugen zu ermöglichen. Sie bewahren wohl auf ferne Zeiten hin diese Gestaltung, welche den Ingenieuren der Welt ein »Seid einig, einig, einig!« zuruft.

Wir müssen es uns versagen, auf die Einzelheiten jener interessanten Zwistigkeiten einzugehen. Namentlich die Eisenbahnzeitung von Etzel und Klein hat uns wohl alle wichtigern Documente, welche darauf Bezug haben, erhalten. Wir führen am Schluss dieses Paragraphen einige der lesenswerthesten derselben an.

Nicht ganz so schwer wie in England, war der Spurweitenkampf in Deutschland, Frankreich blieb ganz davon verschont. In Deutschland führte Baden eine Spurweite von 1,6^m ein, alle andern Bahnen nahmen von vorn herein die Spurweite Stephenson's an. Auch über die Motive der Einführung und über die spätere Beseitigung der badischen Spurweite sind uns in der Eisenbahnzeitung interessante Nachrichten aufbewahrt. Hervorgehoben muss werden, dass Baden die Einführung jener Spurweite beschloss, als nur einige wenige Bahnen in Deutschland und in Frankreich kaum irgend welche Locomotivbahnen von Bedeutung vorhanden waren. Damals, gegen Ende der dreissiger Jahre, war

¹⁰⁾ Man vergl. §. 6 der »Grundzüge«.

»Die Spurweite muss im Lichten 4' 8½" (1,436^m) betragen.«

Die Spurweite wird also stets von Innenkante zu Innenkante der Schienen gemessen, wie es bei der verschiedenen Breite der Schienenköpfe unbedingt erforderlich ist.

es noch sehr fraglich, welche Spurweite den Sieg davon tragen würde, ein Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen existirte nicht, eine Erledigung der Spurweitenfrage durch den Bundestag war nicht zu erwarten. — Die Einführung der normalen Spurweite hat Baden mehrere Millionen Gulden gekostet.¹¹⁾

In Frankreich hatte man anfangs das Maass von Schienenmitte zu Schienenmitte gleich 1,5^m festgestellt. Hieraus erklärt es sich, dass die französische Spurweite mit der englischen und der deutschen nicht vollständig und selbst auf den verschiedenen französischen Bahnen unter einander nicht genau übereinstimmt. Die französischen Concessionsurkunden pflegen nur eine Spurweite von 1,44^m bis 1,45^m vorzuschreiben. Diese Differenz ist nachtheilig, insofern sie auch auf die Construction der Fuhrwerke von Einfluss ist und sollte dieselbe nicht ausser Acht gelassen werden, wenn französische Wagen auf deutsche Bahnen, namentlich auf solche mit scharfen Curven¹²⁾ übergehen.

Literatur.

Ueber die Spurweite der Eisenbahnen Eb. Z. 1845 p. 93.

*Commissions-Bericht über die Spurweite der Eisenbahnen. Dasselbst 1846 p. 79, 88, 104, 111, 135, 144.

Badische Eisenbahnen. Aenderung der Spurweite. Eb. Z. 1846 p. 273, *327, 340.

Ueber die Spurweite der Eisenbahnen. Förster's Bauzeitung 1838 p. 234.

§. 7. *Normalprofil des lichten Raumes.* — Durch die Spurweite treten Bahn und Eisenbahnfuhrwerk in Wechselwirkung mit einander. Es zeigt sich diese Wechselwirkung aber noch auf mannigfache sonstige Weise und unter Andern auch dadurch, dass eine bestimmte Grenze für das Bereich der Fuhrwerke einerseits und für das Bereich der Baulichkeiten neben den Gleisen andererseits festgestellt sein muss. Eine solche Grenzregulirung ist nicht allein für eine grosse Anzahl von Bauausführungen, sie ist auch für den Bahnbetrieb nothwendig. Es kommen bei letzteren nicht selten Fälle vor, in denen Entscheidung darüber getroffen werden muss, ob ein zur Versendung gelangender grösserer Gegenstand ungefährdet an den Bauwerken der Bahn vorbeipassiren kann.

Es war somit beim Beginn des Einigungswerkes der deutschen Eisenbahnen¹³⁾ in den Jahren 1847 bis 1849 eine der ersten und wichtigsten Aufgaben, Normalmaasse für die Entfernung der Baulichkeiten von den Gleisen festzusetzen. Die ersten bezüglichen Angaben finden wir Eb. Z. 1849 p. 388. Im Laufe der Zeit stellte es sich jedoch heraus, dass eine Beschreibung der Minimalabstände der Baulichkeiten von der Gleisachse reichlich weitläufig war, weil in verschiedenen Höhen verschiedene Abstände angenommen werden mussten. Es nahm somit die Versammlung deutscher Eisenbahntechniker in Wien im

¹¹⁾ Es wird in einem der folgenden Capitel nachgewiesen werden, dass das Gleiten der Schienen nach der Längenrichtung der Bahn in Curven nicht selten eine merkliche Verringerung der Spurweite im Gefolge hat. Wenn Fuhrwerke mit einem etwas zu weiten Radstande auf derartig deformirte Strecken kommen, so ist nicht wenig Gefahr einer Entgleisung vorhanden.

¹²⁾ Auch auf der Bahn Amsterdam-Haag-Rotterdam, welche früher eine Spurweite von 1,93^m hatte, ist das normale Maass hergestellt (s. E. V. Z. 1864 p. 544). Es finden sich jetzt vier Länder in Europa, welche eine grössere Spurweite haben: Spanien und Portugal (1,68^m), Russland (1,525^m) und Irland (1,60^m). Die aussereuropäischen Länder zeigen in Betreff der Spurweiten erhebliche Verschiedenheiten. In den vereinigten Staaten ist das Maass von 4' 8 1/2" engl. zwar vorwaltend, es kommen aber dasselbst noch verschiedene andere Weiten bis zu 1,83^m vor. In Ostindien und in Chili findet man Spurweiten von 1,68, in Brasilien solche von 1,60^m. Dasselbe Maass trifft man auch in Australien ausser dem gewöhnlichen an.

¹³⁾ Ueber die Geschichte des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen vergl. man Eisenbahn-Vereins-Zeitung 1861 p. 5.

Mai 1857 eine bildliche Darstellung der betreffenden Dimensionen in ihren Entwurf auf, welche den Namen »Normalprofil des lichten Raumes« bekam und wurde der betreffende Paragraph der Grundzüge für die Gestaltung der Eisenbahnen Deutschlands in folgender Weise redigirt:

„Auf der freien Bahn und denjenigen Gleisen der Bahnhöfe, auf welchen Personenzüge bewegt werden, ist das Normalprofil des lichten Raumes mindestens inne zu halten.“ (S. Eb. Z. 1857 p. 117.)

Durch die Generalversammlung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen zu Triest (13., 14. und 15. Sept. 1858) erhielt die genannte Vereinbarung ihre Bestätigung (s. Eb. Z. 1858 p. 146).

Seit jener Zeit besteht das deutsche Normalprofil des lichten Raumes unverändert. Die neueste Redaction der technischen Vereinbarungen weicht nur in sofern von jener ältern Fassung ab, als statt »Personenzüge« einfach »Züge« gesetzt ist. Auch wurde im Jahre 1865 das Metermaass neben dem früher ausschliesslich gebrauchten englischen Maass zur Festlegung der Dimensionen des Normalprofils benutzt. (Man vergl. §. 8 und §. 9 der Grundzüge.) Wir geben das Normalprofil des lichten Raumes auf Tafel I, Fig. 3. In Rücksicht auf die spätere eingehendere Besprechung desselben im ersten Capitel des zweiten Bandes sind in die Figur die halben Ansichten der Kopfseiten eines Personenzuges und eines Güterwagens aufgenommen.

Das erwähnte Profil wurde Veranlassung, dass die deutschen Verwaltungen sorgfältige Messungen auf ihren ältern Bahnen anstellen liessen, um diejenigen Theile von Bauwerken zu ermitteln, welche in das Normalprofil hineinragten. Wo es sich ohne erhebliche Kosten thun liess, wurden, den Normaldimensionen entsprechend, Umänderungen an den Bauwerken vorgenommen.

Auf diese Weise hat jede Verwaltung ein »Minimal-Durchfahrts-Profil« ihrer ältern Bahnen hergestellt. Dasselbe steht in einem gewissen Zusammenhange mit dem Ladeprofile, welches früher bei jeder Bahn besonders und in den Einzelheiten oft ziemlich willkürlich gewählt wurde. Gelegentlich der Dresdner Conferenzen wurde ein allgemeiner Austausch der Minimal-Durchfahrts- und der Maximal-Lade-Profile beschlossen. Zu diesem Ende sind die betreffenden Profile aller deutschen Eisenbahnverwaltungen vom Herausgeber unseres Handbuchs in einem kleinen Buche zusammengestellt, welches indess, soviel bekannt, nicht in den Buchhandel gekommen ist.

Ferner wurde ein für den ganzen Umfang des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen zulässiges Maximal-Ladeprofil für die Beladung offener Wagen entworfen, wie dasselbe auf Tafel I, Fig. 3 dargestellt ist, und in der im Juli 1867 zu Mainz abgehaltenen Generalversammlung des Vereins einstimmig genehmigt. Der Abstand zwischen dem Maximal-Ladeprofil und dem Minimal-Durchfahrts-Profil wird in nicht ferner Zeit bei den ältern Bahnen aller Verwaltungen auf mindestens 15^{cm} (6" engl.) gebracht sein, wenigstens sind die betreffenden Verwaltungen um eine derartige Erweiterung ihres Minimal-Durchfahrts-Profils ersucht worden.

Die Aufstellung des besprochenen Normalprofils des lichten Raumes und die Durchführung desselben bei Neubauten, grössern Ergänzungen und Umbauten ist eine nicht zu unterschätzende Errungenschaft der deutschen Eisenbahntechnik¹⁴⁾, jenes Profil könnte als Symbol des Einigungswerkes der deutschen Bahnen gelten. Hätte es nicht eine gar

¹⁴⁾ Ueber die Bedeutung der technischen Vereinbarungen im Allgemeinen vergl. man:

*Ein Wort für die technischen Vereinbarungen vor der Generalversammlung deutscher Eisenbahnverwaltungen von M. M. v. W. E. V. Z. 1867 p. 405.

zu unästhetische Form, so müsste man den Männern, welche zu seiner Einführung hauptsächlich beigetragen haben, ein Denkmal setzen, nach den Linien desselben profilirt.

Wenn das Normalprofil des lichten Raumes in seiner bekannten Anordnung etwas zu wünschen übrig lässt, so ist es eine Darstellung der Grenze zwischen den festen Gegenständen und den Theilen der Fuhrwerke innerhalb der Schienen (vergl. »Grundzüge« §§. 129, 166 und 177).

§. 8. *Grenzen für Steigungen und Curven auf freier Bahn.* — Die Wechselwirkung zwischen Bahn und Fuhrwerk zeigt sich bei der Spurweite, beim Normalprofil des lichten Raumes, sie tritt ferner hervor und zwar in bemerkenswerther Weise bei Bestimmung der Steigungs- und Krümmungsverhältnisse der Bahnen. Bei Inangriffnahme dieses Gegenstandes können wir nicht umhin, hervorzuheben, dass die hier aufzunehmenden Untersuchungen nur als der Anfang umfassender Besprechungen betrachtet werden können, welche sich durch unser ganzes Werk hindurchziehen müssen. Im 1. Capitel des zweiten, im 3. Capitel des dritten Bandes und in dem Capitel des vierten Bandes, welches die Kosten der Zugkraft behandelt, muss wiederholt von den Steigungen und Curven die Rede sein.

Aber nicht allein die Construction der Bahnfuhrwerke wirkt bedingend auf die bezeichneten Constructionsverhältnisse der Bahnen, es wollen auch die Verkehrsverhältnisse derselben, der Bahnbetrieb und in nicht geringem Grade auch die Beschaffenheit des Terrains, in welchem die Bahnen erbaut werden, berücksichtigt sein. Wir stehen somit vor einem ebenso schwierigen, wie wichtigen Punkte

Einen Ausgangspunkt für unsere Besprechungen finden wir in den Stellen der §§. 3 und 4 der Grundzüge, welche wir zunächst nachstehend wiedergeben.

„Das Längengefälle, welches die Hauptbahnen in der Regel nicht überschreiten sollen, beträgt: im flachen Lande 1:200 ($5 \frac{0}{100}$)
im Hügellande 1:100 ($10 \frac{0}{100}$)
im Gebirge 1:40 ($25 \frac{0}{100}$).“

Der Krümmungshalbmesser der Curven soll womöglich bei Hauptbahnen im flachen Lande nicht unter 3600 Fuss (1100^m), im Hügellande nicht unter 2000 Fuss (600^m) betragen. Ausnahmsweise darf derselbe bis auf mindestens 1200 Fuss (360^m) beschränkt werden. Bei Gebirgsbahnen ist der geringste Halbmesser in der Regel 1000 Fuss (300^m), ausnahmsweise mindestens 600 Fuss (180^m).“

Diese Bestimmungen, welche auf Erfahrung gegründet und gewiss nicht zu unterschätzen sind, scheinen die in Angriff genommene Frage wie mit einem Schlage zu erledigen, aber es scheint eben nur so.

Es ist nicht zu verkennen, dass die Terrainverhältnisse, welche im Vorstehenden so besonders betont werden, eben nur eines der Momente sind, welche bei Bestimmungen der Steigungen und Curven für eine Bahn berücksichtigt werden müssen, und vielleicht nicht immer das Wesentlichste derselben. Für die Steigungen einer Bahn sind die Verkehrsverhältnisse oft entscheidender, wie die Terrainverhältnisse, grosser Kostenaufwand für die Erzielung mässiger Steigungen ist nur motivirt für die Bahnen mit starkem Verkehr. Für Bahnen, welche sich auf den Zwischenstufen zwischen Bahnen ersten Ranges und secundären Bahnen befinden — und es giebt dergleichen Zwischenstufen gar viele — müssen andere Grundsätze bei Bestimmung der Maximalsteigungen befolgt werden, wie bei den Extremen.

Andererseits ist für die Krümmungsverhältnisse die Construction der Gestelle der Fuhrwerke in mehrfacher Beziehung von grossem Einfluss. Man vergleiche darüber u. A. die §§. 106, 107 und 149 der Grundzüge.

Es wird sich nun wohl, wie bereits angedeutet, bei allen schwierigen Bahnbauten, namentlich also bei der Ueberschreitung von Wasserscheiden im Hügel- und im Gebirgslande herausstellen, dass die Erzielung mässiger Steigungen und flacher Curven mit namhaftem Kostenaufwande verknüpft ist. Je geringer die Steigung angenommen wird, desto weiter muss die Linie entwickelt werden, flache Curven bedingen bei den genannten Bahnstrecken eine erhebliche Vermehrung der Arbeiten. Auch die Kosten des Bahnbetriebes werden mit jeder Verlängerung der Linie steigen, andererseits aber geringer werden, je mässiger die Steigungen und je flacher die Curven sind. Bei jeder Bahnstrecke der fraglichen Art entsteht somit die Aufgabe, die Vortheile, welche die Anwendung mässiger Steigungen und Curven für den Betrieb mit sich bringt, abzuwägen gegen die Nachtheile, welche dem Bau durch Verthenerung der Bauten und dem Betrieb durch Vermehrung der Länge der Bahn erwachsen. Es handelt sich deshalb bei einem Vergleich verschiedener für die Ausführung in Frage kommender Bahnlinien (Concurrenzlinien), deren Kosten als bekannt vorausgesetzt werden mögen, vom Standpunkte des Eisenbahntechnikers aus, namentlich um eine Ermittlung des Einflusses der Steigungen und Curven auf die Betriebskosten. In den folgenden Paragraphen wird davon nun ausführlicher die Rede sein.

Hier muss noch hervorgehoben werden, dass bei den betreffenden Untersuchungen nur Steigungen von namhafter Länge und Curven, welche in freier Bahn vorkommen, zu berücksichtigen sind. Kurze Steigungen in freier Bahn sind im Allgemeinen ohne messbaren Einfluss auf den Betrieb (vergl. §. 15), ebenso sind bei Curven, welche sich unmittelbar vor grössern Bahnhöfen befinden, auf denen alle Züge halten, andere Rücksichten zu nehmen, wie bei Curven in freier Bahn, weil die erstgenannten nur mit mässiger Geschwindigkeit durchfahren werden.

Die Untersuchungen über den Einfluss der Steigungen und Curven auf den Betrieb haben eine weitere Bedeutung für die Tracirung der Bahnen, abgesehen von ihrer Anwendung beim Vergleich von Concurrenzlinien. Das Zusammentreffen der stärksten Steigungen mit den schärfsten Curven muss aus naheliegenden Gründen vermieden werden. „Die steileren Steigungen einer Bahn sollen in den Curven angemessen ermässigt werden.“ (§. 4 der Grundzüge.) Die nähere Bestimmung dieser »angemessenen« Ermässigung fordert die Kenntniss des Einflusses der Curven auf die Bewegung der Züge.

§. 9. *Einfluss der Steigungen und Curven auf den Betrieb. Aeltere Untersuchungen.* — Die vorliegende Frage ist wichtig genug, um die hauptsächlichsten Untersuchungen, welche sie betreffen, in historischer Darstellung vorzuführen, auch lässt der Umstand, dass dieselbe noch keineswegs erledigt ist, kaum eine andere Behandlung des Gegenstandes zu.

Die bekanntesten unter den älteren Regeln, welche zur Bestimmung des Einflusses der Steigungen und Curven aufgestellt sind, rühren wohl von Ghega her und basiren auf Versuchen, zu denen die Baltimore-Ohio Bahn Gelegenheit gab. Diesen Regeln liegt die Idee zu Grunde, die Länge einer horizontalen und geraden Strecke zu ermitteln, welche dieselben Widerstände gegen die Bewegung der Züge zeigt, wie die zu untersuchende Bahnlinie: die Betriebslänge, Virtuallange einer Bahn.

In der E. V. Z. 1864 p. 451 ist die Ghega'sche Regel in folgender Form (für sächsisches Maass) mitgetheilt: »Man addirt sämmtliche Steigungen der Bahn (d. h. die zu ersteigenden Höhen) sowohl in der einen, wie in der andern Richtung und multiplicirt dann diese Summe mit 150. Ferner addirt man die Zahl der Grade sämmtlicher Curven und multiplicirt diese Summe mit 18,489. Beide Producte addirt zur wirklichen Bahnlänge geben die sogenannte Virtuallange.«

Im genannten Jahrgange der E. V. Z. p. 589 findet man eine Kritik dieser Formel und einen Versuch, sie auf Grund der Formel von Redtenbacher über die Zugwiderstände zu berichtigen.

Für die hannoverschen Bahnen ist früher, wenn wir recht unterrichtet sind, die Ghega'sche Formel in nachstehender Modification benutzt worden, bei welcher keine so exorbitante Ueberschätzung der Steigungen stattfindet, wie bei der vorhin angegebenen Regel.

Bezeichnet:

L die wirkliche Länge (Bahnlänge) einer Bahn,

L_1 die Betriebslänge derselben,

$\Sigma (l)$ die Summe der Längen aller horizontalen Strecken,

$\Sigma (L)$ die Summe der Längen in Steigung oder Gefälle liegenden Strecken, deren Steigungsverhältnisse mit $\frac{1}{p}$ bezeichnet sind,

$\Sigma (\alpha)$ die Summe der Centrumwinkel aller auf der zu untersuchenden Bahnstrecke vorkommenden Curven, so ist (für Kilometer):

$$L_1 = \Sigma (l) + \Sigma (L [1 + 100 \cdot \frac{1}{p}]) + 0,75 \cdot \frac{\Sigma (\alpha)}{360}.$$

Behuf Ermittlung der Betriebskosten einer Strecke ist nun zunächst auf Grund von Erfahrungen im Betriebe befindlicher Bahnen eine Trennung der Kosten, welche mit Steigungen und Curven wachsen und der Kosten, welche von denselben unabhängig sind, vorzunehmen. Für hannoversche Verhältnisse betragen beide durchschnittlich ca. 10000 Thlr. pro Meile. Bezeichnet man die ersteren pro Längeneinheit mit B , und die letzteren mit B_{11} , so sind die Betriebskosten der zu untersuchenden Bahnstrecke $B = B_1 L + B_{11} L_1$. Beim Vergleich der Concurrenzlinien hat man die capitalisirten Betriebskosten mit den Bankkosten in eine Reihe zu stellen.

Es braucht wohl kaum bemerkt zu werden, dass die angegebene Formel nur als Nothbehelf betrachtet werden kann und dass davor gewarnt werden muss, auf Resultate, welche durch sie oder durch ähnliche Formeln gewonnen werden, irgend welches Gewicht zu legen. Schon die Annahmen, welche bei Aufstellung dieser Formel hinsichtlich der Zugwiderstände gemacht wurden, sind sehr ungenau, es ist ferner zu berücksichtigen, dass die Betriebskosten nicht den Zugwiderständen proportional sind, endlich ist die Grösse des Verkehrs auf der in Frage kommenden Strecke in keiner Weise in Rechnung gezogen.

Etwas mehr sachgemäss erscheinen die Untersuchungen, welche sich im Organ 1856 p. 125 ff. finden und einen Theil der Braunschweig'schen Instruction für Tracirung der Eisenbahnen bilden. Es wird daselbst »die Vergleichung zweier Eisenbahn-Concurrenz-Linien in Beziehung auf Bauwürdigkeit« ausführlich besprochen. Bei den Steigungen ist behufs Ermittlung der Betriebskosten nur der vermehrte Cokesverbrauch und die Vermehrung der Reparaturkosten berücksichtigt. Der Cokesverbrauch ist den Zugwiderständen proportional gesetzt und vielleicht etwas reichlich berechnet, hierdurch wird es zum Theil wieder ausgeglichen, dass die Vermehrung der Kosten für das Zugpersonal und für Oberbauunterhaltung auf der geneigten Strecke nicht berücksichtigt sind. Wegen der Einzelheiten müssen wir auf die Quelle verweisen.

Für die Curven wird folgende Regel aufgestellt: »Wenn r der Radius einer Curve in braunschweig'schen Ruthen ($\approx 4,57^m$), so ist der Bewegungswiderstand dieser Curve gleich dem einer Steigung von $\frac{1}{6r}$ anzunehmen.« — (Für Metermaass würde zu setzen sein $0,77 \cdot \frac{1}{r}$.)

Diese Formel stützt sich auf die an der hannover'schen Südbahn gemachte Beobachtung, dass der Widerstand bei Curven von 468,5^m Radius und $\frac{1}{70}$ (14,3 ‰) Steigung gleich dem Widerstande bei $\frac{1}{64}$ (15,6 ‰) Steigung in gerader Bahn ist. Wenn die Formel zuverlässig wäre, so würde sie ein willkommenes Mittel bieten, die für Curven erforderliche Ermässigung der Steigungen zu ermitteln, wie an angegebener Stelle (p. 131) näher erörtert wird.

Es unterliegt aber wohl keinem Zweifel, dass die angegebene Regel über den Einfluss der Curven nur unvollkommen ist, dass überhaupt alle die zahlreichen Regeln, welche in ähnlicher Form, wie die angegebenen, hinsichtlich der Curven aufgestellt wurden, indem man den Curvenwiderstand proportional den Radien oder proportional den Graden der Curven setzt, viel zu wünschen übrig lassen.

Der beschränkte Raum hindert uns, noch mehr Proben von solchen Recepten aufzuführen, wir notiren indess nachstehend einige der Quellen, aus denen Weiteres zu entnehmen sein würde.

E. V. Z. 1865 p. 134 sind Erfahrungen verzeichnet, welche bei der geneigten Ebene über die Blauen Berge (Virginia - Central - Bahn) über den Grad der Ermässigung von Steigungen in scharfen Curven gemacht sind.

Zeitung für Bauwesen 1859 p. 578 sind Resultate von Latrobe's ausgedehnten Versuchen angegeben. In der Zeitschr. des Hann. Arch. und Ing.-Vereins 1864 p. 511 findet man Resultate aus Versuchen mitgetheilt, welche auf der Bahn von St. Jago nach Valparaiso gemacht sind.

Man vergl. ferner:

Molesworth's Pocket Book p. 40.

Chevallier. Ueber den Einfluss der Steigungen auf Bahnen. Annales des ponts et chaussées 1839. II. p. 1.

L'Éveillé. Ueber Steigungen bei Eisenbahnen. Annales des p. et ch. 1847. I. Deutsch in »Der Ingenieur«. 1. Band p. 520.

§. 10. *Einfluss der Steigungen auf den Betrieb. Neuere Untersuchungen.* — Auf die Curven werden wir im folgenden Paragraph zurückkommen. Die neueren Untersuchungen über den Einfluss der Steigungen unterscheiden sich von den ältern namentlich durch Eingehen auf die Details der Frage und durch Berücksichtigung der Verkehrsverhältnisse.

Zunächst sind die Arbeiten Perdonnet's (Traité I. p. 130 ff.) hervorzuheben. Die wesentlichsten Schlüsse, welche er aus einem sehr umfangreichen Materiale zieht, sind folgende:

1. Auf einer Bahn, deren Steigungen auf grössere Längen 7 bis 8 Millimeter (1:143 bis 1:125) betragen und deren Züge bei voller Ladung für die Bergfahrt die häufige Verwendung von Vorspannmaschinen oder die Benutzung besonders starker Locomotiven erfordern, macht sich eine Vermehrung der Kosten der Zugkraft in Vergleich mit schwach geneigten Bahnen bereits sehr bemerklich.

2. Bei gleichmässig ansteigenden Bahnen, deren Züge bergauf geringere Ladungen haben, wie z. B. die beiden Bahnen nach Versailles, ist der Einfluss der Steigungen auf die Betriebskosten bei weitem weniger fühlbar.

3. Aehnlich sind die Verhältnisse bei Bahnen, bei denen volle Güterzüge fast nur bei der Thalfahrt vorkommen, wie bei der Bahn von St. Etienne nach Lyon und bei der Mehrzahl der Kohlenbahnen.¹⁵⁾

¹⁵⁾ Ein interessantes Beispiel einer Berücksichtigung der Richtung des Verkehrs finden wir auf der von Nördlinger ausgeführten Bahn von Montluçon nach Limoges. Dieselbe hat im Allgemeinen

4. Auf Steigungen von 25 bis 35 ‰ (1:40 bis 1:28,6) werden die Ausgaben für den Betrieb sehr bedeutend, man sollte dem entsprechend mit der Anwendung solcher Steigungen auf grosse Längen sehr vorsichtig sein.

5. Man muss dahin streben, die Rampen mit den Maximal-Steigungen auf einzelne Stellen zu concentriren und ihnen lieber eine grosse Länge geben, wie eine grössere Anzahl kurzer Rampen anwenden.

6. Der Anfangspunkt einer grössern Rampe muss thunlichst an eine Stelle gelegt werden, wo der Betrieb ohnehin eine Maschinenstation verlangt, auch wenn die übrigen Steigungen in der Nachbarschaft derselben schwach sind.

Auch im vierten Bande des *Traité* kommt Perdonnet auf den fraglichen Punkt zurück und giebt zahlreiche Erfahrungsresultate über den Betrieb auf stark geneigten Strecken. Hervor zu heben sind namentlich die Angaben über die Kosten der Zugkraft und der Bahnunterhaltung auf der Semmering-Bahn (25 ‰ Maximal-Steigung) und die ungünstigen Resultate, welche der Betrieb auf den Rampen der Bahn von Turin nach Genua (34,5 ‰ Maximal-Steigung) ergeben hat. Diese Kosten sind für die Tonne Brutto ca. viermal und für die Tonne Netto ca. dreimal so gross, wie auf der Semmering-Bahn und lassen sich durch die vorhandenen stärkern Steigungen nicht allein erklären.¹⁰⁾

Die vorstehenden ziemlich allgemein gehaltenen Erörterungen finden eine willkommene Ergänzung durch die Erfahrungen, welche gelegentlich der Dresdner Conferenzen herbeigeschafft sind (s. »Fortschritte« p. 198 ff.), namentlich erscheinen die Beobachtungen interessant, welche an der Hannover'schen Südbahn (Steigungen 1:64 = 15,6 ‰ bis 1:100) und an der Westphälischen Bahn (Steigungen 1:100) gemacht sind. Es will uns indess erscheinen, als ob die Erfahrungen, welche von der Bahn Oravicza-Steierdorf, einer Kohlenbahn mit abwärts gehender Last, herrühren und die Taxationen, welche seitens der Bayrischen Verwaltung mitgetheilt wurden, nicht, wie es behuf Ermittlung eines Gesamtergebnisses geschehen ist, mit den vorhin genannten Beobachtungen in eine Reihe hätte gestellt werden sollen.

Wir können annehmen, dass die »Fortschritte« jedem Techniker zugänglich sind und brauchen wir deshalb auf die Details der bezeichneten Erfahrungen hier nicht näher einzugehen.

Es ist interessant, die Angaben, welche an bezeichneter Stelle hinsichtlich der Kosten der Zugkraft gemacht sind, zu vergleichen mit den Resultaten einer theoretischen Arbeit, welche Ingenieur Collignon in den *Annales des mines* (1. Livraison 1866) veröffentlicht hat (Referat in E. V. Z. 1866 p. 676). Auch Collignon weist nach, wie in den »Fortschritten« constatirt wird, dass der Einfluss der Steigungen bei Personenzügen weniger fühlbar ist, wie bei Güterzügen, findet jedoch nur einen geringen Unterschied, während derselbe erfahrungsmässig sehr gross ist. Dagegen stimmen die Angaben, welche er hinsichtlich des Gewichts der zu transportirenden Güterzüge macht, ziemlich gut mit der Erfahrung überein.

Die zwei jetzt noch zu erwähnenden interessanten Arbeiten fassen die vorliegende Frage von einer andern Seite auf, wie die bislang besprochenen. Bei der Bestimmung der Maximalsteigung einer Bahn ist die Berücksichtigung der Verkehrsverhältnisse derselben unabweislich geboten, es sind somit alle Versuche mit Freuden zu begrüssen, welche die

ein Steigungsmaximum 1:80 (12½ ‰). Auf einer 7,5 Kilom. langen Strecke zwischen Cressat und Busseau d'Ahun, auf welcher die Züge der Kohlengruben von Commeny bergab gehen, ist aber eine Steigung von 1:66,7 (15 ‰) eingelegt.

¹⁰⁾ Vergl. Ueber den Betrieb der Section von Ponte-Decimo bis Busalla der Eisenbahn Turin-Genua (nach einem Aufsätze von Couche in d. *Annales d. p. et ch.*) Zeitschrift für Bauwesen 1859 p. 259.

Gewinnung von Zahlenresultaten in fraglicher Beziehung anstreben. Die Anwendung solcher Untersuchungen für bestimmte Fälle wird allerdings schon deshalb auf grosse Schwierigkeiten stossen, weil von einer sichern Vorausbestimmung des Verkehrsquantums oder, was nahezu dasselbe sagen will, der Bruttoeinnahme einer Bahn der Natur der Sache nach nicht die Rede sein kann.

In der Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieur-Vereins 1861 Heft X und XII hat Bauinspector Hoffmann einen Aufsatz »Ueber die günstigste Steigung von Gebirgsbahnen« veröffentlicht (Referat s. E. V. Z. 1861 p. 518).

Die betreffenden Untersuchungen theilen sich in zwei Theile. Im ersten Theil wird ein bestimmter Frachtsatz nicht angenommen und untersucht, bei welcher Steigung die erforderliche Verzinsung des Anlage-Capitals mit dem geringsten Frachtsatze erzielt wird; im zweiten Theile werden die Frachtsätze als gegeben angenommen, worauf ermittelt wird, bei welcher Steigung der Bahn die grösste Capitalverzinsung sich ergeben würde. Bei beiden Untersuchungen wird selbstredend die Frequenz der Bahn als gegeben angenommen.

Interessant erscheint auch die Studie, welche Heyne in seinem ausgezeichneten Werke »Das Traciren von Eisenbahnen« über »den Einfluss, welchen die grössern oder geringern Verkehrsverhältnisse, sowie die Bahnsteigungen auf die Betriebsauslagen bei Eisenbahnen üben«, auf p. 171 macht. Wenn an irgend einer Stelle, so bedauern wir es hier, dass der uns zugemessene Raum das nähere Eingehen auf die namhaft gemachte Untersuchung nicht gestattet. Wir trösten uns mit dem Gedanken, dass demjenigen, welcher dieses Buch zur Hand nimmt, um einen allgemeinen Ueberblick zu gewinnen, eine kurze Andeutung genügt, während bei eingehenderer Beschäftigung ein Auszug doch das Quellenstudium nicht ersetzen kann. Es mag indess bemerkt werden, dass der Verfasser allgemeine Formeln behuf Ermittlung der Betriebskosten für Bahnen in der Ebene und für Bahnen mit namhaften Steigungen aufstellt, dass er die Erfahrungscoefficienten unter Benutzung der Betriebsergebnisse einer namhaften Anzahl Oesterreichischer Bahnen ermittelt und dass die Resultate, welche seine Formeln geben, so genau mit den Erfahrungsergebnissen übereinstimmen, dass man unwillkürlich an die Uebereinstimmung von Beobachtung und Rechnung in Humphrey und Abbot's berühmtem Werke erinnert wird. Jedenfalls ist die Arbeit beachtenswerth und ist, wie der Verfasser selbst hervorhebt, zu wünschen, dass der von ihm eingeschlagene Weg weiter verfolgt werde.

Aus vorstehender Uebersicht ergiebt sich, dass die Frage über den Einfluss der Steigungen auf die Betriebskosten noch nicht zu einem Abschluss gelangt ist, dass namentlich bei mässigen Differenzen zwischen zwei Steigungsverhältnissen jener Einfluss sich noch nicht einmal annähernd in Zahlen ausdrücken lässt. Es würde deshalb misslich sein, einen Versuch zu machen, die oben bereits hervorgehobenen allgemeinen Grundsätze näher zu präcisiren und müssen wir hiervon um so mehr absehen, als gelegentlich der Techniker-Conferenz d. J. 1868 voraussichtlich Erfahrungsergebnisse veröffentlicht werden, welche die aus den bisherigen Untersuchungen zu ziehenden Schlüsse wesentlich modificiren dürften.

§. 11. *Einfluss der Curven auf den Betrieb. Neuere Untersuchungen.* — Was im Vorstehenden über den Einfluss der Steigungen auf den Betrieb gesagt ist, gilt in erhöhtem Maasse in Betreff der Einwirkungen der Curven. Auch diese Frage war gelegentlich der Dresdner Conferenzen auf die Tagesordnung gesetzt (vergl. p. 205 der »Fortschritte«: »Welche Erfahrungsergebnisse liegen über das Maass des Widerstandes der Eisenbahnfahrzeuge in den Curven vor«) und wird im Jahre 1868 in München wiederum zur Verhandlung kommen. Leider muss indess constatirt werden, dass bis jetzt nur einige wenige brauchbare Materialien zur Stelle geschafft sind, und dass die Erfahrungen, welche an

verschiedenen Stellen gemacht wurden, schwer miteinander in Einklang gebracht werden können.

So hat beispielsweise die Thüringer Bahn Versuche mit einem Dynamometer angestellt, durch die sich eine Differenz zwischen dem Widerstande in gerader Linie und in der Curve von 470^m und darüber nicht herausstellte (s. »Fortschritte« an genannter Stelle). An andern Orten wird dagegen der Radius der Curven, bei welchem eine merkliche Vermehrung der Widerstände eintritt, erheblich höher verzeichnet. Man vergl. u. A. Organ 1868 p. 129. »Bei Personenzügen wurde der Einfluss der Curven nicht gefühlt, wenn deren Radius 1500^m oder grösser war und die Geschwindigkeit nicht über 50 Kilom. per Stunde stieg«, sowie ferner die unten stehende Anmerkung.¹⁷⁾

Mit gutem Grund und da auch auf dem Wege der theoretischen Rechnung brauchbare Resultate bis jetzt nicht erzielt sind, wurde somit die Frage über die Einwirkung der Curven auf den Betrieb von der Dresdner Versammlung für eine offene erklärt.

Für eine weitere Behandlung derselben erscheint gewiss der Wunsch gerechtfertigt, dass bei Mittheilung von Beobachtungen Werth gelegt werde auf Angabe aller Nebenumstände: Radstand der Wagen, Zustand der Radreifen — ob neu, ob abgenutzt — Spurerweiterung der Curven, Witterungsverhältnisse u. s. w.

Es verdient indess noch hervorgehoben zu werden, dass die bei der Semmering-Bahn häufiger angewandten 190^m Curven selbst bei gegliedertem Betriebsmaterial als zu scharf sich herausstellten. Man geht deshalb bei den Projecten der Gotthardbahn nicht unter 278^m (900') hinab und hat somit die Erfahrung die Richtigkeit des in §. 4 der Grundzüge namhaft gemachten äussersten Grenzwertes für Curven in freier Bahn von Neuem bestätigt.

Bevor nicht weitere Erfahrungsergebnisse vorliegen, wird man überhaupt an den den technischen Vereinbarungen niedergelegten Grundsätzen festzuhalten und namentlich Werth auf die Parallele zu legen haben, welche daselbst zwischen Steigungen und Curven gezogen ist.

(Curven von 1100^m bei 5^{mm} Steigung

- - 600^m - 10^{mm} -
- - 300^m - 25^{mm} -)

¹⁷⁾ Das Referat über diesen wichtigen Gegenstand, welches für die in München im Sept. 1868 abzuhaltende Techniker-Versammlung erstattet ist, liegt bereits vor und sind aus demselben namentlich folgende Resultate hervorzuheben:

a. Die Mittheilung der Main-Weser-Bahn, dieselbe habe nach Herstellung einer sehr kräftigen Erhöhung des äussern Schienenstranges der Curven (vergl. Cap. 8) so ungemein geringe Widerstände in denselben gefunden, dass darin ein Motiv für Nichtanstellung weiterer Erörterungen über Curvenwiderstände erblickt sei.

b. Die Versuche der Oesterreichischen Südbahn, welche bei einem Probezuge von achträdri gen Wagen mit Truckgestellen und 2 Meilen Geschwindigkeit für die Zugwiderstände folgende Werthe pro mille des Brutto-Zuggewichts gefunden hat:

Horiz. Bahn	1200'	900'	720'	600'
	(370 ^m) Rad.	(280 ^m) Rad.	(225 ^m) Rad.	(190 ^m) Rad.
2,25	3,32	3,68	4,04	4,33

und ferner bei einem Probezuge von vierrädri gen Wagen mit 8' (2,53^m) Radstand:

2,33	3,97	4,39	4,79	5,48.
------	------	------	------	-------

c) Die Versuche der Westphälischen Bahn, welche mit einem Zuge von 23 Achsen, der mit 7 Meilen Geschwindigkeit fuhr, angestellt sind. Dieselben haben beispielsweise in Curven von 250 Ruthen (942^m) Radius einen Zuwachs von 20 % des Widerstandes in gerader Bahn und bei Curven von 1500 (5255^m) Radius einen Zuwachs von 6 % jenes Widerstandes ergeben.

Es ist nicht zu verkennen, dass unter den neuern Erfahrungen über Curvenwiderstände verschiedene sind, welche darauf hinweisen, dass die Grenzwerte von 600^m und resp. 1100^m in §. 4 der Grundzüge demnächst vielleicht anders normirt und auf kleinere Werthe beschränkt werden könnten.

Die Feststellungen über die Maximalsteigungen und die kleinsten Radien der Curven müssen Hand in Hand gehen, dieselben geben einen Maassstab ab für die Mittel, welche dem tracirenden Ingenieur behuf Erreichung seines Zweckes zur Verfügung gestellt werden, für ein mehr oder weniger genaues Anschliessen der Bahnlilien an die Formen des Terrains.

Eine angemessene Berücksichtigung der Verkehrsverhältnisse der zu erbauenden Bahn, namentlich ihrer Bedeutung im Ganzen und Grossen, ihrer Bedeutung für den durchgehenden Verkehr muss aber bei Normirung der in Rede stehenden Tracirungs-Elemente stets in erster Reihe gefordert werden.

Wenn wir somit geradezu bekennen müssen, dass die Eisenbahntechnik noch viel zu thun hat, bis es möglich ist, den Vergleich von Concurrenzlinien, von welchem in §. 8 die Rede war, in rationeller Art d. h. mit Zahlennachweisen vorzunehmen, so muss zugleich betont werden, dass die Technik derartige Vergleiche nicht allein beschaffen kann. Es sind in vielen Fällen neben der Ermittlung der Bau- und Betriebskosten auch Erhebungen über den voraussichtlichen Localverkehr behuf Abschätzungen der Bruttoeinnahmen der Linien von Bedeutung und ist es ein gewisser Trost für den Eisenbahntechniker, dass die Zahlenresultate, welche dergleichen Erhebungen zu Tage fördern, in der Regel auf mindestens ebenso schwachen Füßen stehen, wie die Resultate über Bau- und Betriebskosten, welche mit den bis jetzt vorliegenden, unvollkommenen Hilfsmitteln beschafft werden können. — Es eröffnet sich hier ein grosses Feld der Arbeit zu weiterer Ausbildung der Kenntniss des Eisenbahnwesens.

§. 12. *Anzahl der Gleise auf freier Bahn.* — Bei der Bestimmung der Grenzen für Steigungen und Curven spielen, wie wir gesehen haben, die Rücksichten auf den Verkehr und den Bahnbetrieb eine grosse Rolle, dasselbe ist auch der Fall bei der nicht minder wichtigen Frage, ob eine Bahn eingleisig oder zweigleisig anzulegen ist, woran sich weiter die Untersuchung knüpft, in welcher Weise bei eingleisigen Bahnen auf spätere Herstellung eines zweiten Gleises Rücksicht genommen werden soll.

In der ersten Zeit des Eisenbahnwesens wurden Locomotivbahnen nur für Verkehrswege erster Classe gebaut, man hatte somit in der Regel die sofortige oder doch wenigstens die baldige Herstellung eines zweiten Gleises ins Auge zu fassen. Hierbei ist nicht zu vergessen, dass in jener Zeit der electriche Telegraph im Entstehen, das Signalwesen noch nicht ausgebildet war. Es erschien die Herstellung zweier Gleise als das einzige Mittel zur Ermöglichung eines sichern Bahnbetriebes von grössern Dimensionen.

Diese Verhältnisse haben sich jetzt wesentlich geändert. Man baut auch viele Bahnen für Verkehrswege zweiten Ranges, Telegraph und Signale sind kräftige Hebel im Bahnbetriebe geworden, die eingleisige Bahn ist als eine selbstständige und in vielen Fällen berechnete Form der Locomotivbahnen anerkannt.

Aber nur unter extremen Verhältnissen wird die Entscheidung, ob zweigleisig, ob durchweg eingleisig zu bauen, leicht und einfach sein, bei der Mehrzahl der Ausführungen wird man darauf angewiesen sein, nach dem in §. 1 der »Grundzüge« aufgestellten Princip zu verfahren:

„Der Entwurf für Eisenbahnen, welche nicht Zweigbahnen oder secundäre Bahnen sind, ist so anzuordnen, dass, wenn es erforderlich wird, zwei Gleise angelegt werden können.“

Die Erfahrung hat gezeigt, dass zu den Strecken, für welche auf Bahnen ersten Ranges das zweite Gleis sofort beim Bau oder doch bald nach Eröffnung des Betriebes herzustellen ist, namentlich diejenigen gehören, welche ungewöhnliche Steigungsverhält-

nisse haben und demnach Theilung der Güterzüge oder regelmässige Verwendung von Vorspannmaschinen erfordern, ferner auch diejenigen, welche zwischen einer bedeutenden Station und einer in der Nähe derselben liegenden Trennungsstation (Filialtrennungsstation)¹⁸⁾ liegen.

Andererseits wird nur ein Gleis auf lange Zeit für solche Bahnen genügen, welche den secundären Bahnen nahe stehen, namentlich also für Bahnen, bei denen die Oertlichkeiten die Aussicht auf Verlängerung ihrer Haupttrichtung abschneiden.

Wir kommen nun zu dem schwierigeren Theil der vorliegenden Frage, zu der Untersuchung darüber, in welcher Weise bei Bahnen, deren Verkehrsverhältnisse zwischen den angedeuteten Grenzen liegen, auf demnächstige Ausführung eines zweiten Gleises Bedacht zu nehmen ist. Da es sich auch hier wieder um einen Punkt handelt, über welchen hier und da Meinungsverschiedenheit herrscht, so wollen wir uns darauf beschränken, die hauptsächlichsten der hierher gehörenden Arbeiten namhaft zu machen, so weit uns dieselben bekannt sind.¹⁹⁾

In der »Systematischen Anleitung zum Traciren der Eisenbahnen« widmet Heider dem bezeichneten Gegenstande eine kurze Besprechung, welche einen allgemeinen Ueberblick über die in Frage kommenden Verhältnisse gewährt.

Er führt zum Schluss derselben als in der Mitte zwischen eingleisigen und zweigleisigen Bahnen liegend an:

1. Eine Bahn, deren Unterbau für zwei Gleise ausgeführt wird, während die Legung des zweiten Gleises dem demnächstigen Bedürfnisse vorbehalten bleibt. Hierbei würden 10 bis 18 % des Anlage-Capitals bis zur Herstellung des zweiten Gleises unfruchtbar bleiben.

(Bei diesem Verfahren ist es im Allgemeinen üblich, die Träger der eisernen Brücken für das zweite Gleis bis zur Herstellung desselben zurück zu lassen.)

2. Eine Bahn, die für ein Gleis so angelegt wird, dass für den Fall der Nothwendigkeit der Unterbau für ein zweites Gleis ohne Demolirung der bestehenden Bauten und mit den geringsten Kosten hergestellt werden kann, wobei $\frac{1}{2}$ bis 2 % des Anlage-Capitals zeitweilig unfruchtbar wird.

Im Originale, auf welches wir hiermit verweisen, findet man die Punkte näher angegeben, welche hierbei namentlich zu berücksichtigen sind. Wir können von einer Aufzählung derselben um so mehr absehen, als sie zum grössten Theil die Kunstbauten betreffen, welche nicht in den Bereich unserer Untersuchungen fallen.

Heider empfiehlt ferner beim Traciren diejenige Bahnmittē zu projectiren, welche einer Bahn mit 2 Gleisen entspricht und sodann nur den Bahnkörper für ein Gleis, entweder einerseits oder andererseits der Bahnmittē in Rechnung zu nehmen. Diese Regel, welche für ebenes Terrain unbedenklich erscheint, muss für coupirtes Terrain angemessen modificirt werden, wie namentlich in der nunmehr zu besprechenden Arbeit ausführlich nachgewiesen ist.

¹⁸⁾ Es sind die Mittelpunkte des Verkehrs, die Orte von Bedeutung naturgemäss die geeignetsten Plätze für Anlage von Trennungsstationen. Die Terrainverhältnisse und die Rücksichten auf Oekonomie des Baues bringen es aber nicht selten mit sich, dass man die Abzweigung der Bahnarme nach einer kleinen Station in der Entfernung von einigen Meilen von der grössern Station verlegt. In diesen Fällen ist für den Betrieb die letztere die eigentliche Trennungsstation, während man jene kleinere Station nicht unpassend als ein Filial der grössern bezeichnen kann.

¹⁹⁾ Man vergl. auch die Bemerkungen über: »Cooke. The Telegraphic Railway or the single way recommended by safety, economy and efficiency under the safe guard of the electric telegraph« in Weber, Telegraphen- und Signalwesen p. 63.

Diese Arbeit, von Nördlingers Meisterhand, findet sich in den *Annales des ponts et chaussées* 1862. II. p. 22 »Mémoire sur les conditions de la transformation des chemins de fer à une voie en chemins à deux voies.«

Sie ist die einzige uns bekannte, in welcher die zahlreichen Punkte, welche bei dem in Rede stehenden Gegenstande in Frage kommen, einer eingehenden Berechnung unterzogen sind. Aus dem Resumé, mit welchem die Arbeit schliesst, heben wir Folgendes hervor:

1. Die Mehrzahl der neuen Bahnen ist lediglich für ein Gleis auszuführen.

2. Es ist im Allgemeinen nicht allein die Ausführung der Erdarbeiten, sondern auch der Ankauf des Terrains für das zweite Gleis zu verschieben. Nur bei bedeutendern Bahnen würde man von diesem Grundsatz abweichen, indem man an den Aussenkanten der Böschungen innerhalb der Einfriedigungen, Gräben und Parallelwege an beiden Seiten der Bahn einen Streifen von 2^m Breite reservirt.

(Es ist hiermit nicht gesagt, dass die Bahnachse der zweigleisigen Bahn mit der Mitte der eingleisigen Bahn zusammenfallen müsste. Die Erbreiterung wird je nach den Oertlichkeiten bald an der einen, bald an der andern Seite, mitunter auch an beiden Seiten vorzunehmen sein. Weil es aber sehr schwer ist, hierüber im Voraus detaillirte Bestimmungen zu treffen, so wird empfohlen, ausreichende Grundflächen an beiden Seiten der Bahn zu reserviren. Es dürfte sich indess hierbei vorzugsweise um coupirtes Terrain handeln.)

3. Selbst die Kunstbauten sind nur für ein Gleis auszuführen. — Auch in dieser Hinsicht würde bei bedeutendern Bahnen eine Ausnahme zu machen sein, indem man Tunnel von mässiger Länge, welche in den einfachern Partien der Bahn liegen, für zwei Gleise ausführt und bei grössern Brücken, welche ähnlich situirt sind, die Fundamente und die Pfeiler bis über Wasserhöhe in einer für zwei Gleise genügenden Breite anlegt.

(Für die schwierigern Stellen einer Bahn, in denen Haupttunnel, grosse Viaducte etc. vorkommen, wird die längere Conservirung einer eingleisigen Strecke auf sonst zweigleisiger Bahn in Aussicht genommen.)²⁰⁾

Fernere fünf Punkte, welche Nördlinger aufführt, betreffen Details der kleinern Kunstbauten und können hier übergangen werden.

Für die Bahnwärterhäuser wird ein genügender Abstand (= 6,5^m) von der Achse der eingleisigen Bahn gefordert, ein Punkt, auf den auch Heider aufmerksam macht.

»Durch die empfohlenen Maassregeln erhält man eine eingleisige Bahn, welche billig und in sich vollendet ist, trotzdem aber stets für zwei Gleise eingerichtet werden kann. Allerdings wachsen durch dieselben die Gesamtanlagekosten einer Bahn; die Mehrkosten werden aber gedeckt durch die Ansammlung von Zinsen des bei der ersten Herstellung gesparten Capitals und zwar schon nach vier Jahren bei den gewöhnlichen Kunstbauten und in funfzehn Jahren bei Tunneln, falls man sich entschliesst, für ein zweites Gleis einen neuen Tunnel neben einem alten eingleisigen zu erbauen.«

Die dritte Abhandlung, welche namhaft zu machen ist, findet man *Zeitschrift für Bauwesen* 1866 p. 135 »Ueber die Anlage des zweiten Gleises auf den preussischen Eisenbahnen.« Der Verfasser, Herr Schwabe, giebt detaillirte Nachrichten über die Zeit, welche von Eröffnung der verschiedenen preussischen Bahnen bis zur vollständigen oder theilweisen Herstellung eines zweiten Gleises verflossen ist, über die Meileneinnahmen vor Her-

²⁰⁾ Jenem Princip entsprechend wurde auf der Bremen-Oldenburger Bahn die Weserbrücke zu Bremen nur für ein Gleis hergestellt. Man hat daselbst auf etwaige demnächstige Herstellung einer Gleisverschränkung (vergl. Cap. 9 §. 29) Rücksicht genommen.

stellung desselben u. s. w. Er gelangt im Wesentlichen zu dem Resultate, dass viele Bahnen lediglich eingleisig ausgeführt werden können und dass es sich empfiehlt, »für solche Bahnen, bei welchen die Nothwendigkeit eines zweiten Gleises erst in späterer Zeit zu erwarten ist, den Grund für zwei Gleise zu erwerben, dagegen sämtliche Brücken und Durchlässe eingleisig auszuführen und hiervon nur dann abzugehen, wenn die dadurch zu erzielende Ersparniss zu gering ist oder mit der eingleisigen Herstellung entschiedene Nachtheile verbunden sein würden«. Der Verfasser nimmt an, dass — abgesehen von ausnahmsweise vorkommenden Verhältnissen — ein Verkehr, welcher 100000 Thlr. Brutto-Einnahme pro Meile erträgt, noch auf einer eingleisigen Bahn bewältigt werden könne. Etwas enger werden die Grenzen in Frankreich gezogen (vergl. die Mittheilungen über die Enquête von 1863 im Organ 1866 p. 183 und die Französischen Concessionsurkunden in den Annales des mines).

Sämmtliche Untersuchungen, welche in neuerer Zeit über die vorliegende Frage gemacht sind ²¹⁾, berechtigen zu dem Schluss, dass bislang für Herstellung der Anlagen für die zweiten Gleise auf freier Bahn nicht selten zu viel geschehen ist und dass grosse Summen erspart werden können, wenn dieselben auf das Allernothwendigste beschränkt werden.

§. 13. *Sonstige Tracirungs-Elemente. Generelle Vorarbeiten des Geometers und des Ingenieurs.* — Wenn man bei einem Bahnprojecte zu einem Entschluss über die Maximalsteigungen und die zulässigen Krümmungen, sowie darüber gelangt ist, ob und in welcher Weise auf die Anlage eines zweiten Gleises Rücksicht genommen werden soll, so sind damit allerdings die wesentlichsten der technischen Grundzüge ²²⁾ für die Bahntracirung gegeben, aber keineswegs alle. Wir werden in den folgenden Paragraphen die Erfahrungen zu bezeichnen haben, welche hinsichtlich der Lage, der Alignements- und der Höhenverhältnisse der Stationen gemacht wurden, sowie verschiedene sonstige Punkte, welche von Einfluss auf die Lage der Bahnlinien sind. — Hier mag zunächst bemerkt werden, dass man im Allgemeinen bei Bauten die Grundzüge für ein Project in einer besondern Ausarbeitung, einem Programm, niederzulegen pflegt. Bei der Aufsuchung und Festlegung der Bahnlinien ist dies empfehlenswerthe Verfahren sehr wenig oder gar nicht gebräuchlich.

Heider empfiehlt in seinem bereits namhaft gemachten Werke (p. 17) die Aufstellung eines bestimmten Programms bei der Tracirung jeder Eisenbahn. ²³⁾ Seine Vorschläge sind gewiss aller Beachtung werth.

²¹⁾ Man vergl. auch einen hierher gehörenden Aufsatz in der Zeitschrift des Oesterreichischen Ingenieurvereins. 1868. Heft I.

²²⁾ Es erscheint der Tendenz dieses Buches entsprechend, überhaupt nur die technischen Elemente der Bahntracirung in Betracht zu ziehen. Man hat dieselben von den volkswirtschaftlichen und den militärischen Elementen zu trennen, welche nicht in den Bereich unserer Besprechungen gezogen werden können, obwohl sie nicht selten entscheidend für die Lage einer Bahnlinie sind. Bei Wahl der Endpunkte, der Trennungsstationen und der Hauptzwischenpunkte der Bahnen wird wohl der Beirath des Technikers erforderlich sein, die Entscheidung wird aber von anderer Seite nach Maassgabe der Bedeutung der Orte für den Verkehr und nicht selten auch nach Maassgabe der Bedeutung der Bahnen für die Landesvertheidigung erfolgen. Die wesentlichsten der hierher gehörigen Untersuchungen findet man Perdonnet, *Traité I*, p. 30 und p. 111 ff. Man vergl. auch Becker, *Strassen- und Eisenbahnbau* p. 102.

²³⁾ Wir glauben die betreffende Stelle wörtlich wieder geben zu sollen:

»Eine Verständigung über den Zweck, welchem die zu tracirende Eisenbahn entsprechen soll, ist eines der ersten Erfordernisse, bevor man an das Geschäft des Tracirens und Projectverfassens gehen kann. Es vertritt dieselbe die Stelle eines Programmes, wie solches in der Regel jeder Project-

In diesem Sinne sind als zur Aufstellung eines Bahnprogramms gehörend (neben der Bestimmung der Endpunkte und der Hauptzwischenpunkte einer Linie und der Fortsetzung über die in den vorhergehenden Paragraphen behandelten Gegenstände) noch folgende Punkte zu bezeichnen:

1. Die Feststellung der Betriebsstrecken, der Stärke der zu verwendenden Maschinen, der Construction der Wagengestelle, die Feststellung der Maximallänge und womöglich auch der durchschnittlichen Länge der Bahnzüge, der Reihenfolge, in welcher bei gemischten Zügen Personenwagen und Güterwagen eingestellt werden, überhaupt also die Grundzüge des Bahnbetriebes.

Diese Gegenstände werden zwar ihren Einfluss am meisten auf die Detailconstructions, namentlich auf die Anlage der Bahnhöfe äussern, sie wollen aber zum Theil schon bei den allgemeinen Vorarbeiten berücksichtigt sein. So bestimmt u. A. die Lage einer grössern Maschinenstation, also das Ende einer Betriebsstrecke, nicht selten den Anfang der Haupttrampen einer Bahn, während die durchschnittliche Länge der Züge bei Bestimmung der Längen der geraden Linien zwischen Contrecurven berücksichtigt sein will. Vergl. §. 4 der technischen Vereinbarungen: „Die gerade Strecke zwischen zwei entgegengesetzten Curven soll in der Regel noch die Länge eines Bahnzuges erreichen.“²⁴⁾

2. Es muss klar gestellt werden, von welchem Gesichtspunkte aus eine Verlängerung der Bahnlinie betrachtet werden soll.

In dieser Beziehung sagt die Braunschweigische Instruction über Bahntracirung (Organ 1856 p. 126) Folgendes:

»Nicht immer ist die Mehrlänge ein directer Nachtheil, namentlich dann nicht, wenn der Bahn keine fremde Concurrnz droht, also für die volle Bahnlänge das Fahrgehalt erhoben werden kann. Ist jedoch Concurrnz zu besorgen, was in den meisten Fällen

verfassung vorausgeschickt werden soll und dem Projectanten einerseits als Anhaltspunkt, andererseits zur Rechtfertigung des projectirten Baues dient.

Der Entwurf, das Project, wird als solches vollkommen genannt werden, wenn dem Programme damit entsprochen ist und der Projectant wird nie für das Zeitgemässe oder Zweckmässige des Programms verantwortlich gemacht werden.

Für die Tracirung und Projectverfassung von Eisenbahnen waren aber bisher solche Programme sehr wenig oder gar nicht gebräuchlich. Die Person, welche das Programm allein entwerfen kann (für sich entwirft), ist der Techniker und diejenige, welche das Project darnach auszuarbeiten hat, ist wieder der Techniker. Man überlässt daher gleich beides ein und derselben technischen Persönlichkeit, ohne zu bedenken, dass beide sehr wesentlich verschiedene technische Zweige sind, dass nur zu wenig Uebereinstimmung der einzelnen Ansichten, selbst in einem und demselben Zweige bestehe und dass daher auch sehr oft von dem den Betrieb der fertigen Bahnen später leitenden Techniker mit andern Ansichten über den Betrieb, als sie der Projectant hatte, das Project als schlecht erklärt wird.

Aber auch abgesehen hiervon, so wird es sehr selten wirklich der Fall sein, dass der Ingenieur, welcher sich mit Verfassung und Ausführung grossartiger Eisenbahnprojecte befasst, auch gleichzeitig so umfassende Kenntnisse des technischen Betriebes besitzt, dass er in beiden Fächern als Autorität wirklich maassgebend auftreten kann, und selbst wenn dies der Fall ist, sollte auch er das Programm vom Projecte trennen, so dass jedes getrennt beurtheilt und das Programm vor Verfassung des Projectes vom Bauherrn angenommen werden kann.«

²⁴⁾ Es dürfte hierunter ein Bahnzug von mittlerer Stärke zu verstehen sein. Dieselbe kann bei Bahnen mit 10 ‰ Steigung zu etwa 60 Achsen angenommen werden. Hiernach müssten in einem solchen Falle die geraden Linien zwischen Contrecurven mindestens 200^m lang sein. Etzel ordnete bei der Schweizerischen Centralbahn gerade Linien an von gewöhnlich 180^m, ausnahmsweise 90^m Länge. — Es muss aber bei Normirung der fraglichen Dimensionen auch der Radius der Curven in Betracht gezogen werden, weil derselbe die Ueberhöhung des äussern Schienenstranges und somit die Länge beeinflusst, welche zur Gewinnung jener Ueberhöhung erforderlich ist (vergl. das S. Capitel).

wenigstens als möglich gedacht werden muss, so ist der Nachtheil wegen der Mehrlänge vollständig in Rechnung zu stellen.«

Dagegen wird von Heider (Systematische Anleitung zum Traciren p. 48) der Grundsatz verfochten, dass eine Mehrlänge einer Bahnlinie unter allen Umständen als ein Nachtheil zu betrachten sei, ein Grundsatz, welcher gewiss als der richtigere bezeichnet werden wird, wenn man erwägt, dass die Bahn eine Dienerin, nicht aber eine Beherrscherin des Verkehrs sein soll.

3. Wie bei der vorstehend erwähnten, so werden auch noch bei manchen andern Fragen Staatsbahnverwaltungen häufig andere Principien aufstellen, wie Gesellschaftsbahnen, so u. A. dann, wenn in engen Thälern die Alternative zwischen Ueberbrückungen und Flusscorrectionen sich darbietet. In solchen Fällen wird eine Staatsbahnverwaltung den Grundsatz befolgen, dass sie »nicht allein den nächstliegenden Zweck des Eisenbahnbaues, sondern auch allgemeine wirthschaftliche Gesichtspunkte ins Auge zu fassen habe«, und daher in zweifelhaften Fällen das Mittel der Flusscorrection wählen.

4. Es muss dem mit der Bahntracirung beschäftigten Techniker bekannt sein, wie er sich den Strassen und Wegen gegenüber zu verhalten hat, namentlich ob er in zweifelhaften Fällen auf Herstellung einer Ueberfahrt oder auf Herstellung einer Ueber- oder Unterführung hinarbeiten soll. Die Französischen Concessionsurkunden, von denen sich in jedem Bande der Annales des mines einige finden, stellen in dieser Beziehung sehr beachtenswerthe Grundsätze auf.

5. Eine Anzahl der für die Eisenbahnen erlassenen gesetzlichen Bestimmungen haben namhaften Einfluss auf die Festlegung der Bahnlinien und würden deshalb auch diese in dem Programme für eine Bahntracirung Platz zu finden haben. Hierher sind namentlich diejenigen Bestimmungen zu rechnen, welche Verminderung der Feuersgefahr in der Nähe der Bahnen bezwecken (Entfernung der Gebäude mit feuergefährlichen Dachdeckungen von der Bahn u. s. w.).

Hand in Hand mit den umfangreichen Untersuchungen und Ermittlungen, welche bislang besprochen, beziehungsweise wegen des nur in beschränkter Weise uns zugemessenen Raumes bloß angedeutet worden sind, gehen nun ausgedehnte Vermessungs- und Projectirungsarbeiten, bei denen es zunächst auf das Studium der Terrainverhältnisse und die Ermittlung der Grundzüge, der Hauptmomente verschiedener zur Ausführung geeigneter Bahnlinien ankommt (Recognoscirungen, Vorerhebungen, generelle Vorarbeiten). Die verschiedenen Projecte, welche in Frage kommen, werden in den sogenannten Uebersichtskarten und übersichtlichen Längenprofilen dargestellt und ihre Kosten überschläglich berechnet.

Jene Arbeiten zerfallen in zwei Theile. Der erste, die Aufnahme des Terrains nach Situation und Höhenverhältnissen, ist im Wesentlichen eine topographische Arbeit und wird wohl am besten von Geometern oder von diesen und Ingenieuren gemeinschaftlich ausgeführt. Der zweite Theil, das Studium der technischen Verhältnisse der Gegend (namentlich auch der geognostischen und der wasserbaulichen Momente), sowie das Projectiren der Bahnlinien auf den von den Geometern hergestellten Karten ist ausschliesslich Sache der Ingenieure. Das Abstecken der Bahnlinien auf dem Terrain ist bei diesem Stadium der Arbeiten und namentlich unter schwierigen Terrainverhältnissen in der Regel nicht erforderlich (vergl. Heyne, Traciren p. 243).

Die nähere Besprechung der genannten Arbeiten entzieht sich dem Bereiche dieses

Buches. Es wird indess manchem Leser vielleicht willkommen sein, hier zum wenigsten einen Nachweis über diejenigen Werke und Aufsätze zu finden, aus denen er sich Rath holen kann:

Das mehrfach genannte Werk von Heyne (der genaue Titel am Schluss dieses Capitels) giebt Aufschluss über fast alle hier in Frage kommenden Arbeiten.

In Form einer Instruction findet man dieselben beschrieben in «Organisation des Baudienstes der Schweizerischen Centralbahn», von Etzel herrührend, also besonders bemerkenswerth.

Proben der Behandlung der Uebersichtskarten und Längenprofile findet man in «Oesterreichische Eisenbahnen» entworfen und ausgeführt von demselben.

Man vergl. ferner:

Ueber Isopeden-Reliefe. Organ 1854 p. 117.

Ueber die Anwendung der Photographie zur Architectur- und Terrainaufnahme. Zeitschrift für Bauwesen 1867 p. 61.

Schliesslich muss noch hervorgehoben werden, dass die generellen Vorarbeiten von hervorragender Wichtigkeit für einen Eisenbahnbau sind und billiger Weise vollständig erledigt sein sollten, bevor auf detaillirte Ermittlungen eingegangen wird.

§. 14. *Lage, Alignement und Profilirung der Stationen.* — Im Vorstehenden haben wir uns schon mehr und mehr den Detailfragen genähert, welche bei der genauern Ausarbeitung eines Bahnprojects berücksichtigt sein wollen, und werden dem entsprechend nunmehr zu einem Gegenstande geführt, welcher fast in gleicher Weise bei den allgemeinen, wie bei den speciellen Vorarbeiten berücksichtigt sein will: der Lage der Stationen, sowie der Alignements- und Höhenverhältnisse derselben.

Als Sammelplatz für die zur Bahn gelangenden Gegenstände, als Knoten zwischen dem Eisenbahnverkehr und dem Verkehr auf gewöhnlichen und Wasserwegen hat die Eisenbahnstation die letztern möglichst aufzusuchen und findet deshalb im Allgemeinen ihren besten Platz in der Nähe frequenter Land- und Wasserwege.

Es werden indess bei der Wahl eines Bahnhofplatzes noch mancherlei andere Rücksichten zu nehmen sein, dieselben sind in der Kürze folgende (s. v. Kaven, Vorträge über Ingenieurwissenschaften. Eisenbahnbau, II. Abschnitt p. 1):

»Thunlichste Nähe an Orten, doch deren meistens nach dem Bahnhofe hin erfolgende Erweiterung zulassend, — gute Zufuhrwege von der Stadt zum Bahnhof und gute Verbindung sonstiger von Aussen kommender Verkehrsstrassen mit demselben, — guter Baugrund, — nicht bedeutende Auf- und Abträge, — billiger Grunderwerb, — für grosse Bahnhöfe Platz genug, um Personen- und Güterverkehr zu trennen, — Einklemmung zwischen Hauptstrassen und Uebergängen oder zwischen zwei Wasserläufen wegen der demnächstigen Erweiterung zu vermeiden.«

Eine nähere Besprechung der genannten Punkte würde zu weit führen, auch dürfte im 12. Capitel dieses Bandes die Lage der Eisenbahnstationen wiederholt zur Sprache kommen. Einige Rücksichten auf die Umgebung der Stationen werden in den folgenden Paragraphen noch erwähnt werden.

In Betreff der Alignements- und der Höhenverhältnisse der Stationen sind zunächst die Bestimmungen des §. 5 der »Grundzüge« hervorzuheben:

„Die Bahnhöfe sollen eine horizontale Strecke erhalten, welche im flachen und Hügellande wenigstens 550^m (1800' engl.), im Gebirge wenigstens 180^m (600') lang ist. Im flachen und Hügellande muss wenigstens ein Theil dieser Strecke eine gerade

Linie²⁵⁾ von 180^m (600') Länge erhalten. Grössere Steigungen als 1:400 (2,5 ‰) sollen auf Bahnhöfen nicht vorkommen.“

Hierzu wäre Folgendes zu bemerken:

Die Länge der Bahnhofs-Horizontalen ist in gewisser Hinsicht abhängig von der Länge der Züge, welche wiederum durch die Maximalsteigungen der Bahn bedingt ist. Bei Eisenbahnen, welche einem vorhandenen Bahncomplexe sich anschliessen, also bei der Mehrzahl der neuern Bahnen, wird in den meisten Fällen die Stärke der zur Verwendung kommenden Maschinen bekannt und sonach eine annähernde Bestimmung der Durchschnits- und Maximallängen der Züge möglich sein. Es wären sonach die oben angegebenen Dimensionen wohl nur als die ersten Anhaltspunkte für Bestimmung der Länge der Bahnhofs-Horizontalen zu betrachten. — Ferner will bei Festsetzung derselben auch die Bedeutung der Bahnhöfe berücksichtigt sein. Stationen von Wichtigkeit erfordern längere Plateaus wie kleinere Stationen, namentlich ist bei Trennungsstationen grosser Werth auf ein langes Plateau zu legen, damit man mit Sicherheit darauf rechnen kann, dass die Führer bei Annäherung an die Hauptkreuzungsstelle auch unter ungünstigen Umständen (bei starkem Winde u. s. w.) die Züge in ihrer Gewalt haben.

Um noch etwas näher auf die Sache einzugehen, mag hier bemerkt werden, dass die Maximallänge der Züge (s. Techn. Vereinb. III. §. 48) zu 200 Achsen bestimmt ist. Dergleichen ca. 700^m lange Züge kommen aber wohl nur als Züge mit ganz leeren Wagen (Kohlenwagen) ausnahmsweise vor, so dass sie nicht maassgebend für die Stationsanlagen sein können. Der oben angegebenen Plateaulänge von 550^m dürften Züge von 100 Achsen entsprechen. Dieselben sind 325 bis 375^m lang, man hat somit an jedem Ende des Bahnhofs noch ca. 100^m für die Weichenanlagen etc.²⁶⁾ Nimmt man an, dass bei Steigungen von $\frac{1}{70}$ bis $\frac{1}{60}$ (14,3 bis 16,7 ‰) eine Trennung der aus dem Thale kommenden Güterzüge stattfinden muss, so würden für Bahnstrecken von den angegebenen Steigungsverhältnissen Längen der Bahnhofs-Horizontalen = $50 \cdot 3\frac{1}{2} + 200 = 375^m$ als angemessen erscheinen. In speciellen Fällen liessen sich die angedeuteten Untersuchungen natürlich genauer und zuverlässiger führen.

Einige Notizen über die Länge der Bahnhofs-Horizontalen bei ausgeführten Bahnen mögen hier noch Platz finden:

Die Bahn von Bourges nach Montluçon (von Nördlinger ausgeführt) hat als Bahn in offenem Thale ein Steigungsmaximum von 1:200 (5 ‰). Die Länge der Bahnhofs-Horizontalen schwankt zwischen 308 und 5300^m und beträgt durchschnittlich unter günstigeren Verhältnissen 2550^m, unter ungünstigeren 475^m. — Dagegen findet man auf der Bahn von Montluçon nach Moulins, welche eine Maximalsteigung von 15 ‰ (1:66,7) hat, die kleinern Bahnhofsplateaus durchschnittlich 330^m lang, während bei den in den Thälern liegenden Hauptstationen Längen von über 1000^m vorhanden sind.

Die schwierigere Strecke der Badischen Odenwaldbahn von Helmstadt bis Neckarelz hat bei Steigungen bis zu 12,3 ‰ Bahnhofs-Horizontalen von 270 und 330^m, jedoch für nur unbedeutende Stationsorte.

Die Bahn Rottweil-Tuttlingen, welche mit einer Maximalsteigung von 1:100 die Wasserscheide zwischen Neckar und Donau überschreitet, hat drei Bahnhofs-Horizontalen

²⁵⁾ Curven von grossen Radien erlauben indess das Einlegen gerader Linien für die Bahnhofs-gleise bei der Detailbearbeitung der Bahnhofspläne. Man vergl. Zeitschrift für Bauwesen 1859 p. 393.

²⁶⁾ Nach Witceek ist die durchschnittliche Stärke der Güterzüge selbst für Bahnen mit mässigen Steigungen nur zu 60 Achsen anzunehmen. Man vergl. »Notizen, betreffend das Entwerfen von Fahrplänen für Eisenbahnzüge.« Zeitschrift für Bauwesen 1860 p. 110.

von 350 bis 400^m Länge, während das Plateau bei vier andern Bahnhöfen gegen 1000^m und darüber lang ist.

Etzel schrieb für die Schweizerische Centralbahn 360^m als Regel vor und bezeichnete 180^m als ausnahmsweise zulässig.

Das Steigungsverhältniss von 1:400 ($2,5 \frac{0}{100}$), welches in den »Grundzügen« ausnahmsweise für gewisse Theile beschränkt liegender Stationen zulässig erklärt wird, steht im Zusammenhange mit dem Ruhewinkel der Eisenbahnwagen. Es muss verlangt werden, dass auf einer Station sich nicht etwa Wagen lediglich durch die Einwirkung der Schwere in Bewegung setzen können. Wenn nun nach neuern Untersuchungen die Tangente des Ruhewinkels gut construirter Eisenbahnwagen nur 1:600 (0,0017) beträgt, so folgt, dass es bedenklich sein würde, das oben angegebene Steigungsverhältniss auf Stationen zu überschreiten.

Es mag noch bemerkt werden, dass bei der Projectirung von Bahnlinien auf ausreichendes Terrain für die erste Stationsanlage und für Erweiterung derselben besonderes Gewicht zu legen ist. Während bei der freien Bahn, wie oben (§. 12) nachgewiesen wurde, von einem Terrainankauf für das zweite Gleis oft Abstand genommen werden kann, ist ein solcher bei Stationsanlagen in der Regel für mehrere Ergänzungsgleise in Aussicht zu nehmen und zeigt sich auch hier wieder eine wesentliche Abweichung in der Behandlung der Stationen von der Behandlung der freien Bahn.

§. 15. *Besondere Rücksichten, welche bei der Projectirung von Bahnlinien in der Ebene und in Thälern zu nehmen sind.* — Die allgemeinen Bemerkungen, welche im Vorstehenden bei verschiedenen Gelegenheiten über die Eigenthümlichkeiten der Bahnen gemacht wurden, welche unter günstigern Terrainverhältnissen, also in Hoch- und Tief-ebenen quer gegen die Wasserläufe, sowie in Thalsohlen erbaut werden, sind nunmehr noch zu ergänzen durch Hervorhebung einiger Erfahrungssätze, welche die bezeichneten Bahnen betreffen.

1. Die festen Punkte, welche für Linien in der Ebene zunächst aufzusuchen sind, werden in der Regel die Plätze für die Eisenbahnstationen und diejenigen Stellen sein, welche durch die zwischen den Stationen liegenden Ortschaften bedingt werden. In vielen Fällen wird es ausführbar erscheinen, von Ort zu Ort mit geraden Linien durchzugehen, unbeirrt durch die dazwischen liegenden kleinen Hindernisse, die Erhebungen und Einsenkungen des Terrains u. s. w. Nicht selten stellt es sich heraus, dass die Umgehung solcher Hindernisse zwar Ersparung in den Baukosten zu Wege bringt, dass aber dieselben durch die grössern Betriebskosten, welche eine Folge der entstandenen Mehrlänge sind, vollständig wieder aufgewogen werden.

Man vergl. hierüber Zeitschrift für Bauwesen 1861 p. 508 :

»Die wesentlichste Eigenthümlichkeit der Vorarbeiten in flachem Terrain mit (fast) horizontalen Querprofilen besteht darin, dass die Richtung meist unabhängig von den zu überwindenden Höhenverhältnissen gewählt werden kann, also das Längennivellement gegeben ist, und dass es dann nur darauf ankommt, die Unebenheiten in diesem Längennivellement durch entsprechende Auf- und Abträge auszugleichen.«²⁷⁾

²⁷⁾ Eine weitere charakteristische Eigenthümlichkeit der Bahnen in der Ebene besteht darin, dass die technischen Rücksichten sich den volkswirtschaftlichen in der Regel vollständig unterordnen müssen, während bei Linien, welche bedeutendere Wasserscheiden übersteigen, die Technik weit mehr in den Vordergrund tritt.

2. Steigungen in unmittelbarer Nähe der Bahnhöfe sind im Allgemeinen schädlich, weil sie das Ingangkommen langer und schwerer Züge hindern, am nachtheiligsten sind also zwei vom Bahnhofe nach jeder Seite hin ansteigende Strecken. Man wird jedoch hierbei den Character der Station zu berücksichtigen haben. Auf grössern Stationen mit Maschinenständen kann man auf »Nachschieben« durch die Reservemaschine des Bahnhofes rechnen; andererseits pflegen auf ganz kleinen Stationen die schwersten Züge (Kohlenzüge u. s. w.) nicht zu halten. — Am zweckmässigsten liegt ein Bahnhof auf einer Scheitelsecke d. h. zwischen zwei nach dem Bahnhofe hin ansteigenden Strecken, weil bei dieser Lage die Geschwindigkeit der ankommenden Züge durch die Steigung ermässigt und diejenige der abfahrenden Züge in erwünschter Weise beschleunigt wird.

3. Kurze Steigungen in freier Bahn, bei denen die erstiegene Höhe nicht mehr wie 4 bis 5^m beträgt, sind ohne wesentlichen Nachtheil, weil solche Steigungen durch das Beharrungsvermögen der Bahnzüge überwunden werden. Das angegebene Maass ergibt sich durch folgende Betrachtung. Wenn man die Geschwindigkeit eines Güterzuges auf horizontalen Strecken der freien Bahn zu 4 Meilen pro Stunde (9^m pro Secunde) annimmt, so ist die entsprechende Geschwindigkeitshöhe = 4,2^m. Wenn also die Maschine auch nur die Arbeit entwickelt, welche erforderlich ist, um die Reibungswiderstände der Fuhrwerke zu überwinden, so wird die Trägheit der Masse des Zuges hinreichen, um eine Höhe von 4,2^m zu ersteigen. Man spricht in solchen Fällen wohl von »mit Anlauf überwundenen« Steigungen. Schnellzüge werden ganz erhebliche Höhen mit Anlauf ersteigen können und findet auf kürzern Steigungen eine merkliche Verminderung ihrer Geschwindigkeit nicht statt. Man kann also in den fraglichen Fällen unbedenklich sogenannte verlorene Steigungen anordnen und findet überhaupt die sonst für den Eisenbahnbau geltende Regel, dass dergleichen möglichst zu vermeiden sind, bei Bahnen in der Ebene nur sehr beschränkte Anwendung. Namentlich haben bei Ueberschreitung von Flussthälern die Rampen, welche rechts und links der Brücken angelegt werden, um die nöthige Höhe für die Gewölbe, die Träger u. s. w. zu gewinnen, keinerlei Uebelstände für den Betrieb, wenn sie in gehöriger Entfernung von den Stationen liegen. Auch braucht man mit der Wahl des Steigungsverhältnisses in den angegebenen Fällen nicht ängstlich zu sein.

4. Bei Bahnen in der Ebene hat man dahin zu streben, die Gradienten (Nivelletten) möglichst hoch über dem Terrain zu halten. Die sonst geltende und beachtenswerthe Regel, dass die Massen der Einschnitte und Dämme sich ziemlich ausgleichen sollen, hat geringen Werth für die fraglichen Bahnen, indem grosse Transportweiten nicht selten die vollständige Verwendung der Einschnittmassen zu den Dammschüttungen unökonomisch machen. Die Bahn liegt auf Dämmen in der Regel trockener und deshalb fester, wie in Einschnitten, unter den letztern sind die flachern den Schneesverwehungen²⁸⁾ allzusehr ausgesetzt. Auch erfordern Dammböschungen oft geringere Unterhaltungskosten wie Einschnittsböschungen.

5. Wenn die Bahnlinie, wie es bei Bahnen der fraglichen Art wohl der Fall ist, in der Nähe einer vorhandenen Strasse liegt, so wird nicht selten die Wahl zwischen einer doppelten Uebersetzung der Strasse und einer Verlegung derselben parallel zur Bahn erforderlich. Im Allgemeinen ist behuf Einschränkung der Zahl frequenter Ueberfahrten das zuletzt genannte Verfahren vorzuziehen, selbst wenn die Kosten der Bahnanlage dadurch wachsen, und die Linie dem entsprechend zu legen.

²⁸⁾ Einer Besprechung der Sicherung der Bahn gegen Schnee wird ein besonderes Capitel im 4. Bande gewidmet. Dasselbe wird die nöthigen Ergänzungen über die auf diesen schlimmen Feind zu nehmenden Rücksichten bringen. Hier wurde deshalb auf diesen Punkt, obwohl er oft von Einfluss auf die Bahntracirung ist, nicht näher eingegangen.

6. Bei Bahnen in der Thalsole werden die Höhen nicht selten durch das Hochwasser der Flüsse bedingt, man hat alsdann die Bahnkrone (Schienenfuss) 0,7 bis 1^m über den höchsten bekannten Wasserstand zu legen.

Wenn bei Bahnen in der Ebene in der Regel die Rücksichten auf ein elegantes Aligement der Bahn vorwalten und sich dem entsprechend lange gerade Linien, durch kurze Curven verbunden, gewöhnlich ergeben, so wollen bei Bahnen in der Thalsole Höhen- und Richtungsverhältnisse sorgfältig gegeneinander abgewogen sein, ohne dass die einen oder die andern als dominirend bezeichnet werden könnten.

§. 16. *Besondere Rücksichten bei entwickelten Linien im Hügellande und im Gebirge.*
— Bei entwickelten Linien im Hügellande und im Gebirge dominiren die Höhenverhältnisse, mit diesen Worten lässt sich sowohl der allgemeine Gesichtspunkt, aus welchem dergleichen Linien zu beurtheilen sind, andeuten, wie auch der erste Anhaltspunkt für die Tracirungsarbeiten geben. Als besondere Punkte, welche bei Bahnen der fraglichen Art zu beachten sind, wären folgende namhaft zu machen:

1. Man stellt mit Recht die Regel auf, dass stetige und ununterbrochene Steigungen, soweit dieselben nicht durch die Rücksichten auf schärfere Curven zu modificiren oder durch die Rücksichten auf das Wassernehmen der Maschinen zu begrenzen sind, am vortheilhaftesten für den Betrieb seien. Dem entsprechend sind verlorene Gefälle als ein grosser Uebelstand bei Linien der fraglichen Art zu betrachten. Die Unterbrechung der Rampen bei längern Steigungen, wie solche durch die Bahnhofs-Horizontale sich ergibt, kann im Allgemeinen als vortheilhaft bezeichnet werden (vergl. die Mittheilung über die Enquête von 1863, Organ 1866 p. 183). Dagegen unterliegt es keinem Zweifel, dass es noch vortheilhafter wäre, wenn man die von den Bahnhöfen eingenommenen Längen zur Ermässigung der Steigung nutzbar machen könnte. Stationen in stark ansteigenden Strecken erfordern in der Regel grosse Opfer, welche sich nur für Orte von einiger Bedeutung motiviren lassen.

2. In den Tunneln hat eine Ermässigung der Maximalsteigung stattzufinden. Die Feuchtigkeit, welche daselbst herrscht, verhindert das Trocknen der Schienen. Es kann somit in Tunneln leicht der Fall vorkommen, dass die Adhäsion der Maschinen ungenügend wird, was auf freier Bahn nur bei sehr ungünstigen Witterungsverhältnissen vorkommt. Auf der Bahn von Turin nach Genua hat man die Erfahrung gemacht, dass Züge, welche Rampen von 35 ‰ unter freiem Himmel ohne Schwierigkeiten erstiegen, im Tunnel mit 28,7 ‰ Steigung nicht selten liegen blieben. Man empfiehlt eine Verminderung der Steigung von 2 bis 3^{mm} pro Meter, jedoch muss die Beschaffenheit des Gebirges behuf Beurtheilung des muthmaasslichen Grades der Feuchtigkeit berücksichtigt werden.

3. Stationen, besonders Trennungsstationen, welche am Ausgange von Einschnitten oder Tunneln liegen, haben einen gefährlichen Platz, namentlich wenn die Bahntrace der Nachbarschaft gleichzeitig in einer Curve liegt.

4. Bei Bahnen mit stärkern Steigungen ist auf Ausrundung der Gefällwechsel oder Visirbrüche (vergl. §. 3 der »Grundzüge«) und auf Anordnung von Uebergangscurven schon bei der detaillirten Bearbeitung des Projects Rücksicht zu nehmen, während die angedeuteten Punkte bei Bahnen in der Ebene erst bei Herstellung des Oberbaues in Frage kommen. Es wird sonach gestattet sein, die nähere Besprechung der Gefällwechselausrundung und der Uebergangscurven für das 8. Capitel dieses Bandes aufzusparen.

5. Die engen Grenzen, welche den Krümmungshalbmessern der Bahncurven gesteckt sind, bedingen bei beschränktem Terrain, in engen Thälern u. s. w. mitunter die

Anlage von »Kopfstationen«. ²⁰⁾ In solchen Fällen erhält die Bahntrace die in nebenstehender Figur dargestellte Grundform; was beim Eintritt in die Kopfstation *A* der Anfang des Zuges war, wird beim Austritt aus derselben das Ende.

— Man hat versucht, eine ähnliche Anordnung auch auf freier Bahn, unabhängig von den Stationen anzubringen, um an Kosten bei stark ansteigenden Bahnstrecken zu sparen, und zwar in der Weise, dass man unter Anwendung zweier in mässiger Entfernung liegender »Spitzkehren«, welche durch eine horizontale oder wenig ansteigende Strecke von einander getrennt sind, den Zug am Ende einer Steigung halten, dann eine kurze Strecke schieben und wieder halten lässt, um sodann in eine neue Steigung einzutreten. Ein solches Arrangement (Zick-Zack-Tracirung) ist u. A. auf der Gebirgsbahn über die Blue Mountains in Australien (s. E. V. Z. 1866 p. 56) ausgeführt. Für deutsche Hauptbahnen ist dasselbe als zu gefährlich noch nicht zur Anwendung gekommen, und namentlich für die Gotthardbahn als unzulässig erklärt.

Bei dieser Gelegenheit ist zu erwähnen, dass bei Bahnen im Hochgebirge eine Anzahl weiterer interessanter Punkte in Frage kommen, welche indess ihres vereinzelt Auftretens wegen hier nicht näher erörtert werden können. Unter den Aufsätzen, welche hierüber Aufschluss geben, werden nachstehend einige leicht zugängliche aufgeführt:

Perdonnet, Traité IV p. 179 (Mont-Cenis-Bahn).

*Ueberschienung der Schweizer Alpen. Organ 1866 p. 88 ff.

*Die Eisenbahnverbindungen mit Italien, unter besonderer Berücksichtigung der Gotthardlinie. Zeitschrift für Bauwesen 1866 p. 105.

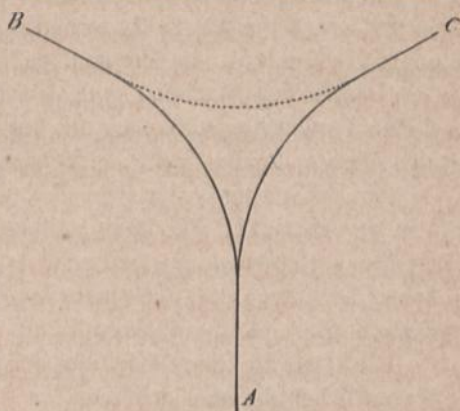
Die Bauten der Brenner-Bahn. Daselbst 1867 p. 276 und E. V. Z. 1867 p. 489.

Die provisorische Bahn über den Mont-Cenis. Organ 1866 p. 77.

Der Uebergang über den Semmering. Eb. Z. 1845 p. 81, daselbst 1849 p. 337, ferner Zeitschrift für Bauwesen 1851 p. 355 bis 376.

§. 17. *Uebersicht derjenigen Arbeiten, welche bei der speciellen Bearbeitung einer Bahnlinie, der Expropriation u. s. w. vorkommen.* — Es war uns die Aufgabe gestellt, in dem vorliegenden Capitel, dessen Schluss wir uns jetzt nähern, die Principien der Bahntracirung — soweit dies überhaupt am Eingange unseres Werkes geschehen kann — zu besprechen. In den folgenden Capiteln wird nun auf die Details der eigentlichen Bahn, den Oberbau, die Stationsanlagen u. s. w. sofort eingegangen werden und scheint es somit angezeigt, an dieser Stelle wenigstens eine Uebersicht über die beim Bahnbau überhaupt vorkommenden Arbeiten zu geben. Wir lassen derselben schliesslich in §. 18 einige Notizen über Werke und Aufsätze folgen, welche Aufschluss geben über die bei den speciellen Vorarbeiten und Expropriationen vorkommenden Arbeiten, deren nähere Erörterung des beschränkten Raumes wegen nicht möglich ist.

²⁰⁾ Jede Trennungsstation ist Kopfstation für einen der drei Verkehrsströme, wenn nicht etwa zwischen den Bahnarmen *AB* und *AC* (s. Holzschnitt) eine Verbindungscurve *BC* eingelegt wird. Es gilt als Regel bei Anlage von Trennungsstationen, dass die Züge der Hauptverkehrsströme ihre Richtung auf derselben nicht ändern sollen.



Auf die generellen Voruntersuchungen (vergl. auch oben §. 13) folgen die speciellen Vorarbeiten für den Bau, an welche sich sodann die Bauausführung anreihet.

Die generellen Vorarbeiten schliessen mit der Genehmigung des Baues und zwar am besten auf Grund eines definitiv formulirten Bauprogramms, durch welches also die Hauptpunkte der Linie, die Maximalsteigungen, die zulässigen Krümmungen, überhaupt alle die Punkte fest zu stellen sind, deren Besprechung wir nunmehr beendigt haben; die speciellen Vorarbeiten schliessen mit der Genehmigung des Bauangriffs, die Ausführung mit der Abgabe des Baues an den Betrieb.

Der Schwerpunkt der speciellen Vorarbeiten sowohl, wie der Ausführungsarbeiten liegt in der Thätigkeit der Bauingenieure, an die ihnen zufallenden Arbeiten schliessen sich indess verschiedene geometrische Arbeiten an, wie denn andererseits der Bau schon bei seiner Einleitung und noch mehr bei seiner Ausführung der Hülfe und Mitwirkung der Betriebs-Technik nicht entbehren kann.

Die Geschäfte der Bauleitung der Ingenieure sind in ihrer üblichen Reihenfolge im Wesentlichen die nachstehenden:

A. Specielle Vorarbeiten.

Organisation des Baudienstes, Anstellung des Personals, Ausarbeitung oder Revision der Instructionen, der Normalpläne für die Bauausführung u. s. w.

Genaue Ermittlung der dem Bahnprogramm am besten entsprechenden und mit den geringsten Baukosten auszuführenden Linie (Detailtracirung).

Aussteckung der Bahnachse und definitives Nivellement des Längenprofils. Aufnahme der Querprofile.

Vorstudien für die Bearbeitung der Pläne und Kostenanschläge, namentlich Verhandlungen mit den Interessenten, den Weg- und Wasserbauverwaltungen etc. über die Wege und Wasserzüge.

Ausarbeitung der Projecte und Aufstellung der Kostenanschläge.
(Genehmigung des Bauangriffs.)

Expropriation.

B. Ausführung des Baues.

Contractsabschlüsse.

Controlirung der Bauausführung.

Abrechnung.

Abgabe der Bauobjecte an die Betriebsverwaltung, zum Theil auch an Wegbauverwaltungen, Gemeinden etc.

Den Geometern fallen folgende Arbeiten zu:

a. nach definitiver Aussteckung der Bahnachse:

Vermessung der für den Bau erforderlichen Grundflächen und Anfertigung der Güterverzeichnisse (Expropriationstabellen).

b. bei Vollendung der Bahn:

Abtheilung der Bahn,

Revision der Güterverzeichnisse,

Eingrenzung des Bahnterrains,

Vollendung der Expropriationskarten.

Die Mehrzahl der zur Ausführung gelangenden Bahnen wird einem vorhandenen Bahncomplex sich anschliessen und kann deshalb schon bei den Vorarbeiten und bei der Ausführung die Mitwirkung der Eisenbahnbetriebsverwaltung in Anspruch genommen werden. Eine solche Mitwirkung hat schon während der generellen Vorarbeiten bei Beschlussfassung über Steigungsverhältnisse, Curven u. s. w. stattzufinden, sie ist ferner von Nutzen:

- a. in Betreff der Erhebungen über die Verkehrsverhältnisse der Bahn und der von der Bahn berührten Orte, behuf Aufstellung der Programme für die Stationen,
- b. in Betreff der Beschaffung der Materialien, soweit bestehende Werkstätten und Magazinverwaltungen dabei in Anspruch genommen werden,
- c. in Betreff der Beschaffung der Fahrzeuge, der Signalvorrichtungen, der Ausrüstung der Bahnhofsgebäude u. s. w.

Im Anschluss an vorstehende Uebersicht dürfen noch einige Bemerkungen über die Karten und Profile der Bahnen aufgenommen werden, denn in ihnen gelangen die Alignements- und Höhenverhältnisse, von denen im Vorstehenden wiederholt die Rede war, zur bildlichen Darstellung, ferner auch sind es die genannten Zeichnungen, welche von allen gelegentlich eines Bahnbaues angefertigten den grössten dauernden Werth, insbesondere auch für die Betriebs-Technik haben.

Die erste Bemerkung betrifft die Nullpunkte für die in den Längenprofilen niedergelegten Nivellements. — Es ist ganz natürlich, dass man diese Nullpunkte von den Wasserbauten entlehnte; denn die Eisenbahnen fanden bereits ausgedehnte dergleichen Bauten vor und traten mit ihnen in mannigfache Beziehung, auch hatten jene Nullpunkte eine angemessene tiefe Lage, so dass die auf sie bezogenen Höhenzahlen (Coten) stets positiv ausfielen.

Bei der Isolirung der ersten Bahnlinien von einander musste natürlich die Wahl des Nullpunktes den einzelnen Eisenbahnverwaltungen anheim fallen. Man trifft somit auf verschiedene Annahmen, sobald man die Grenze eines Bahncomplexes oder eines Landes überschreitet.

Wir machen nachstehend einige der gebräuchlichen Nullpunkte namhaft, ohne jedoch auf Vollständigkeit Anspruch machen zu wollen:

- Sämmtliche ältere preussische Staatsbahnen: Nullpunkt des Amsterdamer Pegels;
 Rheinische Bahn, Bonn-Kölner und Köln-Mindener Bahn: Nullpunkt des Rhein-Pegels zu Köln³⁰⁾;
 Oesterreichische Südbahn und Brennerbahn: Spiegel des Adriatischen Meeres zu Triest;
 Sächsische Bahnen: Nullpunkt des Elbpegels zu Dresden (108,46^m über dem Ostseespiegel);
 Bayerische Staatsbahnen: Nullpunkt des Pegels zu Donauwörth;

³⁰⁾ Nach einer Angabe in Eb. Z. 1850 p. 70. Der Nullpunkt des Amsterdamer Pegels gilt als mittlerer Wasserstand der Nordsee.

Die übrigen Notizen verdanken wir grösstentheils dem Herausgeber. Der vorstehend angezogene Aufsatz enthält interessante Notizen über »Nivellements-Pläne von den Eisenbahnen des Preussischen Staats«, unter andern auch Angaben über die Differenzen der auf verschiedenen Wegen geführten Nivellements.

Badische Staatsbahnen, auch Main-Neckar-Bahn: Nullpunkt des Neckarpegels zu Mannheim;

Hannoversche Bahnen: grösstentheils Nullpunkt des Pegels zu Harburg, einige auch Nullpunkt des Emdener Pegels;

bei den Braunschweigischen Bahnen (vergl. Organ 1856 p. 114) liegt die Haupt-Horizontale 10' braunsch. unter Schienenfuss am nördlichen Ende der Stationshalle zu Braunschweig (242,85 braunsch. Fuss oder 69,31^m über dem Nullpunkt des Harburger Pegels).

Es lässt sich nicht verkennen, dass es wünschenswerth wäre, wenn alle Höhenangaben bei den deutschen Eisenbahnen auf ein und denselben Nullpunkt bezogen würden. Es müssten aber durch Verlassen der gebräuchlichen und Einführen neuer Nullpunkte den einzelnen Verwaltungen namhafte Unzuträglichkeiten erwachsen, so dass eine Abänderung derselben für grössere Bahngruppen wohl zu den frommen Wünschen gerechnet werden muss. Dagegen wäre eine Zusammenstellung und Publicirung der Ermittlungen, welche von den Verwaltungen behuf eines Vergleichs der verschiedenen Nullpunkte mit einander sicher schon gemacht sind, ein nützlich und keineswegs schwieriges Unternehmen. Als Ausgangspunkt für eine solche Reduction dürfte sich der Nullpunkt des Amsterdamer Pegels wegen seiner weiten Verbreitung und wegen seiner historischen Berühmtheit am besten eignen.

Durch Angabe der Beziehung der Horizontalen der Längenprofile zum Nullpunkt des Amsterdamer Pegels wird eine Controlirung der Nivellements bei Bahnanschlüssen an den Landesgrenzen erleichtert, namentlich werden aber auch die Längenprofile der Bahnen brauchbar gemacht zu unmittelbarer Verwendung für Zwecke der Topographie, der grossen Nutzen zu stiften sie ohne Zweifel berufen sind.

Es mag hier ferner bemerkt werden, dass behuf Conservirung der durch die Eisenbahmnivellements gewonnenen Resultate auf Herstellung zuverlässiger Fixpunktverzeichnisse, auf solide Bezeichnung der Fixpunkte und namentlich auch auf Eintragung derselben in Karten und Profile ein grosser Werth zu legen ist. (Vergl. Heider, Traciren der Eisenbahnen p. 71 und p. 87.) Eine sorgfältige Angabe der Fixpunkte in den Längenprofilen, welche wohl noch nicht allgemein üblich ist, haben wir u. A. in den veröffentlichten Profilen der Badischen Odenwaldbahn gefunden.

Die sonstigen Punkte, welche bei Herstellung des Längenprofils einer Bahn in Frage kommen, sind bekannt. Dasselbe soll im Verein mit den Situationsplänen ein möglichst vollständiges Bild aller Verhältnisse der Bahnstrecke liefern. Die Steigungen, die Curven, die Auf- und Abträge nebst Futtermauern, die Brücken- und Durchlässe, die Flusscorrectionen u. s. w. müssen aus diesen wichtigen Documenten in zuverlässigster Weise ersichtlich sein. Es genügt aber kaum, dass die genannten Gegenstände, welche gleich anfangs im Interesse der Bauausführung in Profile und Karten verzeichnet zu werden pflegen, in ihnen enthalten sind. Beim Abschluss eines Baues sollten auch die kleinern Baulichkeiten, deren Einzelheiten zum Theil erst kurz vor Beendigung des Baues festgestellt zu werden pflegen (Barriären, Signalvorrichtungen u. s. w.), in Karten und zum Theil auch in Profile eingetragen werden, seien es nun die beim Bau benutzten oder besondere für die Zwecke der Verwaltung der Bahn übersichtlich angefertigte.

Werth ist ferner auf eine zweckmässige Ausstattung der Karten und Profile zu legen. In dieser Beziehung sind wohl die Muster, welche in Etzel's «Oesterreichische Eisenbahnen» enthalten sind, das beste, was bis jetzt existirt. Da das genannte theuere Werk nicht Jedem zugänglich ist, so wird manchem Leser die Aufnahme einer Zeichnung (Tafel II) willkommen sein, welche Längenprofil und Situation einer Bahnstrecke, nach

jenen Mustern gearbeitet enthält.³¹⁾ Der Hinweis auf diese Tafel macht zugleich eine weitere Besprechung der bei Herstellung der Karten und Profile zu beachtenden Einzelheiten entbehrlich.

Literatur.

a. Werke und Aufsätze, welche die beim Detail-Traciren vorkommenden Arbeiten betreffen.

- * Heyne. Das Traciren der Eisenbahnen in vier Beispielen und einem Anhang. Mit Atlas. Wien, Beck 1865. (Gründliche Darstellung fast aller beim Traciren vorkommenden Arbeiten.)
- * Organisation des Baudienstes der Schweizerischen Centralbahn. Basel, Schweighauser 1854. (Etzels Instructionen für genannte Bahn mit Normalien für Situationspläne, Längenprofile etc. Die letztern finden sich noch schöner ausgestattet in »Oesterreichische Eisenbahnen, entworfen und ausgeführt von C. von Etzel. Wien, Beck«.)
- * Leitung von Vorarbeiten für Eisenbahnen. Zeitschr. f. Bauw. 1861 p. 508.
- Ueber das Ausstecken langer gerader Linien durch Leuchtsignale. Organ 1862 p. 66.
- Grundsätze für die Tracirung, Vermessung und Kartirung der Eisenbahnen im Herzogthum Braunschweig. Organ 1856 p. 101.

b. Ueber Expropriationen vergleiche man:

- * Die Ausführung des Grunderwerbs für den Bau der Altenbecken-Holzwindener Bahn. Zeitschr. f. Bauw. 1867 p. 205.
- * Das Verfahren bei der Feststellung der Entschädigung im Expropriationsverfahren von Endemann. E. V. Z. 1862 p. 17.
- Zur Ausführung der Expropriation. E. V. Z. 1862 p. 421.
- Practische Bemerkungen über den Erwerb des Grund und Bodens zu Eisenbahnen. E. V. Z. 1864 p. 525.
- Kosten des Grunderwerbs für die deutschen Vereinsbahnen. E. V. Z. 1863 p. 150.
- (Expropriationsgesetz findet man namentlich Eb. Z. Jahrgänge 1843, 1846, 1852; ferner E. V. Z. 1866 p. 418 [das französische Expropriationsgesetz]. Dasselbst 1867 p. 237 [das neue Oldenburgische Expropriationsgesetz]. Man vergl. auch E. V. Z. 1864 p. 41 »Ueber den Entwurf des neuen preussischen Expropriationsgesetzes«.)

c. Genauere Angabe der Titel von Werken und Zeitschriften, auf welche in den §§. 1 bis 17 verwiesen ist.

- * Perdonnet. Traité élémentaire des chemins de fer. Paris, Garnier frères 1865. I. Band p. 111 und IV. Band p. 129 (Besprechung der Principien der Bahntracirung und der Tracen vieler ausgeführter Bahnen).
- * Couche. Voie, Matériel roulant et exploitation technique des chemins de fer. Paris, Dunod 1867. p. 1 (Ausführliche Besprechung der Spurweiten).
- Heider. Systematische Anleitung zum Traciren der Eisenbahnen. Leipzig, Schrag 1860. (Vollständige, aber gedrängte Uebersicht der Principien der Tracirung und der beim Traciren vorkommenden Arbeiten.)
- (Joseph Stummer Ritter von Traunfels. Practische Anleitung zum Traciren der Eisenbahnen. Weimar, Voigt 1867. Berührt auch die Kostenberechnungen. — Viele Tabellen.)
- Tredgold. A practical treatise on rail-roads and carriages. London, J. Taylor 1825.
- (Becker. Strassen- und Eisenbahnbau. Stuttgart, C. Macken.)

Die bekannten Zeitschriften für Eisenbahnwesen wurden mit folgenden Abkürzungen bezeichnet:

- Organ: Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Wiesbaden, Kreidels Verlag.
- Fortschritte: Fortschritte der Technik des deutschen Eisenbahnwesens in den letzten acht Jahren. Erster Supplementband des Organs. 1866.
- Eb. Z.: Eisenbahnzeitung, redigirt von Etzel und Klein. Stuttgart, Commission der Metzler'schen Buchhandlung.
- E. V. Z.: Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen. Leipzig, Hinrich'sche Buchhandlung.

³¹⁾ Das betreffende Blatt wird in Farbendruck ausgeführt und kann erst mit der zweiten Hälfte des ersten Bandes geliefert werden, da die Herstellung längere Zeit erfordert. Eine Tafel zur Erläuterung einer zweckentsprechenden Behandlung der Expropriationskarten, gleichfalls in Farbendruck, gedenken wir mit dem vierten Bande zu bringen.

III. Capitel.

Herstellung der Erdkörper.

Bearbeitet von

Gustav Meyer

Eisenbahnbau-Inspector in Osnabrück.

§. 1. *Uebersicht. Querprofile der Auf- und Abträge. Kronenbreite.* — Wenn der Titel des vorliegenden Handbuches anzeigt, dass die Erdarbeiten von der Abhandlung über Eisenbahnbau ausgeschlossen bleiben sollen, so bezieht sich dieser Ausschluss auf alle die Fragen, welche den Betrieb der Erdarbeiten, die technischen Vorarbeiten und die administrative Disposition betreffen und von Bedeutung sind für die ökonomische und rasche Ausführung.

Diejenigen Fragen aber, welche den Erdkörper als solchen zum Gegenstande haben, seine Lage, seine Dimensionen, seine Formen und die auf Erhaltung derselben gerichteten Vorsichts-Maassregeln, sowie die Mittel zur Wiederherstellung gestörter Anlagen, sollen uns in diesem dritten Abschnitte hauptsächlich beschäftigen.

Dabei ist es zweckmässig erschienen, die Auf- und Abträge bei der Verschiedenheit ihrer Anlage und ihres Verhaltens gegen äussere Einwirkungen auch getrennt zu behandeln, wenigstens soweit, als die Arbeiten zur Herstellung und Sicherung derselben besprochen werden. Bei Einschnitten ist es vorzugsweise der Schutz der blosgelegten Wände, im weitesten Sinne, welcher in Frage kommt, bei Aufträgen, ausser den Böschungen, die bewegte Masse des Auftrages selbst und der Boden, welcher ihn trägt.

Die Reihenfolge nun, in welcher wir den vorliegenden Stoff bearbeiten, soll die sein, dass wir zunächst die Querprofile der Auf- und Abträge und die Böschungsneigungen in verschiedenem Terrain besprechen, daran die Anlagen zur Sicherung und Reparatur der Einschnitte und Dämme anschliessen, sodann die Entwässerung des Planums und schliesslich die Besamung und Bepflanzung der Böschungen behandeln.

Die Querprofile der Erdkörper werden bestimmt:

1. durch die Kronenbreite der Bahn,
2. durch die Böschungen und
3. durch Anlagen zum Schutz und zur Unterhaltung des Bahnkörpers und des Oberbaues. Sie sind abhängig von der Bodenbeschaffenheit, der Terrainbildung, dem Klima, dem Werthe der getroffenen Ländereien und anderen localen Verhältnissen. In den späteren Paragraphen dieses Abschnittes werden sie specieller erörtert werden; hier nur soweit, als sie für die Aufstellung der Normalprofile von Einfluss sind.

Die auf die Kronenbreite bezüglichen Beschlüsse des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen sind folgende:

„I. §. 2. Die Kronenbreite in einer horizontalen Linie durch die Unterkante der Schienen gemessen, soll bis zum Durchschnittspunkte der Böschungslinien bei einer zweigleisigen Bahn nicht weniger als 7,5^m, bei einer eingleisigen Bahn nicht weniger als 4,0^m betragen.

§. 7. Die Bahngleise in der freien Bahn sollen vom Mittel zu Mittel nicht weniger als 3,5^m von einander entfernt sein.“

Bei einer eingleisigen Bahn ist für die Kronenbreite der Erdkörper im Wesentlichen nur die Construction des Oberbaues, dessen sichere Lagerung, besonders gegen seitliche Verschiebung, maassgebend. Für das Minimum der Kronenbreite von 4^m ergibt sich von der Mitte jeder Schiene bis an die Planumskante eine Breite von 1,25^m und bei dem Oberbau mit Querschwellen, wenn deren Länge zu 2,5^m (= 8 Fuss) angenommen wird, vor jedem Schwellenkopf eine Breite des Bettungs-Materials von 0,75^m. Bei einem Oberbau auf Langschwellen wirkt die Masse des Bettungs-Materials an jeder Seite der Schiene günstiger gegen seitliche Verschiebung des Gleises. Verlangt man daher für beide Constructionen eine gleiche Sicherheit in dieser Hinsicht, so würde das Langschwellensystem eine geringere Kronenbreite zulassen, als das der Querschwellen.

Bei doppelgleisigen Bahnen kommt als zweiter Factor bei Bestimmung der Kronenbreite das Profil der Eisenbahn-Fahrzeuge in Betracht. Nach den technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen darf die Breite der Locomotiven und bei Personen- und Gepäckwagen die Ausladung der Tritte 3,05^m nicht übersteigen. Wenn nun die Bahngleise in der freien Bahn nicht weniger als 3,50^m von einander entfernt sein sollen, so ergibt sich bei zwei sich begegnenden Eisenbahnzügen ein Spielraum von 0,45^m der zum Zweck der während der Fahrt vorzunehmenden Manipulationen und aus anderen Rücksichten, die hier nicht weiter erörtert zu werden brauchen, für nothwendig erachtet ist.

Rechnet man die Gleisbreite von Mitte zu Mitte der Schienen zu 1,50^m, unter Annahme der Spurweite von 1,435^m und einer Breite des Schienenkopfes von 0,065^m, so vertheilt sich die ganze Kronenbreite bei zweigleisigen Bahnen auf:

die Zwischenweite zwischen den beiden Gleisen	= 2 ^m
die beiden Gleise à 1,50 ^m	= 3 ^m
die beiden Aussenbankette zwischen äusserer Schiene und Planumskante à 1,25	= 2,50
zusammen:	7,50 ^m ;

bei eingleisigen auf:

das Gleis	= 1,50 ^m
die beiden Aussenbankette à 1,25	= 2,50 ^m
zusammen:	4,00 ^m .

Auf den meisten deutschen Bahnen ist die Kronenbreite etwas grösser, als durch die Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen festgestellt. So namentlich haben viele Preussische Bahnen bei zweigleisigem Bahnkörper eine Breite von 25 Fuss Pr. (= 7,85^m), bei eingleisigem 15' (= 4,71^m). Ein ähnliches Maass kommt auf den Süddeutschen Bahnen vor; in Württemberg z. B. macht man die Kronenbreite bei eingleisiger Bahn 4,58^m (16' Württb.), bei doppelgleisiger 7,74^m (27') und die Entfernung der Gleismitten 3,72^m (13'). Die älteren Hannoverischen Bahnen haben eine Kronenbreite von 8,18^m (= 28' Hannov.), welche in den neueren Projecten auf 8^m reducirt ist; dabei beträgt die Entfernung zwischen den Gleismitten 3,765^m. Mehrere Französische Bahnen

sind in der Höhe der Schienen-Oberkante $7,2^m$ breit; auf die Unterkante der Schienen reducirt, entspricht dieses Maass nahezu der oben angegebenen Minimalbreite.¹⁾ Die Entfernung der Gleismitten ist auf Französischen und Englischen Bahnen häufig auf $3,30^m$ eingeschränkt.

Für die eigentlichen Erdarbeiten, namentlich auch bei Berechnung der Erdmassen, ist die Formationsbreite, d. h. die Breite der Dämme und Einschnitte in der Höhe der Bettungssohle, von Wichtigkeit. Wird die Bettung nicht in Form von Bettungsgräben oder Koffern, sondern als freiliegender Körper ausgeführt und nimmt man die Stärke derselben im Mittel zu $0,5^m$ an, so erhält man bei einer Kronenbreite von $7,5^m$ (resp. 4^m) und einer Böschungs-Anlage von $1\frac{1}{2}:1$, die mittlere Breite unter dem Bettungskörper zu 9^m für doppelgleisige Bahnen und von $5,5^m$ für eingleisige (vergl. Fig. 9, Taf. III). In Aufträgen giebt dieses Maass die Formationsbreite, wenn man nicht zu beiden Seiten des Bettungskörpers noch Bankette anlegt, was auf deutschen Bahnen nicht üblich, dagegen häufig auf Französischen und Englischen vorkommt (vergl. Fig. 10, Taf. III). In letzterem Falle ist die Breite der beiden Bankette zuzusetzen.

Bei Abträgen wird die Formation um den Raum für die auf beiden Seiten des Bettungskörpers herzustellenden Einschnittsgräben breiter als bei Aufträgen. Die Tiefe dieser Gräben unter der Bahnkrone variiert gewöhnlich zwischen 2 und 3 Fuss Preussisch ($0,63^m$ und $0,94^m$). Werden zur Trockenlegung des Planums nicht noch besondere Entwässerungs-Anlagen ausgeführt, so dürfte es gerathen sein das Maass von $0,75^m$ als Minimum festzuhalten.

Die Sohlenbreite der Einschnittsgräben richtet sich nach dem Wasserquantum, welches sie abzuführen haben. Ist dieses nur gering, so kann eine Breite von $0,30^m$, wie sie häufig vorkommt, ausreichend sein, besonders wenn oberhalb der Einschnittsböschung noch ein Graben zur Entwässerung des Terrains angelegt wird. Besser indess dürfte es sein, als Minimum $0,40^m$ anzunehmen. Bei diesem Maasse und bei einer Grabentiefe von $0,75^m$, unter Festhaltung ferner der Minimalkronenbreite von $7,50^m$ (resp. 4^m), der Höhe des Bettungskörpers von $0,50^m$ und des Böschungs-Verhältnisses von $1\frac{1}{2}:1$ ergibt sich beispielsweise für Einschnitte ohne Bankette eine Formationsbreite von $11,30^m$ (Fig. 1, Taf. III) für doppelgleisige Bahnen und von $7,80^m$ für eingleisige.

Zu den Anlagen ausserhalb der Auf- und Abtragsböschungen gehören die Gräben behuf Ableitung des Tagewassers (s. Fig. 1 und 9) über welche hinaus dann noch gewöhnlich ein Schutzstreifen von etwa $0,5^m$ bis zur Grenze des Bahnterrains angenommen wird.

Ferner gehören dazu in aussergewöhnlichen Fällen die Anlagen zum Schutz gegen Schnee²⁾ und gegen Waldbrände. Da im vierten Bande specieller auf diesen Gegenstand eingegangen werden soll, so mag es hier genügen die betreffenden Paragraphen aus den technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen anzuführen:

„I. §. 48. Auf Vermeidung der Schneeverwehungen und Schneeverstümmungen ist schon bei Anlage des Planums die sorgfältigste Rücksicht zu nehmen. Als geeignete Abwehrungs-Mittel haben sich nach der verschiedenen Oertlichkeit Dämme,

¹⁾ Mit Rücksicht auf die billigere Herstellung von den in neuester Zeit in Oesterreich im Bau begriffenen und projectirten zahlreichen eingleisigen Bahnen ist dort eine Kronenbreite — durch die Unterkante der Schienen gemessen — von $3,80^m$ gestattet. Bei der Anlage von zwei Gleisen darf diese Breite nicht unter $7,0^m$ genommen werden. Die Kronprinz Rudolf-Bahn hat eine Kronenbreite von $3,78^m$ (12' Oesterr.).

Anmerk. d. Redact.

²⁾ Vergl. Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen Jahrgang 1852, 1854 und 1862.

sowie Pflanzungen von angemessener Breite und Entfernung von der Bahn am besten bewährt.

§. 49. In Waldungen ist zur Sicherheit gegen Waldbrände ein Streifen wund zu halten, oder in solcher Weise zu benutzen, dass die Fortpflanzung des Feuers dadurch behindert wird. Die Breite des Streifens ist nach der Localität zu bestimmen.“

Auf Taf. III. sind in den Fig. 1—5 einige Beispiele von Querprofilen für Abträge und in den Fig. 9 und 10 solche für Aufträge dargestellt.

Fig. 1 zeigt ein Profil, wie es sich aus den vorher angeführten Dimensionen der Bahnkrone, des Bettungskörpers und der Einschnittgräben bei einer Anlage der Böschungen von $1\frac{1}{2}:1$ ergibt; Fig. 9 das entsprechende für Aufträge.

Fig. 2 giebt die Normalprofile der Köln-Giessener Bahn bei Abträgen in Erde und in Fels. Der Erdkörper bei Aufträgen hat hier dieselbe obere Breite, wie die Unterfläche der Bettung bei Abträgen.

Fig. 3 stellt Einschnittprofile einiger von Brunel ausgeführten Zweigbahnen der Great Western Eisenbahn in England dar, bei denen die Spurweite 7 Fuss engl. ($= 2,13^m$) und die Zwischenweite zwischen den Gleisen 6' engl. ($= 1,83^m$) beträgt. Die Kronenbreite, welche bei den älteren Bahnen 30' engl. ($= 9,14^m$) war, ist bei den neueren auf das angegebene Maass von 28' engl. ($= 8,54^m$) reducirt. Das auf der linken Seite der Fig. 3 gezeichnete Querprofil bezieht sich auf flache Einschnitte von weniger als 10' ($= 3,05^m$) Tiefe, die der besseren Entwässerung wegen breiter hergestellt sind als tiefe Einschnitte und eine Formationsbreite von 43' engl. ($13,11^m$), unter ungünstigen Verhältnissen bis 47' ($14,33^m$) haben.

Fig. 4 zeigt Einschnittprofile von Französischen Bahnen in Erde und Fels.

Fig. 5 desgl. Profile der Brennerbahn und Fig. 10 ein Französisches Auftragsprofil.

§. 2. *Böschungen in verschiedenem Terrain. Bankette.* — Die zulässige Neigung der Böschungen ist bedingt bei Einschnitten durch die Cohäsion der Masse in ihrer natürlichen Lagerung, bei Dämmen durch die Reibung der gelösten Materialtheile und bei beiden ausserdem noch durch das Verhalten der Masse gegen die äusseren Einwirkungen der Atmosphäre und des Wassers.

Die Ermittlung des natürlichen Böschungswinkels ist für Aufträge durch Aufschüttung des gelösten Materials leicht zu bewerkstelligen. Für die Praxis ist es aber erforderlich, die Böschungen flacher zu halten, als dieser Winkel anzeigt, da sich derselbe auf den Zustand des Gleichgewichts bezieht, welches durch äussere Einwirkungen leicht gestört wird. Gewöhnlich wird es ausreichen die Böschungen um die Hälfte mehr ausladen zu lassen.

Bei Einschnitten ist es schwierig die zulässige Neigung der Böschungen durch Versuche direct zu bestimmen, indem in vielen, namentlich fetten Bodenarten, frisch abgestochene Wände sich bedeutend steiler halten, (oft auch lange Zeit vertical), als sie sich später in Folge der wechselnden Einwirkungen des Wetters böschen. Werden solche Einschnittswände schnell durch wirksame Bekleidungen gegen das Wetter geschützt, so gestatten sie oft eine steilere Lage als Dammböschungen in demselben Material.

Dagegen sind Einschnittsböschungen in quelligem, mit durchlässigen Schichten durchzogenem Terrain mehr gefährdet und verlangen eine flachere Neigung als die Böschungen der aus solchem Material geschütteten Dämme, wenn die Aufschüttung sorgfältig unter Fernhaltung der vom Wasser durchweicheten Massen geschehen ist.

Nach der Praxis vieler Ingenieure werden, mit Ausnahme von Fällen letzterer Art, den Einschnitten steilere Böschungen gegeben als den Dämmen; gebräuchlicher ist es

jedoch in erdigem Terrain das Böschungsverhältniss für Dämme und Einschnitte gleich zu rechnen und nur bei Fels und Gestein verschieden.

Allgemein gültige Regeln über die Neigung der Böschungen lassen sich nicht aufstellen, indem die Standfähigkeit einer und derselben Bodenart je nach den örtlichen Verhältnissen sehr verschieden sein kann. Die folgenden Angaben können deshalb nur als Anhaltspunkte dienen.

Nach Henz³⁾ sind unter gewöhnlichen Umständen die Böschungen

- | | |
|--|--|
| 1. in Gartenerde, Torf und anderem gleichartigem Boden | 2 füssig ⁴⁾ |
| 2. in Lehm und Sand | 1 $\frac{1}{2}$ - |
| 3. in Thon, Kies und Gerölle | 1 $\frac{1}{4}$ - |
| 4. in weichem Tagegestein, Mergel | 1 - |
| 5. in festem Gestein im Auftrage | $\frac{3}{4}$ - |
| 6. in festem Gestein im Abtrage | $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{8}$ füssig |

zu nehmen.

Dabei bemerken wir (zu 2 und 3), dass bei thon- und lehmartigem Boden die Böschungen höchst selten sich steiler als 1 $\frac{1}{2}$ füssig halten, häufig aber eine flachere, 1 $\frac{3}{4}$ bis 2 füssige Neigung erfordern und dass auch die sub pos. 5 für Aufträge in festem Gestein angegebene Böschung zu steil sein dürfte.

Mitunter ändert man bei gleichen Bodenarten das Böschungsverhältniss nach der Tiefe der Einschnitte oder Höhe der Dämme. So hat man auf einigen Französischen und Belgischen Eisenbahnen (z. B. auf der Linie Hainaut et Flandres in Belgien) bei einem Höhenunterschiede zwischen Planum und Terrain von

1 Meter bis 4 Meter die Böschungen	1 füssig
4 - - 8 -	1 $\frac{1}{4}$ -
8 - und darüber	1 $\frac{1}{2}$ -

genommen.

Auf anderen Bahnen hat man als Princip hingestellt, die Einschnitte 1 füssig und die Dämme 1 $\frac{1}{2}$ füssig zu böschen.

»Auf der Lübeck-Hamburger Bahn ist die Erfahrung gemacht, dass bei Dammschüttungen von schwerem, theils braunem, theils grauem Thon, der hier, vielfach mit Kreidestücken durchsetzt, in den tieferen Einschnitten vorkommt, sich die 1 $\frac{1}{2}$ füssigen Böschungen nur bis zur Höhe von 15 bis 20 Fuss (etwa 4 $\frac{1}{2}$ bis 6^m) als ausreichend ergeben haben. Bei grösseren Höhen haben überall mehr oder minder starke seitliche Verdrückungen und Abrutschungen stattgefunden, so dass (abgesehen von den seitlichen Abtreibungen der Dämme, die aus sehr mergelhaltigem Thonboden geschüttet waren) überhaupt bei grösseren Dämmen aus schwerem Thonboden flachere Dossirungen durchaus gerathen erscheinen.«⁵⁾

Nach diesen Erfahrungen, die mit den auf andern Eisenbahnen gemachten übereinstimmen, dürfte es sich unter Umständen empfehlen, hohe Dämme in dem unteren Theile flacher zu böschen als in dem oberen.

Bei vielen deutschen Eisenbahnen (u. a. in Hannover) gilt als Regel, die Böschungen der Dämme und Einschnitte 1 $\frac{1}{2}$ füssig zu nehmen; flachere Böschungen, wie sie in Einschnitten bei Ueberschreitung von Flusstälern, auf unsicherem Grunde u. s. w. erforderlich werden, oder steilere, wie sie wegen der felsigen oder sonstigen Beschaffenheit des Bodens zulässig sein können, werden als Ausnahme betrachtet.

³⁾ Vergleiche dessen »Anleitung zum Erdbau«.

⁴⁾ d. h. das Verhältniss der Basis zur Höhe ist wie 2 : 1.

⁵⁾ Nach Mittheilung des Herrn Baudirector Benda.

Dämmböschungen, welche nicht durch Steinpackungen oder Trockenmauern befestigt werden, pflegen nur in seltenen Fällen, selbst nicht bei Fels und Gestein, auf die Dauer sich steiler als 1 bis $1\frac{1}{4}$ füssig zu halten.

Bei leichtem Lehm- und Sandboden, sowie bei den meisten Thonarten wird man die Dämmböschungen, wenn sie nur mit Rasen oder Muttererde bekleidet werden, zweckmässig nicht steiler als $1\frac{1}{2}$ füssig machen.

Ueberhaupt kann nur davor gewarnt werden, in zweifelhaften Fällen mit verhältnissmässig steilen Böschungen zu experimentiren. Die dadurch erzielten Ersparnisse bei der ersten Anlage werden gewöhnlich mehr als eingebüsst bei den späteren Reparaturen, zu welchen solche Böschungen Veranlassung geben.

Zum Schutz der Böschungen werden häufig Bankette (Bermen) angelegt, welche aus horizontalen oder schwach geneigten Absätzen bestehen, die in gewissen Höhenabständen die Böschung unterbrechen. Sie sollen, besonders in Einschnitten, die Regelmässigkeit der Entwässerungen befördern, das Einreissen tiefer Wasserfurchen verhindern, den Befestigungs-Ueberzug stützen und die Böschungen zum Zweck ihrer wirthschaftlichen Benutzung ohne Beschädigung derselben zugänglich machen. Sie werden gewöhnlich in Verticalabständen von 2 bis 3 Meter und in Breiten von $0,5^m$ bis $0,7^m$ angeordnet, je nach Umständen auch in grösseren Abständen und Breiten.

Die Ansichten der Ingenieure über die Zweckmässigkeit dieser Bankette sind sehr getheilt. Während sie früher fast regelmässig angeordnet wurden, namentlich in Deutschland und Frankreich, haben neuere Erfahrungen sie oft als nutzlos, sogar schädlich erscheinen lassen und viele Eisenbahn-Verwaltungen wenden sie deshalb bei ihren Bauten nicht mehr an. In England sind sie überhaupt selten zur Ausführung gekommen.

Es muss zugestanden werden, dass die Bankette für die wirthschaftliche Benutzung der Böschungen vortheilhaft sind. Entscheidend aber für ihren Nutzen ist der Schutz, welchen sie gewähren, ist ihr Verhalten gegen die Einwirkungen des Wassers. Indem sie die Abdachung der Erdkörper unterbrechen, mässigen sie die Geschwindigkeit des die Böschungen hinabfliessenden Tagewassers, sie halten das Wasser in seinem Laufe auf. Werden sie nun, wie es gewöhnlich geschieht, in ihrer Längsrichtung parallel zur Bahnkronen angelegt, so ist ihr Gefälle fast nie ausreichend um das Wasser schnell genug abzuführen. Dasselbe dringt in den Boden ein, erweicht ihn und giebt nach längerer oder kürzerer Zeit leicht Veranlassung zu Abrutschungen. Soll dieser Erscheinung vorgebeugt werden, so ist zunächst ein starkes Längengefälle der Bankette, etwa von $0,02^m$ ($= \frac{1}{50}$) erforderlich, sodann eine wirksame Befestigung durch Pflasterung, Rasenbekleidung und dergl., und endlich eine häufige Unterbrechung der so gebildeten Wasserrinnen durch Mulden, welche in der Richtung der Böschungslinie angelegt, das Wasser von den Banketten aufnehmen und dem unteren Graben zuführen. Solche Arbeiten veranlassen aber nicht unbedeutende Kosten bei der ersten Anlage sowohl, wie bei der späteren Unterhaltung und ihr Erfolg ist bei Bodenarten, in welchen leicht Rutschungen entstehen, doch zweifelhaft. Im Allgemeinen wird eine sorgfältige Drainirung der Böschungen mittels Sickerkanälen und Drainröhren (vergl. §. 3) wirksamer und weniger kostspielig sein.

Dabei ist noch zu berücksichtigen, dass unter Hinweglassung von Banketten die Böschungen flacher gemacht werden können, ohne dass eine grössere Erdmasse bewegt zu werden brauchte. Bei $1\frac{1}{2}$ füssiger Böschung und $0,5^m$ breiten Banketten in $2,0^m$ Verticalabstand zeigt der Erdkörper z. B. ein eben so grosses Profil, wie bei einer $1\frac{3}{4}$ füssigen Böschung ohne Bankette.

Im Obigen ist als eine wesentliche Bedingung für den Nutzen der Bankette die sichere Befestigung derselben aufgestellt, damit das Wasser nicht in den Boden eindringe.

Bei Abträgen, wo die Bankette in den gewachsenen Boden eingeschnitten werden, ist damit in den meisten Fällen wenigstens ein festes Bett für die Befestigungsmittel vorhanden; bei Dämmen dagegen, wo man es mit einem aufgeschütteten lockern Boden zu thun hat, der in Folge des Setzens der Dämme noch manchen Bewegungen unterworfen ist, dürfte die Ausführung und Unterhaltung höchst schwierig sein. Wenn demnach die Zweckmässigkeit der Bankette als Schutzmittel für die Böschungen überhaupt zweifelhaft ist, so werden sie am wenigsten bei Dämmen zu empfehlen sein.

§. 3. *Bahn-Einschnitte. Befestigung der Böschungen. Gräben oberhalb der Einschnitte. Wasserrinnen. Brunnen. Drainirung. Einschnittsgräben.* — Die Gefahren, welchen der als Einschnitt gebildete Bahnkörper ausgesetzt ist, rühren einmal daher, dass durch Entfernung des Abtragbodens das nächst liegende Terrain, wenn es zu seitlichen Bewegungen geneigt ist, seinen natürlichen Stützpunkt, sein Widerlager verliert und zweitens von der Wirkung des Einschnittskörpers als Entwässerungsgraben. Die Störung des Gleichgewichts in dem durchschnittenen Terrain ist die Veranlassung zu den eigentlichen Einschnitts-Rutschungen, der Abzug des Wassers aus dem anliegenden Terrain nach der tiefer gelegenen Einschnittssohle die Veranlassung zu der mehr oder weniger ausgedehnten Ablösung des durchweichten Bodens von den Böschungen. Beide Ursachen, Gleichgewichtsstörung und Wasserandrang, treten häufig zusammen auf und erfordern dann eine Combination der gegen jede dieser Ursachen gerichteten Vorsichtsmaassregeln.

Die Mittel, den Gleichgewichtsstörungen vorzubeugen oder sie zu beseitigen, bestehen entweder in der Entfernung des Bodens, welcher durch die Bildung des Einschnitts sein Widerlager verloren hat (Entlastung der Rutschfläche) oder in dem Ersatz des verlorenen natürlichen Widerlagers durch künstliche, als Stützmauern, Bohlwerke, Pfähle, Strebepfeiler und Bögen. In Verbindung hiermit sind dann meistens noch diejenigen Mittel anzuwenden, welche gegen die schädliche Wirkung des Wassers gerichtet sind. Dazu gehören: Fernhaltung des Tagewassers von den Einschnittsböschungen, sodann Ansammeln des in den tieferen Schichten vorkommenden Wassers und Ableiten desselben auf vorgeschriebenen Wegen in einer die Böschungen nicht gefährdenden Weise.

Die grösseren Einschnittsrutschungen gehören bekanntlich zu den gefährlichsten Erscheinungen beim Erdbau, die fast in jedem Falle eine eigenthümliche Anwendung der allgemein angedeuteten Maassregeln erheischen. Wir werden später darauf zurückkommen (§. 4) und zunächst die nach bestimmteren Regeln auszuführenden Arbeiten zum Schutz und zur Befestigung der Einschnittsböschungen behandeln.

Dieselben sind zunächst abhängig von der Natur des durchschnittenen Terrains.

a. Böschungen in Fels bedürfen in der Regel eines besonderen Schutzes nicht. Kommen einzelne Schichten vor, welche das Eindringen des Tagewassers gestatten und dadurch Abrutschungen und Frostschäden veranlassen können, oder die unter dem Einfluss der Atmosphäre verwittern, so ist eine Bekleidung angebracht.

Bei zweifelhaftem Boden und namentlich bei einer muldenartigen Bildung der angeschnittenen weicheren Schichten ist es zu empfehlen, den Böschungen von vorn herein eine so flache Neigung zu geben, wie sie ganz losem Material dieser Gattung zukommt.

Höhlen und Klüfte, welche häufig in festem Gestein, besonders Kalkstein, vorkommen und, wenn sie bei der Herstellung von Einschnitten geöffnet werden, leicht Einbrüche veranlassen können, werden zweckmässig mit Mauerwerk schnell gefüllt oder bei grösserem Umfange wenigstens nach aussen geschlossen, um den darüber liegenden Schichten ein sicheres Auflager zu geben. Aehnlich verfährt man, wenn zwischen den festen Steinlagern einzelne weiche nachgiebige Schichten sich finden, die, durch den Einschnitt blossgelegt, in Gefahr kommen zusammen- oder herausgedrückt zu werden. In

solchem Falle ersetzt man die weiche Schicht an der Böschung durch Mauerwerk, indem man zuerst einzelne Pfeiler herstellt, nachher den weicheren Boden zwischen diesen entfernt und den Raum mit Mauerwerk wieder ausfüllt (vergl. Tafel III, Fig. 5). Bei allen solchen Arbeiten darf nicht versäumt werden dem Filtrationswasser genügende Auswege zu verschaffen durch Oeffnungen, welche in der Mauer ausgespart werden, durch eingelegte Drains oder auf andere Weise.

b. Kies und reiner Sand werden durch Wasser weder aufgelöst, noch in ihrer Form verändert und die in solchen Boden gebildeten Einschnittsböschungen sind daher der Gefahr der Abrutschungen nicht ausgesetzt. — Sind aber die einzelnen Theilchen dieser Bodenarten so fein, dass sie vom Winde bewegt werden können, was namentlich beim Sande der Fall, so ist hiergegen ein Schutz der Böschungen erforderlich, welcher am einfachsten durch Bekleidung mit fruchtbarer Erde, Besamung und dadurch Bildung einer Grasnarbe erreicht wird. Der Bekleidungsboden pflegt auf solchen Böschungen ohne besondere Vorrichtungen zu haften.

Es wird häufig schon bei Einschnitten der bezeichneten Art von Nutzen sein, an dem oberen Rande des Einschnittes (an der Bergseite) einen Entwässerungsgraben mit genügendem Profil und Gefälle anzulegen (vergl. Tafel III, Fig. 1—3), welcher alles von den höher liegenden Terrainflächen herunterfließende Wasser abfängt. Gestatten es die örtlichen Verhältnisse, so führt man das Wasser dem Einschnitt entlang und ausserhalb

Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.



desselben fort. Ist auf diese Weise das nöthige Grabengefälle, welches womöglich nicht schwächer als 0,01 ($\frac{1}{100}$), unter günstigen Umständen wohl $\frac{1}{200}$ bis $\frac{1}{300}$ genommen wird, nicht zu gewinnen, so leitet man das Wasser an einzelnen, gewöhnlich durch die Oertlichkeit bedingten Stellen, in die Einschnittsgräben mittels Abfallrinnen, die, je nach der Bedeutung des Wasserzufflusses und noch anderen Umständen aus Rasen, Hohlziegeln, Steinpflaster, Mauerwerk oder Holz hergestellt werden (vergl. Holzschmitte Fig. 1—4).

Bei sehr durchlässigem Terrain kann eine Dichtung der Grabensohle nöthig werden, um das Durchsickern des Wassers zu verhüten; sowie bei starkem Längengefälle (namentlich in Gebirgsgegenden) eine Befestigung der Sohle und der Wände durch Pflasterung zum Schutz gegen das Auswaschen.

Wichtig ist es noch, dass der Graben in ausreichender Entfernung von der Oberkante der Einschnittsböschung ausgehoben wird, weil sonst das Wasser sich durch die schmale Wand, welche den Graben von der Böschung trennt, leicht einen Weg nach dem Einschnitt suchen und Abrutschungen veranlassen kann.

Man hat auch mit gutem Erfolg versucht, unter der Sohle dieses Grabens Drainröhren parallel der Dossirung anzulegen, welche das durchsickernde Wasser abführen und verhindern soll, an die Böschungen zu gelangen.

c. In dritter Reihe betrachten wir solche gleichartige fette Bodenarten, welche im

natürlichen Zustande vom Wasser nicht durchdrungen und von demselben nur an der Oberfläche langsam aufgelöst werden. Dahin gehören vor allem reiner Thon und einzelne Lehm- und Lettenarten.

Unter der Einwirkung des Windes und der Sonne trocknen diese Bodenarten an der Oberfläche aus und bersten; die so gebildeten Risse lassen das Tagewasser in die Oberfläche eindringen und den Boden allmählich auflösen. Dieses und die Wirkung des Frostes verändern die Consistenz der oberen Schichten und können zu leichten Ablösungen des Bodens führen.

Die dagegen anzuwendenden Vorsichtsmaassregeln bestehen in der Bekleidung der Böschungen zum Schutz gegen die Einflüsse der Witterung und in der Fernhaltung des Tagewassers von den Böschungen.

Der letztere Zweck wird am einfachsten und sichersten durch Herstellung eines Entwässerungsgrabens oberhalb des Einschnittes erreicht (wie sub b).

Die Bekleidung der Böschungen geschieht hier gewöhnlich durch Aufbringung einer etwa 0,15^m bis 0,25^m starken Schicht fruchtbarer Erde oder mit Rasen, wenn solche zur Verfügung stehen.

Da die Oberflächen der Thonböschungen fast immer mehr oder weniger feucht sind und bei ihrer festen Glätte am schwersten eine Verbindung mit dem lockeren Mutterboden

Fig. 5.



eingehen, so rutscht dieser leicht ab. Wo dies zu erwarten steht, empfiehlt es sich, kleine Terrassen in den Thonboden einzuscheiden, gegen die der Mutterboden sich stützt und dieselben der Länge nach geneigt (etwa $\frac{1}{10}$) anzulegen, damit während der Ausführung der Arbeit und auch später das Wasser den Abfallrinnen oder direct dem Einschnittsgraben zugeführt wird. (Fig. 5.)

Auch pflegt man wohl Rasen in einzelnen schrägen Streifen gitterartig auf den Böschungen mit Pflöcken zu befestigen und die Felder dazwischen mit Mutterboden auszufüllen.

Bei allen diesen Arbeiten kommt es auf eine rasche Ausführung an, um die Oberfläche des gewachsenen Bodens gegen die schädlichen Wirkungen des Wetters zu schützen.

d. Am häufigsten und gefährlichsten werden die Beschädigungen der Einschnittsböschungen in solchem ungleichartigem Boden, welcher mit durchlässigen Schichten durchzogen ist oder der aus einem Gemisch von Sand und fetten, leicht auflösbaren Substanzen besteht. — Dahin gehören namentlich die Lehm- und Lettenarten. Reiner Lehm ist in geschlossenem Zustande wasserdicht und quellenfrei, mit Wasser in Berührung gebracht, löst er sich leicht auf und zerfließt. Ist daher der Lehm mit Sandadern durchsetzt, welche Wasser führen, so ist die grösste Sorgfalt erforderlich, um die Wasserfäden aufzufinden, zu fassen und unschädlich nach der Aussenfläche zu leiten. Oft hat das Auffinden seine grosse Schwierigkeit, weil entweder das Wasser nur zeitweise zu Tage tritt oder weil das Wasserquantum zu gering ist, um bemerkt zu werden.

Concentriert sich das Wasser auf einzelne Quellen, so bedarf es gewöhnlich nur der Anlage von schmalen Einschnitten in den wasserführenden Böschungen bis unter das Quellenlager hinab, und einer Ausfüllung desselben mit trockenen Steinen, um ihre nachhaltige Wirksamkeit zu sichern.

Findet sich über einem festen Thon- oder Lehmlager eine wasserführende Schicht, so empfiehlt es sich, dem Einschnitte entlang eine Rigole herzustellen, die mit ihrer Sohle in den festen Boden hineinreicht, mit trockenen Steinen oder grobem Kies ausgefüllt

und oben mit Rasen oder flachen Steinen abgedeckt wird. (Fig. 6.) Damit solche Rigole das Wasser schnell und sicher abführe, ist ein genügendes Längengefälle (etwa $\frac{1}{100}$) erforderlich und je nach Umständen eine Befestigung der Sohle, am besten durch Pflasterung, oder die Anwendung von Drains. Ihre Dimensionen richten sich nach der Bedeutung des Wasserzuffusses; meistens wird eine untere Breite von 0,25^m bis 0,30^m ausreichen.

An den durch die Oertlichkeit bedingten tiefen Punkten, nach welchen die Rigole Gefälle hat, werden Querdrains mit starkem (etwa $\frac{1}{20}$) Seitengefälle nach dem Einschnitt hin gelegt, welche das Wasser den Abfallrinnen an den Böschungen zuführen.

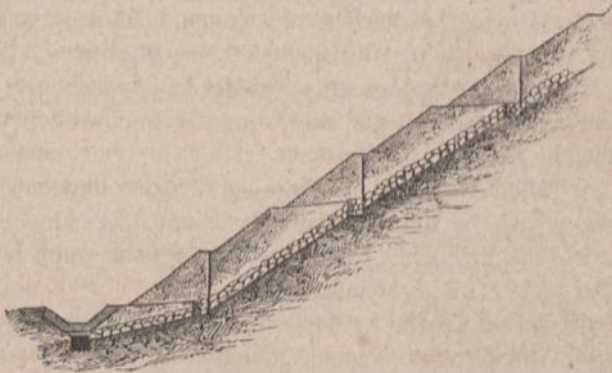
Die Abfallrinnen werden mitunter auch als bedeckte Sickeranäle einige Fuss unter der Oberfläche mit einem Querschnitt, wie für die Rigole angegeben, hergestellt.

Finden sich weder markirte Quellen, noch wasserführende Schichten von geringer Höhe, sondern schwitzt das Wasser in feinen Fäden durch den Boden, so ist häufig ein

Fig. 6.



Fig. 7.



System von Sammelcanälen, wie zuletzt beschrieben, mit aus trockenen Steinen gebildeten Quercanälen ein geeignetes Schutzmittel. (Fig. 7.)

Die Längensrigolen, welche in verschiedenen Höhen und möglichst tief hinter der Aussenfläche der Böschungen anzulegen, können dann schon während der Ausführung des Abtrages zur unschädlichen Ableitung des Wassers dienen. Anstatt der Rigolen kann man unter Umständen auch Drainröhren anwenden, wovon später.

Oft aber ist der Wasserandrang, namentlich am Fusse ausgedehnter Höhen, zu gross, als dass er durch die beschriebenen Mittel überwältigt werden könnte. Um dann zu vermeiden, dass der Boden durchweicht, mit fortgeführt und in weiter Ausdehnung bewegt werde, bleibt selten etwas anderes übrig, als den ganzen Fuss der Böschung bis zu einer durch die Verhältnisse bestimmten Höhe mit losen Steinen auszupaacken, eine massive Steinböschung anzulegen (Fig. 15, Tafel III), die durch ihr Gewicht dem leicht beweglichen Boden als Widerlager dient und dem Wasser einen ungehinderten Durchgang gestattet.

In Ermangelung von Steinen und um Kosten zu ersparen, sind auch wohl Faschinen angewendet, die aber wegen ihres geringen Gewichtes und wegen ihrer Vergänglichkeit wenig zu empfehlen.

In ähnlichen Fällen, wie den vorstehend erwähnten, hat man mit gutem Erfolg

mitunter Brunnen gesenkt, die das Wasser aus dem umliegenden Boden ansammeln und den Abzugscanälen zuführen. Solche Brunnen sind beispielsweise an der Lübeck-Büchener Bahn $\frac{1}{2}$ Stein stark, etwa 1^m weit, theils in Trocken-Mauerwerk mit Moosfugen, theils in Cement mit Oeffnungen für das Wasser hergestellt, bis unter die Sohle des Einschnitts geführt und durch ein Drainrohr nach dem Einschnittsgraben entwässert.

Der Erfolg aller dieser Arbeiten hängt wesentlich davon ab, dass sie rechtzeitig und schnell ausgeführt werden, damit das Wasser nicht Zeit gewinne, den Boden zu durchweichen. Es muss sodann für eine sorgfältige Unterhaltung der Anlagen Sorge getragen werden; verstopfen sich die Canäle oder versagen sie aus einem anderen Grunde ihren Dienst, so ist eine schleunige Abhülfe des Fehlers nothwendig; namentlich ist auch während des Frostes sorgsam darauf zu achten, dass die Ausmündungen der Canäle und die Einschnittsgräben nicht zufrieren.

Von der grössten Wichtigkeit aber ist es, das Eindringen der Feuchtigkeit in den Einschnittsboden durch eine schnelle Entwässerung des höher liegenden Terrains in möglichst weiter Umgebung zu verhindern. Je wirksamer dem Wasserandrang vorgebeugt wird, je sorgfältiger man hierin bei der ersten Anlage zu Werke geht, desto leichter wird die künftige Erhaltung des Einschnitts.⁶⁾

Zum Schutz der Böschungsf lächen gegen die äusseren Einwirkungen der Atmosphäre und besonders des Regens ist auch hier, wie bei den früher erwähnten Bodenarten, auf die Bildung einer festen Grasnarbe Bedacht zu nehmen. Häufig genügt eine solche Bekleidung nicht, um das Eindringen der äusseren Feuchtigkeit in die Böschungen und damit ein Ablösen des Einschnittbodens zu verhindern. Andererseits bedürfen die Einschnittswände an der Aussenseite oft nur auf geringe Tiefe eines Schutzes gegen das aus dem Innern schwitzende Wasser.

In derartigen Fällen wird eine Drainirung der Böschungen, am besten mittels Drainröhren oder Sickeranälen, immer zweckmässig sein. Faschinen erfüllen den Zweck in ähnlicher Weise wie Sickeranäle, sind aber vergänglicher und deshalb meist nur da angewandt, wo andere Mittel zu kostspielig wurden.

Auf der Friedrich Franz-Bahn in Mecklenburg hat man bei den nassen Bahneinschnitten, welche dort häufig vorkommen, gleich bei Ausführung der Erdarbeiten unter die einzelnen Bankette wenigstens 3' (= 0,94^m) tief Drains gelegt, oben anfangend und mit dem Fortschreiten der Abtragung auf das 2^{te}, 3^{te} etc. Bankett übergehend. (Fig. 21, Tafel IV.) Aus den Längendrains, die ein ausreichendes Gefälle erhalten, wird das Wasser an einzelnen Stellen durch Haupt-Querdrains, rechtwinklig zur Bahnachse, gelegentlich auch durch Steinpackungen in die Bahngräben geleitet.

Häufig werden die Drains schräg gelegt, so dass sie sämmtliche an der Böschung herablaufenden Wassertheile aufnehmen, in Entfernungen, wie sie durch die Beschaffenheit des Bodens und durch den Wasserandrang geboten werden, und entweder bis in den Einschnittsgraben hinabgeführt oder in Abfallrinnen ausmündend.

Drainröhren halten das Erdreich auf eine grössere Tiefe trocken, als in die Böschungsoberfläche eingelegte Sickeranäle (Fig. 8), die man etwa 0,3^m bis 0,5^m tief macht und mit trockenen Steinen oder grobem Kies ausfüllt, während letztere besser

⁶⁾ Als Beispiel einer grossartigen Entwässerungs-Anlage geben wir eine auf der Brenner-Bahn ausgeführte und in den Fig. 6—10, Tafel IV dargestellte. Dort ist ein System von theils verticalen, theils gegen den Horizont geneigten Schächten und Stollen hergestellt, die mit durchlässigen Materialien ausgefüllt, das Wasser aus dem oberhalb des Einschnitts liegenden Terrain aufnehmen und einzelnen Durchlässen zuführen, welche rechtwinklig zur Bahnrichtung unter der Bahn durchgetrieben sind.

gegen die Einwirkungen des Regens schützen, und zumal bei beweglichem Boden sich weniger leicht verstopfen.

Werden diese Canäle sattel- oder bogenartig angelegt (Fig. 9 und 10) und mit genügendem Querschnitt, um sie wie trocken-nes Mauerwerk sorgfältig mit Steinen auspacken zu können, so stützen sie den über ihnen liegenden Boden und finden ihre Bedeutung bei verhältnissmässig steil angelegten Böschungen und bei anscheinend festem Boden, der, wie sandiges Gestein, Gerölle, Mergel und dergleichen, unter atmosphärischen Einflüssen seine Consistenz verändert oder auch in Folge von Erschütterungen, wie sie durch die Eisenbahnzüge veranlasst werden, sich löst.

Die Wahl der zur äusseren Befestigung und Bekleidung der Böschungen anzuwendenden Mittel hängt natürlich von den zur Verfügung stehenden Materialien ab. In Gebirgsgegenden ist Mutterboden oft schwer zu beschaffen und gutes Steinmaterial ausreichend vorhanden. Dort wird demnach eine Besetzung der Böschungen mit Steinen das durch die Verhältnisse angezeigte Schutzmittel sein. — Abpflasterungen der Böschungen werden gewöhnlich in Stärken von 0,25^m bis 0,50^m hergestellt, wenn thunlich in regelmässigen Schichten, die Steine in ein trockenes Bett und in Verband gesetzt, dabei die Fugen mit kleinen Steinen, Moos oder dergleichen ausgefüllt.

Fig. 8.

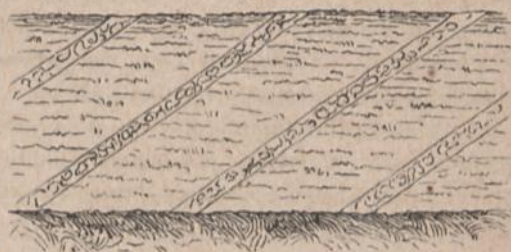


Fig. 9.

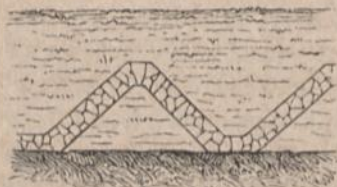
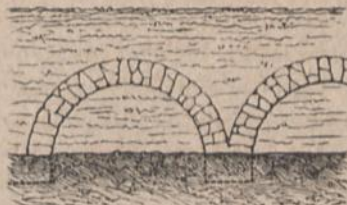


Fig. 10.



Eines besonderen Schutzes bedarf in vielen wasserführenden Einschnitten der Fuss der Böschungen, indem er dem Angriff des Wassers im Einschnittsgraben ausgesetzt ist.

Ist dieser Wasserangriff nicht bedeutend, so genügt gewöhnlich eine Abpflasterung des Grabens (vergl. Tafel III, Fig. 1), mitunter auch eine Einfassung der Grabenwand durch Faschinen und Buschwerk. Führt der Einschnitt bedeutendere Wassermassen, so ist eine sorgfältigere Befestigung erforderlich, nach Art der Steinböschungen (Fig. 6, Tafel III) oder durch Einfassung des Grabens mit Mauerwerk (Fig. 4, 7 und 8, Tafel III), entweder trocken oder in Mörtel hergestellt, wobei zu beachten, dass für eine ungehinderte Ausmündung der Abfallrinnen, Canäle und Drains in den Einschnittsgraben gesorgt werde. Ist gutes Steinmaterial reichlich vorhanden, so werden Trockenmauern gewöhnlich am geeignetsten sein, sonst Mauern in Mörtel, die in geringeren Dimensionen herzustellen. Wie die Dimensionen zu wählen, hängt so sehr von den örtlichen Verhältnissen ab und gehört zu speciell in die Lehre von den Futtermauern, als dass hier weiter darauf eingegangen werden könnte.

In vielen Fällen wird die Einfassung des Einschnittsgrabens mit einer Mauer am Fusse der Böschungen auch deshalb vorthellhaft, weil dadurch das Profil des Einschnittes kleiner und mithin an Abtragsmasse gespart wird.

Als Minimalgefälle der Einschnittsgräben wird man, sofern nicht auf Herstellung einer festen und glatten Sohle durch künstliche Mittel, namentlich gutes Pflaster oder Mauerwerk, hingearbeitet wird, zu 0,002 bis 0,0016 ($\frac{1}{500} - \frac{1}{600}$) annehmen können. Aber schon bei einem solchen Gefälle wird sich ein häufiges Reinigen, ein Entfernen der Verschlämmungen und der sich bildenden Vegetation vernothwendigen, auch muss dann vermieden werden, die Gräben mit Rasen oder Muttererde zu bekleiden, die den Wasserlauf hemmen. Vortheilhaft kann unter Umständen eine Thonaustritterung sein, besser jedoch ist eine Auspflasterung der Gräben.

Hat die Einschnittssohle ein geringeres Gefälle als für die Seitengräben erforderlich erachtet wird, so werden diese in der Richtung des Gefälles vertieft. Unter Beibehaltung der normalen Grabenböschungen verlangt der Einschnitt dann eine der grösseren Grabentiefe entsprechende Verbreiterung. Wird diese zu kostspielig, so kann man die Gräben, um an Einschnittsbreite zu sparen, wie schon bemerkt, mit Mauern einfassen oder unter der Sohle des offenen Grabens eine Drainleitung (Fig. 23, Tafel IV) oder einen besonderen Canal mit stärkerem Gefälle anlegen (Fig. 24, Tafel IV). Letztere beiden Mittel sind bei wasserreichen Einschnitten zur sicheren Abführung des Filtrationswassers besonders geeignet.

Die Einschnittsgräben dienen ausser zur Aufnahme des aus den Einschnittswänden tretenden Wassers hauptsächlich auch zur Entwässerung des Planums. Um diesen Zweck zu erreichen und um ein Auffrieren der Einschnittssohlen zu verhindern, empfiehlt es sich als geringste Tiefe der Gräben unter dem Planum 0,75^m anzunehmen.

Die geringste Sohlenbreite, welche man den Gräben zu geben pflegt, ist 0,3^m.

§. 4. *Einschnitts-Rutschungen.* — Wie bereits in §. 3 bemerkt, setzt jede Rutschung eine Störung des Gleichgewichts zwischen den beweglichen und widerstehenden Bodenmassen voraus und diese kann bei Einschnitten entstehen, wenn Bodenschichten durchschnitten werden, die eine geneigte Lage gegen den Horizont haben und eine zu geringe Reibung zwischen einander, um ohne Widerlager, ohne Stützung sich zu halten.

Dabei können die Ursachen der Bewegung im Einzelnen sehr verschieden sein und es sind die sorgfältigsten Bodenuntersuchungen erforderlich, um nach Maassgabe der Verhältnisse und unter Berücksichtigung der unter ähnlichen Umständen mit Erfolg angewendeten Mittel die richtigen Vorkehrungen treffen zu können, den Bodenbewegungen vorzubeugen oder, wo sie entstanden, entgegen zu wirken.

Häufig lässt die Oberfläche des Terrains erkennen, dass schon im natürlichen Zustande Rutschungen stattgefunden haben. Wo die Ablösung von dem festen Boden erfolgt ist, zeigt sich dann gewöhnlich eine steile Böschung, der bewegte Boden ist in den oberen Partien flach geböschet und in den unteren, wo er zusammen geschoben ist, bis er ein nothdürftiges Widerlager gefunden, hat er eine convexe Aussenlinie.

Solche Stellen sind, wenn nicht zu umgehen, mit besonderer Sorgfalt zu behandeln, indem es oft nur eines geringfügigen Umstandes bedarf, um sie wieder in Bewegung zu setzen.

Muldenförmige Terrainbildungen im Gebirgs- oder Hügellande erfordern ebenfalls grosse Vorsicht.

Ist durch Untersuchungen die Lage der weichen Schichten, deren Oberflächen, durch Wasser schlüpfrig geworden, die Rutschflächen bilden, bestimmt, so fragt es sich, welche Lage der Einschnitt zu derselben einnimmt. Liegt die Einschnittssohle bedeutend höher als die Rutschfläche, so ist, weil die zunächst darüber liegenden Schichten noch unter der Sohle des Einschnittes ihren Stützpunkt finden, die Gefahr einer Bewegung nicht gross. — Streicht die Rutschfläche in nur geringer Tiefe unter der Einschnittssohle durch, so erfolgt

leicht ein Heben der letzteren durch Aufstauung, weil mit Wegnahme des Abtragbodens der Gegendruck gegen die beweglichen Schichten aufgehoben ist.

Werden aber die Rutschflächen durchschnitten, so ist eine Abrutschung des darunter liegenden Bodens fast immer zu befürchten und um so mehr, je steiler die Neigung der Schichten ist.

Bei der Verschiedenheit der Behandlung solcher Fälle wird man in der Regel leichter zum Ziele gelangen, wenn man auf eine Beseitigung der Ursachen des Uebels hinarbeitet, als wenn man ihren Wirkungen durch Vermehrung der Bewegungswiderstände Schranken zu setzen versucht. Abgesehen nun von einer sorgfältigen Entwässerung des umliegenden Terrains, worüber in dem vorigen § ausführlich verhandelt, ist eine Verminderung des Bewegungsmomentes am sichersten durch die Entlastung der Rutschflächen zu erreichen. In welchem Maasse dieselben vorzunehmen, hängt von den örtlichen Verhältnissen ab, namentlich von der Neigung der Rutschflächen, dem Grade ihrer Schlüpfrigkeit und von der Masse des auf ihnen ruhenden Bodens. Nur selten wird eine vollständige Entlastung ausführbar sein, obwohl dieselbe bei steiler Lage der Schichten und bei beschränkter Ausdehnung der beweglichen Bodenmassen zu empfehlen. In den meisten Fällen kann sie nur theilweise geschehen und wird einer richtigen Entscheidung stets die sorgfältigste Berücksichtigung der einschlagenden Verhältnisse und der in ähnlichen Fällen gemachten Erfahrungen vorangehen müssen.⁷⁾

Die Mittel, welche man zur Vermehrung des durch den Einschnitt verlorenen Bewegungswiderstandes anwendet, sind Futtermauern, Steinpackungen, Erdpackungen, Pfähle. —

Futtermauern sind wegen ihres verhältnissmässig geringen Gewichtes in ihrer gewöhnlichen Form und Ausbildung selten geeignet, einer eintretenden Bewegung des

⁷⁾ Als Beispiel einer im grossen Maassstabe beim Bau der Westphälischen Eisenbahn ausgeführten Entlastung eines Felsenabhanges führt Henz in seinem Erdbau einen Einschnitt an (vergl. Tafel IV, Fig. 1), welcher drei wasserführende Rutschflächen durchschneidet, die ihren Ursprung unter einer mächtigen, aber zerklüfteten Sandsteinlagerung nehmen. «Das durch diese Schichten sickende Tagewasser gelangt an verschiedenen Punkten auf diese drei über einander liegende Thonschichten und nimmt auf deren Oberfläche bis zur Thalsohle ab, wo es in Quellenform zu Tage tritt. Schon beim Beginn der Aushebung des projectirten Einschnittes *a b c d* setzte sich die Wand *a b* in Bewegung und es folgten die auf den oberen Rutschflächen liegenden Bodenschichten, so dass der vordere Theil der Steinlage seine Stützung verlor und nachstürzte. Die Arbeiten zur Aufräumung des verschütteten Einschnittes blieben erfolglos, da beim Tiefergehen immer neue Bodenmassen in Bewegung kamen und die in der Bodenoberfläche sich bildenden Risse immer grösser wurden und sich landeinwärts erstreckten. Um weiter arbeiten zu können, blieb daher nur übrig, den Abhang in solcher Weise zu entlasten, dass jede der drei Rutschflächen angeschnitten und damit Terrassenabsätze *ef*, *gh*, *ik* und *lb* gebildet wurden. Das Wasser der einzelnen Rutschflächen ist in die Längencanäle *f*, *h* und *k*, welche in den Ecken der horizontalen Absätze in den Thonschichten eingeschnitten sind, gesammelt und an geeigneten Stellen abgeführt. Diese Absätze sind demnächst muldenförmig abgeplastert worden, um auch das Tagewasser welches auf dieselben fällt, nach den Canälen zu leiten und das Eindringen desselben in den Boden zu verhindern, während die Böschungen der Wände so steil gehalten sind, als das Material es gestattete. Der Einschnitt ist dadurch vollständig gesichert worden, wengleich mit bedeutendem Arbeitsaufwande, welcher wahrscheinlich bedeutend geringer gewesen wäre, wenn schon gleich beim Beginn der Arbeit eine angemessene Entlastung der Rutschfläche vorgenommen worden wäre.

«Auch in dem oben bezeichneten Falle wurde wieder von Neuem bestätigt, dass es ganz zwecklos und nur zeit- und kostenraubend ist, eine Einschnittsrutschung an ihrem Fusse anzugreifen. Mit einiger Aussicht auf Erfolg lassen sich dieselben nur bekämpfen, wenn der in Bewegung gekommene Abhang so weit zurück, als sich Risse zeigen, entlastet und damit terrassenförmig von oben nach unten fortgeschritten wird, bis zur Sohle des Einschnittes. Durch Abfangung und Ableitung der Quellen in hochgelegenen Punkten wird aber die Sicherheit der Wand nachhaltig gefördert.»

hinterliegenden Bodens Widerstand zu leisten. Mitunter hat man sie aber nur als Mittel benutzt, um den Bodendruck auf festere Stützpunkte zu übertragen und können sie dann vortheilhaft sein. So hat man sie wohl zu beiden Seiten des Einschnitts hergestellt und am Fuss durch Sohlengewölbe verbunden, damit also den Seitendruck des beweglichen Bodens auf die gegenüberliegende Einschnittswand übertragen.⁸⁾ Oder man hat sie auch oben durch Gewölbe verbunden und dadurch einen überwölbten Einschnitt gebildet. Steinpackungen sind bei ausreichend zu Gebote stehendem Steinmaterial, wenn sie ohne erheblichen Kostenaufwand in grossen Dimensionen ausgeführt werden können, oft zweckmässig, um das durch den Abtragsboden verlorene Widerlager zu ersetzen.

Es ist aber zu beachten, dass dieselben, wie auch die Futtermauern, in einzelnen Abtheilungen aufgebaut werden, damit der bewegliche Boden nicht auf grössere Längen aufgeschlitzt wird.

Ist die Cohäsion der über den Rutschflächen lagernden Bodenschichten genügend gross, so wird es sich oft empfehlen einzelne Stützpunkte zu bilden, welche nicht bloss die dahinter liegende Masse, sondern auch die zwischen ihnen befindliche halten.

Je nach dem Grade der Cohäsion der Masse wird man die Entfernung zwischen diesen Widerstandskörpern wählen und letztere aus Mauerwerk nach Art der Strebepfeiler oder aus trocknen Steinen oder als Erdkörper, nachdem das Lager dazu sorgfältig drainirt und vorbereitet, bilden können.⁹⁾ Zu solchen Erdkörpern ist gutes Material erforderlich, welches aber gewöhnlich an der Verbrauchsstelle selbst zu gewinnen, indem man nur die durchweichten Theile des rutschenden Bodens entfernt und das trocknere Material desselben zur Bildung der Widerlager benutzt, es gehörig durcharbeitet, lagenweise aufbringt und stampft. Natürlich wird man mitunter auch anstatt der Herstellung einzelner Erdkörper, in dieser Weise ein zusammenhängendes Widerlager bilden, dabei aber stets auf eine sorgfältige Drainirung des Lagers Bedacht nehmen.

Die Befestigung der auf den Rutschflächen lagernden Schichten durch Pfähle.

⁸⁾ Ein Beispiel hierzu bietet der Einschnitt bei Blisworth auf der London- und Birmingham-Bahn (vergl. Brees, Railway Practice I). Derselbe trifft eine 7—8^m mächtige Kalksteinschicht, darunter eine wasserführende Thonschicht. Um zu verhindern, dass letztere unter dem Gewicht des Felsens und der oben liegenden Erdmassen herausgedrückt werde und die oberen Schichten zum Rutschen bringe, sind beide Einschnittswände mit etwa 6^m hohen Bruchsteinmauern bis unter den Fuss des Felsens reichend, eingefasst und diese durch Strebepfeiler in etwa 6^m Entfernung verstärkt, letztere aber durch Sohlengewölbe gegenseitig abgestützt. Zur Ableitung des Wassers dienen hinter den Futtermauern Sammeldrains mit Abzugsanläufen durch die Mauer (siehe Tafel IV, Fig. 4 und 5).

⁹⁾ Nach Perdonnet's *Traité élémentaire etc.* I. hat man bei Sultz auf der Französischen Ostbahn, wo der gebildete Abtrag die wasserführende Schicht durchschnitten, den rutschenden Boden in Streifen von 5 bis 8^m Breite (parallel zur Bahnrichtung gerechnet) bis auf die Rutschfläche aufgehoben und die gute Erde zur späteren Wiederverwendung seitlich abgelagert; dann in die feste Thonschicht Bankette von 2^m Breite und nach dem Einschnitt ansteigend eingeschnitten, am Fusse eines jeden Bankettes Rigolen eingelegt, welche das Wasser einem Canal, rechtwinklig zum Einschnittsgraben und in diesen mündend, zuführen; und endlich den guten Boden wieder eingefüllt bis zur ursprünglichen Terrainhöhe (siehe Tafel IV, Fig. 2).

In dem Theile des Einschnittes, wo die schlüpfrige Schicht tiefer unter dem Planum lag und Bewegung bis nach den Schienen hin verursachte, musste dem, die Thonschichten erweichenden Wasser ein passender Abzug verschafft werden. Zu dem Zwecke legte man oberhalb des Einschnittes eine Längensrigole an, aus welcher das Wasser in eine Querrigole über die Böschung und so in den Einschnittsgraben geleitet wurde. Das durch die Böschung sickernde Wasser wird durch eine Lage Kies, die auf der Oberfläche der Rutschfläche und bis unter dem Einschnittsgraben ausgebreitet ist, angesammelt und an einzelnen Stellen einer Längensrigole zugeführt, die in der Bahnachse auf der ganzen Länge des Einschnittes angebracht ist (siehe Tafel IV, Fig. 3).

welche bis in den festen Boden getrieben werden, ist in einzelnen Fällen versucht, dürfte aber nur selten von Erfolg sein.

§. 5. *Bahndämme. Vorbereitung des Bahnterrains. Dämme auf nachgiebigem Boden.* — Bei der Herstellung des Bahnkörpers als Auftrag und bei der Wahl der gegen spätere Unfälle zu treffenden Sicherheitsmaassregeln kommen hauptsächlich folgende Punkte in Betracht:

- erstens, die Form und Beschaffenheit des Terrains, welches die Aufschüttung tragen soll;
- zweitens, die Aufschüttung selbst und zwar hinsichtlich des Materiales und der Art der Herstellung (§. 6);
- drittens, die Sicherung des Dammes gegen äussere Angriffe, Befestigung der Böschungen, Entwässerung (§. 7).

Das Terrain kann Veranlassung geben

- 1. zur seitlichen Bewegung der Aufschüttung, wobei eine geneigte Lage derjenigen Flächen, auf welchen die Bewegung erfolgt, und eine ungenügende Reibung vorausgesetzt werden muss; daher bestehen die Mittel, um den Damm in seiner Lage zu schützen,
 - a. in Vermehrung der Reibung
 - b. in Umformung des Terrains.
- 2. zur senkrechten Bewegung der Anschüttung.

1a. Die Vermehrung der Reibungswiderstände zwischen der Unterfläche der Aufschüttung und dem Bahnterrain geschieht einmal durch Reinigung des letzteren von vegetabilischen Substanzen, von Humus und allen solchen Bodentheilen, die das Wasser zurückhalten und der Last des Dammes nicht widerstehen; sodann in der Entwässerung des Terrains. Letztere Arbeit ist für die Haltbarkeit des Auftrags selbst von grösster Wichtigkeit und muss in allen Fällen, auch wo die Terrassenbildung vorgenommen wird, mit besonderer Aufmerksamkeit und Ueberlegung ausgeführt werden. Bleiben Wasserläufe, wenn auch noch so gering, ohne geregelten Abfluss, werden Quellen unter der Last des Dammes verstopft, so wird der umgebende Boden erweicht, schlüpfrig und giebt Veranlassung zu Rutschungen. Schwierig kann die Entdeckung der Quellen werden, wenn sie sehr klein sind, oder wenn sie in trockner Jahreszeit versiegen. In solch zweifelhaftem Boden ist daher eine vollständige Drainirung, ein System von Sickeranälen oder Drainröhren, welche gehörig tief angelegt, das Wasser aufsaugen und auf möglichst kurzen Wegen den Lösungsstellen zuführen, ein erforderliches Schutzmittel. Treten wasserführende Schichten auf der zu beschüttenden Fläche zu Tage, so muss für jede derselben ein Längencanal angelegt werden mit Gefälle nach den tieferen Terrainpunkten, wo dann Quercanäle das Wasser ableiten. Alte Wasserläufe, die nach der Verlegung trocken erscheinen, sind besonders vorsichtig zu behandeln, weil nach ihnen die Quellen, namentlich in nasser Jahreszeit, ihren gewohnten Lauf leicht wieder nehmen.

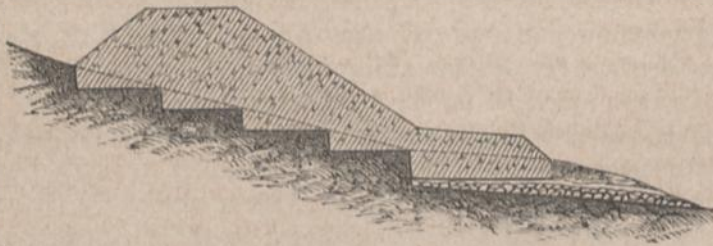
Von der grössten Wichtigkeit ist es aber auch hier, das von oberhalb kommende Wasser abzufangen, ehe es das zu beschüttende Planum erreicht, und es geschieht dies am einfachsten durch Anlage eines offenen Grabens, oder wenn dieser zu Rutschungen Veranlassung geben könnte, eines geschlossenen Canals parallel dem Fusse der oberen Dammböschung. Der Parallelgraben resp. Sickercanal ist mit seiner Sohle wo möglich bis unter die wasserführenden Schichten zu legen und mit ausreichendem Gefälle nach den Punkten hin, von welchen das Wasser in Durchlässen unter dem Dammkörper durchgeführt wird. Bei durchlässigem Boden kann auch eine Dichtung der Sohle und der unteren Grabenwand erforderlich werden.

1b. Hat das Terrain eine gegen den Horizont stark geneigte Lage und ist zu befürchten, dass die Reibung nicht ausreicht oder nicht genügend verstärkt werden kann, um den Damm in seiner Lage zu erhalten, so ist die schiefe Ebene terrassenförmig umzubilden, so dass jeder Theil der Aufschüttung in dem treppenförmig aufsteigenden Boden eine horizontale Unterstützung findet. Dabei müssen die Terrassen, wenn sie wirksam sein sollen, in den festen Boden eingeschnitten sein und ein kräftiges Profil erhalten. Je breiter sie gemacht werden, desto geringer ist ihre Zahl und desto weniger ungleich das Setzen des Dammes.

Um diese Ungleichheit auf ein geringes Maass zurückzuführen, ist bei der Aufschüttung mit Sorgfalt zu verfahren, wenn thunlich durch Aufbringung des Bodens in dünnen Lagen, Abgleichung desselben mit jeder Terrassenschicht und gehöriges Feststampfen. Wo dies unterlassen wird, zeigt die Hauptmasse des Dammkörpers, weil das Setzen an den höchsten Stellen am stärksten, ein Bestreben, nach dem Abhänge hin sich zu bewegen und von den horizontalen Stufen abzuschleiben. Entsteht dabei auch nicht immer eine eigentliche Dammrutschung, so erfolgt doch eine Bewegung der Masse im Auftrage selbst, welche gewöhnlich an den Längenschnitten im Planum zu erkennen.

Häufig wird es von Nutzen sein die Terrassen über den Fuss der auf schiefen Ebenen zu schüttenden Dämme fortzusetzen und um den Bewegungen vorzubeugen, hier ein Contrebankett herzustellen (Fig. 11).

Fig. 11.



Bei der Anlage solcher Bankette ist zu beachten, dass ihre Masse dem besonderen Falle entsprechend gross genug genommen werde, dass sie aus schwerem und wenn möglich durchlässigem Material, als Sand, Steine etc. sorgfältig geschüttet werden, ferner dass sie auf durchaus festem Boden ruhen, der durch Sickercanäle oder ähnliche Anlagen vollständig zu entwässern, endlich dass sie an der Oberfläche mit Gefälle versehen und einen ausreichenden Schutz erhalten, um das Eindringen des Tagewassers zu verhindern.

2. Die Beschaffenheit des Terrains, auf welchem die Aufschüttung erfolgt, kann, wenn nicht eine seitliche Verschiebung des Auftrages in Frage steht, ferner der Art sein, dass eine Bewegung in verticalem Sinne erfolgt, wie dies namentlich in sumpfigem, Moor- und Torfboden der Fall ist.

Die Entstehung solcher Bodenarten aus stillstehenden Gewässern, in welchen die Rückstände der vegetabilischen Substanzen mehr oder weniger consistente Massen gebildet haben, lässt man von vorn herein das Vorhandensein von Wasser annehmen, welches oft so bedeutend ist, dass die Masse einem Druck von oben nur geringen Widerstand entgegengesetzt und deshalb seitlich ausweicht. Selten sind in Folge von natürlichen Erhebungen oder künstlichen Entwässerungen solche Stellen ganz ausgetrocknet. Häufiger findet sich eine theilweise Entwässerung an der Oberfläche, die oft dicht benarbt ist und eine grosse Tragfähigkeit zu besitzen scheint, während die darunter liegenden Bodenschichten von

Wasser vollständig gesättigt und in einem halbflüssigen Zustande sind, bei tiefen Mooren sogar über dem festen Untergrunde reines Wasser haben. Der festere Moorboden zeigt gewöhnlich eine gewisse Elasticität und einmal trocken geworden, behält er seine Consistenz, wird bei späterer Berührung mit Wasser nicht mehr aufgelöst.

Für das Verfahren, welches man bei Herstellung von Aufträgen in solchem Terrain angewendet oder anzuwenden hat, ist das Höhenverhältniss zwischen der Anschüttung und der Mächtigkeit des nachgiebigen Bodens, sowie die Consistenz des letzteren von wesentlichem Einfluss.

Niedrige Dämme hat man auf tiefen Mooren oft gleichsam schwimmend hergestellt, so in Holland unter Benutzung einer Faschinenbettung. In England und an anderen Orten hat man, da es bei der geringen Tragfähigkeit des Moores darauf ankommt, in solchen Fällen einen möglichst leichten Damm herzustellen, als Schüttmaterial trocknen Torf gewählt. Derartige Dämme zeigen aber stets eine grosse Beweglichkeit in Folge des nachgiebigen Grundes und der Elasticität der Anschüttung. Sie können für gewöhnliche Fahrwege zweckmässig und bei den zu Gebote stehenden Mitteln oft allein ausführbar sein; bei Eisenbahnen indess, wo das Gewicht der über sie transportirten Lasten erheblich grösser, wo der Grad der Sicherheit ein weit höherer und wo die Art der Transportmittel eine möglichst feste Bahn verlangt, sind sie nur in seltenen Fällen zulässig. Vielmehr ist hier darauf Bedacht zu nehmen dem Damm eine gegen die Lasten und Erschütterungen der Eisenbahnzüge unachgiebige Basis zu geben, und zwar geschieht dieses entweder durch Comprimirung des Moorbodens, oder durch Lagerung des Dammes auf dem festen Untergrunde, oder durch Combination beider Mittel, immer unter sorgfältiger Beobachtung der Wasserverhältnisse.

Hat das Moor nur eine geringe Tiefe und ist der aufzuführende Damm so niedrig, dass sein Gewicht nicht ausreicht, um das Moor soweit zu comprimiren, dass die Eisenbahnzüge keine Bewegung mehr hervorbringen können, so bleibt oft nichts anderes übrig als den Moorboden ganz oder theilweise zu entfernen. Gewöhnlich genügt es bis zu einer gewissen Tiefe die schlechtesten Partien auszuheben und den Rest durch möglichst tiefe, mit trockenem Material, Sand, Stein, Kies etc. auszufüllende Gräben trocken zu legen. Die Wirksamkeit dieses Mittels hängt davon ab, welches Gefälle man dem Wasserabfluss geben kann. Auch hat man in ähnlichen Fällen das Moor wohl dadurch zu comprimiren gesucht, dass man einzelne Gräben ausgehoben, mit Sand oder fettem Boden ausgefüllt und letzteren dann tüchtig gestampft hat.

Ferner hat man wohl nur unter dem Kern des Dammes das Moor durch Baggerung oder auf andere Weise entfernt, dadurch dem eigentlich tragenden Theil ein sicheres Lager verschafft und die Böschungen auf dem durch die Schüttung comprimirten Moorboden ruhen lassen.

Bei grösserer Tiefe des Moores kann man, wenn die definitive Krone des Dammes nur wenig über dem Niveau der Mooroberfläche liegt, den Damm anfangs höher schütten, ihn zum Sinken bringen und damit solchen Fall in ähnlicher Weise behandeln, wie wenn es sich um die Herstellung schwerer Dämme im Moorboden handelt.

Um in solchen Fällen zu vermeiden, dass der weiche Boden unter der Last des Dammes, nach den Seiten ausweichend, die festere Decke aufwärts wölbe, sie endlich sprengt und dass dann die ganze Schüttung plötzlich versinke, empfiehlt es sich, die Oberfläche des Moores auf beiden Seiten und parallel dem Fusse des Dammes zu durchstechen und dadurch den zu belastenden Boden von dem anliegenden zu isoliren. Auf diese Weise erhält das halbfüssige Material Gelegenheit, ohne die umgebende Moorfläche zu erheben, der sinkenden Schüttung auszuweichen und für diese selbst gewinnt man in der festeren

Oberfläche des Moores ein rostartiges Unterlager, welches zum Zusammenhalten der Schüttmasse und zur gleichartigen Versenkung viel beiträgt.

Die Tiefe, bis zu welcher die Schüttung einsinkt, hängt von der Consistenz der unteren Moorschichten ab; bei ganz flüssigem Material kann der Körper bis auf den festen Untergrund sinken; bei weniger flüssigem findet eine Comprimirung des Moores statt und die Aufschüttung erreicht mit ihrer Sohle diesen Untergrund nicht.¹⁰⁾ Da aber von der Tiefe der Einsenkung auch die Breite der Schüttungsbasis abhängt und es immer nachtheilig ist, wenn bei einer zu schmalen Basis die Böschungen der Anschüttung über die mit zu versenkende festere Decke hinaus reichen und eine Vermischung des Auftragsbodens mit dem Moorboden herbeigeführt wird, so thut man wohl, bei Bestimmung der Breite der Schüttungsbasis lieber eine zu grosse als eine zu geringe Versenkung anzunehmen.

Der mittlere Theil einer Dammschüttung wird wegen seines grösseren Gewichtes schneller sinken, als die abgeböschten Seiten, und es wird in Folge davon die Unterfläche eine convexe Form annehmen, welche zur seitlichen Verschiebung des weichen Bodens günstig ist. Es darf jedoch die Belastung der mit zu versenkenden Mooroberfläche nicht zu ungleich geschehen, weil sonst ein Zerreißen derselben und ein Eindringen des Moorbodens in den Damm zu befürchten. Daher empfiehlt sich namentlich beim Beginne der Arbeit eine Schüttung in dünnen Lagen.

Ein sehr gefährliches Verfahren ist es, zur Beschleunigung des nur langsam stattfindenden Sinkens der Böschungen, die Seiten des Damms durch starke Belastung, durch frühe Schüttung schneller zu versenken, als den Mittelkörper, weil dann der in der Mitte eingeschlossene Moorkörper nach der Seite nicht mehr entweichen kann, aufwärts gedrängt wird und leicht die ganze Schüttung der Länge nach spaltet, so dass der Moorboden oben zu Tage tritt.

¹⁰⁾ Auf der Eisenbahn von Nantes nach Brest in Frankreich hat man bei den dort vorkommenden Moorstrecken interessante Beobachtungen über das Verhalten des Moorbodens und der Dammschüttungen gemacht, die im Wesentlichen Folgendes ergeben haben (vergl. Annales des ponts et chaussées 1864, auch Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen 1865 und Zeitschrift des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins 1865):

1. In torfigem und weichem Moorboden treten die Senkungen bald ein, die seitlichen Erhebungen verbreiten sich auf grosse Entfernungen, bleiben jedoch niedrig.

2. Im Moor von einiger Consistenz treten die Bewegungen je nach der Höhe der Dämme mehr oder weniger schnell ein; sie können bei geringen Auftragshöhen, $2\frac{1}{2}^m$ — 3^m , selbst ganz unterbleiben.

3. Wenn weicher Torf oder Schlamm mit einer compacten Moorschicht überdeckt ist, so tritt das Sacken der Aufschüttung oft erst nach langer Zeit und dann ein, wenn das absolute Gewicht hinreicht, diese Schicht zu durchbrechen. Der Bruch erfolgt dann plötzlich, die Bewegung des Damms und die Seitenerhebungen sind am grössten. — Bei Eisenbahnen, wo dergleichen plötzliche Einbrüche während des Betriebes sehr gefährlich sein würden, darf man sich deshalb dabei nicht beruhigen, dass die Schüttung eine Zeitlang, ohne zu sinken, sich gehalten hat. Man muss vielmehr so viel als möglich das Sacken zu befördern suchen und sich durch probeweise ausgeführte Ueberlastungen versichern, dass sich die Arbeiten nicht bloß im Zustande des Gleichgewichts befinden.

4. Im festen Moor oder Torf nimmt der eingesunkene Theil des Damms die Querschnittsformen eines umgekehrten Trapezes an und reicht im Ganzen bis zu keiner bedeutenden Tiefe hinab.

5. In Moor und Torfboden von mittlerer Consistenz sinkt die Schüttung mit verticalen Wänden unter Beibehaltung der horizontalen Basis bis zu einer bedeutenden Tiefe hinab, ohne indess immer den festen Boden zu erreichen.

6. In weichem Moor oder Torfboden sinkt der Damm bis zum festen Untergrunde und nimmt Böschungen an, die um so flacher, je flüssiger der Boden ($\frac{1}{5}'$ bis $\frac{1}{2}'$).

In einigen Thälern hat die verwendete Auftragsmasse das $2\frac{1}{2}$ fache eines Damms auf festem Boden betragen.

Auf die Beschleunigung einer gleichmässigen Senkung ist indessen stets hinzuarbeiten. Später während des Betriebes vorkommende Sackungen machen die Ausgleichung umständlich und weil diese mit Bettungsmaterial geschehen muss, kostspielig.

Für den Erfolg ist es ferner von Wichtigkeit, ein gutes Schüttmaterial zu haben, namentlich ein solches, welches vom Wasser nicht aufgelöst wird.

Um das seitliche Ausweichen des nachgiebigen Bodens unter der Last des Dammes, welches meist eine Erhebung des nächstliegenden Terrains zur Folge hat, einzuschränken, hat man mehrfach eine Belastung dieses Terrains vorgenommen. Ein solches Verfahren dürfte indess seltener in Moorstrecken von Erfolg sein als beim Vorkommen von weichen Bodenschichten über festeren in geneigter Lage, also bei den eigentlichen Dammrutschungen.

In sehr schwierigen Fällen hat man der Herstellung der Dämme eine ausgedehnte Entwässerung des Moores vorangehen lassen durch ein Netz von Abzugsgräben und Canälen; so beispielsweise auf der österreichischen Südbahn in dem berüchtigten Laibacher Moore, wo später der Raum für den künftigen Damm, um das fernere Ausweichen des Bodens zu verhindern, durch Steinschüttungen von 18' Höhe und 15' Breite eingeschlossen ist; ein Mittel, welches nur selten ausführbar, hier möglich wurde, weil inselartige Erhebungen in der Laibacher Ebene das erforderliche Steinmaterial in grosser Menge lieferten.¹¹⁾

§. 6. *Herstellung der Anschüttungen. Setzen der Dämme.* — Die Eigenschaften, welche eine Bodenart zur Verwendung als Schüttmaterial besonders geeignet machen, sind die Unauflöslichkeit bei Berührung mit Wasser, die dichte Lagerung und die Wasserdurchlässigkeit, daneben soll sie eine genügende Festigkeit haben, um die vorkommenden Lasten tragen zu können, leicht zu gewinnen und bequem zu transportiren sein. — Alle diese Eigenschaften besitzen Sand und Kies in hohem Maasse und um so mehr, je reiner und schärfer sie sind, während der feine rundkörnige Sand schon vom Winde bewegt und vom Regenwasser leicht weggeschwemmt wird. Aus solchem Material geschüttete Aufträge müssen daher an der Oberfläche und an den Böschungen gegen die Einwirkungen des Windes und des Wassers geschützt werden.

Gestein bildet in den Aufträgen viele hohle Räume, die bei weichen Steingattungen, welche leicht zerdrückt werden, oder in Folge der Einwirkungen der Atmosphäre zerfallen, sich allmählich ausfüllen und dadurch ein starkes langwieriges Setzen der Dämme herbeiführen. Bei festeren Steinen, die nicht zerdrückbar sind, ist das Setzen nur eine Folge der dichteren Schichtung der einzelnen Steinstücke und beschränkt sich auf ein geringes Maass, weil die Höhlungen zwischen ihnen nicht ausgefüllt zu werden brauchen. Dämme aus losem Gestein, welches leicht verwittert, bekleidet man an den Böschungen gewöhnlich mit einer Schutzdecke, häufig bildet auch der zerfallene Boden fruchtbare Erde und braucht nur besäet zu werden, um sich fest zu vernarben. Bei festem Gestein ist es meist vorthellhaft, das Material, wenn die Stücke gross und lagerhaft genug sind, bis zu einer gewissen Stärke an den Böschungen regelmässig zu verpacken und zu schichten, weil letztere dann verhältnissmässig steil angelegt werden können (vergl. §. 7).

Im Allgemeinen bedarf es bei Herstellung von Aufträgen aus unauflöslichen, durchlässigen Bodenarten, wie den vorstehend erwähnten, keiner besonderen Vorsichtsmaassregeln. Alle fetten Bodenarten aber, als Thon und namentlich Lehm, geben in Anschüttungen leicht Veranlassung zu Unfällen und bei ihrer Verwendung muss daher mit grosser

¹¹⁾ Vergl.: Erbkam, Zeitschr. f. Bauwesen 1853, und Ueber den Bau von Eisenbahndämmen durch Moorstrecken an der Bremen-Geeste-Bahn vergl. Zeitschr. d. hannov. Arch. u. Ing.-Vereins 1864.

Sorgfalt verfahren werden. Reiner Thon ist der Auflösung durch Wasser nur in geringem Maasse unterworfen, die Feuchtigkeit macht die Oberfläche der einzelnen Theile aber schlüpfrig, verändert die Reibung und damit die feste sichere Lagerung. Weil ferner der Thon nur in scharfkantigen Stücken gelöst werden kann, die wegen ihrer Festigkeit und Zähigkeit selbst unter grosser Belastung nur wenig und langsam nachgeben, so entstehen in den Schüttungen aus diesem Material viele leere Räume und die Aufträge kommen erst nach langer Zeit zur Ruhe. Ist daher irgend ein feineres Material leicht herbeizuschaffen, so kann es häufig zweckmässig sein, dasselbe zur Dichtung der Thonschüttung zu benutzen, um so das Setzen zu vermindern und zu verhüten, dass durch das eindringende Regenwasser sich Wassersäcke bilden, die den Dammkörper erweichen und allmählich auseinander treiben.

Lehm schüttet sich zwar weniger sperrig als Thon, ist aber lockerer, setzt sich deshalb ebenfalls stark und geht wegen seiner Auflösbarkeit durch Wasser leicht in einen halbflüssigen, breiartigen Zustand über. Letztere Eigenschaft macht ihn daher zum Schüttmaterial wenig geeignet. Ist man zu seiner Verwendung genöthigt, so muss auf eine gründliche Entwässerung, auf eine frühzeitige Befestigung der Oberfläche und der Böschungen des Auftrags Bedacht genommen werden, um jede unmittelbare Einwirkung des Wassers auf den Lehm unmöglich zu machen. Findet sich in der Nähe der Bahnschüttung Sand, so ist es gut, die oberste Schicht und wenn möglich auch die Aussenseiten aus diesem Material bestehen zu lassen.

Auf das sorgfältigste ist zu vermeiden, vom Wasser durchweichte Massen in die Anschüttung zu bringen, welche niemals ganz austrocknen, das Tagewasser begierig aufnehmen und in fast regelmässiger Folge davon die Aufträge zum Ausweichen bringen, wenn auch oft erst nach längerer Zeit. In ähnlicher Weise können gefrorene Auftragsmassen schädlich werden.

Das Setzen der Dämme vermindert ihre Höhe und verändert die Form der Böschungen. Da schon während der Herstellung die unteren Schichten von den darüber liegenden zusammengedrückt werden und um so mehr, je grösser die auf ihnen ruhende Auftragsmasse, so steht das Maass der Sackung nicht im einfachen Verhältnisse zu der Auftragshöhe; es ist bei niedrigen Dämmen verhältnissmässig grösser, als bei hohen. Ausserdem ist es bei ein und demselben Dammkörper in den höheren Theilen, wenn auch absolut grösser, so doch nach Verhältniss ihrer Höhe geringer, als in den niedrigen Theilen, den Böschungen. Daher nehmen die Böschungen bei einem nicht elastischen Schüttmaterial, wenn sie vorher eine gerade Linie gebildet haben, nach dem Setzen eine concave Form an. Ist das Material mehr oder weniger elastisch, so dehnen die unteren Schichten unter der Belastung nach der Seite hin sich aus, während die Unterfläche des Dammes durch die Reibung in ihrer Lage gehalten wird. Die seitliche Ausdehnung vermindert sich nach oben in Folge der geringeren Breite und geringeren Belastung der Schichten und die Böschung nimmt von oben nach unten eine concav-convexe Form an.

Wird in Folge des Setzens eine Nachschüttung und Verbreiterung des Auftrags erforderlich, so verbindet sich das nachträglich angeschüttete Material niemals gehörig mit dem alten Kern; es erzeugen sich Längensrisse, die dem Regenwasser Gelegenheit zum Eindringen in den Auftrag geben, so dass die angebrachte Verstärkung leicht abrutscht. Um diesen Uebelständen, die bei fetten Bodenarten am gefährlichsten sind, vorzubeugen, empfiehlt es sich, die Dämme von vorn herein so viel breiter und höher zu schütten, dass eine Nachschüttung nicht nöthig wird, jedenfalls die Oberfläche so zu verbreitern, dass bei einer Nachhöhung die planmässige Kronenbreite erhalten wird, ohne dass der Auftrag nach der Breite verstärkt zu werden braucht.

Zur Beschleunigung des Setzens hat man die Schüttung wohl mit Wasser über-gossen, ein Mittel, welches aber nur bei durchlässigem Material zulässig. Bei Sand-schüttungen, welche Gebäude tragen und deshalb eine möglichst geringe Nachgiebigkeit zeigen sollen, ist es zweckmässig, bei Eisenbahndämmen in der Regel überflüssig.

Das Stampfen der Auftragsmassen, welches sich selbstverständlich auf weiche und fette Bodenarten beschränkt, während es bei Aufträgen aus Sand, Kies und Gestein über-flüssig, ist nur dann wirksam, wenn die Schüttung in dünnen horizontalen Lagen von etwa $0,3^m - 0,5^m$ erfolgt. Wird bei stärkeren Schichten die Oberfläche festgestampft, so ist das häufig mehr schädlich als nützlich, namentlich in Thonboden, weil die gedichteten Decklagen das Entweichen der in den loseren Schichten enthaltenen Wasser- und Luft-massen erschweren.

Ein sehr wirksames Mittel zur Dichtung von Thon- und Lehmaufträgen besteht in der Ausfüllung der bei der Schüttung entstandenen leeren Räume mit Sand oder einem andern Materiale, welches leicht in die Zwischenräume eindringt, und zwar geschieht dies am einfachsten durch abwechselndes Aufbringen von Thon- und Sandschichten.

Alle diese Mittel werden nur da anwendbar, wo die Schüttung in horizontalen Lagen erfolgt. Für die Herstellung sicherer und fester Dämme ist daher diese Schüttungs-methode vorzüglicher, als diejenige vor Kopf zu schütten, bei welcher die einzelnen Schichten der Schüttung eine der natürlichen Böschung entsprechende geneigte Lage bekommen.

Wo die Dämme aus Seitenentnahmen gebildet werden oder wo nur geringe Höhen-differenzen zwischen Terrain und Bahnplanum vorkommen, ist die Lagenschüttung meist bequem auszuführen, während bei Beschaffung der Auftragsmassen aus den Einschnitten und wo es sich um Ausgleichung grösserer Höhendifferenzen handelt, die Kopfschüttung gewählt wird. Sie ist bei dem jetzigen Stande des Eisenbahnbaues, bei den heut zu Tage üblichen Erdtransportmitteln, aus Rücksichten der Kosten- und Zeitersparungen, die gebräuchlichere Methode und, wenn mit einiger Vorsicht angewendet, auch zweckent-sprechend. Da die Schüttflächen in der Längenrichtung des Dammes geneigt sind, so ist, selbst wenn die Verbindung der einzelnen Schichten unvollkommen, eine Abrutschung in dieser Richtung nicht zu befürchten. Zu empfehlen ist es aber in der Regel das volle Profil des Dammkörpers mit einem Male auszuschütten, um spätere Nachhöhungen und namentlich Verbreiterungen unnöthig zu machen, weil bei letzteren die schrägen Rutsch-flächen der Richtung der Seitenböschungen folgen und leicht ein Abrutschen des neu ange-schütteten Bodens zur Folge haben.

Zwischen den beiden genannten Schüttungsmethoden steht diejenige von beweg-lichen Sturzgerüsten, welche die Bildung von horizontalen Schichten wenigstens erleichtert.

Wird aber hierbei, wie es oft geschieht, zuerst ein schmaler Damm vorgetrieben und später durch Schüttungen nach der Seite verbreitert, so giebt ein solches Verfahren leicht zu Störungen, wie vorerwähnt, zu Längenschnitten und Abrutschungen Veranlassung und ist nur bei trockenem Schüttmaterial zulässig.

Mit besonderer Sorgfalt ist mit dem Anschütten und Uberschütten von Bauwerken, gemauerten Durchlässen und Brücken zu verfahren. Dasselbe darf immer nur in dünnen Lagen unter sorgfältigem Stampfen geschehen und an beiden Seiten des Bauwerks so gleichmässig, dass eine jede Seitenbewegung in Folge des Bodendruckes unmöglich wird. Namentlich ist dies bei Kopfschüttungen nöthig und bis zu einer solchen Höhe über dem Bauwerk, dass der einseitige Druck des Vorkopfs der Schüttung die über und neben dem Bauwerke gebildete compacte Masse nicht zu stören vermag.

Bei hohen Dämmen auf nachgiebigem Untergrunde kann es vorkommen, dass

wenn der auf dem gut fundirten Bauwerke ruhende Theil des Dammes nicht im Stande ist den Sackungen der anschliessenden Theile zu folgen, sich Querrisse bilden, die den Erdkörper über dem Bauwerke isoliren und dass letzteres, wenn es den so isolirten Erdkörper nicht zu tragen vermag, zusammenbricht. Um solchen Erscheinungen vorzubeugen, ist es gut, das Bauwerk nicht eher zu überschütten, als bis die anstossenden Aufträge an beiden Seiten ihre volle Höhe erreicht haben und keine erhebliche Senkung des Bodens mehr zu erwarten steht.

Bei einem Untergrunde, welcher unter der Last des Dammes nach der Seite ausweicht, kann es sich auch ereignen, dass die tief gehenden Fundamente des Bauwerkes zusammengeschoben werden. Wenn dem durch eine geeignete Construction des Bauwerkes selbst nicht entgegen zu wirken ist, so führt man die Schüttung vorerst wohl ganz durch und, nachdem sie sich gesetzt hat, beginnt man die Fundirungsarbeiten.

§. 7. *Aeusserer Schutz der Dämme. Befestigung der Böschungen. Steinpackungen.*
— Für den Schutz eines Dammkörpers gegen die Zerstörung in sich ist es von besonderer Wichtigkeit, dahin zu wirken, dass nicht Wasser in das Innere des Auftrags gelange.

Es ist schon früher auf die nachtheiligen Folgen hingewiesen, welche die Verwendung wasserhaltigen Materials zur Bildung von Aufträgen nach sich zieht. Solches Material, welches vom Wasser innig durchzogen und zum Theil aufgelöst, ausweicht und auseinanderfliesst, trocknet fast nie aus, wenn auch die Oberfläche eine gewisse Festigkeit erlangt. Der Kern bleibt locker und aufgelöst und vermag selbst geringe Lasten nicht zu tragen. Daher bleibt denn oft nichts anderes übrig als solches Material, wo es verwendet ist, gänzlich wegzuräumen und durch trocknen Boden zu ersetzen.

Aehnliche Wirkungen können entstehen, wenn Schüttungen aus löslichem Material während anhaltenden Regenwetters ausgeführt werden, oder wenn durch Risse und Senkungen in der Oberfläche das Wasser in das Innere der Aufträge dringt.

Wo letzteres vorkommen kann, ist mit Sorgfalt darauf zu achten, dass die Oberfläche gefestigt und mit einem für die schnelle Wasserabführung günstigen Seitengefälle versehen werde, sowie dass alle während der Ausführung der Erdarbeiten sich bildenden Säcke und Risse unverzüglich ausgefüllt und gedichtet werden.

Bei dem fertigen Dammkörper wird in der Regel eine besondere Entwässerung des Planums ausser durch sorgfältige Abdachung (vergl. §. 9) nicht ausgeführt, weil das aufgebrauchte Bettungsmaterial eine schädliche Ansammlung des Regenwassers verhütet. Nur bei verhältnissmässig breiten Dämmen und namentlich auch bei Dämmen, die für zwei Gleise hergestellt, aber anfangs nur mit dem Oberbau für ein Gleis versehen werden, kann es erforderlich werden, das auf der Oberfläche sich ansammelnde Tagewasser concentrirt abzuführen. Dort empfiehlt es sich längs den Auftragskanten Parallelgräben zu ziehen, aus denen das Wasser mittels kleiner Quercanäle und Rinnen über die Böschungen fortgeleitet wird. Alle diese Canäle sind mit starkem Gefälle anzulegen und sorgfältig zu dichten, damit das Wasser nicht in die Auftragsmasse dringe.

In den Auftragsböschungen werden durch das Regenwasser, namentlich bei frischen Schüttungen, leicht Rinnen ausgespült, die allmählich zu grösseren Furchen sich vertiefend auch den Kern des Dammes angreifen können. Eine Sicherung der Böschungen gegen die äusseren Einwirkungen des Wassers ist deshalb hier ebenso nöthig, wie bei den Einschnitten und geschieht hier auf ähnliche Weise wie dort, durch Bekleidung mit fruchtbarer Erde und Bildung einer Grasnarbe (vergl. §. 10), durch Bepflanzung, Pflasterung.

Bei Frostwetter kann es vorkommen, dass, wenn Wasser im Auftrage enthalten ist oder auf unterirdischen Wegen eindringt, dasselbe gegen die gefrorenen Böschungen staut, in Folge des Druckes sie sprengt, zum Rutschen bringt und beim Ausfliessen einen

Theil des Schüttmaterials mit fortreisst. Dem pflegt gewöhnlich eine Formveränderung der Böschungen, ein Ausbauchen voranzugehen und wird diese Erscheinung früh genug bemerkt, so hat man dem Uebel dadurch abgeholfen, dass man am Fuss der Anschüttung Löcher durch den gefrorenen Boden geschlagen, dadurch dem angesammelten Wasser einen Ausweg verschafft und das Material im Innern ausgetrocknet hat.

Häufig wird die Forderung gestellt, den Auftragsböschungen steilere Anlagen zu geben als das Schüttungsmaterial sie nach seiner natürlichen Lagerung verlangt; sei es weil der Werth der getroffenen Ländereien eine Einschränkung des Bahnterrains wünschenswerth erscheinen lässt, sei es weil die Bodenbeschaffenheit oder Form des Terrains die Herstellung des Dammkörpers nach dem normalen Profile nicht gestattet, sei es endlich, um an Auftragsmasse zu sparen.

Ganz steil lassen sich die Auftragswände nur durch Futtermauern herstellen, deren specielle Behandlung nicht hierher gehört.

Entspricht die Neigung annähernd dem Ruhewinkel des Schüttmaterials, so genügt bei nicht bedeutender Dammhöhe häufig eine sorgfältige Bekleidung mit Kopfrasen oder durch Pflasterung. Den Uebergang von steilen zu flachen Böschungen bilden die Steinpackungen, welche namentlich in Gebirgsgegenden eine ausgedehnte Anwendung finden, wenn die Bahneinschnitte oder Seitenentnahmen ein ausreichendes Quantum festen und wetterbeständigen Steinmaterials liefern. Sie bilden gleichzeitig einen guten Schutz gegen Stromangriffe und Wasserspülungen.

Die den Steinpackungen zu gebenden Stärken und Profile richten sich nach den zu Gebote stehenden Baumaterialien und dem Seitendruck, welchen die Anlagen auszuhalten haben. Letzterer ist um so grösser, je geringer die Cohäsion des Dammmaterials und je steiler die Böschungen angelegt werden. Steinpflasterungen werden häufig 1 füssig angelegt mit geraden oder concaven Böschungsf lächen und besteht der Damm, welchen sie zu schützen haben, aus Steintrümmern und festem Gerölle, die bei solcher Böschung kaum noch einen Seitendruck ausüben, so genügen selbst bei grossen Höhen geringe Stärken von etwa 0,5 bis 1^m (vergl. Tafel III, Fig. 11 und 14 und nebenstehende Fig.).

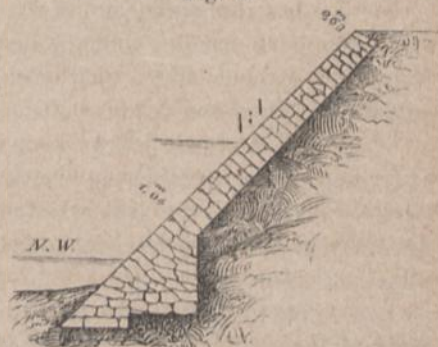
Bei weniger günstigem Schüttmaterial werden grössere Dimensionen erforderlich, die man häufig nach unten zunehmen lässt, namentlich wenn hier ein Angriff durch Wasser erfolgt (Holzschnitt Fig. 12).

Für das Bestehen solcher Pflasterungen ist es von Wichtigkeit, dass sie nicht eher ausgeführt werden, als bis der Damm sich einigermaassen gesetzt hat, weil sie sonst Form und Zusammenhang verlieren, sich ausbauchen und gesprengt werden können.

Kann man die Zeit bis zum erfolgten Setzen des Dammes nicht abwarten, so ist es oft vorzuziehen, am Fusse der Böschung eine in sich selbst standfähige Steinpackung mit steilerer Dossirung und sorgfältiger Hinterfüllung auszuführen und den oberen Theil des Dammes mit gewöhnlicher Böschung stehen zu lassen.

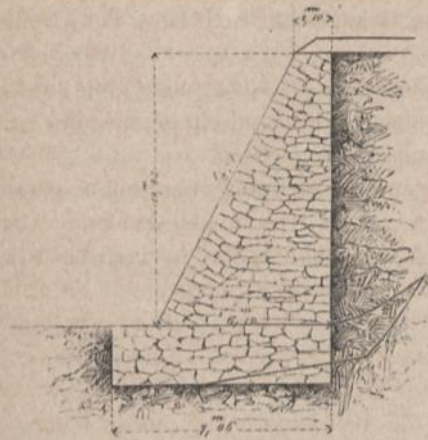
Bei sorgfältiger Ausführung der Arbeit ist selbst mit unregelmässig geformten Steinstücken eine steilere Böschung, etwa $\frac{1}{2}$ füssig, unschwer herzustellen. Man setzt hier, wie auch bei den flacheren Steinpflasterungen, die Lagerfugen der äusseren Schichten

Fig. 12.



gewöhnlich senkrecht auf die Böschungsfläche, obwohl nach Beschaffenheit des Materials mitunter auch eine horizontale Schichtung zweckmässig sein kann.

Fig. 13.



In Fig. 13 ist das Profil einer Packung dargestellt, die an der Rhein-Nehe-Bahn zur Ausführung gekommen ist. Fig. 12 und 13, Tafel III zeigen Profile von der Brenner-Bahn.

Die hintere Fläche ist bei ersterem Profil vertical, bei letzteren nach vorn geneigt. Bei beiden Formen wird die Anlage durch das Setzen des Dammes nicht wesentlich alterirt, während bei Steinpackungen und Trockenmauern, die nach hinten überhängen, in Folge des Setzens eine Ablösung des Kernes des Dammes von der Mauer entsteht und, indem letztere nachsackt, leicht eine Ausbauchung und eine Zerstörung des Zusammenhanges der einzelnen Theile herbeigeführt wird.

Eine sorgfältige Sicherung des Fusses der Steinpackungen durch Herstellung geeigneter Stützflächen in dem gewachsenen Boden, durch eine wirksame Wasserableitung und ausreichende Dimensionen ist für das Bestehen von grösster Wichtigkeit (vergl. Tafel III, Fig. 12). Bei Angriffen durch Wasser ist je nach Umständen oft eine Verstärkung des Fusses durch ein vorgesetztes Bankett mit flacher Böschung ausgeführt, welches bei schiffbaren Gewässern zur Aufnahme des Leinpfades dienen kann (vergl. Fig. 11 und 13, Tafel III).

Bei lagerhaftem Steinmaterial kann es sich empfehlen, die Böschungen noch steiler als $\frac{1}{2}$ flüssig zu machen und die Auftragswände als trockne Futtermauern herzustellen. Auf vielen Bahnen finden sich solche Mauern mit $\frac{1}{5}$ - bis $\frac{1}{6}$ flüssiger Böschung und in mittleren Stärken von 0,3 bis 0,4 der Höhe.¹²⁾

Die Wahl der in jedem besonderen Falle anzuwendenden Construction wird, wie kaum noch hervorgehoben zu werden braucht, durch die Höhe der Dämme und durch locale Verhältnisse, durch Beschaffenheit des Materials, durch die zur Verfügung stehenden Arbeitskräfte und dergleichen beeinflusst.¹³⁾

¹²⁾ Ueber die Herstellung des bis über 100 Fuss hohen Dammes der schiefen Ebene bei Kulmbach auf der Bayerischen Staatsbahn mit concaven Böschungen aus Mauerwerk, theils trocken, theils in Mörtel, behuf Materialersparung siehe Förster's Bauzeitung 1851.

¹³⁾ Wir geben hier die Hauptresultate der an der Rhein-Nehe-Bahn gesammelten Erfahrungen und Beobachtungen, wo Steinpackungen und Futtermauern in grösserem Maassstabe zur Ausführung gekommen sind (nach Cuno, vergl. Erbkam 1861):

Die Kosten der trockenen Steinpackungen haben zwischen $4\frac{1}{3}$ Thlr. und $7\frac{2}{3}$ Thlr. pro Schtrthe. (= 4,45 Cubikmeter), die der Futtermauern in Mörtel zwischen $14\frac{2}{3}$ Thlr. und $16\frac{3}{5}$ Thlr. also durchschnittlich etwa 3mal so viel betragen.

»Es ist dabei jedoch der Umstand in Betracht zu ziehen, dass die Stabilität einer Trockenmauer bei weitem geringer ist, als die Widerstandsfähigkeit einer Mörtelmauer, welche vermöge der Bindekraft des Mörtels fast wie ein zusammenhängender Steinblock wirkt, während die einzelnen Theile der Trockenmauer nur durch die Reibung verbunden sind und daher leicht verschoben werden können.

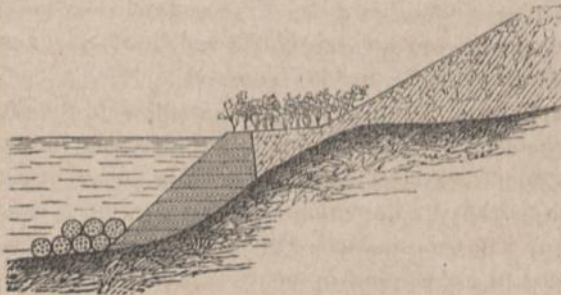
»Das System der trockenen Steinpackungen zur Herstellung von Stützmauern kann mit Erfolg nur zur Anwendung gebracht werden, wenn die Bahneinschnitte brauchbares frostbeständiges Steinmaterial liefern, wenn die Mauern in der Vorderfläche wenigstens halbflüssige Böschung erhalten können und das Hinterfüllungsmaterial aus Steintrümmern oder festem Gerölle besteht.

Es ist bereits im Vorstehenden erwähnt worden, wie Steinpackungen als Schutzmittel gegen die Angriffe des Wassers durch Strömung und Wellenschlag zweckmässig angewendet werden und in den Fig. 11 und 13, Tafel III sind einige Beispiele über die in solchen Fällen getroffenen Anordnungen gegeben. Es bleiben noch die Mittel anzuführen, welche oft anstatt der Steinbefestigungen oder neben ihnen behuf Sicherung der Dämme im Wasser Anwendung finden.

Zunächst und vor Allem ist nöthig, dass zu dergleichen Anschüttungen nur solches Material benutzt werde, welches unter Wasser sich nicht auflöst und ein genügendes specifisches Gewicht hat, um nicht leicht in Bewegung gesetzt zu werden.

Dämme, die hauptsächlich dem Wellenschlage ausgesetzt sind, kann man, wo die Verhältnisse es gestatten, durch möglichst flache strandartige Böschungen schützen. Auch Böschungen von 3- bis 5 füssiger Anlage und selbst steilere sind im Stande einen kräftigen Schutz zu gewähren, wenn sie mit einer dichten Grasnarbe bedeckt werden.¹⁴⁾ Natürlich gedeiht eine solche nur an dem gewöhnlich über Wasser liegenden Theil der Böschung. Weidenpflanzungen haben sich dann hauptsächlich wirksam erwiesen, wenn sie niedrig gehalten werden, so dass immer nur junge Reiser die Flächen bedecken, die dem andrängenden Wasser nachgeben und, indem sie sich auf die Böschung legen, diese schützen, während stärkere Stämme durch ihren Widerstand zu Auskolkungen und Auswaschungen Veranlassung geben.

Fig. 14.



Häufig legt man, insbesondere bei steilerer Dossirung, in der Nähe der Wasserlinie ein Bankett an, welches sich zur Bepflanzung mit Strauchweiden vorzüglich eignet, indem der Fuss der Pflanzung feucht gehalten wird und der Kopf über Wasser bleibt (Fig. 14).

Die unter Wasser befindlichen Theile der Böschungen werden gegen den Stromangriff ausser durch Steinpackungen zweckmässig durch Faschinenwerke gedeckt. Pack-

«Unter diesen Bedingungen genügt nach den bei der Rhein-Nahe-Bahn gemachten Erfahrungen für die trocken gepackten Stützmauern eine mittlere Stärke von $\frac{13}{42}$ bis $\frac{1}{3}$ der Höhe.

«Sobald man durch die Localität genöthigt ist, die Stützmauern in der Vorderfläche senkrecht oder mit einer Böschung von weniger als halbfüssiger Anlage auszuführen, wenn das Steinmaterial nicht unmittelbar zur Hand liegt, sowie bei losem Hinterfüllungsmaterial und bei Höhen über 40 bis 50 Fuss erscheint es bedenklich und unzweckmässig, trockene Steinpackungen anzuwenden.

«Es sind alsdann die regelmässigen Futtermauern in Mörtel vorzuziehen, deren Stabilität durch zweckmässige Anordnung dergestalt erhöht werden kann, dass der Erfolg auch unter schwierigen Umständen gesichert erscheint.»

¹⁴⁾ Ueber die Herstellung des Dammes der Lübeck-Büchner Eisenbahn durch den Möllner See aus grobem Sand mit $2\frac{1}{2}$ füssigen Dossirungen im Wasser s. Erbkam 1852 p. 58.

Fries, der Eisenbahndamm durch den Bodensee bei Lindau. Förster's Bauzeitung 1855 S. 188. Heusingerv. Waldegg, Organ 1855 S. 135.

werke mit Pfählen, Bohlwerke etc. gehören zu den nur in besonderen Fällen angewendeten Constructionen. Steinschüttungen und Faschinenwerke sind auch da zu empfehlen, wo Unterwaschungen des Dammkörpers, Vertiefungen des Flussbettes befürchtet werden müssen. Die Faschinenwerke werden hier als Senkstücke, Senklagen, Senkfaschinen am Fusse der Böschung versenkt und indem sie einestheils die leicht beweglichen Theile des Flussbettes bedecken, schützen sie andern Theils bei vorkommenden Auskolkungen, indem sie nachsinken und so die entstandenen Vertiefungen wieder ausfüllen.

Wo Eisenbahndämme heftigen Angriffen durch Eisgang ausgesetzt sind, ist ein sicheres Deckwerk kaum in anderer Weise herzustellen als durch tüchtiges Pflaster aus grossen Steinen, Steinpackungen oder Mauerwerk.

§. 8. *Dammrutschungen.* — Dammrutschungen entstehen

1. durch die Bewegung des die Anschüttung tragenden Bodens und
2. durch die mangelhafte Beschaffenheit des Auftrags selbst;

häufig wirken auch beide Ursachen zusammen.

Jede seitliche Bewegung des Bodens setzt das Vorhandensein einer schiefen Ebene voraus, auf welcher die Rutschung erfolgt. Die Vorbedingung ist also hier dieselbe wie bei den Einschnitt-Rutschungen. Die Veranlassung zu den Gleichgewichtsstörungen ist indess bei beiden verschieden, indem sie bei Einschnitten darin besteht, dass durch deren Herstellung das oberhalb liegende Terrain seinen natürlichen Stützpunkt verliert, während bei Dämmen eine grössere Belastung der schiefen Ebene stattfindet und in unmittelbarer oder späterer Folge davon der Reibungswiderstand auf der Rutschfläche sich vermindert. Gewöhnlich geschieht dies dadurch, dass unter dem Drucke der Anschüttung der freie Ablauf des Quellwassers gehemmt wird und dasselbe lösend auf die oberen Schichten des tragenden Bodens oder auf die unteren des Dammes wirkt.

Die Sicherungsmaassregeln gegen Rutschungen dieser Art werden deshalb zunächst auf eine Vermehrung der Reibung durch eine sorgfältige Entwässerung des Terrains und Entfernung der schädlichen Bodenschichten gerichtet sein müssen; sodann auf Herstellung von Stützpunkten ausserhalb des Dammkörpers. In §. 5 sind die hierher gehörigen Anlagen des Weiteren besprochen, deren gründliche Ausführung während des Baues stets erhebliche Ersparungen gegen den Aufwand an Arbeit und Kosten gewähren wird, welchen die Wiederherstellung einer entstandenen Rutschung verursacht.

Nicht immer aber ist die Entstehung der Rutschung einem Mangel an Vorsicht bei Ausführung des Baues zuzuschreiben; oft liegen die wasserführenden Schichten so tief, dass ihr Einfluss auf das Bestehen des Dammes unberechenbar ist, oft so versteckt, dass sie bei den angestellten Bodenuntersuchungen nicht entdeckt werden. In zweifelhaften Fällen ist es daher zu empfehlen, während der Ausführung der Schüttung sorgfältig das Verhalten der Wasserausflüsse unterhalb der Bahn zu beobachten. Wenn die Quellen langsamer fliessen oder versiegen, so ist anzunehmen, dass das Wasser durch die Last des Dammes in seinem Laufe gehindert ist und in Folge dessen den Fuss der Aufschüttung oder diese selbst durchweichen und leicht zum Rutschen bringen wird. Eintretenden Falles muss dann auf eine schleunige Abhülfe, auf Herstellung eines freien Wasserabzuges Bedacht genommen werden.

Ist auf die eine oder andere Art durch Bewegung des die Anschüttung tragenden Bodens eine Rutschung entstanden, so hat man oft mit gutem Erfolge folgende Maassregeln angewendet, um die Massen zum Stehen zu bringen.¹⁵⁾

»Wenn die Abrutschung nur durch zu starke Neigung des Terrains, ohne Zutritt

¹⁵⁾ Nach Henz. »Anleitung zum Erdbau« S. 151.

des Wassers in das Innere des Auftrags entstanden ist, so genügt es in der Regel, wenn an dem Fusse des abgerutschten Bodens ein starkes Contrebankett tief in den festen Boden fundam. entirt und in einer dem Gewichte der bewegten Masse entsprechenden Grösse angelegt wird (vergl. Fig. 11, Tafel IV). Der abgerutschte Boden wird, sofern er trocken ist, auf dem Raum zwischen dem Bankett und der Anschüttung in dünnen Schichten ausgebreitet und gehörig festgestampft. Darüber wird in horizontalen Lagen der Auftragskörper wieder in solcher Weise ergänzt, dass die etwas hohl anzulegende Böschung sich gegen das Bankett stützt und dann nach der oberen planmässigen Kante des Auftrags herangezogen wird. Diese Böschung muss besonders gut gedichtet und wenn irgend thunlich mit Rasen bekleidet werden, weil Alles davon abhängt keine Feuchtigkeit in dem Raum zwischen dem eigentlichen Auftrag und dem Bankett gelangen zu lassen.

»Waren aber unter der Schüttungsfläche hervordringende Quellen die Veranlassung der Abrutschung, was an der Durchnässung am untern Theile des abgerutschten Bodens zu erkennen ist, so wird zunächst dem Fusse der Abrutschung entlang ein Graben gezogen und zwar so tief, dass demselben nach der Thalseite hin noch Abfluss verschafft werden kann; und dieser Graben wird mit Steinen ausgepackt, um den Quellen unter der Schüttung die möglichst tiefe Lösung zu verschaffen und ihren Abfluss unter dem Schüttungsterrain zu begünstigen. Von diesem Parallecanal werden dann noch, soweit damit zu kommen ist, Stichcanäle bis unter den Boden der Anschüttung geführt und ebenfalls mit Steinen ausgefüllt. Für die Anlage dieser Stichcanäle werden vorzugsweise solche Punkte gewählt, wo sich der Boden am feuchtesten zeigt und auf eine Concentration des Quellenwassers schliessen lassen. Dadurch wird das Quellenlager noch mehr durchschnitten und der Boden in möglichster Tiefe damit entwässert. Erst wenn die Ueberzeugung gewonnen ist, dass alle unter der Schüttung liegenden Quellen ihren Abfluss nach diesen Canälen nehmen, kann mit der Wiederherstellung des Auftrages vorgegangen werden, indem zunächst hinter dem Parallecanal ein Bankett geschüttet, der abgerutschte Boden, wenn er nicht vollkommen entwässert ist, beseitigt und mit gutem trockenem Material in dünnen festgestampften horizontalen Schichten aufwärts gegangen wird bis die Oberfläche des Auftrags wieder hergestellt ist (vergl. Fig. 12, Tafel IV).

»Findet sich das abgerutschte Material sehr erweicht und daher weit nach unten ausgeflossen, so kann ein Längendurchstich in demselben bis in den festen Boden eingeschnitten und in diesem der Hauptentwässerungscanal und zugleich das Bankett angelegt werden. Das flüssige Material wird dann beseitigt, die feuchten Stellen im Boden werden ausgegraben, Sickeranäle angelegt und überhaupt wird wie im vorigen Falle verfahren. Machen es Umstände irgend wahrscheinlich, dass schon oberhalb der Schüttung Quellen entspringen, deren Wasser sich unter derselben durchzieht, so darf nicht versäumt werden, auch am oberen Fusse der Böschung einen Parallelgraben einzuschneiden, in demselben die von oben kommenden Wasser abzufangen und nach den nächsten Lösungspunkten der Länge nach abzuführen (vergl. Fig. 13 und 14, Tafel IV).

»Da Abrutschungen der Aufträge vorzugsweise da eintreten, wo Querthaleinschnitte überschritten werden, in demselben aber immer Durchlässe zur Wasserabführung liegen, so werden diese bei entstehenden Rutschungen gewöhnlich querdurch zerrissen, umgeworfen oder mindestens an ihrer untern Mündung verschüttet. In solchen Fällen muss zunächst der Durchlass wieder geräumt, und dann bis zur Aussenböschung des neu zu bildenden Banketts verlängert, dabei möglichst tief in den Boden eingeschnitten werden. Findet sich der abgerutschte Boden in einem solchen Zustande der Zerrüttung, Beweglichkeit und Flüssigkeit, dass es trotz aller Anstrengung nicht gelingt, einen offenen Canal durch denselben bis zur verschütteten Canalausmündung durchzuführen, so bleibt kaum

etwas anderes übrig, als so schnell als irgend thunlich einen unterirdischen Stollen nach dem Durchlass zu führen und denselben auf diese Weise zu entwässern. Da ein solcher Stollen in dem abgerutschten beweglichen Boden leicht zerdrückt oder verschoben werden würde, so wird man ihn, um sicher zu gehen, unter der Sohle des Auftrags im gewachsenen Boden anlegen müssen, was sich ausserdem empfiehlt, um eine möglichst tiefe Entwässerung zu erlangen.«

Die zweite Art von Rutschungen, die Zerstörung des Dammkörpers in sich, ist Folge der Verwendung mangelhaften Schüttmaterials oder der unrichtigen Bearbeitung desselben. Durch sorgfältige Anwendung der in den §. 6 und 7 besprochenen Vorsichtsmaassregeln wird diesen Rutschungen fast immer vorzubeugen sein. Sie entstehen gewöhnlich, wenn zu der Schüttung wasserhaltige, leicht lösliche Materialien benutzt werden, die in den unteren Schichten zerfliessen oder durch die Belastung herausgedrückt werden.

Sie entstehen ferner als Folge einer fehlerhaften Bearbeitung der Anschüttungen, wenn die Böschungen zu steil angelegt werden; wenn bei Verwendung verschiedenartiger Schüttmaterialien oder bei Dämmen auf geneigtem Terrain ein ungleiches Setzen entsteht und dadurch der Zusammenhang der Auftragsmassen gestört wird; oder wenn die Schüttung in einer Weise erfolgt, dass die Massen sich nicht gehörig verbinden können und dass dann Längensrisse sich bilden, welche dem Regenwasser den Zutritt in das Innere des Auftrags gestatten.

Die Mittel um Dämme, welche auf solche Art gestört sind, wieder herzustellen, sind ähnlich den vorher angeführten. Sie bestehen in der Austrocknung des durchwässerten Schüttmaterials durch eine sorgfältige Entwässerung und in der Anlage von Contrebanketten, um dem beweglichen Boden ein Widerlager zu schaffen. Der Umfang, in welchem diese Mittel zur Anwendung zu bringen, richtet sich jedesmal nach dem besonderen Falle. Mitunter kann es genügen, nur den unteren Theil des ausgetriebenen Bodens durch Querdrains zu entwässern, wenn für die Wiederherstellung des obern Theiles des Dammes trockner Boden zur Verfügung steht (Fig. 15, Tafel IV).¹⁶⁾

Im andern Falle kann man die Drainanlagen bis zur Dammkrone fortsetzen und am Fuss ein kräftiges Bankett anlegen. Auch hat man mit gutem Erfolge rechtwinklig zur Längsrichtung des Dammes Quergräben von etwa 1^m Breite, in Entfernungen wie sie durch die Umstände geboten wurden, ausgehoben und mit Steinen oder anderem trockenem und durchlässigem Material ausgefüllt.¹⁷⁾

Bei sehr weichem Boden ist oft die Herstellung von Querdrains allein nicht genügend.

¹⁶⁾ Auf der Main-Weser-Bahn hat man bei zwei Dämmen, welche zum Theil während Regenwetters geschüttet waren und auswichen, den oberen Theil mit Sandboden wieder hergestellt, den Fuss der Böschung aber, welcher, aus Thonboden bestehend, den Wasserabfluss verhinderte, hat man, nachdem die Hauptbewegungen aufgehört hatten, durch Drainröhren trocken gelegt. Wo diese in Folge späterer Verschiebungen ihren Dienst versagten, sind sie wieder aufgegraben und mit trocknen Steinen überfüllt. — Die geringste Entfernung dieser Querdrains ist 5^m und je nach Beschaffenheit des Bodens mehr (Fig. 15 und 16, Tafel IV).

¹⁷⁾ Auf der Französischen Ostbahn ist ein Damm von durchschnittlich 4^m Höhe in einer feuchten Wiese dadurch zum Ausweichen gekommen, dass der Thonboden, welcher bei Frostwetter geschüttet war, durch das im Auftrage enthaltene Wasser und in Folge von Regen aufweichte. — Die Böschung ist dann bis an die Aussenkante der Schwellen abgerutscht, und um sie wieder herzustellen, hat man rechtwinklig zur Bahnachse Gräben von 1^m bis 2^m Tiefe eingeschnitten, je drei Faschinen eingelegt und Erde in horizontalen Lagen eingestampft. Darauf hat man den abgerutschten Boden umgearbeitet und am Fusse des Dammes ein Contrebankett von 2^m Höhe und 3^m Breite hergestellt, unter welchem die Wasserzüge bis zum Auslauf der Böschungen verlängert sind (Fig. 17 und 18, Tafel IV).

Wenn dann Sammelcanäle auch in der Längenrichtung des Dammes angelegt werden müssen, so kann die Ausführung eine ähnliche werden wie in den Fig. 12 und 13, Tafel IV dargestellt oder wie nach Fig. 19.¹⁸⁾

§. 9. *Entwässerung des Planums.* — Die Nachtheile einer mangelhaften Entwässerung des Planums äussern sich dadurch, dass das durchlässige schwere Bettungsmaterial in den vom Wasser durchweichten Boden des Erdkörpers allmählich einsinkt und letzterer nach oben tritt, so dass die Schwellen bald ihr festes Auflager verlieren, und dass das Tagewasser, welches naturgemäss nach den Vertiefungen des Schwellenbettes sich hinzieht, nicht mehr entweichen kann. Durch das hammerartige Arbeiten der Schwellen unter der Last der Eisenbahnzüge wird dieser Vorgang wesentlich beschleunigt; es bilden sich Wassersäcke, das Wasser spült den Boden aus, führt Schlamm zurück und es entsteht dadurch ein Zustand, welcher die Unterhaltung der Bahn äusserst schwierig, wenn nicht

¹⁸⁾ Auf der Bahn von Paris nach Coulommiers hat man das Abrutschen einer Böschung dadurch zu hemmen versucht, dass man in den ausgewachsenen Boden Brunnen senkte und diese mit trocknen Steinen ausfüllte. Dieses Mittel hat sich nicht bewährt, indem die Brunnen in Ermanglung eines festen Widerlagers an der Bewegung des Bodens Theil nehmen mussten. Es ist dann die Methode der Drainirung durch Längen- und Quercanäle und der Anlage von Contrebanketten in folgender Weise zur Anwendung gebracht. Zuerst hat man am Fusse der Abrutschung Quergräben bis nach der ursprünglichen Dammböschung vorgetrieben. Von diesem Punkte aus ist dann parallel der Bahnrichtung ein Graben ausgehoben, an der Sohle mit Drainröhren belegt, dann mit trocknen Steinen ausgefüllt und an den Seiten sowohl wie oben mit Strohmatte umschlossen, um das Eindringen des Bodens zu verhindern. Zuletzt hat man am Fusse der Rutschung ein Contrebankett hergestellt, dazu theils den abgerutschten Boden, theils trocknen Boden verwandt, beide gehörig umgearbeitet, in dünnen schwach geneigten Lagen aufgebracht und gestampft. An manchen Punkten zeigte sich der Auftrag hierdurch noch nicht ganz gehörig consolidirt und wengleich das untere Bankett fest blieb, so waren geringe Bewegungen an dem oberen Theile der Böschung erkennbar. An solchen Stellen hat man eine zweite Rigole, ganz ähnlich der ersten, und nach dieser entwässernd angelegt, dadurch den Damm vollständig gesichert (Fig. 19, Tafel IV).

Selbstverständlich müssen die Längencanäle ein ausreichendes Gefälle erhalten nach den Stellen, von welchen das Wasser durch Querdrains nach dem Auslauf der Böschungen geführt wird. Vergl. Goschler I. Bd. p. 53.

Ein interessanter Fall einer ganz plötzlich erfolgten Dammrutschung ist an der Lübeck-Hamburger Bahn, etwa $1\frac{1}{2}$ Jahr nach Eröffnung des Betriebes vorgekommen, nach einem mehrere Tage anhaltenden sehr heftigen Regenfälle und wahrscheinlich verursacht durch eine vorangegangene allmähliche Durchweichung des Dammbodens durch Quellwasser. Die Bahn überschreitet zwischen Oldesloe und Bargtheide in schräger Richtung (vergl. Fig. 20, Tafel IV) die Schlucht der Rohlfshagener Mühlenau in einer Länge von etwa 200^m und in einer Höhe an der tiefsten Stelle von etwa 15^m. Der Bach ist mit einer Brücke von 3 Öffnungen überbaut. In der uns über diesen Fall von dem Erbauer zugegangenen Mittheilung heisst es:

»Die Schüttung von A bis zur Brücke hatte sich während des Baues und nachher bis 1867 sehr gut gehalten. Zur Schüttung wurde der aus dem vorhergehenden Einschnitt gewonnene schwere braune Thonboden verwendet. Die am 5. Febr. 1867 Abends 9 Uhr plötzlich und ohne jede vorhergehende Senkung oder seitliche Verschiebung eingetretene Rutschung liess an der Dammkrone nur einen 3 Fuss breiten Streifen stehen. Die Versenkung betrug unter dem Gleise in einer Länge von ca. 10 Rth. (38^m) 8 bis 10 Fuss (2,5 bis 3^m) und wurde die Dammerde bis zu 18 Rth. (68^m) seitwärts in das Thal verschoben. Der Damm wurde durch Sandschüttung wieder hergestellt und bei a ein etwa 20 Fuss tiefer Brunnen gesenkt, welcher eine quellige Schicht erreichte, deren Wasser durch Thonröhrenleitung dem Bach zugeführt worden ist. Seitdem hat sich irgend eine neue Sackung oder Verschiebung hier nicht gezeigt.

Auf der anderen Seite der Schlucht dagegen hatte die seitliche Abrutschung des aus gleichem Boden geschütteten Dammes bereits während der Bauzeit begonnen. Es wurden ausgedehnte Drainirungen theils durch Faschinen, theils durch Rohre am Fusse des Dammes angelegt und Abzweigungen in diesen hineingetrieben. Bis jetzt haben diese Arbeiten jedoch gar keinen Erfolg gezeigt, vielmehr sind hier noch in jedem Winter weitergehende Rutschungen eingetreten, so dass der Fuss des Dammes jetzt ungefähr die im Plane angegebene Grundform angenommen hat.«

unmöglich macht. Dazu kommt noch im Winter die Wirkung des Frostes, der für den Betrieb die genugsam bekannten Unzuträglichkeiten herbeiführt, indem der Boden auffriert und das Gleis aus seiner Lage kommt.

Alle diese Uebelstände, die vorzugsweise bei den Einschnitten auftreten, sind ähnlich denen, welche durch eine mangelhafte Beschaffenheit des Bettungsmaterials selbst entstehen.

Indem in einem späteren Capitel die Bettung des Oberbaues weiter behandelt werden wird, haben wir uns hier nur mit den Mitteln zu beschäftigen, welche auf eine ungehinderte Ableitung des Wassers von der Unterfläche des Bettungskörpers gerichtet sind.

In vielen Fällen wird dieser Zweck der Entwässerung schon dadurch erreicht, dass man dem Planum des Erdkörpers von der Mitte aus ein Gefälle nach den Seiten giebt, häufig aber wird es auch erforderlich werden, mehr oder weniger ausgedehnte Drainierungsanlagen auszuführen. Stets wird dabei die Beschaffenheit des Erdmaterials, namentlich in Bezug auf die Durchlässigkeit und Auflösbarkeit durch Wasser in Betracht gezogen werden müssen.

Die technischen Vereinbarungen der D. E. V. besagen über die hier auftretenden Fragen Folgendes:

„§. 33. Das Planum ist dergestalt trocken zu legen, dass das tiefste Eindringen des Frostes in die Erde nicht den höchsten Stand des Wassers erreicht.

§. 34. Die Sohle des Böschungsmaterials muss unter allen Umständen eine vollständige Entwässerung nach den Seiten des Planums erhalten. Wünschenswerth ist es, die Aussenbankette ganz aus durchlässigem Material zu bilden.“

Bekanntlich befolgt man beim Aufbringen des Bettungskörpers zwei verschiedene Methoden, indem man ihn entweder als freistehenden Körper über dem Planum herstellt oder indem man in dem Bahnkörper Gräben, sogenannte Koffer von etwas grösserer Breite, als die Länge der Schwellen beträgt, aushebt und mit Bettungsmaterial ausfüllt. Es braucht kaum besonders hervorgehoben zu werden, dass erstere Methode, insbesondere bei fetten Bodenarten, den Vorzug vor letzterer verdient.

Sie gestattet eine bessere Entwässerung des Gleises nach der Seite hin und bei den Reparaturen des Gleises, namentlich beim Unterstopfen der Schwellen wird eine schädliche Vermischung des Bettungsmaterials mit undurchlässigem Boden, die bei letzterer Methode leicht vorkommt, vermieden. Die Methode mittels Koffer findet daher hauptsächlich nur da Anwendung, wo man an Bettungsmaterial sparen will.

Wird das Kiesbett als freistehender Körper auf dem Erdkörper hergestellt, so giebt man der Oberfläche des letzteren gewöhnlich eine Ueberhöhung von etwa 0,1^m bis 0,2^m und um bei thonigem Boden den Abzug des Wassers nach der Seite zu befördern, empfiehlt es sich, die Oberfläche, nachdem sie gehörig regulirt, durch Stampfen und Schlagen noch zu dichten. Zur weiteren Vorsicht werden hier mitunter auch Querdrains mit starkem Gefälle (etwa $\frac{1}{10}$) von der Mitte der Bahn nach den Seiten angeordnet.

Bei der Herstellung des Bettungskoffers sucht man die Entwässerung nach der Seite dadurch zu bewerkstelligen, dass man das Bankett in Entfernungen, wie sie durch die Bedürfnisse geboten werden, durchschneidet und dann Querdrains oder Rigolen einlegt. Auf Dämmen ist dieses Verfahren meistens ausreichend, indem der durch die Schüttung aufgelockerte Boden auch eine gewisse Durchlässigkeit behält. In Einschnitten durch thonigen Boden dagegen genügt es selten. Das Wasser muss zu lange Wege durchlaufen, ehe es in die Drains gelangt, das Gefälle ist meist unzureichend, der Boden bleibt daher durchnässt und friert im Winter auf. Oft hat man auch die Beobachtung gemacht, dass die Sohle des Kiesbettes unter den Querschwellen durch das Nachstopfen und die Last der

Züge sich muldenförmig vertiefe und im Längenschnitte eine wellenförmige Linie bilde. Wenn dann undurchlässiger Boden unter dem Kiese liegt, so bleibt das Wasser in den Mulden stehen.

Eine wirksame Entwässerung kann bei dem Koffersystem deshalb nur durch eine Drainirung in der Längenrichtung der Bahn, unter Umständen in Verbindung mit Querdrains, erreicht werden.

Ueber die in solchen Fällen angewendeten verschiedenen Verfahren geben wir folgende Beispiele.

Auf der Friedrich-Franz-Bahn in Mecklenburg, wo der erforderliche Kies in dem durchgehends sehr schweren Boden nur spärlich zu beschaffen und man deshalb gezwungen gewesen ist, den Bettungskoffer zu bilden, hat man in den thonigen Einschnitten bei doppelgleisigem Planum die Entwässerung auf die in Fig. 18, Tafel III skizzirte Weise bewirkt. Hier ist die Drainleitung in Kies gebettet, in der Mittellinie der Bahn angeordnet. Die Sohle des Koffers hat nach der Entwässerungsanlage einigcs Gefälle, der Regel nach liegt unter den Schwellen im Mittel 7 Zoll ($0,185^m$) Kies. Um an Material zu sparen, ist der Theil zwischen den beiden Gleisen (bei x) mit nicht kiesigem Boden ausgefüllt.

Bei eingleisigem Planum ist die Entwässerung der Bettung nach Fig. 22 auf Tafel IV angeordnet.

Die Drains liegen, von der Bahnkrone gemessen, mindestens 3' tief ($0,94^m$). Sie haben ein Längengefälle bis nach dem Auslauf des Einschnittes, wo sie dann seitwärts herausgeführt sind und wo ein vorgesteckter Holzkasten mit Lederklappe sie vor Frost schützt. Bei sehr nassen Einschnitten sind ausserdem Drainröhren unter der Grabensohle angeordnet, in Kies gebettet und je nach Erforderniss an einer Seite des Planums oder an beiden.

In den Aufträgen sind derartige Paralleldrainirungen nicht gemacht, da in Folge der Sackungen des Bahnkörpers die Drainröhren leicht ihre Lage verändern und sich schädliche Wasserbeutel bilden würden. Dagegen sind unter der Sohle der Bettung Querdrains angelegt, welche guten Nutzen schaffen. Wenn der Dammkörper gehörig consolidirt ist, wird man eventuell mit Paralleldrains nachhelfen können. Die beschriebenen Anlagen sollen sich vollkommen bewährt haben.

Herr Plathner empfiehlt die Entwässerung Fig. 16 auf Tafel III.¹⁹⁾ Unter der Entwässerung ist ein Graben von etwa 1 □ Fuss Querschnitt ausgehoben, in diesen Graben, der gleichfalls mit Kies ausgefüllt, ist die Drainröhre gelegt, von der sich in je 20 Ruthen (75^m) Entfernung nach dem Einschnittsgraben Seitenröhren abzweigen, um das angesammelte Wasser abzuführen. Der für die Drainröhren vertiefte Graben soll einmal die Drainröhre vor dem Stossen beim Nachstopfen und gegen den Druck der Fahrzeuge schützen; ferner soll er die unter der Sohle der Bettung durch das Nachstopfen und die Last der Fahrzeuge sich bildenden Vertiefungen entwässern.

Auf der Französischen Ostbahn²⁰⁾ hat man an einer Stelle die Entwässerung des Planums durch zwei Längenrigolen unter den Enden der Schwellen und durch Querrigolen hergestellt, welche in Entfernungen von 3 bis 6^m das Wasser den Seitengräben zuführen (vergl. Fig. 17 auf Tafel III). Die Längenrigolen haben eine Tiefe von $0,15^m$ bis $0,20^m$; letztere an den Schnittpunkten mit den Querrigolen. Sie sind sämmtlich auf eine Höhe von $0,12^m$ bis $0,15^m$ mit Kies gefüllt, dann mit Moos bedeckt und darüber liegt das Bettungsmaterial. Die Kosten der Rigolen haben pro laufenden Meter $0,64$ Fr. betragen.

¹⁹⁾ Vergl. Erbkam's Bauzeitung 1856 p. 427.

²⁰⁾ Vergl. Goschler, «Traité pratique de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer.»

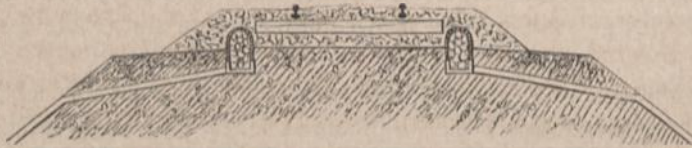
Auf derselben Bahn hat man die Entwässerung des Planums bei Dämmen in folgender Weise vorgenommen. An der Aussenseite der Querschwellen sind 2 Längenrigolen von ungefähr 1^m bis 1,50^m Tiefe mit dem nöthigen Gefälle ausgehoben; in diese ist ein aus getheerten Bohlen gebildeter Trog eingelegt, dann sind die Rigolen mit Steinbrocken ausgefüllt und das Ganze ist erst mit einer Lage Stroh, darauf mit Ballast bedeckt. — Von den tiefern Punkten der Längenrigolen führen Querdrains, die ähnlich wie die Längenrigolen hergestellt, das Wasser an die Oberfläche der Böschungen (Fig. 15).

Eine sorgfältige Ueberwachung dieser Anlagen ist erforderlich, weil durch das Sacken der Dämme leicht eine Veränderung in dem Gefälle der Rigolen und damit eine Ansammlung von Wasser an einzelnen Punkten entsteht. Die Methode ist übrigens sehr kostspielig und noch nicht lange genug in Gebrauch, um ihren Erfolg mit Sicherheit beurtheilen zu können.

Die in den vorstehenden Beispielen angeführten Entwässerungsmethoden können selbstverständlich sowohl bei dem sogenannten Bettungskoffer als auch bei dem freiliegenden Bettungskörper Anwendung finden.

Die Beschaffenheit des Bodens und andere örtliche Verhältnisse werden in jedem besonderen Falle darüber entscheiden müssen, ob die Entwässerung sich mehr auf die Oberfläche des Planums beschränken muss, oder ob sie auf eine grössere Tiefe auszu dehnen ist, ob also mit verhältnissmässig flachen Rigolen gearbeitet werden muss oder mit tiefer liegenden Drainröhren. Im Allgemeinen hat man bei thonigen Einschnitten mit

Fig. 15.



letzterer Methode sehr günstige Resultate erzielt. Die Anlage der Drains verursacht durchschnittlich keine sehr grossen Kosten und mit Sorgfalt ausgeführt erfordert sie fast gar keine Reparaturen.

Die Weite der Röhren richtet sich natürlich nach dem Wasserquantum, welches sie fortzuführen haben; enger als 0,05^m (2 Zoll) pflegt man sie indess nicht zu nehmen. Das Minimalgefälle kann man zu 0,002^m ($\frac{1}{500}$) annehmen.

Zwecks wirksamer Planumsentwässerung wird man also hauptsächlich Bedacht zu nehmen haben auf genügende Tiefe und ausreichendes Gefälle der Einschnittsgräben, auf Seitenentwässerung des Kiesbettes in seiner ganzen Länge und auf Anwendung der Drainage.

§. 10. *Besamung der Böschungen, Rasenbekleidung, Bepflanzung.* — Um die Böschungen der Auf- und Abträge gegen die äusseren Einwirkungen der Atmosphäre und des Regenwassers zu schützen, hat man folgende Mittel:

- Erzeugung einer Grasnarbe durch Besamung oder Rasenbekleidung,
- Bepflanzung,
- Pflasterung und Steinpackung.

Ueber die verschiedenen Anwendungen, welche man von Pflasterungen und Steinpackungen bei Eisenbahnen macht, ist bereits in den früheren §§. die Rede gewesen; es bleibt uns deshalb nur noch übrig von den erstgenannten Mitteln zu sprechen.

Besamung. Soll die Besamung gedeihen, so ist vor Allem erforderlich, dass an den Böschungflächen eine Schicht fruchtbarer Erde vorhanden sei. Werden die Ein-

schnitte nicht tiefer ausgehoben, als der fruchtbare Boden ansteht, oder werden Dämme in ihren äusseren Lagen von solchem Material geschüttet, so bedarf es eines besonderen Ueberzuges weiter nicht. Wo aber das Material der Böschungen aus todtm Boden besteht, muss zuvörderst eine Schicht Muttererde aufgebracht werden und dies geschieht zweckmässig auch da, wo an sich unfruchtbare Bodenarten, wie Mergel, erst wenn sie längere Zeit den Einwirkungen der Atmosphäre ausgesetzt sind, in tragbare Erde sich verwandeln.

Das Material zu diesen Bekleidungen, welches in den meisten Fällen an Ort und Stelle sich findet und bei Beginn der Erdarbeiten abgedeckt und zur Seite abgelagert wird, bringt man nachher in Lagen von etwa 0,15^m bis 0,25^m Stärke je nach örtlichen Verhältnissen und nach dem zur Verfügung stehenden Quantum auf die Böschungen.

Je flacher letztere angelegt und je gleichartiger das Material derselben mit der Bekleidung ist, desto inniger wird die Verbindung. Bei zu steiler Lage der Böschungen und bei thonigem Boden rutscht die Bekleidung leicht ab. Deshalb empfiehlt es sich hier, durch kleine in den Thonboden eingeschnittene Terrassen, wie in §. 3 weiter ausgeführt, oder auf andere Weise die Reibung zu vergrössern.

Das Aufbringen des Mutterbodens geschieht am besten bei feuchter Witterung, weil dann eine festere Verbindung des Materials in sich und mit den Wänden des Erdkörpers erlangt wird.

Nach der gleichförmigen Planirung und Theilung werden die Flächen mit besonders dazu eingerichteten Schlägeln festgestampft, worauf dann die Besamung erfolgt.

»Eine feste Benarbung wird nach Henz vorzugsweise durch Gras und kurze Kleearten (Steinklee) erzeugt; da aber in den verschiedenen Bodenarten, bei Lage der Böschungen nach verschiedenen Himmelsgegenden und nach dem wechselnden Feuchtigkeitsgehalt des Untergrundes nicht alle Pflanzen gleich gut fortkommen, so pflegt man verschiedene Samenarten mit einander vermischt aufzubringen. Die dem Boden und der Lage entsprechendsten Pflanzen erlangen dann bald das Uebergewicht und verdrängen die anderen schwächeren grösstentheils.

»Auf den Morgen (180 □ Ruthen = 2553 □ Meter) kommen durchschnittlich 20 Pfund Samen und ist bei folgender Mischung ein sehr guter Rasen erzeugt worden:

28	Theile	Thimotengrassamen
27	-	Reigrassamen
15	-	gelben Kleesamen
15	-	weissen do.
15	-	Luzernsamens. ²¹⁾

»Die beiden Grassamenarten werden, da sie sehr leicht sind, unter sich gemischt und besonders gesäet und dann erst wird der gemischte Samen der übrigen Futterkräuter eingebracht.

»Die Böschungen bedürfen zur Aufnahme des Samens keiner anderen Vorbereitung, als dass mit eisernen Harken schmale horizontale Furchen eingeritzt werden, welche den Samen aufnehmen, sein Herunterspülen durch den Regen und das Verwehen desselben durch den Wind verhindern. Die Besamung muss, um so bald als möglich eine Grasnarbe zu erlangen, gleich nach Regulirung der Böschungen und ohne besondere Rücksicht auf die Jahreszeit (am besten jedoch im Frühjahr) vorgenommen werden. Die Möglichkeit einer zeitigen Begrünung ist schon des wenig kostspieligen Versuches werth, selbst wenn eine spätere Wiederholung nicht unwahrscheinlich ist.

²¹⁾ Bei der Great Western-Bahn in England waren vorgeschrieben, auf 1 acre (= 1,58 Preuss Morgen = 0,4 Hectaren) nicht weniger als 14 Pfund (6,35 Kilogramm) Kleesamen und 1 Bushel (= 0,66 Preuss. Scheffel = 36 Liter) Reigrassamen zu säen.

»Wenn immer möglich, sucht man zu diesen Besamungen feuchte Witterung zu benutzen, bei welcher der Samen besser auf den Böschungen haftet, schneller aufgeht und kräftigere Pflanzen erzeugt. Besamungen, welche im heissen Sommer angelegt werden, vertrocknen leicht und erzeugen keine Narbe. Verschiedentlich ist es jedoch gelungen, dieselbe zu erhalten, indem gleichzeitig Hafer mit ausgesät wurde, der immer schnell aufgeht und unter dessen Schatten die schwachen Gras- und Kleepflanzen sich entwickeln können, ohne von der Sonne zu leiden.«

Wenn den Böschungen Consistenz fehlt und die erwähnten Grassamen nicht gedeihen können, wendet man mitunter Quecken an, die fast unter allen Umständen fortkommen und deren Wurzeln bis etwa 1^m Tiefe den Boden durchdringen.

Rasenkleidung.

Die Bekleidung der Böschungen mit Rasen geschieht hauptsächlich, um schneller eine dichte Grasnarbe zu erhalten, als sie durch Besamung gebildet werden kann. Sie wird besonders an den Stellen angewandt, die der Beschädigung durch Wasser am meisten ausgesetzt sind; daher bei Grabenböschungen, Wasserrinnen, bei Uferdeckungen und bei Dammböschungen, die vom Hochwasser bespült werden. Die Rasen werden mit besonders zu diesem Zwecke vorgerichteten Messern und Schaufeln in regelmässigen Quadraten von 0,25^m bis 0,4^m Seite oder in Streifen geschnitten und in Stärken von etwa 0,07^m bis 0,1^m abgelöst. Es ist wichtig, dass sie nicht zu lange nachdem sie gestochen, zur Verwendung kommen. Müssen sie aufbewahrt werden, so setzt man sie in Haufen auf und schützt sie bei trockenem Wetter durch Begiessen. Bleiben sie aber sehr lange aufgehäuft, so wachsen sie zusammen und zerbröckeln, wenn sie nachher auseinander gerissen werden oder sie verstocken. Am besten sind die frisch gestochenen Rasen mit dichtem Graswuchs, feinen und kurzen Halmen.

Man unterscheidet die Bekleidung mit Deckrasen und mit Kopfrasen.

Bei ersterer Art werden die einzelnen Stücke mit horizontalen Längenfugen und im Verband regelmässig auf die Böschung gelegt, die Wurzelseite nach unten gekehrt und mit etwa 0,30^m langen Pflöcken angenagelt. Bestehen die Böschungen aus einem trocknen Sande oder aus steinigen Materialien, welche die Feuchtigkeit durchlassen, so wächst der Rasen nicht leicht mit dem Untergrunde zusammen und vertrocknet bei anhaltender Dürre. Deshalb ist es hier nöthig, zuerst eine dünne Schicht urbarer Erde aufzubringen und in diese den Rasen zu legen.

Kopfrasen werden in horizontalen Lagen mit wechselnden Fugen, die Wurzelseite nach oben gekehrt, so auf einander gepackt, dass ihre äusseren Kanten die Böschung bilden. Häufig treibt man in jeder Schicht auch einzelne Pflöcke ein. Nachher wird die ganze Oberfläche durch Abstechen mit scharfen Spaten planirt.

Die Bekleidung mit Kopfrasen ist wegen des grösseren Bedarfes an Rasen theurer als die erste Art, gewährt aber mehr Festigkeit und gestattet eine steilere Böschung. Sie eignet sich deshalb auch zur Bildung der Böschungskegel bei kleineren Kunstbauten und findet eine Hauptanwendung bei der Reparatur abgerutschter Böschungen.²²⁾

²²⁾ Auf der Bahn von St. Germain des Fosses nach Roanne hat man in thonigem Sande, wo der Regen die Böschungen in ungewöhnlicher Weise ausspülte, parallel mit der Kante des Einschnittes in 2 Meter Entfernung Streifen Kopfrasen, die 0,30^m tief eingriffen, gelegt, in je 5 Meter Entfernung normal dagegen ähnliche Streifen und in die so gebildeten Rahmen platte Rasen; ausserdem führten fischschwanzförmig angeordnete Drainzüge das Wasser in von 10 zu 10 Meter angebrachte Rasenrinnen. Diese Bekleidung sitzt gehörig fest und die Kosten für alle zugehörigen Arbeiten, Drainage und Rasenrinnen haben nicht über 1 Franc pro □Meter Oberfläche betragen. — Vergl.: »Annales des ponts et chaussées 1859.« Auch: »Zeitschrift des Hannoverschen Archit.- und Ingen.-Vereins. 1864.«

Häufig combinirt man die Bekleidung der Böschungen durch Rasen mit der im Eingange dieses §. angeführten Bekleidungsart durch Besamung der Art, dass man die Rasen streifenweise auf den Böschungen befestigt in sich kreuzenden Linien horizontal und vertical oder schräg und dass man die so gebildeten Felder mit Muttererde ausfüllt und nachher besäet.

Auch die Rasenarbeiten werden am besten bei feuchter Witterung ausgeführt; müssen sie bei trockenem Wetter vorgenommen werden, so wird das Begiessen erforderlich. Von Wichtigkeit ist ferner eine rechtzeitige Ausbesserung aller Mängel und Beschädigungen, welche sich bei den bekleideten Böschungen zeigen.

Bepflanzungen.

Ueber die Zweckmässigkeit des Bepflanzens der Böschungen mit Bäumen oder Sträuchern herrschen unter den Ingenieuren verschiedene Ansichten. In Frankreich werden die Pflanzungen sehr viel angewandt, seltener in Deutschland und am wenigsten in England. Man ist hier dagegen, weil man annimmt, dass die Befestigung der Böschungen vorzugsweise den Zweck habe, dieselben trocken zu halten, während Holzwuchs das Gegentheil bewirkt, der Lüftung hinderlich ist, Nebel und Regen anzieht oder aufhält und dadurch dem Wasser das Eindringen in den Boden erleichtert. Offenbar müssen bei Beurtheilung des Werthes oder Unwerthes solcher Anlagen die klimatischen Verhältnisse berücksichtigt werden und es ist leicht erklärlich, wie bei dem feuchten Klima in England Pflanzungen sich nachtheilig zeigen können, während sie bei einem trockneren und wärmeren Klima, wie in Frankreich, die günstigsten Resultate liefern.

Oft machen die Beschaffenheit des Untergrundes und die Wirkung der Sonnenstrahlen die Erzeugung einer Grasnarbe unmöglich, wo durch Bepflanzung der Böschungen mit zweckmässig gewählten Baum- und Straucharten eine gute Befestigung erreicht wird, indem die Wurzeln tief genug eindringen, um nicht ausgetrocknet zu werden, und unter der Oberfläche ein festes Geflecht bilden.

Baumarten, die in trockenem Terrain angewendet werden, sind: Akazien, Birken, Ahorn, Eschen, Fichten und einzelne Obstbaumarten,

in feuchtem Terrain: Weiden, Erlen, Hainbuchen, Ulmen.²³⁾

Sie werden gewöhnlich in Reihen gepflanzt, hin und wieder auch gesäet.

Auf der Friedrich-Franz-Bahn in Mecklenburg hat man die frischen Dammböschungen vorzugsweise mit Weidenstecklingen bepflanzt und ist man dort mit den Erfolgen sehr zufrieden.²⁴⁾

Ueber Weidenpflanzungen zum Schutz der Böschungen gegen den Wasserangriff ist früher (§. 7) gesprochen.

²³⁾ Specielleres über die namentlich in Frankreich üblichen Verfahrungsarten bei Herstellung von Pflanzungen findet sich in:

Goschler, «Traité pratique de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer.»

du Breuil, «Manuel d'arboriculture des ingénieurs.»

²⁴⁾ Bei diesen Pflanzungen ist Folgendes beobachtet worden:

1. Die Stecklinge müssen mindestens 24 Zoll (0,63^m) lang, 1/2 Zoll (0,013^m) dick sein.

2. Sie werden 18 Zoll (0,47^m) tief eingesetzt und in Entfernungen von 18 Zoll; vor dem Einsetzen dürfen sie nicht trocken werden.

3. Das Einsetzen geschieht mittelst eines Pflanzeneisens, damit die Rinde nicht beschädigt wird, was beim Einstecken der Stecklinge, ohne vorher ein Loch gebildet zu haben, geschehen würde.

4. Das Einsetzen muss im Frühjahr geschehen und eignen sich nur frische Dämme dazu. In bereits consolidirten Dämmen kann die Wurzel nicht gedeihen und ist das Besetzen solcher Böschungen erfahrungsmässig ohne allen Nutzen. Dagegen haben sich bei richtigem Verfahren schon nach 2 Jahren sehr lange Wurzeln gefunden, der Wurzelstock wird kräftig und die Weide gedeiht gut. Sie bildet ein festes Wurzelgeflecht unter der Böschung.

Weidenpflanzungen finden auch eine häufige Anwendung in Ausschachtungen, die bis auf den Grundwasserstand geführt werden. Um diese Flächen wieder zu cultiviren, werden gewöhnlich Parallelgräben ausgehoben, mit dem Material kleine Dämme gebildet und diese bepflanzt.

Literatur.

- *Henz, »Practische Anleitung zum Erdbau.« 2. Aufl. bearb. von Plessner. Berlin 1868.
 Etzel, »Oestreichische Eisenbahnen, entworfen und ausgeführt in den Jahren 1857—67 unter Leitung von Carl v. Etzel.«
 Plessner, »Notizen zum Veranschlagen der Eisenbahnen.«
 Becker, »Allgemeine Baukunde des Ingenieurs.«
 *Goschler, »Traité pratique de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer.« 1. Theil.
 Perdonnet, »Traité élémentaire des chemins de fer.«
 du Breuil, »Manuel d'arboriculture des ingenieurs.«
 Brees, »Railway practice.«
 Ueber Herstellung der Eisenbahndämme in Moorboden auf der Bahn von Nantes nach Brest:
 »Annales des ponts et chaussées 1864.«
 »Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen 1865.«
 »Zeitschrift des Hannov. Architekten- und Ingenieur-Vereins 1865.«
 Schmidt, Ueber desgl. auf der Bremen-Geeste-Bahn: »Zeitschrift des Hannoverschen Arch.- und Ing.-Vereins 1864.«
 Ueber Herstellung des Dammes der schiefen Ebene bei Kulmbach:
 »Förster's Bauzeitung 1851.«
 Hoffmann, Ueber Herstellung des Dammes der Lübeck-Büchener Eisenbahn durch den Möllner See:
 »Erbkam's Zeitschrift f. B. 1852 p. 58.«
 »Heusinger v. W. Organ 1852 p. 55 und 56.«
 »Polyt. Centralblatt 1853 p. 94.«
 Fries, Der Eisenbahndamm durch den Bodensee bei Lindau:
 »Förster's Bauzeitung 1855 p. 188.«
 »Heusinger v. W. Organ 1855 p. 138.«
 Plathner, Ueber Entwässerung des Bahnplanums:
 »Erbkam's Zeitschrift f. B. 1856 p. 427.«
 »Heusinger v. W. Organ 1856 p. 54—58.«
 Ueber Bekleidung der Böschungen auf der Bahn von St. Germain des Fosses nach Roanne:
 »Annales des ponts et chaussées 1859.«
 »Zeitschrift des Arch.- und Ing.-Vereins für Hannover 1864.«

Ferner sind noch aufzuführen:

- Ueber Bestimmung der Neigung von Böschungen für Ausgrabungen. Annales des ponts et ch. 1850 1. Sem. Heusinger v. W. Organ 1853 p. 97.
 Dünkelberg, Dr., Die Drainage in ihrer Anwendung auf Eisenbahnbau. Organ f. d. Fortschr. des Eisenbahnw. 1854 p. 13.
 Eickenmeyer, Die Anwendung der Drainagen gegen Erdrutschungen an Eisenbahnböschungen. Eisenbahnzeit. 1853 Nr. 51. Polyt. Centralbl. 1854 p. 181.
 Ueber die Gestalt der Böschungen. Förster's allg. Bauzeitg. 1852 p. 25, 26.
 Hutton-Gregory, Ch., Ueber Erdestürze bei Eisenbahnbauten. Förster's Bauzeit. 1845 p. 242—60, nach Instit. of Civ.-Eng.
 Leblanc, Ueber Erdböschungen. Crelle's Journal f. d. Baukunst Bd. 21 p. 61—65 und Polyt. Centralbl. 1845 5. Bd. p. 174—178. Hartmann's Eisenbahnzeitg. 1845 p. 170—171.
 Plessner, F., Ueber ausgeführte Entwässerungen und Meliorationen bei Eisenbahnen. Organ f. d. Fortschr. des Eisenbahnw. 1854 p. 63.
 Zeller, Die Erdrutschen an Eisenbahnböschungen und die Anwendung der Drainage dagegen. Eisenbahnzeitg. 1853 p. 201.

IV. Capitel.

Material und Fabrikation der Schienen. Probiren und Abnahme der Schienen.

Bearbeitet von

R u d. P a u l u s

Oberinspector der k. k. Oesterr. Südbahn-Gesellschaft in Wien.

Allgemeines.

§. 1. *Ueber die Umwandlung von Roheisen in Schmiedeeisen oder Stahl.* — Das Material, aus welchem die Eisenbahnschienen bestehen, ist entweder Schmiedeeisen, oder Stahl, oder es sind beide Materialien vereinigt.

Um die Eigenschaften dieser Materialien, welche so vielseitige Anwendung beim Eisenbahnwesen finden, gründlich beurtheilen zu können, ist ein genaues Studium der Eisenhüttenkunde wohl dringend zu empfehlen; doch kann dieses Studium nicht jedem Eisenbahn-Techniker unbedingt auferlegt werden.

Es soll deshalb im Nachstehenden das Nöthigste, welches zur Beurtheilung der Eigenschaften dieser Materialien dient, einen Platz finden.

Schmiedeeisen und Stahl werden durch den Frischprocess aus Roheisen, und zwar entweder direct aus demselben erzeugt, oder es wird bei der Fabrikation von Stahl zuerst Schmiedeeisen erzeugt, und dasselbe, nachdem es in Stäbe ausgeschmiedet oder gewalzt wurde, durch längeres Glühen in Kohlenpulver (Cementiren) in Stahl verwandelt, welchen man Cementstahl nennt.

Roheisen ist eine Verbindung von $2\frac{1}{2}$ bis 5 Procent Kohlenstoff mit reinem Eisen und enthält ausserdem mehr oder weniger fremde Beimischungen.

Das durch den Hochofenprocess aus Eisensteinen gewonnene Roheisen zerfällt nach dem Aussehen seines Bruches in graues, weisses und halbgraues (halbirtes) Roheisen.

Diese Hauptabtheilungen haben wieder mehrere, jedoch unwesentliche Unterabtheilungen.

Bei dem weissen Roheisen ist der Kohlenstoff chemisch mit dem Eisen gebunden.

Das graue Roheisen enthält nur $\frac{1}{2}$ bis 1% chemisch gebundenen Kohlenstoff und der übrige Kohlenstoff kommt als Graphit ungebunden in dem grauen Roheisen vor.

Das halbgraue (halbirte) Roheisen bildet den Uebergang von dem weissen auf das graue Roheisen.

Von den in dem Roheisen enthaltenen Beimengungen sind hauptsächlich der Schwefel und Phosphor der Eisen- oder Stahlerzeugung schädlich. Schon ein unbedeu-

tender Schwefelgehalt des Roheisens hindert den Schweissprocess, während eine unbedeutende Beimengung von Phosphor sogenanntes kalt brüchiges Eisen giebt.

Schwefelhaltiges Roheisen ist bei allen Schienen, welche durch Zusammenschweissung einzelner Stäbe (Paquetirung) gebildet werden, zu vermeiden und phosphorhaltiges Roheisen, welches gewöhnlich sehr gut schweisst, ist zum Mindesten von der Verwendung zur Bildung der Füsse der Schienen auszuschliessen.

Geht man von dem Roheisen als Grundmaterial für die Fabrikation der Schienen aus, so kommt man zunächst auf den Frischprocess, welchem die Aufgabe zufällt, aus dem Roheisen Schmiedeeisen oder Stahl zu erzeugen, indem man mit Hilfe dieses Processes dem Roheisen seinen Kohlengehalt entweder ganz oder theilweise entzieht, und die fremden Beimischungen möglichst vollständig ausscheidet.

Der Frischprocess wird entweder auf offenen Herden durchgeführt, wobei das Brennmaterial direct mit dem Roheisen in Verbindung gebracht wird, oder in Puddelöfen, in welchen nur die Flamme und die erhitzten Gase des Brennmaterials mit dem Roheisen in Verbindung gebracht werden, oder in den Bessemerretorten, in welchen nur gepresste Luft mit dem schon flüssigen Roheisen in Verbindung tritt.

In offenen Herden kann der Frischprocess nur mit Holzkohle durchgeführt werden und sowohl deshalb als auch wegen dem höhern Verluste an Eisen (Kalo) kommt die Herdfrischerei theurer zu stehen, als die übrigen Frischprocesse.

Für Massenproductionen wie bei der Erzeugung von Eisenbahnschienen ist bei dem gegenwärtigen Stande dieses Fabrikationszweiges hauptsächlich der im Puddelofen und in der Bessemerretorte durchgeführte Frischprocess ins Auge zu fassen.

Entzieht man mit Hilfe des Frischprocesses dem Roheisen den Kohlenstoff ganz, so ist das Product Schmiedeeisen.

Entzieht man dem Roheisen aber den Kohlenstoff nur bis auf $\frac{1}{2}$ bis 2% , so ist das Product Stahl.

Soll Eisen oder Stahl erzeugt werden, so ist der Vorgang im Puddelofen und in der Bessemerretorte im Allgemeinen ganz derselbe, indem er ausser der ganzen oder theilweisen Entziehung des Kohlenstoffes darauf gerichtet ist, die das Roheisen verunreinigenden Beimischungen auszuschneiden.

Zwischen dem ganz oder beinahe ganz kohlenstofffreien Eisen und dem Stahle giebt es ein Mittelding mit ungefähr $\frac{1}{4}\%$ Kohlengehalt, welches man Feinkorneisen nennt, und welches für die Schienenfabrikation von grossem Werthe ist, indem es seiner guten Schweissbarkeit wegen bei genügender Härte und Dichtigkeit hauptsächlich zur Bildung der Schienenköpfe sich eignet.

Je höher der Kohlengehalt des aus dem Puddelofen oder der Bessemerretorte gewonnenen Erzeugnisses steigt, desto mehr nimmt im Allgemeinen die Schwierigkeit des Schweissprocesses, und in noch höherem Grade die Härte des Materials zu.

Für die Fabrikation von Stahl sind nur die reinsten (wenig schädliche Beimengungen enthaltenden) manganhaltigen Roheisensorten zu verwenden, während man auch weniger reine Roheisensorten zu Eisen verarbeiten kann.

Zu dem Frischprocess in der Bessemerretorte kann nach dem jetzigen Stande des Processes nur graues Roheisen verwendet werden, ob nun mit Hilfe dieses Processes Stahl oder Eisen erzeugt werden soll.

Da nun graues Roheisen theurer ist, weil es im Hochofen unter grösserer Wärmeentwicklung mit mehr Brennmaterialaufwand erblasen werden muss, so liegt hierin ein Grund, warum der in der Bessemerretorte erzeugte Stahl nicht viel billiger als der im Puddelofen aus reinem, weissem oder halbirttem Roheisen erzeugte Stahl zu stehen kommt.

Ausser dem aus dem Puddelofen und der Bessemerretorte direct gewonnenen Stahl verwendet man auch eine bis zur Erfindung Bessemers mit dem ihm allein gebührenden Namen «Gussstahl» bezeichnete Stahlsorte, welche man nun — zum Unterschied gegen den Bessemer-Gussstahl — Tiegel-Gussstahl nennen muss, indem er ein Erzeugniss des Umschmelzens von Stahlsorten in Tiegeln ist.

Zur Fabrikation dieser ausgezeichneten Stahlsorte verwendet man entweder den früher genannten Cementstahl, oder den Puddelstahl, oder endlich in neuerer Zeit auch den Bessemerstahl.

Durch pünktliche Sortirung der einzuschmelzenden Stahlsorten wird durch dieses Umschmelzen in feuerfesten Tiegeln mit einem Zusatz von Mangan ein besonders dichtes und gleichmässiges Material erhalten, dessen grösserer Anwendung zu Schienen nur der hohe Preis entgegensteht.

Nicht unerwähnt darf es bleiben, dass die seit einer grossen Reihe von Jahren bekannte Erfindung des österreichischen Obersten Uchatius, durch Zusammenschmelzung von Roheisen und Schmiedeeisen in Tiegeln Gussstahl zu erzeugen, neuerdings durch das von Martin aufgestellte System, in Siemens'schen Gasschmelzofen Roheisen und Schmiedeeisen zu Stahl zusammen zu schmelzen, geeignet zu werden scheint, zur Massenproduction, also auch zur Schienenenerzeugung mit Vortheil angewendet zu werden.

Ob die ausgedehnte Verwendung von alten Eisenschienen, oder Stahlschienen verschiedener Qualitäten, als Beisatz zu dem Roheisen mit genügender Sicherheit für die gute und gleichförmige Qualität des erzeugten Stahles durchgeführt werden kann, muss die Erfahrung lehren.

Die Hauptmerkmale, wodurch sich Stahl von Schmiedeeisen unterscheidet, sind: grössere Widerstandsfähigkeit bei geringerer Dehnbarkeit, grösserer Kohlengehalt und die Eigenschaft eine grosse Härte anzunehmen, wenn der Stahl im glühenden Zustande im Wasser abgekühlt wird, während das Schmiedeeisen auf diese Art gar nicht zu härten ist.

Der Grad der Härte des im Wasser abgekühlten Stahles hängt von dem Kohlenstoffgehalt desselben ab. Je grösser der Kohlenstoffgehalt ist, desto härter wird der Stahl beim Abkühlen im Wasser. Wenn der Kohlenstoffgehalt bis auf $\frac{1}{3}\%$ fällt, so ist wohl auch hier noch eine Härtung möglich; dieselbe widersteht aber einer gewöhnlichen Eisenfeile nicht mehr. Von $\frac{1}{3}\%$ Kohlengehalt an bis auf $\frac{1}{4}\%$ und je nach der Qualität des Materials noch etwas darunter ist das Product nur noch stahlartiges Eisen und wird richtiger Feinkorneisen genannt.

§. 2. *Allgemeines über die Fabrikation von Schienen.* — Nachdem mit Obigem das Wesen der Eisen- und Stahlerzeugung im Allgemeinen besprochen wurde, wird sich bei der nun folgenden Beschreibung der einzelnen Processe der Schienenfabrikation die Gelegenheit finden auf die Eigenschaften dieser Materialien specieller zurückzukommen.

Nachdem auf den deutschen Bahnen fast ausschliesslich die Vignoleschiene mit breitbasigem Fusse in Verwendung steht, so kann dieses Profil den Betrachtungen über die Schienenfabrikation zu Grunde gelegt werden, ohne dass dadurch der Fabrikation der Doppelkopfschienen Eintrag geschieht.

Das in Fig. 5 auf Taf. IX dargestellte Vignoles-Profil ist das der österr. Südbahn in $\frac{1}{3}$ der natürlichen Grösse, welches so ziemlich die Mitte zwischen den neueren Schienenprofilen hält.

Das Ideal einer guten Schiene nach dem Vignoles-Profil ist ein sehr harter Kopf bei einem sehr dehnbaren gegen Brüche schützenden Fuss.

Um diese Bedingungen zu erreichen, muss der Kopf aus hartem und dichtem Material: Feinkorneisen oder Stahl und der Fuss aus weichem sehnigen Eisen bestehen.

Die Erfüllung dieser Bedingungen erleidet in der Praxis allerlei Variationen, worunter bei den Eisenschienen gewöhnlich die Eigenschaft des Kopfes, und bei den Stahlschienen die Eigenschaft des Fusses Noth leidet.

Der Kopf einer guten Schiene muss aber noch eine andere Eigenschaft als die der Härte besitzen. Es soll nämlich — bestehe er nun aus Eisen oder Stahl — eine gleichförmige Dichtigkeit und zum Mindesten bis auf eine Dicke von 2 Centimeter von der Oberfläche des Kopfes an gerechnet, ohne Schweissnath sein.

Es ist eine Erfahrungssache, dass die Schienen zum grössten Theil wegen ungleichförmiger Dichtigkeit des Materials und der Mangelhaftigkeit der unmittelbar unter der Oberfläche des Schienenkopfes liegenden Schweissnäthe und nicht aus Gründen der regelmässigen Abnützung durch die Räder der Eisenbahnfahrzeuge unbrauchbar werden.

Die erste Eigenschaft, nämlich die gleichförmige Dichtigkeit des Materials, hängt von dem gut durchgeführten Frischprocess und von der Bearbeitung des Materials unter dem Hammer und der Walze ab. Die zweite Eigenschaft hängt meistens von den schlechten Gewohnheiten bei der Fabrikation der Schienen und sodann auch von den in einer Eisenhütte verfügbaren Materialien ab.

Wenn die Schienen nicht aus einem einzelnen Stücke gewalzt werden, was bei Eisenschienen nie, bei Stahlschienen aber nur bei der Verwendung von Gussstahl (Tiegelguss oder Bessemerstahlguss) geschieht, so werden dieselben aus einem sogenannten Paquet, das heisst aus einzelnen Stäben, welche zu einem Bund vereinigt und zusammengeschweisst werden, gewalzt.

Fast allgemein nimmt man zur Bildung des Paquetes eine zur Herstellung des obersten Theiles des Kopfes besonders vorsichtig behandelte circa 5 Centimeter dicke Platte (Kopfplatte) von hartem körnigen Material, und lässt dieser Platte mehrere 1½ bis 2 Centimeter dicke, etwas weniger sorgfältig erzeugte Platten folgen, um endlich für den untersten Theil des Fusses wieder eine auf ähnliche Weise wie bei dem Kopfe behandelte, aber aus zähem, sehnigem Material behandelte Platte (Fussplatte) zu verwenden.

Ist die Kopfplatte von Bessemerstahl, so wird dieselbe stets aus einem Stück gebildet, und hat also keine Schweissnäthe. Wird dieselbe aber aus Eisen oder aus Puddelstahl hergestellt, so wird dieselbe gewöhnlich wieder mit Hilfe einer Paquetirung, das heisst also aus mehreren einzelnen Stäben, gebildet, und enthält dann um so mehr schädliche Schweissfehler, je weniger gut sich das verwendete Material zum Schweissen eignet.

Die meisten Schienenfabrikanten halten nun aber die Bildung der Kopfplatte durch Paquetirung für unerlässlich, damit sie überhaupt die Rohstäbe, wie sie bei der Verwendung von geringeren Sorten Roheisen und bei weniger grosser Vorsicht bei dem Frischprocess in dem Puddelofen und sodann durch leichtes Hämmern und Walzen gewonnen werden, verwenden können.

Ogleich zugestanden werden muss, dass die Verarbeitung derartiger Rohstäbe eine nochmalige Schweissung und Umarbeitung erfordert, wodurch das Material verbessert und dichter gemacht wird, so legt man mit dieser Arbeitsmethode doch den Grund zur schnellen Zerstörung des Schienenkopfes, indem die schädlichen Schweissnäthe unmittelbar unter die Oberfläche des Schienenkopfes zu liegen kommen.

Um diese Schweissnäthe zu vermeiden und um doch ein dichtes gleichförmiges Material für die Kopfplatte zu erhalten, ist es aber nur nöthig zu der Erzeugung der Kopfplatten besonders reine Eisensorten zu verwenden, den Frischprocess besonders vorsichtig durchzuführen und jede für die Bildung von Kopfplatten bestimmte Luppe unter schweren Hämmern gründlich durchzuarbeiten, ehe sie gewalzt wird.

Es ist also die Bildung der Kopfplatte aus einem Stück von gutem harten Eisen

(wo möglich Feinkorneisen) oder Stahl, was als eines der ersten Erfordernisse einer guten Schiene, welche nicht ganz aus einem Stück bestehen kann, aufgestellt werden muss.

Wenn für diese Fabrikation die reinen Roheisensorten fehlen, oder nur mit unverhältnissmässig grossen Kosten beigeschafft werden können, und wenn dagegen die in einem Eisenwerke mit Vortheil zu verarbeitenden Eisensorten besonders gut schweisbar sind, so kann in zweiter Linie die Kopfplatte auch durch Paquetirung und Schweissung einzelner Stäbe erzeugt werden. Dieses Zugeständniss darf aber nirgends gemacht werden, wo die Schweissung irgend welche Schwierigkeiten bietet, also z. B. nie bei schwefelhaltigem Eisen.

Bei der Fussplatte ist auf die Zähigkeit des zu verwendenden Materials hin zu arbeiten, und es ist für die Erzeugung dieser Platten die Paquetirung nicht nur zuzulassen, sondern zu bedingen.

Die Zwischenlagen zwischen Kopf- und Fussplatte sollen Eisensorten bilden, welche unter sich und mit der Kopf- und Fussplatte gut schweissen.

Unmittelbar unter die Kopfplatte soll aber eine Lage Eisen kommen, welche vorzugsweise gut mit der Kopfplatte, also so nahe als möglich in demselben Hitzgrade wie diese, schweisst. Diese Bedingung ist bei der Anwendung von Stahl für die Kopfplatte noch ganz besonders wichtig, weil der Stahl in einem niedrigeren Hitzgrad, als die meisten Eisensorten schweisst, und es hängt von dieser Bedingung überhaupt das Gelingen der Fabrikation von Schienen mit Stahlköpfen ab, weil sich, wenn hier die Schweissung nicht eine vollkommene ist, die Stahlplatten (Stahlköpfe) in kurzer Zeit von dem übrigen Theil der Schienen trennen.

Auf die Zusammensetzung der Paquete wird bei Gelegenheit der Detailbeschreibung der Schienenfabrikation zurückgekommen werden.

Die Fabrikation von Stahlschienen sollte jeder Zeit aus einem Stücke Stahl ohne Schweissnath geschehen.

Es werden übrigens sehr viele Stahlschienen durch Paquetirung und Schweissung einzelner Stäbe aus Puddelstahl hergestellt, weil es sehr schwer ist, im Puddelofen hinlänglich grosse Luppen von gleichmässig guter Qualität Puddelstahl zu erzeugen, um aus denselben ohne Weiteres eine längere Schiene walzen zu können.

Bei besonders gewissenhafter Prüfung und Sortirung der Puddelstahlstäbe und guter Schweissung unter einem schweren Dampfhammer können auch sehr gute Schienen aus Puddelstahlstäben hergestellt werden.

Diese von der Pünktlichkeit einer grossen Anzahl von Arbeitern vorzugsweise abhängige Fabrikation ist aber in denjenigen Fabriksbezirken, in welchen mit Hülfe der Bessemerretorten mit Leichtigkeit Stahlblöcke zu billigen Preisen gegossen werden können, aus welchen man die Schienen ohne Weiteres walzen kann, nicht zu empfehlen.

Detailirte Beschreibung der Schienenfabrikation.

§. 3. *Erzeugung von neuem Material in dem Puddelofen.* — Um nun die detailirte Beschreibung der einzelnen Manipulationen der Schienenfabrikation möglichst vollständig und hauptsächlich auch mit Rücksicht auf die Wiederverwendung der alten Schienen und sonstigen Brucheisens zu geben, nehmen wir an, dass die Schienenwalzhütte auf die Verwendung von neuem und altem Material angewiesen ist.

Wir beginnen mit der Erzeugung von neuem Material und zwar von Eisen und Stahl.

Die Fig. 1, 2, 3 und 4 der Tafel V zeigen in der Ansicht und in Durchschnitten einen einfachen Puddelofen mit Vorwärmaum und Treppenrost.

Der Raum *A* dient zur Umwandlung des Roheisens in Schmiedeeisen oder Stahl, und der Raum *B* dient zur Vorwärmung des in dem Raume *A* zu bearbeitenden Roheisens.

Dieser Vorwärmeraum *B* ist nicht bei allen Puddelöfen angebracht. Er nützt aber das Brennmaterial besser aus, und befördert die Leistungsfähigkeit des Raumes *A*, indem das zu frischende Roheisen schon stark erwärmt in diesen Raum gelangt.

Bei den Doppelpuddelöfen ist der Raum *A* grösser und statt einer Arbeitsthüre *C*, Fig. 1, 3 und 4 auf Tafel V sind zwei solche Thüren, und zwar einander gegenüber liegend, angebracht.

Statt der Treppenroste sind sehr häufig nur gewöhnliche, horizontal liegende Roste angebracht. Ob diese oder jene angewendet werden sollen, hängt von dem Brennmaterial ab.

Besteht das Brennmaterial ganz, oder theilweise aus kleinen Stücken, oder zerspringen die grossen Stücke im Feuer leicht in kleine Stücke, was bei gewissen Sorten von Kohlen der Fall ist, so sind die Treppenroste vortheilhafter als die gewöhnlichen horizontal liegenden Roste und zwar ganz abgesehen von einer günstigeren Verbrennung des Brennmaterials, auch nur aus dem Grunde, weil weniger kleine Kohle unverbrannt und also unbenutzt durch den Rost in den Aschenraum fällt.

Aus dem Raume *B* gehen die Gase in gut eingerichteten Hütten zunächst zu Dampfkesseln, um mit Hülfe der noch in den Gasen enthaltenen Wärme den für den Betrieb der Walzenstrasse und den übrigen Hilfsmaschinen nöthigen Dampf theilweise oder ganz zu erzeugen.

Die Puddelöfen werden, so weit sie vom Feuer und den heissen Gasen berührt werden, aus bestem feuerfesten Material und im Uebrigen aus gewöhnlichen Ziegeln gebaut. Um das Mauerwerk dauerhafter zusammenzuhalten und schwächer machen zu können, wird dasselbe mit gusseisernen Platten armirt, welche durch schmiedeeiserne Anker verbunden sind. Die Sohle des eigentlichen Puddelraumes und auch die verticalen Wände desselben bis auf eine gewisse Höhe werden mit gusseisernen Platten armirt; auch die Sohle des Vorwärmeraumes wird häufig mit gusseisernen Platten armirt; Alles um diese Theile widerstandsfähiger gegen die Abnützung zu machen.

Die Wand *b* Fig. 2 und 3, Tafel V, welche den Feuerraum oder Herd von dem Puddelraum *A* trennt, nennt man die Feuerbrücke, dieselbe hat hauptsächlich den Zweck, das dem Feuerraum zunächst liegende Eisen gegen die unmittelbare und zu heftige Einwirkung der Flamme zu schützen.

Die Verengung des Querschnittes des hohlen Raumes des Puddelofens bei *f*, durch welche der Puddelraum gewissermassen von dem Vorwärmraum, oder wo der Letztere fehlt, von der Einmündung in den Rauchfang getrennt wird, nennt man den Fuchs.

Gegen diesen Fuchs neigt sich das Gewölbe des Puddelofens, und es hat derselbe mit der Feuerbrücke den Zweck, auf allen Theilen der Sohle des Puddelraumes eine möglichst gleichmässige Temperatur zu erhalten. Die Grösse des Querschnittes des Fuchses und die Neigung des Gewölbes ist von grosser Wichtigkeit für die Leistungsfähigkeit des Puddelofens und bestimmt sich nach den Erfahrungen mit den verschiedenen Brennmaterialien und nach der Stärke des Luftzuges, welchen der Rauchfang hervorbringt.

Bei *f'* Fig. 2 und 3, Tafel V wiederholt sich der Fuchs. Bei Puddelöfen, ohne Vorwärmraum, existirt natürlich nur der Fuchs *f'* und wirkt unmittelbar entscheidend auf die Wirkung der Flamme.

Ehe man das Roheisen auf die Sohle des Puddelraumes *A* bringen kann, muss Letztere mit einer Mischung geschützt werden, deren Bestandtheile sich je nach der Art des Puddelns und nach dem zu verpuddelnden Roheisen richtet.

Soll graues Roheisen verpuddelt werden, so muss diese Mischung einen höhern Hitzgrad aushalten können, als wenn halbirtes, oder weisses Roheisen verpuddelt wird.

Zum Puddeln von grauem Roheisen wird die Sohle mit einer Mischung von altem Gussbrucheisen und Hammerschlacken, zum Puddeln von halbirtem oder weissem Roheisen auch nur mit Puddelschlacken, alles in kleine Stücke zerschlagen und unter starker Hitze geschmolzen und eben gestrichen, überdeckt.

Sowohl diese Ueberdeckung, als der ganze innere Raum der Puddelöfen erfordert fortwährende Reparaturen, und je pünktlicher die Erhaltung der Oefen ist, auf desto bessere Resultate kann man rechnen.

Das graue Roheisen verlangt eine grosse Hitze beim Puddelprocess und kommt beim Schmelzen in einen dünnflüssigen Zustand, welcher für die Entkohlung des Roheisens ohne Zuschläge nicht gut geeignet ist. Das weisse Roheisen schmilzt leicht und verhartet längere Zeit in einem teigigen Zustande, welcher der Entkohlung sehr günstig ist. Zur Beförderung des Frischprocesses wird bei dem grauen Roheisen sehr häufig Hammerschlag (Cinders, Zunder) angewendet werden. Dasselbe geschieht auch hie und da bei der Verarbeitung von weissem Roheisen.

Die Anwendung dieses Mittels ist aber der Erzeugung von gutem Schmiedeeisen schädlich, weshalb in vielen Bedingnissheften für die Lieferung von Schienen die Anwendung dieses Mittels ausdrücklich verboten ist. Dieses Verbot ist bei dem Verpuddeln von weissem oder halbirtem Roheisen um so gerechtfertigter, als die Anwendung dieses Mittels zur Entkohlung hier ganz unnöthig ist und nur aus Rücksichten für eine billige und beschleunigte Durchführung des Frischprocesses, freilich unter gleichzeitiger Verschlechterung des Erzeugnisses, angewendet wird.

In den Hütten für die Erzeugung von Eisenbahnschienen wird fast ausschliesslich weisses oder halbirtes Roheisen zur Darstellung von Schmiedeeisen verwendet.

Das zum Puddeln verwendete Brennmaterial — gewöhnlich Stein- oder Braunkohle — hat, obgleich es nicht unmittelbar mit dem Eisen in Berührung kommt, sehr viel Einfluss auf das Erzeugniss des Puddelofens. Es ist nicht erforderlich, dass es eine hohe Temperatur entwickelt, soll aber rein von schädlichen Stoffen sein, unter welchen der Schwefel obenan steht. Geringe aber schwefelreine Braunkohlen geben ein besseres und schweissbareres Eisen, als die besten Steinkohlen, welche Schwefel enthalten.

Das Roheisen wird ehe es zur Verwendung kommt in Stücke zerschlagen und nachdem es in dem Vorwärtraum erwärmt wurde auf die Sohle des Puddelraumes *A* in einem Quantum von circa 4,80 Zollcentner gebracht und langsam zum Schmelzen gebracht. Durch eine sachgemässe Regulirung des Feuers und durch fortgesetztes Umrühren — Hin- und Herschieben und Umdrehen des bald in einen teigigen Zustand übergehenden flüssigen Roheisens mittelst Eisenstangen, welche durch ein kleines in der Thüre *C* enthaltenes Loch / Fig. 1, Tafel V eingeführt werden, wird nun die Entkohlung und die Ausscheidung der fremden Bestandtheile bewirkt.

Je mehr der Frischprocess vorschreitet, desto mehr nimmt das anfängliche starke Aufkochen des Materials ab; die Schlacken sinken nieder, die Eisentheile beginnen sich zu vereinigen und es ist der Zeitpunkt zur Bildung der Luppen gekommen.

Durch Bestreuen der kochenden Masse mit Sand befördert man die Bildung von körnigem Eisen, durch Bestreuen mit Kalksteinen die Bildung von sehnigem Eisen.

Luppen nennt man die durch Drücken und Wenden mittelst der Arbeitsstangen unter dem Einfluss der reinen Flamme des Herdes sich ballenden Klumpen von garem Eisen.

Sobald der Puddler erkennt, dass die Luppen die nöthige Festigkeit erhalten, theilt er dieselben in für den beabsichtigten Zweck passende Stücke.

Für die Bildung von Kopfplatten aus einem Stück, würde der oben angegebene Einsatz von Roheisen 3 Luppen von je circa 1,50 Zollicentner Gewicht geben.

Innerhalb 12 Arbeitsstunden können in einem einfachen Puddelofen circa 24 solche Luppen hergestellt werden.

In einem Doppelpuddelofen wird nahezu das Doppelte geleistet.

Die geleistete Arbeit, welche zur Bildung von Luppen aus einem Einsatz nöthig ist, nennt man eine Charge und man kann also mit Bezug auf Obiges sagen: in einem Puddelofen werden täglich 8 Chargen gemacht, weil immer nur auf die Zeit von 12 Arbeitsstunden gerechnet wird, obgleich die Arbeit Tag und Nacht, natürlich mit doppelter Mannschaft, fortgesetzt wird.

Die Luppen zur Bildung der Kopfplatten für die Schienen sollen aus festem, körnigem Eisen bestehen. Mürbe, ungare Luppen, sind hiezu nicht tauglich und sind daran zu erkennen, dass sie schon bei der Luppenbildung leicht in Stücke zerbröckeln und starke Hammerschläge nicht aushalten, ohne in Stücke zu gehen.

Es liegt nicht immer an dem Roheisen, wenn solche mürbe Luppen erzeugt werden, sondern es werden auch aus gutem Roheisen oft genug durch unaufmerksame und ungeschickte Behandlung des Puddelprocesses, oder durch künstliche Beförderung des Processes bei Anwendung von Hammerschlag solche mürbe Luppen hergestellt, deren einzelne Stücke übrigens, wenn sie schwefelfrei sind, leicht zusammenschweissen und zu den gewöhnlichen Rohstäben für den mittleren Theil der Schienenpaquete verwendet werden können.

Die Erzeugung von Puddelstahl wird in ähnlicher Weise, wie die Erzeugung von Puddeleisen behandelt; nur muss das zur Stahlerzeugung nöthige Roheisen besonders rein von fremden Beimischungen sein, und es muss bei der Herstellung von Stahl der Frischprocess (Puddelprocess) früher als bei der Erzeugung von Eisen unterbrochen werden, ehe nämlich die Entkohlung des Roheisens ganz beendet ist. Diesen Zeitpunkt zu erkennen kommt nur dem geübten Arbeiter zu und kann kein Gegenstand dieser Abhandlung sein.

Die Puddelstahlerzeugung spielt übrigens seit der Einführung des Bessemerprocesses für die Fabrikation von Schienen keine so grosse Rolle mehr wie früher.

Da die Fig. 1, 2, 3 und 4 die Construction eines Puddelofens hinlänglich verdeutlichen, so kann eine weitere Beschreibung desselben unterbleiben.

Es ist nur noch nöthig über die Ausnützung der aus den Puddelöfen und sodann auch aus den Schweissöfen entweichenden heissen Gase noch Einiges zu sagen.

Diese Gase werden entweder durch die Feuerräume von horizontal liegenden oder auch von vertical stehenden Dampfkesseln geleitet, und gehen sodann in einen gewöhnlichen Rauchfang, welcher oft für mehrere Puddel- oder Schweissöfen dient; oder es dienen die vertical stehenden Dampfkessel zugleich als Rauchfänge, wie es die Figur 5 und 6 auf Tafel V zeigen.

In der Fig. 1 und 2 der Tafel V ist ersichtlich, wie diese Rauchfänge auf einem gusseisernen Gestelle aufruhren, dessen Querschnitt in der Fig. 3, Tafel V bei *c c* zu sehen ist.

Die Dampfkesselrauchfänge bestehen aus zwei cylindrischen Röhren aus Kesselblech, welche an einigen Stellen *a a* Fig. 5 und 6, Tafel V miteinander durch Lappen verbunden sind, um das inwendig liegende Rohr gegen das Zerdrücken durch den Dampf genügend zu schützen. So weit die heissen Gase die Bleche des Dampfraumes des Kessels berühren, sind diese Bleche durch Ausmauerung mit feuerfesten Ziegeln geschützt.

Jeder Puddelofen und jeder Schweissöfen hat einen derartigen Dampfkesselrauch-

fang, und mit Hilfe der durch die Figur 5 und 6 Tafel V dargestellten, kann sämtlicher Dampf für den Betrieb der Walzenstrasse, für die Beschaffung des Wassers, für die Verkleinerung des feuerfesten Materials und für den Betrieb der übrigen Hilfsmaschinen, ohne besondere Kesselfeuerung gewonnen werden.

Genauere Versuche über die Verdampfungsfähigkeit dieser Dampfkesselrauchfänge haben ergeben, dass jedes Zollpfund Kohle, welches auf dem Herde des Puddelofens verbrannt wird, 2,6 Zollpfund Wasser in Dampf von circa 40 Pfund Druck (engl. Pfund auf den engl. Quadratzoll) und jedes Zollpfund Kohlen, welches auf dem Herde eines Schweißofens verbrannt wird, 3,49 Zollpfund Wasser in Dampf von gleichem Drucke verwandelt.

Bei diesen Versuchen sind Braunkohlen verwendet worden, wovon die eine Sorte 4000 Wärmeeinheiten und die andere 4788 Wärmeeinheiten entwickeln, und welche in einem Mischungsverhältniss der ersten Sorte zur zweiten Sorte wie 1:3,6 angewendet wurden.

§. 4. *Erzeugung von neuem Material in der Bessemerretorte.* — Wenn die Beschreibung des Frischprocesses sich bei den Puddelofen hauptsächlich auf die Erzeugung von Schmiedeeisen beschränkt hat, so muss eine Beschreibung des Frischprocesses in den Bessemerretorten hauptsächlich die Erzeugung von Stahl behandeln, weil eben bei der Schienenfabrikation, welche hier zu berücksichtigen ist, diese Apparate hauptsächlich in dieser Art benützt werden.

Der Frischprocess in den Bessemerretorten wird bewirkt, indem man in diese Retorten flüssiges Roheisen giesst, durch dasselbe atmosphärische Luft presst, durch deren Zersetzung und Verbindung mit den Bestandtheilen des flüssigen Roheisens der Kohlenstoff und andere Theile des Roheisens verbrennen und die Schlacken ausgeschieden werden.

Wenn Hochöfen mit den Bessemerstahlhütten in Verbindung stehen, so wird das flüssige Roheisen direct von den Hochöfen in die Retorten gebracht. Wo das nicht der Fall ist, wird das aus den Hochöfen gewonnene Roheisen noch einmal in Flammöfen oder Cupolöfen umgeschmolzen und dann erst in die Retorten gebracht.

Die Figuren 7, 8, 9 und 10 Tafel V zeigen Bessemerretorten in der Ansicht und in Durchschnitten. Figur 7 und 8 zeigt die Verbindung derselben mit der Luft- oder Windleitung, welcher die gepresste Luft durch ein kräftiges (gewöhnlich 200-pferdiges) Dampfgebläse zugeführt wird.

Die Retorten sind aus starkem Eisenblech mit einem schmiedeeisernen Ringe, an welchen die Drehungsachsen angeschmiedet sind, hergestellt, und erhalten eine Futterung von feuerfestem Thon. Der Boden der Retorten erhält Winddüsen, welche aus feuerfestem Thon bestehen und in eine Masse von bestem Quarze mit feuerfestem Thone gemischt eingestampft werden.

Figur 9 Tafel V zeigt den Boden mit den Düsen im Grundriss. Es werden 7 bis 12 Düsen angewendet, welche gewöhnlich je 7 kleine Löcher besitzen.

Der Boden der Retorten erhält einen zum leichten Abnehmen eingerichteten Deckel von Gusseisen, welcher zugleich Sammelkasten zur Vertheilung der gepressten Luft ist.

Da die Retorten zum Zwecke des Eingießens des flüssigen Roheisens, des Ausgießens des erblasenen Stahles, oder Eisens und zur Reinigung von Schlacken etc. etc. in verticalem Sinne zum Drehen eingerichtet sein müssen, so ist die Windleitung in die Drehungsachse bei *d* Figur 7 und 8 Tafel V der Retorten geführt und mittelst Stopfbüchsen mit den Retorten in luftdichte Verbindung gebracht.

Der obere Theil der Retorten ist bei *aa* Figur 7, 8 und 10 Tafel V zum Abnehmen

ingerichtet, um die feuerfeste Auskleidung erneuern und andere Arbeiten im Innern vornehmen zu können.

Die Fortsetzung der Drehungsachse bei *ff* Figur 7 und 8 Tafel V führt zu einer Vorrichtung zum Drehen der Retorten, welche am besten mit Dampf in Bewegung gesetzt wird.

Ehe die Retorte mit dem flüssigen Roheisen gefüllt wird, ist dieselbe durch Kohlenfeuerung im Innern in rothglühenden Zustand zu bringen. Sodann wird die Retorte umgedreht, so dass die obere Oeffnung nach unten steht, und nachdem die Retorte von Kohlen und Asche gereinigt ist, wird dieselbe wieder so weit gedreht, bis die Längsachse der Retorte ungefähr horizontal steht. In dieser Stellung wird das flüssige Roheisen durch die Oeffnung der Retorte in dieselbe gegossen, aber nur in einer Menge, dass das Roheisen nicht in die Düsen läuft.

Sobald das Roheisen eingegossen ist, wird das Dampfgebläse in Bewegung gesetzt, und während die gepresste Luft durch die Düsen in die Retorte eintritt, die Letztere gedreht, bis sie die Stellung der Figur 10 Tafel V hat.

Während nun dem Roheisen gepresste Luft in grossen Quantitäten zugeführt wird, unterscheidet man bei dem 15 bis 30 Minuten andauernden Frischprocess 3 Abtheilungen, welche sich aber natürlich nicht ganz scharf abgrenzen und deren Zeiträume sich je nach der Zusammensetzung des Roheisens ändern.

Zuerst bildet sich die Schlacke und es verbrennt Eisen unter Entweichung einer braungelb gefärbten Flamme.

Die zweite und am längsten andauernde Periode, während welcher der Kohlenstoff zu Kohlenoxydgas umgewandelt und mit dem Silicium verbrennt wird, zeigt eine blendend helle Flamme und unter Explosionen mehr oder weniger starken Auswurf von Schlacken. Es ist gerathen diesen Auswurf nicht durch zu starke Zuführung von gepresster Luft in der ersten Zeit dieser Periode zu befördern, weil sonst mit den Schlacken auch Eisentheile ausgeworfen werden.

Die dritte Periode ist nur eine kurze Fortsetzung der zweiten Periode mit Eintritt von Ruhe in dem Schlackenauswurf und dem Zurücksinken und Erblässen der Flamme. Man kann diese dritte Periode die Garfrischperiode nennen.

Sobald die Flamme niederzusinken (kleiner zu werden) beginnt, ist der Process zu unterbrechen, indem man unter fortgesetzter Zuführung von gepresster Luft die Retorte wieder in die Stellung bringt, welche sie beim Eingiessen des flüssigen Roheisens eingenommen hatte. Sobald die Düsen während der Drehung der Retorte frei von dem flüssigen Erzeugnisse sind, hört man mit der Luftzuführung auf und giesst nun eine gewisse Portion flüssiges Spiegeleisen (kohlenstoff- und manganreiches, reines Roheisen) dem Erzeugnisse zu, wodurch man den dieser Zuführung von Kohlenstoff entsprechenden flüssigen Stahl erhält.

Nachdem die Retorte ein paar Minuten ruhig in ihrer Lage geblieben ist, um dem Gemenge noch Zeit zur gleichmässigen Verbindung zu geben, wird der flüssige Stahl in gut erwärmte gusseiserne Formen gegossen, wo er rasch erstarrt und später dem Hammer oder den Walzen zur weitem Bearbeitung zugeführt wird.

Die Erkennung des Zeitpunktes zum Unterbrechen des Processes an der Flamme erfordert eine grosse Uebung. Trotz dieser Uebung wird der Process aber häufig zu früh oder zu spät unterbrochen. Im ersten Falle wird der Kohlenstoff nicht ganz verbrannt, und im zweiten Falle fängt an Eisen zu verbrennen. Ausser diesem Verluste an Eisen leidet aber auch die Qualität des Gemenges durch die zu lange Fortsetzung des Processes.

Es ist deshalb ein nicht hoch genug zu schätzender Fortschritt, dass man in

neuester Zeit mit Hülfe der Spektralanalyse den Zeitpunkt des Unterbrechens des Bessemerprocesses mit grösster Sicherheit zu bestimmen, erreicht hat.

Das Instrument, welches hiezu dient, ist in der analytischen Chemie wohl bekannt; es ist das Spektroskop, welches für diesen speciellen Fall so eingerichtet ist, dass die Farben, welche dem Verbrennen des Kohlenoxydgases entsprechen, besonders deutlich in demselben wahrgenommen werden können.

Weil es nun bekannt ist, dass nach dem Verbrennen des Kohlenoxydgases der Zeitpunkt der Unterbrechung des Processes gekommen ist, so kann derselbe von Jedem, welcher ein Auge für Farben hat, mit Hülfe dieses Instrumentes mit grösster Sicherheit wahrgenommen werden. Dieses Instrument wird deshalb auch seit Anfang 1868 in der Bessemerstahlhütte der Südbahn-Gesellschaft in Graz ausschliesslich zu diesem Zwecke verwendet.

Die Schwierigkeiten, ein Material von bestimmter chemischen Zusammensetzung zu erzeugen, sind nun zwar einigermaassen durch diesen grossen Fortschritt vermindert, derselben sind es aber noch mancherlei und bis heute noch keineswegs ganz überwundene.

Selbst bei der besten und gleichmässiger Qualität des Roheisens spielen der Hitzgrad des flüssigen Roheisens, der Grad der Erwärmung der Retorten, der Druck und die Quantität der gepressten Luft, das Maass des Zusatzes von flüssigem Spiegeleisen etc. etc. eine zu grosse Rolle, um mit Sicherheit auf ein bestimmtes Ergebniss, das heisst auf ein Material von bestimmtem Kohlenstoffgehalt oder Härtegrad rechnen zu können.

Es werden weiter unten bei den Proben mit Schienen aus Bessemerstahl einige Resultate bekannt gegeben werden, aus welchen zu entnehmen ist, wie sehr sich die Eigenschaften des Bessemerstahles bei kleinen Differenzen in dessen Kohlengehalt ändern. Es würde aber hier zu weit führen, auf den Betrieb einer Bessemerstahlhütte in allen Details einzugehen, welche genau zu kennen neben einer langen Erfahrung nöthig ist, um die Schwierigkeiten des Bessemerprocesses mit genügender Sicherheit zu überwinden.

Dagegen ist es durchaus nöthig, dass der die Fabrikation von Schienen mit Bessemerstahlköpfen, oder solehen ganz aus Bessemerstahl überwachende Ingenieur zu beurtheilen weiss, welche Sorten von Bessemerstahl zu Kopfplatten für Stahlkopfschienen oder zu Schienen, welche ganz aus Stahl bestehen sollen, verwendet werden dürfen.

Ehe ein Stahlgussstück zur Weiterverarbeitung in dem Schienenwalzwerk zugelassen werden darf, muss dasselbe Proben auf chemischem und mechanischem Wege unterworfen werden.

Nachdem aber jeder einzelne Guss der Bessemerretorte, Charge genannt, eine bestimmte Zahl von Gussblöcken liefert, so ist es nur nöthig Proben von jeder Charge und nicht von jedem einzelnen Gussstück zu machen.

Zu diesem Zwecke wird bei jeder Charge ein kleines Probestück gegossen.

Die chemische Probe besteht in Untersuchung des Kohlengehaltes des Stahles und kann auf verhältnissmässig sehr leichte Art und mit genügender Sicherheit nach der Methode Eggertz vorgenommen werden.

Diese Kohlenstoffprobe beruht darauf, dass vollkommen reines (kohlenstofffreies) Eisen in verdünnter Salpetersäure gelöst, eine nahezu farblose Lösung giebt. Enthält aber die Eisen- oder Stahlanflösung Kohlenstoff, so färbt sich die Lösung gelbbraun, und zwar um so dunkler, je mehr Kohlenstoff vorhanden ist.

Um eine Probe vorzunehmen, verkleinert man einen kleinen Theil des Probe-Gussstückes einer Charge. Dabei muss man äusserst vorsichtig sein, dass das Product nicht zurällige Beimischungen von Kohle oder kohleenthaltenden Stoffen erhält. Es ist deshalb auch darauf Bedacht zu nehmen, dass das Instrument (gewöhnlich ein Bohrer),

welches zum Verkleinern benützt wird und welches natürlich stets aus hartem, also kohlenstoffreichem Stahl besteht, nicht durch Abnützung einen, wenn auch nur kleinen Theil seiner Masse abgiebt.

Zur Lösung des verkleinerten Productes der Bessemerretorte nimmt man am besten Salpetersäure, welche so mit Wasser verdünnt ist, dass ihr specifisches Gewicht 1,2 ist. Die Auflösung geschieht unter Erwärmung und erfordert gewöhnlich 2 bis 3 Stunden. Die Temperatur der Lösung darf aber 80° C. nicht übersteigen, weil sonst ein Theil des Kohlenstoffes als Kohlensäure entweicht.

Die Lösung ist vollendet, wenn sich kein kohligter Rückstand am Boden des Glasgefässes mehr vorfindet.

Um aus der Färbung der Lösung auf einen bestimmten Kohlengehalt schliessen zu können, ist es nöthig ein oder mehrere Normalstücke zu besitzen, deren Kohlengehalt genau bekannt ist.

Für die Schienenfabrikation genügen 2 Normalstahlstücke von 0,30% und 0,50% Kohlenstoffgehalt.

Zur Herstellung der gleichen Farbe und des Volumens der Lösungen bedient man sich zweier genau gleichweiten (circa 1 Centim. im Durchmesser) Glasröhren von gleich-grosser Glasdicke, deren eine mit einer Theilung versehen sein muss, um das Volumen der Lösung genau ermitteln zu können. Die Farbe wird in erkaltetem Zustande der Lösung beurtheilt, weil dieselbe im erwärmten Zustande eine intensivere Farbe hat.

Hat man beispielweise $\frac{1}{10}$ Gramm eines 0,50% Kohlenstoff enthaltenden Normalstahles in verdünnter Salpetersäure gelöst und verdünnt die Lösung so, dass das Gesamtvolumen 5 Kubikcentimeter beträgt, so entspricht:

1 Kubikcentim. einem Kohlengehalt von 0,10% und $\frac{1}{10}$ Kubikcentim. einem Kohlengehalt von 0,01%.

Löst man nun von dem zu untersuchenden Stahl ebenfalls $\frac{1}{10}$ Gramm auf, und verdünnt diese Lösung bis sie genau die Farbe der Lösung des Normalstahles erhält, so hat der untersuchte Stahl, wenn die Lösung z. B. 5,5 Kubikcentim. Volumen hat, einen Kohlengehalt von 0,55%.

Die Probe ist für die weicheren Stahlsorten sehr empfindlich und giebt eine Genauigkeit von 0,01 bis 0,02 %.

Je härter aber der Stahl wird, desto unzuverlässiger wird diese Methode und ist für graues Roheisen gar nicht mehr anwendbar.

Da die Stahlsorten, welche für die Kopfplatten oder für die ganz aus Bessemerstahl bestehenden Schienen nach den bisherigen Erfahrungen angewendet werden sollen, einen Kohlengehalt von 0,30% bis 0,50% haben, so reicht die beschriebene chemische Untersuchung für diese Zwecke vollständig aus.

Die übrigen Proben bestehen darin, dass man das Probestück einer Charge in der Rothglühhitze in einen Stab von 1 bis $1\frac{1}{2}$ Centim. im Quadrat ausstreckt, und im rothglühenden Zustande im Wasser abkühlt.

Dieser Stab wird nun über dem Ambos mittelst eines gewöhnlichen Handhammers gebrochen, oder solange gebogen, bis der Bruch erfolgt. Bricht der Stab, ohne sich vorher zu biegen, so ist der Stahl sehr hart. Aus dem Grad der Biegung bis der Bruch erfolgt, erkennt man bei einiger Uebung den Härtegrad oder also den Kohlenstoffgehalt des Stahles.

So roh diese Proben erscheinen, so sind dieselben doch ein Hauptkennzeichen der Härtequalität des Stahles und man überzeugt sich sehr leicht, wie gross der Unterschied in der Art des Bruches ist, wenn der Kohlenstoffgehalt zweier Stahlsorten nur äusserst wenig verschieden ist.

Ein geübter, intelligenter Arbeiter kann bald die Sortirung mit grosser Genauigkeit vornehmen.

Ausser diesen Bruchproben wird der Stab noch mit der Feile auf seine Härte probirt und der Schweissprobe unterworfen, wenn der Stahl zu Kopfplatten verwendet werden soll.

Aus der Art des Verhaltens des Stahles beim Ausstrecken, Umbiegen, Schweissen und Lochen erkennt man auch noch den Stahl in Bezug auf seine Güte im Allgemeinen, indem derselbe bei allen Processen reine Kanten erhalten, das heisst keine sogenannten Kantenrisse zeigen soll.

Die chemischen und die auf mechanischem Wege oder im Feuer vorgenommenen Proben müssen eine ziemlich genaue Uebereinstimmung in ihren Resultaten zeigen, wenn sie gut durchgeführt sind.

Diesen Resultaten entsprechend wird nun jeder Gussblock mit einem Zeichen versehen und das Resultat unter der Nummer der Charge in ein Buch eingetragen.

Wir folgen nun der Weiterbearbeitung des aus dem Puddelofen und der Bessemerretorte gewonnenen Materials.

§. 5. *Verarbeitung des aus dem Puddelofen und der Bessemerretorte gewonnenen Materials.* — Die aus dem Puddelofen gewonnene Luppe zur Bildung der Kopfplatten für die Schienen im Gewichte von circa 1,50 Zolcentner wird unter einen Dampfhammer von mindestens 100 Zolcentner Hammergewicht gebracht. Die Figuren 3, 4 und 5 Tafel VI zeigen die Construction eines für die Luppenschmiederei besonders practischen Dampfhammers von 100 Zolcentner Hammergewicht. Diese Figuren sind so deutlich, dass eine nähere Beschreibung der Construction überflüssig erscheint.

Die Luppen sollen saftig und von heller Farbe sein; und keine oder wenig Flammen zeigen, welche entweder von einem schlechten Ofengange, oder von schädlichen Beimischungen herrühren. Trockene, bröckelnde Luppen bezeichnen mürbes Eisen, welches sich auch durch seine Farbe erkennen lässt, welche dunkler und rother, als die Luppen von festem Eisen ist.

Die beste Probe bleibt aber immer die Bearbeitung unter einem kräftigen Dampfhammer, dessen Schläge ein aus schlechtem Roheisen erzeugtes oder ein mangelhaft gepuddeltes Eisen nicht aushält, sondern in Stücke zerbricht.

Das ist einer der Gründe, warum für die Erzeugung der Kopfplatten aus einem Stücke schwere Dampfhammer vorgeschrieben werden müssen und warum auf keinen Fall die sogenannten Quetschen zur Bearbeitung von Luppen geduldet werden dürfen, deren Wirkung mit dem Ballen von Schnee durch Menschenhände verglichen werden kann, und welche geeignet sind, mürbes oder ungares Eisen, ohne dass es in Stücke zerfällt, zu bearbeiten. Die weitem Gründe, warum ein kräftiger Dampfhammer (nicht unter 100 Centner Hammergewicht), nöthig ist, sind die vollständige Auspressung der Schlacken aus der Luppe und die genügende Verdichtung des Kopfstabmaterials, ohne welches der Kopf der Schienen zu wenig Widerstand erhalten würde.

Wenn die Luppe unter den Dampfhammer gebracht wird, so erhält dieselbe im Anfang nur leichte Schläge, bis sie einigermaassen verdichtet ist.

Sodann wird dieselbe von allen Seiten eines Würfels gleichmässig unter immer stärker werdenden Hammerschlägen bearbeitet, bis sie schliesslich in einen soliden Kolben, etwa von der in Figur 6 auf Tafel IX skizzirten Dimension ausgeschmiedet wird, welcher nach einer wiederholten Behandlung im Schweissofen durch die Walzen läuft, und auf die Dimensionen der Kopfplatten für die Schienenpaquete ausgewalzt wird.

Diese Kopfplatten müssen sich glatt walzen und dürfen keine Kantenrisse zeigen,

weil Letztere wieder auf mangelhaftes Material oder auf ein mangelhaft durchgeführtes Puddeln (mürbes Eisen, ungarcs Eisen) hinweisen.

Auch die aus Stahl bestehenden Kopfplatten müssen reine glatte Kanten zeigen.

Bei der Herstellung der gewöhnlichen Puddelstäbe für den mittlern Theil der Schienenpaquete wird derselbe Vorgang beobachtet, nur ist es hier zulässig kleinere Dampfhammer zu benützen und die Rücksichten auf eine billigere Herstellung obwalten zu lassen.

Die Stäbe zur Bildung der Fussplatten sind natürlich auf schnigcs Eisen zu puddeln.

Die Gussblöcke, welche durch den Bessemerprocess gewonnen werden, haben zweierlei Bestimmungen.

Entweder werden dieselben nur zu Kopfplatten für Schienenpaquete verwendet, welche im Uebrigen aus Eisen bestehen und sind in diesem Falle auf die Dimensionen dieser Kopfplatten auszuwalzen;

Oder es werden diese Gussblöcke zu Stahlschienen verwendet und sind in diesem Falle entweder unter dem Hammer zuerst zu schmieden, oder ohne Weiteres zu Schienen auszuwalzen.

In beiden Fällen müssen aber diese Stahlgussblöcke besonders vorsichtig im Schweissofen behandelt werden, damit sie ganz gleichmässig erwärmt und nicht durch die Einwirkung einer zu starken Hitze verdorben werden.

Das zu Kopfplatten ausgewalzte Material besteht nicht immer aus einem Stück, obgleich dieser Vorgang der beste ist, sondern es werden die Kopfplatten häufig durch Paquetirung und Schweissung einzelner Stäbe aus körnigem Eisen oder aus Stahl (Puddelstahl) gebildet, wie auch die Fussplatten durch Paquetirung und Schweissung einzelner Stäbe von schnigem Eisen gebildet werden.

Werden nun aber die Kopfplatten aus ganzen Stücken, oder aus Stücken, welche aus einzelnen Theilen durch Schweissung gewonnen wurden, gebildet, so sind vor der Verwendung dieser aus Eisen oder Stahl bestehenden Kopfplatten zu den Schienenpaqueten, Bruchproben mit denselben anzustellen, um die Qualität und eventuell die gute Schweissung dieser Kopfplatten zu untersuchen.

Diese Bruchproben dürfen aber nicht unter dem Dampfhammer, oder durch sonstiges stossweises Abbrechen vorgenommen werden, sondern mittelst ruhiger Belastung oder unter der Schraubenpresse.

§. 6. *Verarbeitung von altem Material (alten Eisenbahnschienen und sonstiges Bruchcisen).* — Nachdem mit Obigem die Behandlung des neuen Materials bis zur Bildung der Schienenpaquete und bis zum Walzprocess der Stahlschienen genügend erläutert ist, kann nun die Behandlung des alten, wieder zu neuen Schienen zu verarbeitenden Materials folgen.

Das passendste alte Material sind unbrauchbar gewordene Schienen; es können aber auch mit Vortheil unbrauchbar gewordene Schienenbefestigungsmittel und endlich auch andere Eisenabfälle zur Umarbeitung verwendet werden.

Die alten Schienen werden nach ihrer Qualität sortirt und mittelst kräftiger Scheeren auf eine Länge abgeschnitten, welche für die Länge der Schienenpaquete passend ist.

Eine derartige Scheere zeigen die Figuren 1 und 2 der Tafel VI. Diese Scheere wird durch eine unmittelbar mit ihr in Verbindung gebrachte Dampfmaschine der einfachsten Construction betrieben, welche ihren Dampf aus den Dampfkesseln der Puddel- und Schweissofen bezieht. Bei *a* Figur 1 Tafel VI wird die Schiene eingesteckt und durch das Stück *b* gegen das Niederdrücken beim Abschneiden geschützt. Das verstell-

bare Stück *c* dient als Maass für die Länge der abzuschneidenden Stücke, indem der Arbeiter die Schiene so weit vorschiebt, bis sie an dem Stück *c* ansetzt. Die ganze Construction der Dampfscheere ist aus den Zeichnungen so deutlich ersichtlich, dass eine Beschreibung derselben unterlassen werden kann.

Wenn die Schienen abgeschnitten sind, so kommen sie in einen Flammofen und werden hier in eine Weissglühhitze gebracht und sodann zwischen den Walzen breit gewalzt und mit einem Zeichen versehen, welches ihrer Qualität (körnig, sehnig, leicht schweisssbar, schwer schweisssbar) entspricht.

Die Bezeichnung dieser Stäbe nach ihrer Qualität ist sehr wichtig, besonders wenn man alte Schienen zur Bildung des Fusses oder als erste Lage unter der Kopfplatte in dem Schienenpaquete verwenden will. Die gleichartigen Stäbe werden je in besondere Stösse aufgeschichtet und sodann dem Arbeiter zur Paquetirung zugewiesen.

Hat man Schienen von verschiedenen Profilen zu verarbeiten, so bilden sich schon dadurch Stäbe von verschiedener Breite, welche bei der Paquetirung nöthig sind.

Verarbeitet man aber nur ein Profil, so muss auf die Erzeugung von Stäben zweierlei Breite besonders Bedacht genommen werden.

Kleineres Bruch Eisen, Schienenbefestigungsmittel, Abfälle von den Kopfplatten etc. etc. werden paquetirt und in einer kräftigen Schweisshitze unter dem Hammer geschweisst und sodann auf Stäbe ausgewalzt. Auch hier ist eine Sortirung der Eisengattungen nothwendig, und wenn man gutes, sehniges Kleinmaterial (z. B. Schienennägel) hat, so können aus demselben mittelst Paquetirung und Schweissung sehr gute Fussplatten für die Schienenpaquete gebildet werden.

Die Abfälle von den neuen Schienen werden wie alte Schienen behandelt. Das übrige zu Schienen umzuarbeitende alte Material kann von mancherlei Formen und Dimensionen sein. Immer aber werden die grossen Stücke direct zu Stäben ausgewalzt und kleinere Stücke durch Paquetirung und Schweissung wieder zu grösseren Stücken und passenden Stäben verarbeitet.

Gussbruchstücke können als Beisatz zum weissen oder halbirtten Eisen im Puddelofen zur Schienenfabrikation wieder nutzbar gemacht werden.

§. 7. *Bildung der Schienenpaquete.* — Wenn nun sowohl das neue als das alte Material zu Kopfplatten, Fussplatten und gewöhnlichen Stäben verarbeitet ist, so wird dasselbe der Paquetirung zugeführt.

Die Kopfplatten, seien sie aus Eisen oder Stahl, welche die Breite und Länge der Schienenpaquete und die in den Bedingnissheften vorgeschriebene Dicke und Qualität haben, werden auf Arbeitsgerüste gelegt; auf die Kopfplatten folgen nun zunächst Stäbe, welche in dem gleichen Hitzgrad, wie diese Kopfplatten schweissen, und sodann die gewöhnlichen Stäbe und endlich die Fussplatte. Es versteht sich von selbst, dass auch die gewöhnlichen Stäbe sich in der Qualität so folgen müssen, dass das körnige Eisen in den Kopf- und das sehnige Eisen in den Fussstheil der Paquete verlegt wird. Die Stäbe sind von verschiedener Breite und müssen so gelegt werden, dass jede folgende Lage, die Stossfugen der vorhergehenden Lage circa 5 Centimeter überdeckt.

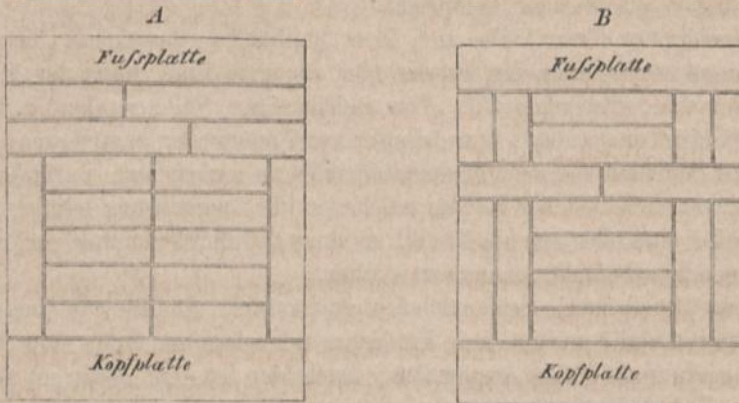
Die Paquetirung wird oft sehr nachlässig vorgenommen und es ist deshalb nothwendig, dass der Aufsichtsbeamte seine Aufmerksamkeit dieser Paquetirung fortwährend zuwendet.

Die Stäbe sollen jeder für sich gleichbreit und gleichdick und gerade gerichtet sein, damit sie sich satt zusammen legen lassen, indem durch grosse Zwischenräume ein Theil der Querschnittsmasse der Paquete verloren geht, wodurch natürlich die Grösse der Pressung des Materials beim Walzen und also auch die Dichtigkeit des Materials der fer-

tigen Schienen geringer wird, als man durch die Vorschriften des geringsten zulässigen Querschnitts der Paquete in den Lieferungsbedingungen erreichen will.

Die Stäbe werden am besten flach gelegt und zwar entweder je zwei oder auch drei von verschiedener Breite nebeneinander, wodurch die oben gegebene Bestimmung der Ueberdeckung der Stossfugen erreicht wird.

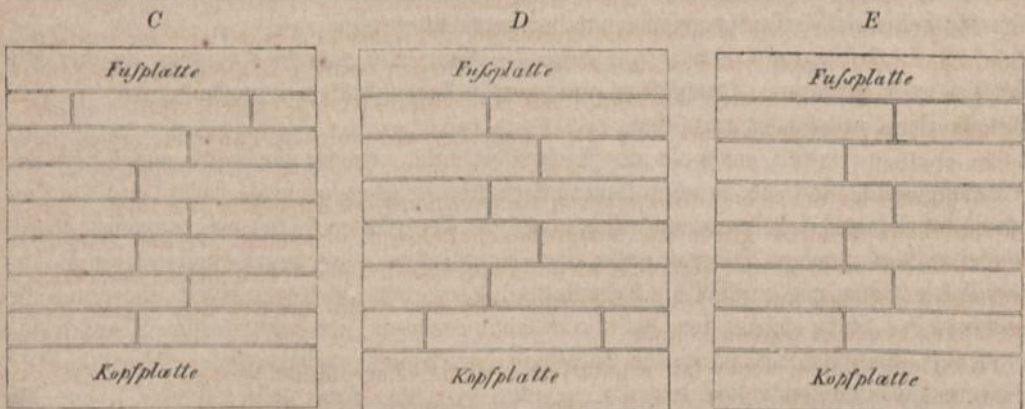
Aufrecht stehende gewöhnlich aus etwas besserer Qualität bestehende Stäbe anzuwenden wie in untenstehender Skizze *A* und *B* angedeutet ist, hindern die Durch-



$\frac{1}{5}$ der natürlichen Grösse.

dringung der Flammen und das Herauspressen der Schlacke beim Schweißen und Walzen und werden nur angewendet, um den Schienen eine glatte Oberfläche zu geben, welche Ungeübte bei der Uebernahme für gut geschweisste Schienen halten. Auch ist die Zusammenstellung der Stäbe unter der Kopfplatte in der Skizze *A* durchaus zu verwerfen, weil bei dieser Paquetirung eine Spaltung des Kopfes der Schiene zu befürchten ist.

Dagegen sind die untenstehenden Skizzen *C*, *D* und *E* zu empfehlen und neben



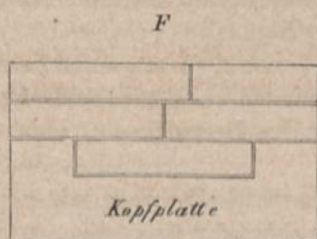
$\frac{1}{5}$ der natürlichen Grösse.

dieser allgemeinen Anordnung darauf zu sehen, dass so wenig als möglich Schweissstellen in den Körper der Schienen kommen, dass also die einzelnen Stäbe möglichst dick gewählt werden.

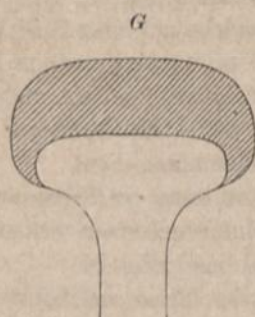
Das Wichtigste bleibt immer die untere Hälfte des Paquetes, das heisst der Theil, welcher den Kopf der Schiene bildet.

Die Paquete werden beim Zusammensetzen deshalb so gelegt, dass die Kopfplatte

unten liegt, weil sie so in den Schweissofen gebracht werden, um den Theil des Paquetes, welcher den Fuss der Schiene bilden soll, zunächst der Flamme des Schweissofens auszusetzen, weil dieser Fuss aus sehnigem Eisen bestehen muss, welches in einem grössern



$\frac{1}{5}$ der natürlichen Grösse.



$\frac{1}{2}$ der natürlichen Grösse.

Hitzgrad, als die Kopfplatte schweisst, besonders wenn diese Kopfplatte aus einer Puddelluppe, oder aus Stahl besteht.

Bei der Fabrikation von Schienen mit einem Kopfe aus Bessemerstahl wird häufig der Kopfplatte der in obenstehender Skizze *F* gezeigte Querschnitt gegeben, um die Stahlplatte der fertigen Schiene an den Seitenwänden des Schienenkopfes herabzuziehen, wie es die obenstehende Skizze *G* zeigt. Nimmt man die Stahlkopfplatte des Schienenpaquetes genügend dick, so wird der beabsichtigte Zweck aber auch erreicht, wenn der Querschnitt der Kopfplatte ein einfaches Rechteck bildet.

Wenn der die Fabrikation controlirende Ingenieur schlecht zusammengesetzte Paquete bemerkt, welche den obigen Grundsätzen und den Lieferungsbedingungen nicht entsprechen, so lässt er dieselben sogleich auseinander werfen, und die Arbeiter haben die Arbeit noch einmal vorzunehmen. Findet er dieselbe schlechte Arbeit mehreremal, so ist zu verlangen, dass die fahrlässigen Arbeiter beseitigt werden.

Paquetirungen, bei welchen die Stossfugen der einzelnen Stäbe sich nicht überdecken, oder deren Kopfplatte aus zwei oder mehr Theilen besteht, sowie solche Paquete, in welchen etwa die Stäbe nicht horizontal gelegt, sondern vertical gestellt werden, sind unbedingt zu verwerfen, indem sich die Köpfe der aus solchen Paqueten erzeugten Schienen spalten.

Während bei dem Theil des Paquetes, welcher den Kopf der Schiene zu bilden hat, gar keine Zugeständnisse gegen die besprochenen Principien gemacht werden dürfen, kann der dem untern Theile der Vignoleschiene entsprechende Theil des Paquetes mancherlei Aenderungen in Bezug auf das Legen der Stäbe erhalten, wenn dadurch dem Werke Erleichterungen gemacht werden können.

Bei Doppelkopfschienen fallen natürlich derartige Zugeständnisse weg.

§. 8. *Behandlung des Materials in dem Schweissofen.* — Die gut gelegten Paquete kommen in den Schweissofen von welchem Fig. 6, 7, 8 und 9 auf Tafel VI die Ansicht und 3 Schnitte zeigen.

Die Fig. 10, 11, 12, 13, 14, 15 der Tafel VI zeigen die nöthigsten Werkzeuge für den Schweisser.

Die Schienenpaquete werden auf den Paquetwagen Fig. 10 und 11 gebracht und zu den Thüren *a* Fig. 6 und 9 gefahren. Indem man die Deichsel des Paquetwagens zuerst niederdrückt, um mit dem vordern Theil des Wagens einen Stützpunkt vor der Oeffnung des Schweissofens zu erreichen, wird sodann diese Deichsel wieder gehoben,

so dass das Paquet mit Leichtigkeit in den Ofen geschoben werden kann, wo es mit Hilfe der Werkzeuge Fig. 12, 13, 14, 15 Tafel VI auf die richtige Stelle gebracht und nach Bedarf gewendet wird.

Der Boden *b* (Fig. 7, 8, 9) des Schweissofens besteht aus einer starken Schichte Quarzsand, welche auf einer Schichte Mauerschutt liegt.

Die Feuerbrücke *c* und der Fuchs *d*, Fig. 7 und 9, dienen demselben Zwecke wie bei dem Puddelofen. Die beim Schweissprocess sich ausscheidende Schlacke fliesst bei *f*, Fig. 7 und 9, ab. Die abgehende Wärme passirt den Dampfkessel, welcher auch hier zugleich als Rauchfang dient.

Der Rost kann ein Treppenrost, oder wie es die Zeichnungen zeigen, ein gewöhnlicher aus schmiedeeisernen Stäben gebildeter horizontaler Rost sein, je nachdem das Brennmaterial beschaffen ist.

Der ganze Raum des Schweissofens ist mit feuerfestem Material ausgefüttet.

Der Schweissprocess hängt sehr viel von der Geschicklichkeit der Arbeiter ab. Durch gute Kenntniss der Eigenthümlichkeiten des Materials und Fleiss beim Wenden und Placiren der Schweissstücke, so dass dieselben gleichmässig erwärmt werden, und eine gleichmässige saftige Schweisshitze erhalten, können die Schweisser nicht nur das Schweißen selbst zum guten Ende bringen, sondern auch günstig auf die Qualität des Materials und auf die gute Walzung einwirken.

Besitzen die Schweisser die obigen Eigenschaften nicht, so können sie der Güte des Materials schaden, grossen Abgang (Abbrand, Kalo) herbeiführen und durch mangelhafte Schweissung schädlich auf die übrigen Processe einwirken und den Ausschuss namhaft vergrössern.

Die aus einer Puddelluppe erzeugten Kopfplatten und noch mehr die aus Bessemerstahl hergestellten Kopfplatten ertragen wie schon oben gesagt, eine geringere Hitze als der aus sehnigem Eisen bestehende Fusstheil des Paquetes. Es sind deshalb diese Kopfplatten gegen die zu frühe und heftige Einwirkung der Flamme zu schützen und mit aller Vorsicht einer gleichmässigen Schweisshitze bis zu dem Zeitpunkte zuzuführen, wo der übrige Theil des Paquetes diese Schweisshitze erlangt hat.

Ist dieser Zeitpunkt eingetreten, so wird das Paquet aus dem Schweissofen wieder auf den Paquetwagen gebracht und den Walzen zugeführt.

In einem Schweissofen werden in 12 Stunden etwa 7 Chargen (ein einmaliges Beschieken des Ofens heisst eine Charge) à 4 Paquete geschweisst.

Die Behandlung der Stahlgussblöcke, aus welchen die Stahlschienen gewalzt werden, muss eine ganz besonders vorsichtige sein, wenn die Qualität des Stahles nicht nothleiden soll. Der Stahlgussblock darf nur langsam erwärmt werden und nur wenn er durchaus die gleiche Wärme — eine kräftige Rothglühhitze — erhalten hat, dem Walzprocess zugeführt werden. Eine Weissglühhitze würde demselben um so schädlicher werden, je grösser der Härtegrad des Stahles ist.

Je gleichmässiger der Hitzgrad ist, unter welchem die Stahlgussblöcke gewalzt werden, desto besser ist das Resultat des Processes, weshalb diese Stücke nicht wie die Schienenpaquete nach einer einmaligen Behandlung im Flammenofen, fertig gewalzt werden, sondern ein- bis zweimal den Flammenofen (Schweissofen) passiren.

§. 9. *Walzprocess.* — Wenn die Schienenpaquete eine gute Schweisshitze oder die Gussstahlblöcke eine kräftige Rothglühhitze erhalten haben, so werden sie auf den Paquetwagen Fig. 10 und 11 Tafel VI gebracht, und den Walzen oder wie man sich in der Hütte ausdrückt, der Walzenstrasse zugeführt.

Die Walzenstrassen, welche zur Schienenfabrikation dienen, haben fast immer nur

zwei Walzenreihen übereinander, während die Walzenstrassen für andere Zwecke oft drei Walzenreihen übereinander haben, oder auch zum Rück- und Vorwärtswalzen eingerichtet sind.

Die untere Walzenreihe wird entweder direct durch die Welle eines Wasserrades, oder eine Dampfmaschine bewegt, oder es wird die Kraft dieser Welle erst durch Räderübersetzung auf die Walzenreihe übertragen.

Beide Walzenreihen sind durch Räder mit einander verkuppelt.

Eine einfache und practische Anordnung einer Walzenstrasse zeigen die Figuren 1, 2, 3, 4, 5, 6 der Tafel VII.

Aus der Ansicht der Walzenstrasse Fig. 1 ist zu entnehmen, dass dieselbe 3 Walzengestelle enthält, welche 2 Walzen für die Kopfplatten, 2 Walzen für das Vorwalzen und 2 Walzen für das Fertigwalzen der Schienen enthalten.

Mit Hilfe dieser 3 Paare Walzen wird das Kopfplattenmaterial, das Fussplattenmaterial, das alte Schienenmaterial für die Schienenpaquete gewalzt, und werden sodann Letztere selbst zu fertigen Schienen ausgewalzt.

Wenn Stäbe aus neuem Eisen für die Paquete gewalzt werden sollen, so wird das Gestell für die Kopfplattenwalzen mit entsprechenden Walzen versehen.

Die Walzen bestehen aus hartem dichten Gusseisen, welches unter dem Namen Hartguss bekannt ist, aber nicht mit dem Schaalenguss zu verwechseln ist, welcher für Feineisenwalzen häufig zur Anwendung kommt.

Die Fig. 3 zeigt einen der 2 Walzenständer der Walzengestelle mit seinen verstellbaren Achslagern.

Die Fig. 2 zeigt einen der Ständer des Gestelles *A* Fig. 1, welches die Räder zum Uebertragen der Bewegung einer Walzenreihe auf die andere enthält.

Diese Räder werden gewöhnlich Krauselwalzen genannt, und demnach die betreffenden Ständer Krauselständer.

Fig. 6 zeigt diese Krauselwalzen in grösserem Maassstabe. Jede Krauselwalze besteht gewissermaassen aus zwei Rädergetrieben an einem Stücke, deren Zähne aber versetzt sind, um ein ruhiges und sicheres Eingreifen zu erwirken. Auch die Krauselwalzen sind aus Gusseisen von bester Qualität hergestellt.

Es ist ferner aus Fig. 1 zu entnehmen, dass die Achse der untern Walzenreihe eine Fortsetzung der Schwungradachse der Dampfmaschine bildet.

Die verschiedenen Walzen sind durch Kupplungen *a a a* mit einander verbunden, ebenso auch die Schwungradachse mit der Achse der untern Walzenreihe durch die Kupplung *b* Fig. 1.

Diese Kupplung unterscheidet sich aber von den übrigen Kupplungen dadurch, dass sie nur so stark sein darf, um bei Störungen im Walzprocess zu brechen, che ein Bruch einer Walze erfolgen kann.

Die Fig. 4 und 5 zeigen die Theile dieser Kupplung unter der Bezeichnung: Brechmuffe und Brechspindel.

Von den richtigen Dimensionen dieser unscheinbaren Theile hängt sehr oft der ungestörte Betrieb einer Walzhütte ab.

Durch eine Klauenkupplung *c* Fig. 1 wird die Brechspindel unmittelbar mit der Schwungradwelle verbunden und es kann bei vorkommenden Brüchen der Brechspindel, oder der Brechmuffe durch Auseinanderrücken dieser Klauenkupplung, welche mit Schrauben verbunden ist, eine schnelle Auswechslung dieser Theile bewerkstelligt werden.

Zum Betriebe einer Walzenstrasse, wie sie die Zeichnung der Tafel VII zeigt, ist

eine Kraft von 100 Pferden nöthig, wobei die Betriebsmaschine und also auch die Walzen 80 bis 100 Umdrehungen in der Minute machen.

Das Schwungrad ist bei der directen Verbindung der Schwungradwelle mit den Walzen von bedeutendem Gewichte (300 bis 400 Centner).

Eine grosse Rolle bei der guten Walzung spielt die Cannelirung der Walzen, das heisst der Uebergang in die Dimensionen der einzelnen Eindreihungen der Walzen.

Eine richtige Cannelirung muss eine möglichst gleichmässige Verdichtung und Streckung der Walzstücke bewirken und der Beschaffenheit des Materials der Walzstücke entsprechen.

Es ist hier nicht der Ort hierauf näher einzugehen und es wird nur darauf aufmerksam gemacht, dass die Anzahl der Cannelüren für die gegenwärtigen Schienenprofile nicht weniger als 12 betragen soll und dass die ersten zwei Cannelüren der Vorwalzen einen bedeutenden Druck auf die Schienenpaquete ausüben müssen, weil während dem Passiren dieser Cannelüren die Schweissung vollzogen wird, wenn dieselbe nicht unter dem Dampfhammer vorgenommen wurde.

Im Allgemeinen ist die Cannelirung eine gute, wenn das Walzstück beim Verlassen derselben gerade ist.

Das Walzstück, welches der Walzenstrasse zugeführt wird, passirt nach und nach die einzelnen Cannelüren indem es bei der Anwendung von zwei Walzenlinien durch Auflegen auf die obere Walze wieder zurückgeführt wird.

Der Walzprocess dauert bei der angegebenen Umdrehungsgeschwindigkeit für eine Eisenschiene und bei guten Eisensorten, welche in einer Schweisshitze gewalzt werden können, etwa 2 Minuten.

Das Walzen von Stahlschienen dauert länger, weil dieselben ein- bis zweimal zwischen dem Walzprocess wieder erwärmt werden müssen. Der Uebergang von einer Cannelüre auf die andere oder also der Grad der Streckung, welche die Stahlschienen beim Passiren einer Cannelüre erhält, muss ein geringerer, als bei den Eisenschienen sein.

Es muss also entweder die Zahl der Cannelüren vermehrt werden, oder man hilft sich durch Stellen der Walzen mit den Schrauben *d d* Fig. 1 und 3 Tafel VII in der Art, dass die Stahlstücke eine und dieselbe Cannelüre zwei- bis dreimal passiren müssen.

Wird das Schienenpaquet oder der Stahlblock vor dem Walzprocess unter dem Dampfhammer gestreckt, so wird der Walzprocess der Grösse dieser Arbeit entsprechend abgekürzt.

Bei der Fabrikation von Bessemerstahlschienen hält man das Walzen derselben aus dem rohen, ungehämmerten Stahlblock (Ingot) für eine Probe der Stahlqualität; es halten allerdings nur gute zähe Stahlsorten die Walzung ohne vorheriges Hämmern aus.

§. 10. *Abschneiden der Schienen.* — Wenn die Schienen die letzte Cannelüre *f* Fig. 1 Tafel VII passiren, so steht vor dieser Cannelüre der Wagen *A* Fig. 8 und 9 Taf. VII bereit, auf deren Rollen *a a* die Schienen noch in hohem Hitzgrade sich auflegen.

Mit Hilfe dieses Wagens werden die Schienen vor die Schienensäge Fig. 7, 8, 9 Tafel VII gebracht.

Die Fig. 7 zeigt die Hälfte dieser Schienensäge in der Vorderansicht und die Fig. 9 die andere Hälfte im Grundriss, während Fig. 8 die Seitenansicht giebt.

Die Schienensäge besteht demnach aus zwei Circularsägen, welche auf die normale Länge der Schienen auf einem Gerüste festgestellt sind.

Bei den abnormalen Längen der Schienen werden zwei Schnitte gemacht, während die normalen Schienen an beiden Enden zugleich abgeschnitten werden.

Hie und da sind auch die Schienensägen zum Stellen auf die verschiedenen Längen eingerichtet.

Von dem Wagen *A* Fig. 8 und 9 wird die Schiene auf den mit Walzen *b b b* versehenen Schlitten *B* gebracht. Dieser Schlitten wird mit Hilfe des Hebels *g* Fig. 8 und deren Zugstangen *h h* Fig. 7, 8, 9 gegen die Circularsäge gezogen, worauf der Schnitt in ein paar Secunden vollendet wird.

Diese Arbeit muss durch einen gut eingübten Arbeiter geschehen, damit die Schienen nach dem Erkalten nicht kürzer oder länger, als vorgeschrieben ist, sind. Der Arbeiter muss nämlich den Hitzgrad der abzuschneidenden Schienen an der Farbe gut erkennen, und wenn ihm Schienen von höherem Hitzgrade zum Abschneiden zugeführt werden, so muss er mit dem Abschneiden so lange warten, bis der richtige Hitzgrad eingetreten ist. Ein geübter Arbeiter kann diesen Zeitpunkt so genau erkennen, dass nur noch etwa 5 % der abgeschnittenen Schienen nach dem Erkalten einer Nachhilfe auf der Schienenfräse bedarf, welche Fig. 8 und 9 Tafel VIII zeigt.

Wenn die Schienen abgeschnitten sind, so werden sie über Rollen weiter transportirt, welche in der Verlängerung des Schlittens *B* Fig. 8 und 9 Tafel VII angebracht sind.

Da aber gewöhnlich die Schienen seitwärts zur Walzhütte hinaus, also in rechtwinkliger Richtung zu der Schienensäge geschafft werden, so ist der erste Theil dieser Rollen auf einem Wagen angebracht, welcher zum Drehen um einen Zapfen *a* Fig. 1 und 2 Tafel VIII eingerichtet ist und am andern Ende auf einer Rolle *b* läuft.

§. 11. *Richten der Schienen im warmen Zustande.* — Die Schienen werden nun, immer noch im stark glühenden Zustande, auf den Kühlplatz geschafft, und zwar zunächst auf die beiden Richtplatten Fig. 3, 4 und 5 Tafel VIII gebracht.

Auf der geraden Richtplatte Fig. 3 und 4 werden die Schienen auf die Seite gelegt, so dass also der Kopf und Fuss auf der Platte liegt und sodann mit hölzernen Schlägeln gerade gerichtet.

Auf der convexen Richtplatte Fig. 4 und 5 werden dieselben auf den Fuss gelegt und der Platte entsprechend gekrümmt, damit sie nach dem Erkalten auch in dieser Richtung möglichst gerade sind.

Es ist leicht einzusehen, dass bei der Verschiedenheit des Querschnittes des Kopfes und des Fusses der Vignoleschiene eine ungleiche Abkühlung und also ein Krümmen der Schienen während dieser Abkühlung entsteht. Es würde deshalb die Schiene, wenn sie im glühenden Zustande gerade gerichtet würde, im kalten Zustande gekrümmt sein.

Diesem Krümmen wirkt die auf Erfahrung mit dem jeweiligen Schienenprofil gegründete Biegung der glühenden Schiene entgegen und zwar mit um so mehr Erfolg, um so mehr der Arbeiter den Hitzgrad zu beurtheilen weiss, unter welchem er die Schiene krümmt.

Bei dem Richten auf der geraden oder convexen Richtplatte ist mit grosser Vorsicht umzugehen, damit die Schienen keine Biegungen des Steges erhalten, weil dadurch der Kopf der Schiene in eine unsymmetrische Lage zu dem Fusse kommt, was beim Legen der Schienen zu dem Missstand führt, dass die Köpfe an dem Schienenstoss nicht zusammen passen und dass in Folge der ungleichartigen Neigung der Schienenköpfe und also auch deren Oberfläche die nach einem bestimmten Winkel geneigten Laufflächen der Räder der Eisenbahnfahrzeuge abwechselnd und zwar oft von Schiene zu Schiene auf einem verschiedenen Raddurchmesser laufen, was eine der Ursachen des Hin- und Herlaufens — Schleuderns — der Eisenbahnfahrzeuge namentlich auf neu gelegten Bahnstrecken bildet.

Es ist dem die Schienenfabrikation überwachenden Ingenieur dringend anzurathen,

diesem Umstand, welcher wenig genug beachtet wird, besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

§. 12. *Appretur der Schienen.* — Wenn die Schienen auf dem Kühlplatz erkaltet sind, so werden sie mit Hülfe eines Wagens, welchen die Fig. 10 Tafel VII in einer guten Zusammensetzung zeigt, der Appretur zugeführt.

Es kommt nicht selten vor, dass die Schienen an den Köpfen und Flüssen kleinere verticale Risse zeigen, welche in den Hütten durch Verstemmen mit dem Handhammer, durch Schweissen in einem Schmiedefener und durch Feilen zu beseitigen gesucht werden.

Diese Arbeiten werden gewöhnlich zunächst nach dem Richten und Abkühlen der Schienen vorgenommen.

Der controlirende Ingenieur hat diesen Reparaturarbeiten aber entschieden entgegen zu treten.

Die Risse und Löcher der frisch gewalzten Schienen rühren häufig von schlechter Qualität des verwendeten Materials, namentlich der Kopfplatten, oder von Mängeln bei dem Zusammensetzen der Paquete oder bei dem Schweissprocess und dem Walzprocess her.

Wenn nun an dem Kopf der Schiene unter keinen Umständen eine Reparatur geduldet werden darf, und alle Schienen, welche am Kopfe irgend einen Mangel nach dem Walzprocess zeigen, zu verwerfen sind, so kann ausnahmsweise oft an dem Fuss der Schiene eine kleine Nachhülfe zugestanden werden, wenn die Tragfähigkeit der Schiene dadurch nicht benachtheiligt wird.

Am besten ist es allerdings jede Reparatur an den Schienen zu untersagen und dieselben nur als übernahmefähig zu erklären, wenn sie die reine Oberfläche zeigen, welche sie nach dem Schweissprocess erhalten haben.

Ein Bestreichen der Schienen mit irgend einem Deckungsmittel soll stets die Folge haben, dass dieselben von der Uebernahme ausgeschlossen werden.

Diejenigen Schienen, welche nach dem Abschneiden nicht die richtige, innerhalb der zugestandenen Toleranz liegende Länge haben, werden, wenn sie zu lang sind, zu der Schienenfraise Fig. 8 Tafel VIII oder einer andern für die Nacharbeit passenden Maschine geführt, dort festgeklemmt und durch die in der Scheibe *a* Fig. 8 und 9 befestigten Messer auf ihre richtige Länge abgearbeitet. Die zu kurzen Schienen werden, wenn es angeht, auf eine kürzere Schienensorte abgeschnitten.

Die übrigen Schienen und sodann auch die nachgearbeiteten Schienen kommen sodann auf die Geraderichtmaschine, wovon die Fig. 6 und 7 Tafel VIII eine sehr gute doppelwirkende Construction zeigt, und werden auf die Unterlagen *a a* gelegt, so dass sie auf eine Länge von circa 1 Meter freiliegen.

Die Stempel *b b* haben einen gleichmässigen Hub und die grössere oder kleinere Einwirkung dieser Stempel hängt von einem keilförmigen Stücke ab, welches der Arbeiter mit dem der nöthigen Durchbiegung entsprechenden Theile zwischen den Stempel und die Oberfläche der Schiene bringt.

Die Schienen sollen im kalten Zustande nur von kleineren Biegungen befreit werden. Grössere Biegungen müssen im warmen Zustande vorgenommen werden, um das Material der Schienen gegen zu starkes und deshalb schädliches Zusammendrücken und Auseinanderziehen im kalten Zustande zu schützen. Von der Geraderichtmaschine kommt die Schiene auf die Lochmaschine für Laschenlöcher, von welcher die Fig. 10 und 11 Tafel VIII eine gute und einfache Construction zeigen.

Diese Maschine locht bei jedem Hub nur ein Loch, während da und dort auch Maschinen in Verwendung sind, welche beide Laschenlöcher zu gleicher Zeit lochen. Letzteres ist sogar oft eine Vorschrift in den Bedingnisheften.

Wenn je ein Loch mit einem Hube des Stempels gelocht wird, so bringt man die Schiene so unter die Maschine, dass sie mit dem Kopfe an einem Anschlagstücke anstösst.

Diese Lage entspricht dem zweiten Laschenloche der Schienen. Um nun das richtige Maass für das erste dem Schienenende zunächst liegende Laschenloch zu erhalten, bringt man zwischen das Anschlagstück und das Schienenende ein zweites Stück, welches genau die Breite der Entfernung beider Laschenlöcher hat, und locht in dieser Lage das erste Laschenloch.

Nachdem die Schiene an beiden Enden gelocht ist, kommt sie unter die Stossmaschine für die Nagellöcher oder Einklinkungen, welche die Fig. 12 und 13 zeigt.

Hier stösst man die Schiene an den rückwärts liegenden Anschlag an und locht beide Löcher oder Nuthen mit einem Hub der Maschine.

Ist auch diese Arbeit geschehen, so werden die Gräthe, welche die Schienen beim Loch erhalten haben, mit einer Feile beseitigt, die Schiene auf den Schienentransportwagen Fig. 10 Tafel VII gebracht und dem Lagerplatze zugeführt.

Es ist wohl selbstverständlich, dass die Arbeitsmaschinen einer Schienenwalzhütte von sehr verschiedener Construction sein können und es auch in der That sind. Da dieselben aber immerhin auf die Güte der Arbeit von Einfluss sind, so ist es von Werth, wenn der Ingenieur erprobte und einfache Constructions kennt, weil er in die Lage kommen kann, die Beschaffung anderer Hilfsmaschinen von dem Lieferanten zu verlangen, wenn er zu der Ueberzeugung gelangt ist, dass die oft sehr primitiv construirten Hilfsmaschinen die Hauptursache mangelhafter Arbeit sind.

§. 13. *Probiren der Schienen.* — Auch die Vorrichtungen zum Probiren der Schienen auf ihre Elasticität und Bruchsicherheit, sowie auf ihre gute Schweissung können auf mancherlei Weise angeordnet werden.

Es wird aber dem Zwecke dieser Abhandlung dienen, auch über diese Vorrichtungen wenigstens skizzenhafte Zeichnungen beizufügen.

Diesem Zwecke mögen die Fig. 1, 2, 3, 4 Tafel IX dienen.

Die Fig. 1 und 2 zeigen eine Vorrichtung zur Erprobung der Elasticität.

Die Fig. 4 zeigt eine Fallvorrichtung zur Feststellung der Bruchsicherheit, und die Fig. 3 zeigt einen Schraubenpresse zur Untersuchung der Schienen auf ihre gute Schweissung und auf ihre Beschaffenheit bezüglich des Kornes und der Sehne des Materials.

Eine Bemerkung ist nur bezüglich der Hebelpresse Fig. 1 und 2 nöthig.

Es ist nämlich zur Sicherung der Elasticitätsprobe erforderlich, dass der Druck des Gewichtes stets senkrecht auf den Kopf wirkt. Es muss deshalb darauf gesehen werden, dass der Hebel der Presse während der Probe immer in der horizontalen Lage bleibt, woraus folgt, dass der Drehungspunkt der Presse verstellbar eingerichtet werden muss, was in Fig. 1 und 2 durch die starke Schraube *aa* geschieht. — Bei den Proben mit diesen Vorrichtungen handelt es sich, nachdem bezüglich des zu den Schienen zu verwendenden Materials das Nöthige schon früher gesagt wurde, nur um die Erprobung und Untersuchung der fertigen Schienen zum Zwecke ihrer Uebernahme.

Die äussere Besichtigung und Abmessung der Schienen erfolgt schon ehe dieselben gelocht werden, um bei dem Ausschuss diese Arbeit zu ersparen. Die Abmessungen der Löcher werden natürlich ebenfalls noch controlirt.

Die Länge der Schienen und das Profil derselben wird mittelst Chablonen gemessen, deren Originalien in der Verwahrung des Uebernehmensbeamten bleiben.

Obleich nun in den meisten Bedingnissheften über die Lieferung von Schienen keine Abweichung von dem genauen Profil derselben gestattet ist, so ist es doch nicht einmal mit den grössten Opfern möglich, eine mathematische Genauigkeit für die ganze

Lieferung zu erzielen, und es ist Sache des Uebernahmsbeamten die Toleranz zu gestatten, welche die Fabrikation grosser Massen verlangt.

Die Genauigkeit in dem Profil der Schienen liegt hauptsächlich an der letzten Cannelüre der Walzen, und da die Schiene diese Cannelüre liegend passirt, so kann in Beziehung auf die Breitenmaasse der Schiene eine sehr grosse Genauigkeit durch die Stellung der Walzen erzielt werden. Nicht so verhält es sich mit dem Höhenmaasse der Schienen, weil hier die seitliche Abnutzung der Walzen ins Spiel kommt, welche ziemlich bedeutend ist, und sich nur durch ein tiefgehendes Abdrehen der Walzen wieder verbessern lässt, welches natürlich die Walzen bald ganz unbrauchbar macht.

Es ist zulässig, dass die Differenz in der Höhe der Schienen höchstens $\frac{1}{2}^{\text{mm}}$ beträgt.

Um aber die durchschnittliche Höhe der Schienen der ganzen Lieferung auf das richtige Maass der Schienen zu bringen ist es nöthig, die letzte Cannelüre der neuen oder nachgedrehten Walzen um die Hälfte der Toleranz, also um ca. $\frac{1}{4}^{\text{mm}}$ kleiner zu machen.

Da die seitliche Abnutzung der Cannelüre auch die Neigung des Schienenkopfes ändert, so ist auch hierauf die Aufmerksamkeit zu richten und sobald diese Neigung oder eigentlich die Abrundung des Schienenkopfes merklich zunimmt, das Nachdrehen der Walzen zu verlangen, was je nach der Härte des Materials nach der Walzung von 10000 bis 15000 Centner Schienen eintreten wird.

Nachdem die Abmessungen der Schienen controlirt und bei dieser Gelegenheit die Schienen genau besichtigt sind, ob nirgends ungeschweisste Stellen, oder sonstige Mängel vorhanden sind, werden die Schienen den Proben auf ihre Elasticität mit den im Bedingnisshefte vorgeschriebenen Gewichten und dem bedungenen Procentsatz der Lieferung unterworfen. Dabei ist wohl zu beobachten, dass zu diesen und den folgenden Bruchproben statt der guten Schienen theilweise die Schienenenden und Theile der beim Walzen oder beim Prüfen der Dimensionen und des äussern Ansehens ausgeschlossenen Schienen, verwendet werden können, wie es überhaupt Regel für einen tüchtigen Uebernahmsbeamten sein muss, den soliden mit zuverlässigen und ehrlichen Arbeitskräften arbeitenden Fabrikanten gegen unnöthigen Schaden zu schützen, während er allerdings oft genug genöthigt wird, sich bei mangelhafter und selbst unredlicher Gebahrung in den Hütten durch zahlreiche Bruchproben gegen die unbrauchbare Uebnahme schlechter Waare zu schützen.

Der Schaden, welcher durch die nothwendige Ausdehnung der Bruchproben den Lieferanten trifft, ist oft das einzige Mittel derartige Werke zu einer besseren Fabrikation zu veranlassen.

Um die Elasticitätsproben mit Sicherheit vornehmen zu können, sollen die zu probirenden Schienen in Längen verwendet werden, welche nicht viel über die Unterstützungspunkte hinausreichen. Es muss ferner darauf gesehen werden, dass das Gewicht langsam, also ohne Stoss, auf die Schienen zu wirken kommt, und dass das Gewicht senkrecht auf die verticale Achse der Schiene wirkt. Bei Vignoleschienen wird die Elasticitätsprobe nur gemacht, wenn die Schiene auf dem Fuss steht; bei Doppelkopfschienen, welche beiderseitig verwendet werden sollen, natürlich auch nach beiden Richtungen.

Um die etwa vorkommenden bleibenden Einbiegungen der Schienen messen zu können, wird der Kopf der Schienen seitwärts mit Kreide angestrichen und in diesem Anstrich mit einer Reissnadel eine feine Linie nach einem geraden eisernen Lineal gezogen.

Nach der Probe legt man das Lineal genau an die Endpunkte dieser Linie und zieht wieder eine feine Linie, welche sodann die Abweichung markirt.

Die Elasticitätsprobe ist hauptsächlich bei der Stahlschiene von grossem Werthe, um mit Hilfe der grössern Elasticität, welche der Stahl gegentüber von Eisen besitzt, die

Grenze beurtheilen zu können, wo der Stahl in Eisen übergeht, welche natürlich bei der Uebernahme von Stahlschienen nicht erreicht werden darf.

Ein Theil der auf ihre Elasticität erprobten Stücke wird nun zum Brechen unter dem Fallklotz und ein Theil zum Brechen unter der Schraubenpresse verwendet.

Hier muss nun vor Allem die Bemerkung Platz finden, dass es eines der Hauptkunststücke der Werksbeamten ist, unkundigen Ingenieuren die körnige Textur des Schienenkopfes und die gute Schweissung der Schienen durch Bruchstücke zu beweisen, welche unter dem Dampfhammer, oder überhaupt unter der Einwirkung kräftiger Stösse gebrochen wurden.

Jeder kann sich von der Unrichtigkeit dieses in den Schienenwalzhütten beliebten Beweismittels überzeugen, wenn er eine Schiene mit sehniger Textur an dem Kopfe 3 bis 5^{mm} einhauen lässt, dieselbe sodann mit dem Kopf auf zwei circa 0.5 Meter entfernte feste Stützpunkte legt und das Stück mit dem Dampfhammer rasch abschlägt. Der Kopf zeigt bei dieser Probe trotz der sehnigen Textur sicher Korn; zeigt auch gewiss keinen Schweissfehler, selbst wenn er solche enthält.

Die Erklärung ist einfach: Durch den raschen Schlag wurden die Sehnen abgerissen, denn dieselben hatten eben so wenig Zeit sich vorher zu dehnen, als die schlechten Schweissstellen sich zu öffnen.

Die Bruchprobe unter dem Fallklotz dient also einzig nur dazu, um den Grad der Bruchsicherheit der Schienen zu untersuchen, und ist bei phosphorhaltigem oder schlecht gepuddeltem Eisen, sowie bei den Stahlschienen eine nothwendige Probe.

Die Unterlage der zu brechenden Schienen muss eine unnachgiebige sein, also aus einem schweren Gusseisenblock, welcher auf einem Steinfundament sitzt, bestehen.

Die Bruchproben richten sich natürlich nach den Bestimmungen des Bedingnisshäftes.

Als Beispiel über das Verhalten von Eisen- und Bessemerstahlschienen bei den Elasticitäts- und Bruchproben mögen hier die Durchschnittswerthe eingehender Proben Platz finden, welche mit Schienen nach den Profilen der österreichischen Südbahn-Gesellschaft angestellt wurden.

Die Eisenschienen sind aus alten Schienen mit einer Kopfplatte aus neuem Feinkorneisen, welche aus einer Puddelluppe hergestellt wurde, erzeugt worden.

Die Bessemerstahlschienen sind aus einem Stahlblock direct, also ohne vorheriges Schmieden erzeugt worden.

Die freie Auflage hat bei den Proben 0.948 Meter betragen. Der Fallklotz war 20 Centner schwer.

Es zeigten sich folgende Durchschnittsresultate:

A. Schienen von Eisen.

Elasticitätsgrenze bei der ruhigen Belastung von Zoll-Centner	Der Bruch erfolgte bei einer Fallhöhe von Meter	Bemerkung.
260	9.483	

B. Schienen von Bessemerstahl.

Kohlengehalt des Stahles in Procenten	Elasticitätsgrenze bei der ruhigen Belastung von Zoll-Centner	Der Bruch erfolgte bei einer Fallhöhe von Meter	Bemerkungen.
0.25 bis 0.29	345	8.535	Eine Schiene hat den Schlag von 9.483 Meter Höhe ausgehalten.
0.30 bis 0.35	362	6.638	Desgleichen von 6.954 Meter.
0.36 bis 0.43	370	5.690	
0.54	425	3.793	Eine Schiene hat den Schlag von 3.793 Meter Höhe ausgehalten, eine Schiene ist schon bei 3.161 Meter Höhe gebrochen.

Um nun die so schädlichen Schweissstellen und gleichzeitig die wirkliche Textur der Schienen kennen zu lernen, giebt es kein besseres Mittel als die Probe unter der Schraubenpresse.

Die Schienen werden unter der Presse nach beiden Seiten langsam gebrochen, indem man einen Theil derselben nur am Fuss und einen Theil derselben nur am Kopfe circa 5 Centimeter einhaut.

Diejenigen Schienen, welche am Fusse eingehauen sind, werden auf den Fuss gelegt und über den Kopf gebrochen, während die am Kopfe eingehauenen Schienen auf den Kopf gelegt und über den Fuss gebrochen werden.

Das Pressen muss ganz langsam ohne jeden Stoss vor sich gehen, worauf sich bei dieser Probe an den Bruchstellen nicht nur die Textur des Materiales, sondern auch jede schlechte Schweissstelle deutlich zeigt, indem die mangelhaft oder gar nicht geschweissten Stellen sich abtrennen und sich gegeneinander verschieben.

§. 14. *Uebernahme der Schienen.* — Die bei der Besichtigung oder bei den Proben sich ergebenden Ausschussschienen erhalten, wenn dieselben nicht sogleich zerbrochen werden, ein unverfügbares Zeichen, damit weder eine absichtliche noch unabsichtliche Verwechslung vorkommen kann.

Zu empfehlen ist neben das Fabrikzeichen noch ein anderes Zeichen erhaben auf die Schienen walzen zu lassen, welches bei der Ausschussschiene mit dem Meisel weggenommen wird. Ein derartiges Zeichen, welches die Schienen nur beim Walzprocess erhalten können, kann, wenn es beseitigt wurde, nicht wieder ersetzt werden.

Die Vorsicht und das Misstrauen, welches in diesen Worten liegt, ist nicht unge-rechtfertigt, und trifft natürlich solide Fabrikherren und deren Beamte nicht. Es gilt aber in sehr vielen Hütten bei den Arbeitern als erlaubter Handwerksgebrauch, die Controlle der Ingenieure mit manchen Mitteln zu umgehen, so dass dem Ingenieur ein gewisses Misstrauen und jedenfalls grosse Vorsicht bei Ausübung seines Amtes zu empfehlen ist.

Es ist eben der Umstand in Rechnung zu ziehen, dass die Entlohnung der Arbeiter häufig theilweise von der übernommenen Waare abhängig gemacht wird, und dass den-

selben für den Ausschuss Abzüge gemacht werden, um sie zur pünktlichen Arbeit durch Verluste zu zwingen. Die Arbeiter halten aber manche Mängel an den Schienen, welche deren Ausschliessung von der Uebernahme veranlassen, nicht für solche und somit liegt denselben der Glaube nahe, dass sie eine Berechtigung zur Täuschung des nach ihrer Ansicht unnöthig strengen Uebernehmensbeamten haben.

Die übernommenen Schienen werden abgewogen und in Stößen auf einem womöglich aus dem Bereiche des Hüttenraumes liegenden Lagerplatze aufgeschichtet.

Das Resultat der einzelnen Uebernahmen wird nach Stückzahl, Länge und Gewicht notirt.

Der Uebernehmensbeamte stellt zwei gleichlautende Uebernahmezertifikate aus, wovon er je ein Exemplar dem Lieferanten übergibt, und je ein Exemplar demjenigen Eisenbahnbeamten überschiekt, welcher die Schienen an dem Ablieferungsorte übernehmen soll.

Technische Vereinbarungen des D. E.-V.

I. §. 11. Die Schienen sollen aus geeignetem unter Controle gewalztem Eisen oder Stahl bestehen und in der Regel in Längen von nicht weniger als 18 Fuss engl. (5^m, 50) verwendet werden.

§. 15. *Bedingnisshäfte für die Lieferung von Schienen.* — Gestützt auf die bisher über die Eigenschaften des Materials und die Fabrikationsprocesse der Schienen gegebenen Erläuterungen werden nun im Folgenden die Bedingnisshäfte für die Lieferung von verschiedenen Sorten Schienen aufgestellt, welche als Muster dienen können.

Um Wiederholungen zu vermeiden, bildet das erste Bedingnisshäfte, welches für die Lieferung von Schienen, welche ganz aus Schmiedeeisen mit einer Kopfplatte aus einer Puddelluppe bestehen, aufgestellt ist, die Grundlage für die Bedingnisshäfte anderer Schienensorten, indem sodann bei Letzteren nur die Abweichungen von diesem ersten Bedingnisshäfte aufgestellt werden sollen.

§. 16. *Bedingnisshäfte für die Lieferung von Eisenbahnschienen.* — a. Maass und Gewicht. In dem Bedingnis ist als Maasseinheit der Meter und als Gewichtseinheit der Zollcentner zu Grunde gelegt.

b. *Fabrikationsort.* Der Lieferant ist verpflichtet, die den Gegenstand der Lieferung bildenden Schienen auf dem Eisenwerke anfertigen zu lassen, über welches die Gesellschaft mit ihm übereinkommt. Für den Fall, dass der Lieferant nicht selbst Fabrikant ist, so hat er die schriftliche Bestätigung des Fabrikanten darüber beizubringen, dass die Schienen auf dem bezeichneten Eisenwerke fabricirt werden. Nur gegen ausdrückliche schriftliche Ermächtigung von Seite des Bestellers ist es dem Lieferanten gestattet, die Schienenlieferung ganz oder theilweise einem anderen Werke zu übertragen.

c. *Form, Dimensionen.* Die Schienen müssen genau das Profil erhalten, von welchem dem Lieferanten eine cotirte Zeichnung nebst einer Vollchablone übergeben wurde.

Nach Maassgabe derselben Zeichnung erhält jede Schiene an einem ihrer Enden zwei Einschnitte im Fuss zur Aufnahme der Hackennägel, und an jedem Ende zwei länglicht runde Löcher zur Aufnahme der Laschenbolzen.

Die Länge der einzelnen Schienen richtet sich nach den speciellen Bestimmungen, welche für jede Lieferung erfolgen.

d. *Qualität des Eisens, Paquetirung.* Der Kopf der fertigen Schienen muss zum Mindesten bis auf die Dicke von 0.02^m von der Oberfläche des Kopfes nach abwärts gerechnet aus feinkörnigem hartem Eisen ohne Schweissstellen, und der Fuss der Schienen muss wenigstens auf die Dicke von 0.015 Meter von der untern Fläche nach oben gemessen aus sehnigem weichen Eisen bestehen. Zwischen dem harten Kopfe und dem weichen Fusse müssen sich Eisensorten folgen, welche mit beiden Theilen und unter sich vollkommen gut schweissen, und eine gute Vermittlung zwischen dem körnigen Theile des Kopfes und dem sehnigen Theile des Fusses der Schiene bilden.

Die Paquete, aus welchen die Schienen gewalzt werden, dürfen keinen kleineren Querschnitt als 0.05 Quadratmeter haben, also etwa 0.2 Meter breit und 0.25 Meter hoch sein.

Die Kopfplatte wird für jedes Schienenpaquet aus einer Luppe gebildet, welche unter einem Dampfhammer von wenigstens 100 Ctr. Hammergewicht zu einem soliden Kolben ausgeschmiedet wird. Diesem Kolben wird sodann eine Schweisshitze gegeben, worauf er unter den Walzen das genaue Maass der Kopfplatte erhält. Dieses Maass ist gleich der Länge und Breite des Schienenpaketes und die Dicke der Kopfplatte ist wenigstens 0.04 Meter.

Diese Kopfplatte darf also nicht aus Paqueten, welche aus einzelnen Puddelstäben, oder aus Bruch Eisen gebildet werden, hergestellt werden. Unter der Kopfplatte folgen reine, kantig gewalzte, gerade gerichtete und flach gelegte Puddelstäbe von wenigstens 0.02 Meter Dicke. Diese Puddelstäbe müssen ebenfalls gehämmert werden, ehe sie in die Walzen gehen. Die Breite der nebeneinander liegenden Stäbe muss derart verschieden sein, dass die Stossfugen überall wenigstens 0.05 Meter überdeckt werden.

Zur Bildung des untern schneigen Theiles des Fusses dürfen keine rohen Puddelstäbe verwendet werden; es müssen vielmehr diese rohen, aus weichem Eisen bestehenden Puddelstäbe noch einmal paquetirt, geschweisst und mittelst Hammer oder Walzen ausgestreckt und dann erst in das Schienenpaquet gebracht werden. Paquete aus gutem, zähem Bruch Eisen dürfen zu der Bildung des Fusses der Schienen verwendet werden.

Werden zur Bildung des Fusses oder auch des Mitteltheiles des Schienenpaketes Schienenabfälle von entsprechender Qualität verwendet, so müssen dieselben vor der Verwendung flach gewalzt werden.

Die Paquetirung muss in allen Fällen eine so pünktliche sein, dass möglichst kleine Zwischenräume zwischen den einzelnen Stäben übrig bleiben.

Das Schienenpaquet muss eine saftige Schweisshitze erhalten, und es soll die erste Schweissung unter dem Dampfhammer von 100 Centner Gewicht geschehen, worauf das Schienenpaquet noch einmal im Schweisssofen behandelt wird, und dann erst die Walzen passirt.

e. *Bearbeitung der Schienen.* Die Schienen müssen auf ihrer ganzen Länge das vorschrittmässige Profil haben, vollkommen glatt und rein ausgewalzt werden, und dürfen an keiner Stelle Unebenheiten, Risse, Ablätterungen, oder sonstige Mängel zeigen. Sie müssen im warmen Zustande so gut gerichtet werden, dass sie im kalten Zustande nur noch von kleineren Krümmungen befreit werden dürfen. Sie müssen an beiden Enden auf die vorgeschriebene Länge vollkommen rechtwinkelig abgeschnitten, die Schnittflächen, wenn es nöthig ist, glatt nachgearbeitet und die Gräthe an den Kanten sorgfältig entfernt werden. Ihre Länge darf von der vorgeschriebenen höchstens 0.003 Meter mehr oder weniger abweichen.

Weder im warmen, noch im kalten Zustande dürfen Reparaturen an den Schienen vorgenommen werden.

In den Dimensionen der Einschnitte und Löcher an den Enden der Schienen, und in der Entfernung derselben unter sich, und von den Schienenenden ist gar keine Abweichung von den in der Zeichnung eingeschriebenen Maassen gestattet.

Jeder Schiene muss der Name des Fabrikanten und die Jahreszahl der Lieferung deutlich eingewalzt sein.

f. *Controle der Fabrikation.* Der Gesellschaft steht das Recht zu, durch einen hiezu aufgestellten Ingenieur, welchem der Fabrikant zu jeder Zeit freien Zutritt in seine Werke und vollständige Einsicht in die Fabrikationsprocesse zu gestatten hat, die Fabrikation der Schienen auf den Werken überwachen und durch denselben die erforderlichen Proben anstellen zu lassen.

Um sich der Einhaltung des Profils der Schienen zu versichern, werden von dem Ingenieur die Walzen genau untersucht, und erforderlichen Falls die nothwendigen Aenderungen an denselben angeordnet. Behufs der Untersuchung der Qualität des Eisens und der vollkommenen Schweissung wird eine Anzahl Schienen, etwa 1 % von jeder zusammen fabricirten Partie, ausgewählt. Von diesen Schienen wird

1) ein Theil am Kopfe 0.003 Meter eingehauen, auf zwei 1 Meter von einander entfernte unnachgiebige Unterlagen auf den Kopf gelegt, und durch Belastung oder mittelst einer Schraubenpresse langsam gebrochen. Ein anderer Theil wird in derselben Weise am Fusse eingehauen, auf den Fuss gelegt und gebrochen;

2) ein Theil mittelst einer in der Mitte zwischen beiden Unterlagen angebrachten Belastung erprobt. Die Schiene darf bei einer fünf Minuten andauernden Belastung mit 250 Cent-

nern keine bleibende Biegung annehmen, und bei einer fünf Minuten andauernden Belastung mit 500 Centnern nicht brechen;

3) ein Theil mittelst eines 10 Centner schweren, von 3.5 Meter Höhe auf die Mitte zwischen beiden Unterlagen fallenden Rammklotzes erprobt, wobei kein Bruch erfolgen darf.

Zeigt bei den Bruchproben eine der zerbrochenen Schienen Unvollkommenheiten in der Qualität des Eisens und in der Schweissung, oder zeigt eine der belastenden Schienen nicht die verlangte Widerstandsfähigkeit, so sind die Proben auf eine grössere Anzahl auszudehnen. Wenn mehr als 10 % der so untersuchten Schienen einer Partie den Lieferungsbedingungen nicht entsprechen, so ist die ganze Partie zu verwerfen.

Die für die Vornahme der Proben erforderlichen Vorrichtungen und Handleistungen hat der Lieferant unentgeltlich zu beschaffen und dem Ingenieur der Gesellschaft zur Verfügung zu stellen.

g. Bestimmung des Normalgewichts. Das Normalgewicht einer Schiene wird durch den Ingenieur der Gesellschaft, im Beisein des Fabrikanten oder dessen Bevollmächtigten aus 10 untadelhaften Musterschienen jeder Schienenlänge festgesetzt, und das Gesamtgewicht der Schienen darf höchstens 1 % mehr oder weniger als dasjenige Gewicht betragen, welches sich ergibt, wenn man die Anzahl der gelieferten Schienen mit dem Normalgewichte multiplicirt. Sollte sich ein Mehrgewicht über die festgesetzte Grenze ergeben, so wird für dasselbe nichts bezahlt, hingegen wird nur das wirkliche Gewicht bezahlt, wenn die Schienen weniger als das Normalgewicht wiegen, immerhin vorausgesetzt, dass sie von der Gesellschaft noch als übernahmefähig erkannt werden.

h. Versendung und Ablieferung. Die Schienen sind von dem Lieferanten auf seine Kosten und Gefahr auf die von Seite der Gesellschaft bestimmten Ablieferungsorte abzuliefern.

Hierbei sind die bedungenen Lieferungsstermine genau einzuhalten, widrigenfalls dem Lieferanten eine Conventionalstrafe von 2 % des Preises des fehlenden Quantum für jede Woche der Verspätung trifft.

i. Uebernahme. Diejenigen Schienen, welche bei den auf dem Werke vorgenommenen Proben den Lieferungsbedingungen entsprechend gefunden worden sind, werden von dem Ingenieur der Gesellschaft auf deutliche Weise bezeichnet, und hiernit provisorisch übernommen.

Schienen, welche dieses Zeichen nicht tragen, dürfen nicht versendet werden, oder werden, wenn versendet, am Ablieferungsorte nicht angenommen. Ebenso können Schienen, welche von dem Ingenieur der Gesellschaft bezeichnet sind, wenn sie auf dem Transporte oder beim Auf- und Abladen nicht zu verbessernde Beschädigungen erlitten haben, noch am Ablieferungsorte verworfen werden.

Schienen, welche von der Uebernahme ausgeschlossen wurden, sind entweder sogleich zu brechen, oder von dem Ingenieur mit einem so deutlichen Zeichen zu versehen, dass sie demselben nicht zum zweitenmal zur Untersuchung vorgelegt werden können.

Mit der definitiven Uebernahme am Ablieferungsorte gehen die Schienen in das Eigenthum der Gesellschaft über und können nach diesem Zeitpunkte von der Gesellschaft keine weiteren Ansprüche gegen den Lieferanten erhoben werden, als auf Grund der §§. sub l und m.

k. Preise und Zahlungsmodalitäten. Die Zahlung des bedungenen Preises geschieht nach erfolgter definitiver Uebernahme je einer Partie von 2500 Stücken am Ablieferungsorte, gegen Vorlegung der Bescheinigung des hiemit beauftragten Beamten der Gesellschaft, und zwar, je nach der Wahl der Gesellschaft, entweder bei deren Kasse in in Baarem, oder in kurzen Wecheln.

l. Caution. Für die Erfüllung der Lieferungsbedingungen leistet der Lieferant, sobald mit ihm abgeschlossen wird, eine Caution von drei Procent des für die Lieferung verabredeten Preises entweder in baarem Gelde, oder in Werthpapieren.

Ob und zu welchem Curse letztere anzunehmen sind, entscheidet die Verwaltung. Die Caution wird zurückgestellt, sobald die Garantie für die Güte der Schienen (§. sub m) des contractirten Quantum erloschen ist.

m. Garantie für die Güte der Schienen. Der Lieferant leistet für die Güte der Schienen in der Art Gewähr, dass er alle Stücke, welche auf einer Strecke innerhalb drei Jahren, von der definitiven Uebernahme an gerechnet, bei gewöhnlicher Benützung schadhaf geworden sind, auf seine Kosten durch gute ersetzt.

n. Streitigkeiten. Streitigkeiten, welche sich über die Auslegung, oder den Vollzug

der Lieferungbedingungen zwischen der Gesellschaft und dem Lieferanten erheben, werden, wenn sie sich nicht durch gegenseitige Verständigung erledigen, ohne Rücksicht darauf, welcher Theil als Kläger auftritt, vor dem ständigen Gerichte in ausgetragen.

o. Ausfertigung des Vertrages, Stempel. Die beim Abschluss des Vertrages zu entrichtenden Stempelgebühren fallen dem Lieferanten zur Last.

Das Original des Vertrages bleibt in den Händen der Gesellschaft. Eine beglaubigte Abschrift wird dem Lieferanten übergeben.

Diesem Bedingnisshefte schliessen sich nun die Bedingungen an, welche einigen andern Fabrikationsmethoden von Eisen- und Stahlschienen zu Grunde gelegt sind, so weit die Bedingungen nicht schon in dem obigen Bedingnisshaft enthalten sind.

Es reihen sich solche ergänzende Bedingungen für folgende Schienensorten hier an:

A. Eisenschienen, deren Kopfplatten durch Paquetirung und doppelte Schweissung der Rohstäbe gebildet werden.

B. Eisenschienen mit Puddelstahlköpfen.

C. Eisenschienen mit Bessemerstahlköpfen.

D. Puddelstahl-Schienen.

E. Bessemerstahl-Schienen.

§. 17. *Besondere Bedingungen für die Lieferung von Eisenschienen, deren Kopfplatten durch Paquetiren und doppelte Schweissung der Rohstäbe gebildet werden.* — Wenn mit einem Eisenwerke eine Lieferung von Schienen aus Schmiedeeisen abgeschlossen werden muss, welches keine passende Roheisensorten für die Bildung der Kopfplatte aus einer Puddel-luppe verarbeitet, so muss die Kopfplatte durch Paquetirung der rohen Puddelstäbe und durch eine zweite Schweissung gewonnen werden.

Es ist aber, ehe ein derartiges Zugeständniss gemacht wird, wohl zu untersuchen, ob es von dem betreffenden Werke nur verlangt wird, weil demselben das pünktlichere etwas mehr Kosten verursachende Puddeln der für die Erzeugung der Kopfplatte aus einem Stück nöthigen Luppen nicht passt.

Nur wenn die Roheisensorten die in dem ersten Bedingnisshäfte vorgeschriebene Bearbeitung in der That nicht zulassen, ist dieses Zugeständniss zu machen.

Der §. sub d des ersten Bedingnisshäftes hat in diesem Falle folgendermaassen zu lauten:

d. Qualität des Eisens, Paquetirung. Der Kopf der fertigen Schienen muss wenigstens auf die Dicke von 0.02 Meter, von der Oberfläche des Kopfes nach abwärts gemessen, aus körnigem, hartem, der Fuss der Schienen muss wenigstens bis auf die Dicke von 0.015 Meter, von der untern Fläche des Fusses nach abwärts gemessen, aus sehnigem, weichem Eisen bestehen. Zwischen dem harten Kopfe und dem weichen Fusse müssen sich Eisensorten folgen, welche mit beiden Theilen und unter sich vollkommen gut schweissen.

Die Paquete, aus welchen die Schienen gewalzt werden, dürfen keinen kleinern Querschnitt als 0.05 Quadratmeter haben, also etwa 0.2 Meter breit und 0.25 Meter hoch sein.

Die Kopfplatte wird für jedes Schienenpaquet aus auf Hartkorn gepuddelten Stäben hergestellt, welche in einem aus höchstens 8 horizontal liegenden, ihre verticalen Zwischenräume 0.05 Meter überdeckenden Lagen zusammengesetztem Paquet von nicht weniger als 0.05 Quadratmeter-Querschnitt vereinigt, geschweisst, gehämmert und auf das richtige Maass der Kopfplatte gewalzt und abgesehen werden.

Dieses Maass ist gleich der Länge und Breite des Schienenpaquets und beträgt wenigstens 0.04 Meter für die Dicke der Kopfplatte.

Unter der Kopfplatte folgen in dem Schienenpaquete reine kantig gewalzte, gerade gerichtete und flach gelegte Puddelstäbe etc. etc. Die Fortsetzung des §. sub d. sowie alle übrigen §§. lauten genau so wie der §. sub d und die übrigen §§. des Bedingnisshäftes Seite 115 bis 118.

§. 18. *Besondere Bedingungen für die Lieferung von Eisenschienen mit Puddelstahlköpfen.* — Bei grösseren Luppen von Puddelstahl ist die gleichmässige Qualität dieses Materials nicht gesichert. Es geht also nicht an, diese Luppen zu den Kopfplatten direct zu verwenden; es müssen vielmehr aus den Luppen zuerst Rohstäbe ausgewalzt werden, welche, im kalten Zustande gebrochen, auf ihre Härte ähnlich wie bei den Proben mit dem Bessemerstahl

pünktlich sortirt, paquetirt, geschweisst und auf die Dimensionen der Kopfplatte des Schienenpaquets unter dem Dampfhammer und den Walzen verarbeitet werden.

Der §. sub d des Bedingnissheftes §. 16 hat für die Fabrikation von Schienen mit Köpfen aus Puddelstahl zu lauten:

d. Qualität des Stahles für den Kopf, und des Eisens für die übrigen Theile der Schiene. Paquetirung. Der Kopf der fertigen Schienen muss wenigstens bis auf die Dicke von 0.025 Meter, von der Oberfläche des Kopfes nach abwärts gemessen, aus Puddelstahl von gleichmässiger Härte und Dichtigkeit, und der Fuss der Schiene muss wenigstens auf die Dicke von 0.015 Meter, von der untern Fläche des Fusses nach oben gemessen, aus schnigem, weichem Eisen bestehen. Zwischen dem Stahlkopfe und dem weichen Eisen des Fusses der Schiene müssen sich Eisensorten folgen, welche mit beiden Theilen und unter sich vollkommen gut schweissen und geeinigt sind, den Uebergang zwischen dem Stahlkopfe und dem weichen Eisenfusse zu vermitteln.

Die unmittelbar unter dem Puddelstahl liegenden Rohstäbe müssen mit besonderer Vorsicht aus Korneisen ausgewählt werden, welches so nahe als möglich in demselben Hitzgrade schweisst, wie der zu verwendende Puddelstahl.

Die Paquete, aus welchen die Schienen gewalzt werden, dürfen keinen kleinern Querschnitt als 0.05 Quadratmeter haben, müssen also etwa 0.2 Meter breit und 0.25 Meter hoch sein.

Zur Bildung der Kopfplatte dürfen nur solche Stahlstäbe verwendet werden, welche vorher im kalten Zustande gebrochen, nach dem Verhalten bei diesem Bruche genau auf ihre gute und gleichmässige Qualität beurtheilt und sortirt wurden. Diese Rohstäbe müssen alle Eigenschaften des Stahles besitzen und sich also namentlich im rothglühenden Zustande durch Abkühlen im Wasser härten lassen.

Von diesen Rohstäben wird ein aus höchstens 8 horizontal liegenden, ihre verticalen Zwischenräume 0.05 Meter überdeckenden Lagen zusammengesetztes Paquet von nicht weniger als 0.05 Quadratmeter Querschnitt, als von ungefähr 0.2 Meter Breite und 0.25 Meter Höhe gebildet. Dieses Paquet erhält eine gute Schweisshitze und wird unter einem Dampfhammer von wenigstens 100 Centner Hammergewicht vorsichtig zu einem soliden Kolben ausgeschmiedet, und sodann nach wiederholter sorgfältiger Behandlung im Schweisssofen auf das richtige Maass der Kopfplatte gewalzt und nach der Erkaltung auf die richtige Länge eingetheilt und getrennt, indem man die Stahlplatte an den Theilstellen mit dem Meisel circa 0.003 Meter tief einhaut und unter der Schraubenpresse bricht.

Das Maass einer Kopfplatte ist gleich der Länge und Breite des Schienenpaquetes und beträgt wenigstens 0.04 Meter für die Dicke.

Ehe diese Kopfplatten für die Schienenpaquete verwendet werden dürfen, werden die Bruchstellen genau untersucht, ob dieselben keine Schweissfehler enthalten. Nur ganz tadellose Kopfplatten dürfen für die Schienenpaquete verwendet werden.

Unter der Kopfplatte folgen reine, kantig gewalzte, gerade gerichtete und flach gelegte Puddelstäbe von etc. etc.

Die Fortsetzung lautet genau so wie der §. sub d des Bedingnissheftes Seite 115 bis 118.

Auch die übrigen Paragraphen lauten so wie dieses Bedingnissheft, mit einziger Ausnahme, dass man die Garantiezeit für derartige Schienen gewöhnlich länger annimmt, wozu übrigens bei einer sachgemässen Behandlung kein triftiger Grund vorhanden ist, indem sich die schlechten Schweissstellen in dem Stahlkopfe sehr bald zeigen und es im Interesse der endgiltigen Abwicklung der Geschäfte zweckmässiger ist wenn man eine weitergehende Garantie für die Güte der Schienen haben will, der Fassung des §. sub m des Bedingnissheftes Seite 117 noch anzuhängen: »dass die geleistete Garantiesumme für den Lieferanten verloren geht, wenn das Quantum der in Folge der Fabrikation schadhaf gewordenen Schienen innerhalb der dreijährigen Garantiezeit einen gewissen Procentsatz, welcher mit dem Lieferanten zu vereinbaren ist, überschreitet.«

§. 19. *Besondere Bedingungen für die Lieferung von Eisenschienen mit Bessemerstahlköpfen.* — Die Bedingungen für die Lieferung von Eisenschienen mit Bessemerstahlköpfen unterscheiden sich von den Bedingungen für die Lieferung von Eisenschienen mit Puddelstahlköpfen nur in Beziehung auf die Kopfplatte des Schienenpaquetes.

Der Bessemerstahl, welcher zu diesem Zwecke verwendet werden kann, schweisst bei sehr niedrigem Hitzgrade und es ist die Bedingung, dass zunächst unter die Stahlkopfplatte eine

Sorte Korneisen gelegt werden muss, welche in demselben Hitzgrade schweisst wie die Stahlkopfplatte, ganz besonders strenge einzuhalten.

Weiches, sehniges Eisen, welches immer in höheren Hitzgraden als das Korneisen schweisst, ist von der Verwendung unmittelbar unter der Stahlkopfplatte unbedingt auszuschliessen, und aus diesem Grunde sind auch keine alten Schienen zur Bildung der unmittelbar unter der Kopfplatte folgenden Lage zuzulassen, weil dieselben fast immer Eisen enthalten, welches in höhern Hitzgraden als der Bessemerstahl schweisst.

Die Kopfplatte von Bessemerstahl wird wie die Kopfplatte von Feinkorneisen aus einem Stück hergestellt, und hat deshalb den Vorzug gegen die Kopfplatte aus Püddelstahl, welche Schweissfugen und daher auch häufig die so schädlichen Schweissfehler in der Nähe der Oberfläche des Schienenkopfes enthält.

Ausser der Schwierigkeit der fehlerlosen Schweissung bei der Anwendung von Kopfplatten aus Stahl im Allgemeinen ist aber bei dem Bessemerstahl dieser Punkt noch im Besondern bei der Auswahl des Härtegrades des Bessemerstahles von grosser Wichtigkeit.

Man verlangt einen harten Stahl für die Stahlkopfschiene und darf doch die gute Schweissbarkeit des Stahles nicht ausser Auge lassen, wenn man nicht ganz schlechte Waare erhalten will.

Nach den bisher auf den Linien der österreichischen Südbahn mit einem Quantum von gegen 300,000 Centner Schienen mit Köpfen aus Bessemerstahl gemachten Erfahrungen soll die für Kopfplatten mit Sicherheit taugliche Bessemerstahlsorte nicht mehr als 0.35 Procent Kohlenstoff enthalten. Härtere Sorten bieten bei der Massenproduction nicht genügende Sicherheit für die gute Schweissung, und weichere Sorten unterscheiden sich in der Widerstandsfähigkeit nicht mehr viel von dem Feinkorneisen.

Bei der Wichtigkeit dieses Gegenstandes erschien es nöthig, vor der Fassung des §. sub d des Bedingnisshettes noch besonders auf diese Verhältnisse aufmerksam zu machen, obgleich diese Schlussfolgerungen schon aus dem früher Gesagten hervorgehen.

Der §. sub d des Bedingnisshettes für Eisenschienen mit Bessemerstahlkopf hat nun folgendermaassen zu lauten:

d. Qualität des Stahles für den Kopf und des Eisens für die übrigen Theile der Schiene. Paquetirung. Der Kopf der fertigen Schienen muss wenigstens bis auf die Dicke von 0.025 Meter, von der Oberfläche des Kopfes an nach abwärts gemessen, aus Bessemerstahl und der Fuss der Schiene muss wenigstens auf die Dicke von 0.015 Meter Dicke von der untern Fläche des Fusses nach abwärts gemessen, aus sehnigem, weichem Eisen bestehen. Zwischen dem harten Kopfe und dem weichen Fusse müssen sich Eisensorten folgen, welche mit beiden Theilen und unter sich vollkommen gut schweissen.

Es wird noch ausdrücklich festgesetzt, dass unmittelbar unter der Stahlkopfplatte eine Lage Korneisen folgen muss, welches in demselben Hitzgrade wie diese Stahlkopfplatte schweisst, und dass unmittelbar unter der Stahlkopfplatte keine Platten folgen dürfen, welche aus alten Schienen hergestellt wurden.

Die Paquete, aus welchen die Schienen gewalzt werden, dürfen keinen kleinern Querschnitt als 0.05 Quadratmeter haben, müssen also etwa 0.2 Meter breit und 0.25 Meter hoch sein.

Die Kopfplatte wird für jedes Schienenpaquet aus einem Gussblock Bessemerstahl gebildet, welcher alle Eigenschaften des Stahles besitzen und vollkommen gut schweisbar sein muss. Er soll wenigstens 0.30 % und darf nicht mehr als 0.40 % Kohlenstoff enthalten.

Eine Stahlsorte von 0.35 Procent Kohlenstoffgehalt ist die geeignetste für die Verwendung zu Kopfplatten.

Die Erprobung dieser Eigenschaften ist bei jeder Charge der Bessemerretorte, von welcher das Kopfplattenmaterial entnommen werden soll, auf chemischem und mechanischem Wege vorzunehmen.

Der Querschnitt des Stahlgussblockes (Ingot), aus welchem die Kopfplatte gebildet wird, soll nicht weniger als 0.05 Quadratmeter, also ungefähr 0.20 Meter breit und 0.25 Meter hoch sein.

Der Bessemerstahl soll von einer Qualität sein, dass der Stahlgussblock ohne Weiteres auf die Dimensionen der Stahlkopfplatte gewalzt werden kann, ohne dass derselbe nach dem Walzprocess irgend welche Mängel, wie z. B. Kantenrisse zeigt.

Die Breite und Länge der Kopfplatte ist gleich der Breite und Länge des Schienen-

paquetes, und die Dicke derselben ist wenigstens 0.045 Meter. Unter der Kopfplatte folgen reine, kantig gewalzte, gerade gerichtete und flachgelegte Puddelstäbe von etc. etc.

Die Fortsetzung dieses §. lautet gerade so wie der §. sub d des Bedingnissheftes Seite 115 bis 118. Auch die übrigen §§. lauten so wie dieses Bedingnissheft und es gelten auch hier die Schlussbemerkungen, welche bei den Bedingungen für die Eisenschienen mit Puddelstahlköpfen Seite 119 gemacht wurden.

§. 20. *Besondere Bedingungen für die Lieferung von Puddelstahlschienen.* — Bei der Erzeugung von Puddelstahlschienen gelten für die Bildung der Kopfplatte dieselben Bedingungen, welche bei der Fabrikation von Eisenschienen mit Puddelstahlkopf ihren Platz gefunden haben.

Der Vollständigkeit halber soll aber hier dieser Process noch einmal in Verbindung mit dem übrigen Theil des §. sub d des Bedingnissheftes §. 16, welches auch hier als Stammbedingnissheft gilt, aufgeführt werden.

d. *Qualität des Stahles, Paquetirung.* Die Schienen müssen zur Hälfte ihres Querschnitts, vom Kopf abwärts gemessen, aus hartem, und zur andern Hälfte aus weicheren Sorten Puddelstahl bester und gleichmässiger Qualität bestehen, und in allen Theilen vollkommen gut geschweisst sein.

Es dürfen nur solche Rohstahlstäbe verwendet werden, welche vorher in kaltem Zustande gebrochen, nach dem Verhalten bei diesem Bruche genau auf ihre gute und gleichmässige Qualität beurtheilt und darnach sortirt wurden. Diese Rohstäbe müssen alle Eigenschaften des Stahles besitzen und sich also namentlich im rothglühenden Zustande durch Abkühlen im Wasser härten lassen.

Zur Herstellung der Kopfplatte wird von den Rohstäben der härteren Sorte ein aus höchstens 8 horizontal liegenden, ihre verticalen Zwischenräume 0.05 Meter überdeckenden Lagen zusammengesetztes Paquet von nicht weniger als 0.05 Quadratmeter Querschnitt, also von ungefähr 0.2 Meter Breite und 0.25 Meter Höhe gebildet. Dieses Paquet erhält eine gute Schweisshitze und wird unter einem Dampfhammer von wenigstens 100 Centner Hammergewicht vorsichtig zu einem soliden Kolben ausgeschmiedet und sodann nach wiederholter sorgfältiger Behandlung im Schweisssofen auf das richtige Maass der Kopfplatte gewalzt, und nach der Erkaltung auf die richtigen Längen eingetheilt und getrennt, indem man die Stahlplatte an den Theilstellen mit dem Meisel circa 0.003 Meter tief einhaut und unter der Schraubenpresse bricht.

Das Maass einer Kopfplatte ist gleich der Länge und Breite des Schienenpaquetes und beträgt wenigstens 0.04 Meter für die Dicke.

Ehe diese Kopfplatten für die Schienenpaquete verwendet werden dürfen, sind die Bruchstellen genau zu untersuchen, ob dieselben keinen Schweissfehler enthalten. Nur ganz tadellose Kopfplatten dürfen für die Schienenpaquete verwendet werden.

Diese Schienenpaquete dürfen keinen kleinern Querschnitt als 0.05 Quadratmeter haben, müssen also ungefähr 0.2 Meter breit und 0.25 Meter hoch sein.

Unter der Kopfplatte des Schienenpaquetes folgen reine, kantig gewalzte, gerade gerichtete und flach gelegte Rohstahlstäbe von der vorgeschriebenen Qualität und von wenigstens 0.02 Meter Dicke. Die Breite der flach nebeneinander liegenden Stäbe muss derart verschieden sein, dass die Stossfugen überall wenigstens 0.05 Meter überdeckt werden.

Die letzte Platte in dem Paquet, welche den untersten Theil des Fusses bildet, soll die ganze Breite des Paquetes haben und ist durch Paquetirung und Schweissung einzelner Stäbe zu bilden.

Die Paquetirung muss in allen Fällen eine so pünktliche sein, dass nur möglichst kleine Zwischenräume zwischen den einzelnen Stäben übrig bleiben.

Das Schienenpaquet muss eine saftige Schweisshitze erhalten und es muss die erste Schweissung unter einem Dampfhammer von wenigstens 100 Centner Hammergewicht geschehen, worauf das Schienenpaquet noch einmal im Schweisssofen behandelt wird, und dann erst die Walzen passirt.

Die übrigen Paragraphen des Bedingnissheftes für die Lieferung von Puddelstahlschienen lauten wie das Bedingnissheft Seite 115 bis 118, mit Ausnahme der Bestimmung 2 des §. sub f dieses Bedingnissheftes, indem auch hier die Schlussbemerkungen, welche bei den Bedingnisshäften für die Eisenbahnschienen mit Puddelstahlköpfen Seite 119 gemacht wurden, gelten.

Die Bestimmung 2 des §. sub f des Bedingnissheftes Seite 116 hat zu lauten wie folgt:

2) ein Theil mittelst einer in der Mitte zwischen beiden Unterlagen angebrachten Belastung erprobt.

Die Schiene darf bei einer 5 Minuten andauernden, auf dem Kopfe der Schiene aufliegenden Belastung von 340 Zollcentner keine bleibende Biegung annehmen.

§. 21. *Besondere Bestimmungen für die Lieferung von Bessemerstahlschienen.* — Die Aufstellung von Lieferungsbedingungen für Bessemerstahlschienen hat bei der von der Güte und Reinheit des Roheisens und von dem guten Verlaufe des Bessemerprocesses in so weiten Grenzen abhängenden Qualität dieses Stahles seine besondern Schwierigkeiten.

Es ist hier in noch weit höherem Grade als bei den Eisenschienen nöthig, vor der Feststellung von Bedingungen für Bessemerstahlschienen das Erzeugniss einer Bessemerstahlhütte zu kennen.

Die Bedingungen, welche für die Lieferung von Bessemerstahlschienen des der österreichischen Südbahngesellschaft eigenen Etablissements in Graz in Beziehung auf die Qualität des Stahles und der Controle der Fabrikation aufgestellt wurden, gründen sich auf eingehende und umfassende vergleichende Proben mit Schienen aus Eisen und solchen aus Bessemerstahl desselben Profils.

Diese Proben erstrecken sich auf die Untersuchung des Stahles in Beziehung auf seinen Kohlengehalt, auf seinen Härtegrad und seine Schweissbarkeit, und auf die diesem verschiedenen Kohlengehalte etc. entsprechende Elasticität und die Bruchsicherheit des genannten Profils.

Bei dem Umstande, dass das Erzeugniss der Bessemerhütte, wenn es weniger als 0.30 Procent Kohlengehalt besitzt, den Charakter des Stahles verliert, und bei dem weitem Umstande, dass der immer noch höhere Preis der Bessemerstahlschienen gegenüber guter Eisenschienen nur gerechtfertigt ist, wenn das zu den Bessemerstahlschienen verwendete Material auch eine nennenswerthe grössere Widerstandsfähigkeit als Eisen besitzt, ist es nöthig, in Beziehung auf das Minimum von Kohlengehalt Grenzen zu ziehen, unter welche nicht herabgegangen werden darf.

Da aber andererseits die Bruchsicherheit dieser Stahlschienen nach den in Graz vorgenommenen Proben sehr rasch mit dem höhern Kohlengehalte (höhern Härtegrad) abnimmt, so ist es nöthig, Fallproben festzusetzen, welche geeignet sind, gegen die Schienenbrüche möglichst zu schützen.

Für die Qualität des in Graz erzeugten Stahles wurden Fallproben festgestellt, welche dem Kohlengehalt von 0.54 Procent entsprechen.

Dieser Kohlengehalt wurde aber aus Rücksichten auf künftige Verbesserungen in der Stahlfabrikation nicht als Maximum festgestellt, indem es denkbar ist, dass es später gelingen wird, auch einen Stahl von höherem Kohlengehalt von der nöthigen Zähigkeit zu erzeugen, um die zum Schutze gegen Schienenbrüche für geeignet gehaltene Fallprobe auszuhalten.

Wenn hier, wie schon früher von dem Kohlengehalte des Stahles als Kennzeichen der Qualität gesprochen wird, so geschieht es, um einen allgemeinen Ausdruck für den Härtegrad des Stahles zu haben. In den einzelnen Fällen wird aber natürlich nicht allein die chemische, sondern es werden auch die Bruch-, Schweiss- und Härteproben des Stahles maassgebend sein, und es werden die verschiedenen Stahlqualitäten mit entsprechenden Nummern versehen werden.

Man wird dann sagen, zu den Schienen darf nur diese und jene Härtenummer verwendet werden.

Ehe aber eine allgemeine übliche Scala für die Härtenummern eingeführt ist, muss die Nummerirung jeder Bessemerhütte überlassen bleiben und diese Nummerirung wird sich zwar auf genaue Untersuchungen nach allen Richtungen gründen; der allgemeine Ausdruck bleibt aber bis auf Weiteres der Kohlengehalt des Stahles.

In Beziehung auf die Fallproben wird noch bemerkt, dass die Erfahrungen, welche auf der Südbahn mit den Bessemerstahlschienen bis jetzt gemacht wurden, der Vorsicht zu Grunde gelegt sind, wonach für diese Schienensorte bis auf Weiteres stärkere Fallproben als bei den Eisenschienen zur Bedingung gemacht wurden.

Es war nothwendig, diese Erläuterungen der besondern Bedingungen vor auszuschicken, welche nun folgen.

d. Qualität des Stahles. Der Bessemerstahl, welcher zu den Schienen zu verwenden ist, muss alle Eigenschaften des Stahles besitzen, also auch die Härte und die Farben des Stahles annehmen, wenn er im rothglühenden Zustande im Wasser abgekühlt und sodann wieder langsam erwärmt wird.

Er wird erzeugt, indem man flüssiges graues Roheisen reiner und bester Sorten in der Bessemerretorte gänzlich entkohlt und sodann diesem Producte flüssiges Spiegeleisen reiner und bester Sorte beimengt.

Die Stahlblöcke müssen vor ihrer Verwendung zu Schienen auf ihren Kohlenstoffgehalt auf chemischem Wege und in Beziehung auf ihre Härte durch Abkühlen rothwarmer Stücke im Wasser und durch Bruchproben untersucht werden. Die Härte- und Bruchproben geschehen mit Stangen von 0.02 Meter Breite und 0.02 Meter Dicke, welche aus besonders von jeder Füllung (jeder Charge) der Bessemerretorten gegossenen Probestücken geschmiedet werden.

Die Stahlblöcke sind mit der Nummer der Charge und mit den Härtenummern zu bezeichnen.

Stahlblöcke, welche nicht wenigstens 0.30 Procent Kohlenstoffgehalt besitzen, oder welche zu Schienen ausgewalzt, die in §. sub f festgesetzten Proben nicht aushalten, sind von der Verwendung zu Schienen ausgeschlossen.

f. Controle der Fabrikation. Der Gesellschaft steht das Recht zu, durch einen hiezu aufgestellten Ingenieur, welchem der Fabrikant zu jeder Zeit freien Eintritt in seine Werke und vollständige Einsicht in den Fabrikationsprocess zu gestatten hat — die Fabrikation der Schienen auf den Werken überwachen und durch denselben die erforderlichen Proben anstellen zu lassen. Um sich der Einhaltung des Profils der Schienen zu versichern, werden von dem Ingenieur die Walzen genau untersucht, und erforderlichen Falles die nothwendigen Aenderungen an denselben angeordnet.

Behufs der Untersuchung der Qualität des Stahles werden 5⁰/₁₀ der Schienen, oder eine entsprechende Zahl hinlänglich langer Schienenenden folgenden Proben unterworfen:

1) Die Schienen oder Schienenenden werden auf zwei — einen Meter von einander entfernte unnachgiebige Unterlagen auf den Fuss gelegt und einer in der Mitte zwischen beiden Unterlagen angebrachten Belastung von 350 Zolcentner fünf Minuten lang ausgesetzt, wobei sie keine bleibende Einbiegung erleiden dürfen.

2) Bei derselben freien Auflage dürfen die Schienen nicht brechen, wenn ein Fallklotz von 20 Zolcentner Gewicht $4\frac{1}{2}$ Meter hoch auf die Mitte zwischen beiden Unterlagen auf den Schienenkopf fällt.

3) Ein Theil der Probestücke wird gebrochen und es muss der Bruch hellgrau, feinkörnig und gleichmässig sein.

4) Die Schienen müssen sich im kalten Zustande lochen und nuthen lassen, ohne dabei Risse zu bekommen.

5) Die Untersuchungen der Qualität des Stahles kann der Ingenieur auch auf das fertige Fabrikat ausdehnen.

So fern die Bestimmungen der §§. sub d und f nicht genau zusammentreffen, so sind die Proben auf eine grössere Zahl auszudehnen. Wenn mehr als 10⁰/₁₀ der so untersuchten Schienen einer Partie den Lieferungsbedingungen nicht entsprechen, so ist die ganze Partie von der Uebernahme auszuschliessen.

Die für die Proben erforderlichen Vorrichtungen und Handleistungen hat der Lieferant unentgeltlich zu beschaffen und dem Ingenieur der Gesellschaft zur Verfügung zu stellen.

Die übrigen Paragraphen lauten wie bei dem Bedingnisheft für die Lieferung von Eisenbahnschienen Seite 115 bis 118.

§. 22. *Bemerkungen über Schienen aus Tiegel-Gussstahl.* — Diesen Bedingungen für die Lieferung von Bessemerstahlschienen sind noch einige Worte über Schienen aus Tiegel-Gussstahl anzuhängen, deren Verwendung in grossen Massen, wie schon früher bemerkt, nur der noch unverhältnissmässig hohe Preis entgegensteht.

Dieser Tiegelgussstahl ist unstreitig die beste Stahlart und wird in verschiedenen Härtegraden verwendet. Da derselbe auch in seinen höhern Härtegraden eine grössere Zähigkeit als die härteren (kohlenstoffreichern) Sorten Bessemerstahl besitzt, so kann er auch für die Fabrikation von Schienen härterer Sorte verwendet werden. Im Allgemeinen aber können die Bedingungen für die Lieferung von Schienen aus Tiegel-Gussstahl so formulirt werden, wie die Bedingungen für die Lieferung von Bessemerstahlschienen.

Nachdem nun die Muster von Bedingnisheften für die Lieferung von verschiedenen Sorten Eisenbahnschienen des Vignoles-Profils gegeben sind, bleibt noch zu bemerken übrig, dass bei den Doppelkopf-Schienen für den Fall, dass beide Schienenköpfe als Fahrbahn benutzt werden sollen, nur eine Aenderung in der Paquetirung in der Art vorgenommen werden muss, dass nun

zwei Kopfplatten statt einer Kopfplatte und einer Fussplatte in dem Paquete zu verwenden sind. Diese Kopfplatten müssen aber von einem Material gebildet werden, welches bei genügender Härte die nöthige Zähigkeit gegen den Bruch bietet. Das Ideal einer guten Schiene, nämlich harter, körniger Kopf und weicher, sehniger Fuss kann bei diesem Profile so wenig erreicht werden wie bei den Schienen, welche aus einem Stahlblock gewalzt werden.

Zum Schlusse mögen hier noch einige in den obigen Bedingnisheften nicht enthaltene Bestimmungen Platz finden, welche in französischen Bedingnisheften zu finden sind:

1) Um die Fabrikation der Schienen zu erleichtern, kann der dreissigste Theil der Schienen statt der Länge von 5 Meter und von 4.960 Meter nur die Länge von 3.750 Meter erhalten. Diese kürzern Schienen dürfen aber nur aus Paqueten erzeugt werden, aus welchen die Schienen von 5 Meter oder von 4.960 Meter Länge erzeugt werden sollten.

2) Die Gesellschaft ist berechtigt, eine gewisse Anzahl Schienen von grösserer Länge als 5 Meter zu bestellen. Die Maximal-Länge darf aber 10 Meter nicht überschreiten.

Für jede Schiene, welche die Länge von 6 Meter überschreitet, müssen $5\frac{0}{10}$ über den accordirten Preis bezahlt werden.

3) Die Hochöfen, welche das für die Schienenfabrikation erforderliche Roheisen erzeugen, dürfen keine Erze verwenden, welche sprödes oder brüchiges Eisen liefern.

Das Eisen muss von derselben Qualität sein, wie das mit einer Stampiglie versehene Muster, welches dem Lieferanten übergeben wurde; es darf nicht kaltbrüchig, sondern muss von guter verkäuflicher Qualität sein.

NB. Hier kann die Bemerkung nicht unterdrückt werden, dass die Bestimmung, welche kaltbrüchiges Eisen von der Verwendung ausschliesst, nicht übereinstimmt mit der in denselben Bedingnisheften zugestandenen geringen Bruchprobe, bei welcher nämlich ein Fallklotz von nur 4 Centner Gewicht nur von einer Höhe von $1\frac{1}{2}$ Meter herabfallen darf.

4) Die aus einzelnen Stäben mittelst Paquetirung und Schweissung gewonnenen Kopf- und Fussplatten müssen zusammen wenigstens ein Drittel des totalen Gewichtes eines jeden Paquetes ausmachen.

5) Das beim Loch der Schienen anzuwendende Verfahren muss von dem controlirenden Ingenieur des Bestellers genehmigt werden.

In Beziehung auf die Lage der Löcher wird eine Abweichung von $\frac{1}{2}^{\text{mm}}$ von den Maassen der Zeichnung zugestanden.

6) Die beiden Unterlagen, auf welchen die Proben mit den Schienen vorgenommen werden, ruhen auf einem 200 Zollcentner schweren Eisenklotz, welcher auf einem Mauerkörper gelagert ist, dessen Höhe einen Meter und dessen Basis 3.3 Quadratmeter Fläche beträgt.

7) Bis zu dem Augenblick, wo die Schienen dem controlirenden Ingenieur wegen der Uebernahme präsentirt werden, müssen dieselben an einem trockenen Orte aufbewahrt und gegen Rost geschützt werden.

8) Um die Untersuchung sämmtlicher Schienen innerhalb der Garantiezeit zu vermeiden, nimmt man wenigstens $5\frac{0}{10}$ des gelieferten Quantum, und zwar von jeder der verschiedenen Epochen der Erzeugung, und legt dieselben auf besondere Stellen der Hauptgleise, welche genau bezeichnet sind, bei welchen aber die Steigung der Bahnlinie nicht mehr als 10^{mm} per 1 Meter betragen darf.

Die gewählten Bahnstrecken, so wie der Tag, an welchem das Legen der zu erprobenden Schienen stattgefunden hat, werden dem Lieferanten bekannt gegeben.

Nach Ablauf von 3 Jahren, während denen die Schienen regelmässig befahren wurden, wird das Verhältniss der beschädigten Schienen, das heisst jener Schienen protocollarisch festgestellt, welche den Beginn einer Zerstörung (Zusammendrücken, mangelhafte Schweissung, Abblättern, Brüche etc.) zeigen, und, wie es sich von selbst versteht, jene Schienen hinzugezählt, welche dieser Gebrechen wegen bereits durch andere ersetzt werden mussten.

Das auf diese Weise gefundene Verhältniss zwischen guten und schadhaft gewordenen Schienen ist maassgebend für die Ersatzpflichtigkeit des Lieferanten für das ganze gelieferte Quantum, es mag nun dieses Quantum ganz oder nur zum Theil in die Bahn gelegt worden sein.

Der Lieferant hat für jeden Centner Schienen, welcher auf diese Weise als Ausschuss bezeichnet wird, eine Entschädigung zu leisten, welche dem Werthunterschiede zwischen einem Centner alter Schienen und einem Centner neuer Schienen gleichkommt.

Der Preisunterschied zwischen neuen und alten Schienen wird im vorhinein festgesetzt. Die schadhaft gewordenen Schienen bleiben im Eigenthum des Bestellers.

Die definitive Uebernahme der Schienen wird erst nach erfolgter Ersatzleistung ausgesprochen.

Der die Eisenbahnbauten des Bestellers dirigirende Ober-Ingenieur hat allein das Recht, in Streitfällen über die Auslegung dieser Ersatzpflicht zu entscheiden.

9) Der Besteller kann die Ablieferung der in dem Werke übernommenen Schienen vertragen, in welchem Falle der Lieferant verpflichtet ist, die Schienen in einem von dem Besteller in der Nähe des Werkes gemietheten Magazine, oder im Werke selbst in regelmässigen Haufen schiechten zu lassen.

Der Lieferant ist dessen ungeachtet verpflichtet, diese Schienen auf seine Kosten und Gefahr bis zu den im Vertrage bestimmten Orten zu transportiren.

Literatur

a. über Schienenwalzwerke und der darin angewandten Maschinen.

- Heusinger v. Waldegg, die deutschen und österreichischen Werke zur Eisenbahn-Schienenfabrikation. Organ f. Eisenb. W. 1867 S. 115.
- May's, E., Schienenwalzwerk. Génie industrie 1853 Mai p. 279; Heusinger v. Waldegg, Organ 1853 S. 271; Pol. Centralbl. 1853 S. 1270.
- Das Schienenwalzwerk in Graz. Zeit. des Vereins deutscher Eisenb. Verw. 1866 S. 332.
- Schienen-Walzwerk zu Swindon. Organ f. Eisenb. W. 1867 S. 203.
- Stephens, E. W., und R. Jenkins, Schienenwalzwerk. Brev. d'invention Brux. 1859; Pol. Centralbl. 1860 S. 1454.
- Walzwerk zu Graz und die Schienen aus Bessemer-Stahl. Zeit. des Vereins deutscher Eisenb. Verw. 1865 S. 372.
- v. Weise, Mittheilungen über mehrere Schienenwalzwerke. Zeitschr. d. Vereins f. deutsche Statistik 1848 S. 758—766; Polyt. Centralbl. 1849 S. 151—161; Eisenbahnz. 1849 S. 44 und 53.
- Dodd's, Isaac, Vorrichtung zum Geraderichten der Eisenbahnschienen. Moniteur industriel 1849 June p. 13; Polyt. Centralbl. 1849 S. 1247. 48; Heusinger v. Waldegg, Organ 1849 S. 52.
- Glynn, Maschinen zum Absägen der Schienen. Mechan. magaz. V. 31 p. 93; Dingers pol. Journ. 73. Bd. S. 74.
- Glynn, Joseph, Kreissäge zum Absägen der Eisenbahnschienen. Transact of the Instit. of Civ. Eng. Vol. III p. 197—199 und Polyt. Centralbl. 1843 1. Bd. S. 10—11.
- Moschitz, M., Nasmyth's Dampf-Kreissäge zum Abschneiden der Eisenbahnschienen (Rails-Säge). Zeitschr. des öster. Ingen. Ver. 1853 S. 4.
- Moschitz, Vorrichtung zur Erzeugung der Einkerbungen an Eisenbahnschienen gegen Längerverschiebungen. Oester. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen 1855 Nr. 46; Dingers Journ. 139. Bd. S. 245.
- Wasting, Beschreibung der Schienensäge zu Aubin, mit Abb.; Organ f. Eisenb. W. 1865 S. 161. (Armangaud Génie indust. Oct. 1864 S. 198.)

b. Ueber die Fabrikation der Schienen.

- Barlow's Verfahren zur Anfertigung von Eisenbahnschienen, mit Abb.; Organ f. Eisenb. W. 1867 S. 159. (Mechanics Magazine 1866 S. 210.)
- Bessemer, H., Darstellung des Eisens zu Bahnschienen. Civ. Ingin. July 1856 p. 241; Pol. Centralbl. 1856 S. 1038—42.
- Buch, über die Fabrikation von Eisenbahnschienen. Zeitschr. des Vereins deutscher Ingen. 1862 S. 364; Polyt. Centralbl. 1862 S. 1476.
- Coliard, über Schienenfabrikation und Dauer der Schienen. Annales des mines 1. livr. 1866; Zeit. des Vereins deutscher Eisenb. Verw. 1866 S. 661.
- *Daelen, R., über die zweckmässigste Form der Eisenbahnschienen und deren Fabrikation. Eisenbahnz. 1859 Nr. 27 und 28; Pol. Centralbl. 1859 S. 1189.
- Etienne, Ch., über die Fabrikation der Eisenbahnschienen. Le Technol. 1850. Janv. p. 202; Polyt. Centralbl. 1850 S. 335—341; Heusinger v. Waldegg, Organ 1850 S. 151—57.
- Fabrikation der Eisenbahnschienen durch die Great-Western Eisenb.-Gesellsch. Zeit. des deutschen Eisenb.-Ver. 1861 S. 215.

- Ueber Fabrikation der Eisenbahn-Schienen. Schweizer. polyt. Zeitschr. 1861 Heft I.; Zeit. des Vereins deutscher Eisenb. Verw. 1862 S. 826.
- Ueber die Fabrikation von Eisenbahnschienen in Inner-Oestreich. Eisenbahnzeitg. 1843 S. 138—41 nach P. Tunner's Jahrb. 1843 S. 665; Pol. Centralbl. 1843 2. Bd. S. 467.
- Ueber die Abnützung und Fabrikation der Eisenbahn-Schienen. Heusinger v. Waldegg, Organ 1851 S. 6—15.
- Hailer, Fl., Ueber die Anfertigung der bairischen Eisenbahn-Schienen auf der John Cockerill'schen Hütte in Seraing bei Lüttich. Baiersches Kunst- u. Gewerbebl. 1846 S. 71—85, 148—167 und 229—253; Pol. Centralbl. 1848 S. 958—962 und 999—1024; Heusinger v. Waldegg, Organ 1848 S. 24—35, 75—87, 124—135.
- Hailer, Fl., über Eisenbahnschienen. Baiersches Kunst- u. Gewerb.-Bl. 1852 S. 706; Pol. Centralbl. 1853 S. 84.
- Lexellent-Drouot, System der Schienenfabrikation. Brev. d'invent. T. 61 p. 441.
- Lindauer, über die Fabrikation von Schienen. Dingler's polyt. Journal 1857 Bd. 144 S. 108; Oester. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1857 Nr. 8.
- * Mäurer, Ed., die Formen der Walkkunst und das Façoneisen, seine Geschichte, Benutzung und Fabrikation für die Praxis der gesammten Eisenbahnbranche. Stuttgart 1865. Mit Atlas.
- Merbach, H. O., Bemerkungen über die Fabrikation von Schienen und Stählen bei Maw. Rodgers u. Comp. in Liverpool. Polyt. Centralbl. 1844 4. Bd. S. 107, 108; Hartmanns Eisenbahnzeitg. 1845 S. 140; Dingler's pol. Journal 93. Bd. S. 403.
- R. Paulus, über die Fabrikation von Eisenbahnschienen und über den Bau und Betrieb des Schienenwalzwerkes der österr. Südb. Gesellsch. Organ für Eisenb. W. 1864 S. 109 und 137 mit Abb.
- R. Paulus, Fabrikation von Bessemer-Stahl und dessen Anwendung zu Eisenbahnschienen. Organ f. Eisenb. W. 1866 S. 1.
- Petersen, C., über die Fabrikation von Eisenbahnschienen. Zeitschr. deutscher Ingen. 1858 S. 256; Pol. Centralbl. 1859 S. 188; Dingler's polyt. Journal 51. Bd. S. 27.
- Poole's, Moses, Verbesserungen bei den Eisenbahnschienen. Rep. of pat. Inv. 1846. June, p. 338—340.
- Rührig, über die Fabrikation der Eisenbahnschienen in England und Wales. Notizbl. des Hannov. Archit. Ver. III. Bd. S. 23; Organ f. d. Fortsehr. des Eisenbw. 1854 S. 28.
- Rührig, über die Fabrikation der Schienen in England und Wales. Dingler's Journal 135 Bd. S. 335.
- Schienen, Fabrikation derselben auf der Thüringischen Eisenbahn, m. Abbd. Organ f. Eisenb. W. 1866 S. 65.
- Ueber Annahme eines einheitlichen Schienenprofils und Ersatz der bisherigen Fabrikations-Vorschriften durch eine Dauergarantie. Zeit. des Ver. deutscher Eisenb. Verw. 1866 S. 174.
- Smith, Rob., und J. Walkinshaw, Verbesserungen an den Schienen der Eisenbahnen. Lond. Journ. Apr. 1834 S. 115; Dingler's Journ. 52. Bd. S. 321—25.
- Spencer, G., Beschreibung der Verbesserungen an Eisenbahnschienen. Kunst- u. Gewerbebl. f. Bayern 1855 S. 637; Pol. Centralbl. 1856 S. 326—28.
- Thorneycroft, Verbesserungen an Eisenbahn-Schienen. Repert. of pat. inv. E. S. V. 10. p. 347. V. 15. p. 158; London Journ. C. S. V. 33. p. 193; Pol. Centralbl. 1850 S. 196.
- Tunner, über die innerösterreich. Schienenfabrikation. Wien. pol. Jahrb. 1843 S. 665.
- Tunner, P., über Erzeugung und Verwendung körnigen Stabeisens, insbesondere zur Darstellung von Eisenbahnschienen mit harten Köpfen. Berg- u. hüttenmänn. Jahrb. VIII. Bd. S. 164; Hartmann's berg- u. hüttenm. Zeit. 1859 Nr. 22; Dingler's Journ. 152. Bd. S. 9; Pol. Centralbl. 1859 S. 1014.
- Welkner, G., Notizen über die Fabrikation von Schienen, Achsen und Radreifen in England. Notizbl. des Hannov. Arch. Ver. II. Bd. S. 400; Heusinger v. Waldegg, Organ 1853 S. 266; Pol. Centralbl. 1853 S. 969.

c. Ueber Bedingnisshäfte für Schienenlieferungen.

- Accordbedingnisse für die Lieferung von Eisenbahn-Schienen zum Bau der Main-Neckarbahn. Beibl. z. Organ f. Eisenbahnw. 2. Bd. S. 32—34; Eisenbahnzeitung 1845 S. 263, 264.
- Eisenbahnschienen, Auszug aus den Bedingungen für die Lieferung derselben der Bergisch-Märkischen Eisenbahn, mit Abbd. Organ f. Eisenb. W. 1866 S. 163.
- Runge, A., über die Verhältnisse der Eisenbahnverwaltungen zu den Hüttenwerken in Bezug auf die Beschaffung der Betriebsmaterialien (Schienen etc.). Scheffler's Organ 1863 S. 194.
- Vertrag über die Lieferung von gewalzten Bahnschienen für die Frankfurt-Hanauer Bahn. Heusinger v. Waldegg, Organ, Beibl. 1849 S. 1—3.

V. Capitel.

Conserviren der Schwellen.

Bearbeitet von

R. Baumeister

Professor an der polytechnischen Schule in Karlsruhe.

§. 1. *Zweck der Holzconservation.* — Bekanntlich verliert Holz, den Einflüssen der Atmosphäre preisgegeben, im Verlaufe einiger Jahre seine technisch wichtigen Eigenschaften: Cohäsion, Elasticität, Härte. Diese Umwandlung, Fäulniss genannt, ist besonders im Eisenbahnbau bedenklich, wo ausser anderen Bestandtheilen, als Brückenbahnen, Telegraphenstangen, Einfriedigungen, ein wesentliches Element des Oberbaues, die Schwellen, nach bisheriger Uebung meistens aus Holz gebildet wurden. Denn ausser dem grossen und kostspieligen Bedarf an Holz tritt die Schwierigkeit, ja Gefährlichkeit des Geschäftes, verfaulte Schwellen zu erneuern ohne den Betrieb zu unterbrechen, in den Vordergrund. Es ist deshalb schon beim Beginn des Eisenbahnbaues in England versucht worden, das Holz zu conserviren, und man nahm die betreffenden Methoden mit sonstigen Studien über das Eisenbahnwesen gegen 1840 nach Deutschland herüber, um dieselben seither durch zahlreiche Experimente im grossen und kleinen Maassstabe zu vermehren.

Erst die neuesten Untersuchungen der Chemie verbreiteten Licht über das beim Holzconserviren zu befolgende Princip. Man wusste nur, dass Luft und Wasser als Gährungserreger nothwendig und gleichzeitig anwesend sein müssen. Organische Körper unter Abschluss von Luft, oder in der Trockenheit (unter 0° und über 40° Temperatur) bleiben unverändert. Auch steigt die Schnelligkeit der Metamorphose, wenn jene beiden Factoren mit gleicher Energie und Bequemlichkeit an den organischen Körper treten können, während sie abnimmt, wenn der eine Factor nur in geringer Menge vorhanden ist, oder in rascher Bewegung vortübergeführt wird. Die Erklärung dieser Thatsachen im chemisch-physiologischen Sinne wurde erst durch die Untersuchungen von Pasteur angebahnt.¹⁾ Danach ist das Wachsthum von kleinen Organismen (Gährungspilzen und Infusionsthierchen) Ursache jeder Gährung und höchst wahrscheinlich auch der Holzfäulniss. Die Pilze selbst oder ihre Samen (Sporen), die Infusorien oder ihre Eier schlagen sich als der in der Atmosphäre allverbreitete Staub auf die Oberfläche des Holzes nieder

¹⁾ Annales de Chimie et de Physique 1862 p. 5.

und suchen daselbst ihre Nahrung; sie entziehen ihm zuerst Stickstoff und Kohlenstoff, wodurch die ursprüngliche Zusammensetzung des Holzes verändert und andere Combinationen seiner Elemente gebildet werden. Schimmel und Schwamm sind daher nicht, wie man lange geglaubt hat, Folge, sondern Ursache der Holzfäulnis. Genauere Untersuchungen über die Gattung der Organismen, welche grade das Holz zersetzen, sind übrigens noch zu erhoffen.

Zufolge dieser Erläuterung ist demnach als Gährungserreger der Luft die Menge der in ihr enthaltenen Sporen anzusehen, nicht ihr Sauerstoff, obgleich dieser die Zersetzung immerhin befördert. Sporen im luftleeren Raum erzeugen Fäulnis, reine Luft (ohne Staub) thut es nicht. In bewegter Luft finden die Sporen keine Ruhe, um Wurzel zu schlagen (Vorthail der Zugluft), in eingeschlossenen Räumen vermögen sie es mit besonderer Bequemlichkeit.

Wasser ist nothwendig zum Wachsthum der Gährungspilze, wie aller Pflanzen, in Frost und Hitze wird ihnen die Benutzung der Elemente des Wassers versagt. Ausserdem aber befördert Wasser die Fäulnis durch Anschwemmen neuer Sporen und Eier (durch Regen aus der Atmosphäre), durch Ausbreitung derselben über die Oberfläche, durch Eingehen in das Innere des Holzes. In heftig bewegtem Wasser sind aber diese Vorgänge weniger leicht möglich, als in stagnirendem (Vorthail fliessenden Wassers für die Erhaltung von Holz).

§. 2. *Austrocknung des Holzes.* — Der innere Gehalt des Holzes an Luft und Wasser, welcher namentlich in den Zellen frischgefällten Holzes bedeutend sein kann, dient im Allgemeinen als Anfänger und Vermittler der Fäulnis. Indem die Zellenwände porös und hygroskopisch sind, vermögen die beiden Gährungserreger so gut von innen nach aussen zu wirken, als von aussen nach innen (Verstocken des Holzes und gewöhnliche Fäulnis). Jedenfalls wird der schädliche Einfluss von aussen beschleunigt, wenn derjenige von innen entgegen arbeitet und stets von aussen her ergänzt wird. Hierauf beruhen die conservirenden Mittel der Luftextraction (von deren Ausführung weiter unten) und der Austrocknung. Das letztere, allbekannte Verfahren kann zwar bei Holz im Freien niemals vollständig und dauernd gelingen, weil dasselbe sich stets mit dem Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre im Gleichgewicht zu halten sucht. Aber bis auf dieses Maass herunter (den lufttrockenen Zustand) kann schon ohne grosse Kosten der Wassergehalt frischen Holzes beseitigt werden.

Lufttrocknung. Eisenbahnschwellen werden zu diesem Zweck in regelmässigen Haufen aufgesetzt, deren Schichten weit gesetzt und durch dünne Latten getrennt, dem Luftzug das Durchstreichen gestatten, sowie auch zwischen den Stapeln gehörig breite Gänge belassen werden. Andererseits soll die Energie des Trocknens nicht bis zur Entstehung zahlreicher Trockenrisse gehen, durch welche später die Gährungserreger von aussen nur um so leichter eintreten können und das Spalten der Schwellen befördert wird. Daher Anstrich der Hirnholzflächen mit Theer oder Lehm, Schirmwände gegen heftige Winde, Bedachung des Haufens mit einer schrägen Bretterdecke, sowohl gegen Sonnenschein, als zum Ablauf des Regens.

Dörren. Um Zeit zu sparen und zugleich stärker zu trocknen, als das Lufttrocknen namentlich in feuchtem Wetter vermag, dient die Anwendung hoher Temperatur in Dörröfen. Dieselben werden gegenwärtig stets so eingerichtet, dass die Schwellen auf Wagen geladen, in einen verschlossenen feuersicheren Raum geführt und von Rauch und Feuergasen direct umspült werden. Ein auf preussischen Bahnen gebräuchlicher Trocken-

ofen ist auf Tafel X, Fig. 1, 2 dargestellt.²⁾ Zwei Abtheilungen mit gemeinsamem Vorbau zum Heizen, Thore mit Blechfütterung, Gewölbe auf alten Bahnschienen mit Zuglöchern zum Aufsteigen der heissen Luft und der Wasserdämpfe. Der Canal unter dem Boden ist von der Feuerstelle an auf 3^m Länge zugewölbt, weiterhin mit durchbrochenen Gussplatten zugelegt und mündet in einen Schornstein. Bei 6 Stunden Trockendauer und 100° C. Temperatur verliert jede Schwelle aus frischem Nadelholz 5 bis 6 Pfd., aus bereits lufttrocknem noch 2 bis 4 Pfd. Wasser. Ein Anbrennen der Schwellen ist nicht zu fürchten, da Holz erst bei 175° C. sich bräunt, bei 250° verkohlt, auch wirkt das Räuchern sogar conservirend, dagegen ist die Entstehung von Trockenrissen unvermeidlich. Aus diesem Grunde ist gegenwärtig in England das Dörren grösstentheils aufgegeben und auch in Deutschland keineswegs allgemein geworden, obgleich der Gewinn an Zeit gegenüber mehreren Monaten Lufttrocknen gewiss in den meisten Fällen höher anzuschlagen ist, als der Aufwand an Brennmaterial.³⁾

§. 3. *Entziehung des Saftes.* — Bekanntlich besteht Holz aus Faserstoff und Saft, von denen jener die Wände, dieser den Inhalt der Zellen bildet. Die Holzfaser, in allen Holzarten übereinstimmend zusammengesetzt, ist höchst wahrscheinlich für sich ein durch Fäulniss unzerlegbarer Stoff. Im Saft befinden sich ausser dem Wasser die sogenannten Extractivstoffe: Pflanzenschleim, Farbstoffe, Salze; im Eichenholz auch Gerbsäure, im Nadelholz ätherische Oele und bei allen in Vegetation stehenden Pflanzentheilen das stickstoffhaltige Eiweiss. Dieses letztere wird durch das Wachsthum von Gährungspilzen oder Infusionsthierchen zuerst zersetzt, aber selbst wenn es fehlt (in fertigem Kernholz) sind die übrigen Extractivstoffe doch meistens leicht veränderlich.

Am Saft beginnt also die Metamorphose des Holzes, aber unglücklicherweise beschränkt sie sich nicht darauf, sondern überträgt sich durch Ansteckung sofort auch auf die Holzfaser; so dass im gewöhnlichen Holz stets beide Bestandtheile gleichzeitig zersetzt werden. Hieraus folgt erstens, dass die Entfernung des Wassers allein, selbst wenn sie vollständig geschieht, nicht dauernd schützt, weil der Extractivstoff zurückbleibt und überdies auch sehr leicht Wasser aus der Atmosphäre wieder ansaugt. Ferner aber die Möglichkeit, ein unveränderliches Baumaterial zu erhalten, wenn es gelingt, den Saft vollständig aus den Zellen zu vertreiben. Es handelt sich hier um eine mehr oder weniger zähe Flüssigkeit, welche viele Zellenwände passiren soll, um das Holz an seiner Oberfläche zu verlassen. Die Schwierigkeit des Problems wächst demnach mit den Dimensionen des Holzstückes. Aber selbst bei den verhältnissmässig kleinen Bahnschwellen ist es noch niemals vollständig gelungen. Immerhin kann die Fäulniss ver-

²⁾ Aus Zeitschrift für Bauwesen 1863, Bl. Q und p. 508. Der in Bezug auf Luftcirculation wohl noch besser, übrigens ähnlich eingerichtete Trockenofen der französischen Midibahn findet sich abgebildet und beschrieben in Förster's Bauzeitung 1864, Bl. 679 und p. 376. Ein dritter Trockenofen, von der westphälischen Bahn, findet sich in der Zeitschrift für Bauwesen 1853, Bl. 10.

³⁾ Hierher gehört auch die oberflächliche Verkohlung der Hölzer, ein Verfahren, welches bekanntlich jeder Bauer anwendet, um die in den Boden zu steckenden Enden seiner Zaun- und Weinbergspfähle zu conserviren. Ohne Zweifel beruht das schützende Princip auf nichts Anderem, als der sehr intensiven Austrocknung, da von einem Abhalten der äusseren Gährungsfactoren durch die dünne oberflächliche, vielfach zersprungene Kohlenhaut doch nicht die Rede sein kann. In grösserem Maasstab wandte Herr von Lapparent die Verkohlung zuerst auf Schiffsbauhölzer an, später auch auf Telegraphenstangen und Bahnschwellen, und sie ist heute in Frankreich (Orleansbahn seit 1862) zur laufenden Fabrikation geworden. Man leitete Gasflammen mittelst Kautschukröhren über die gesammte Holzfläche und konnte damit sorgfältig und genau verkohlen. Auch wird der Ofen von Hugon benutzt, dessen starke Flamme durch eine Blasvorrichtung über die Hölzer streicht. Die Kosten sollen per Schwelle 0,33 Fr. betragen. S. Organ f. d. Fortschritte des Eisenbahnwesens 1867 p. 64.

zögert werden, und das wäre schon ein Gewinn. Die Saftentfernung gelingt übrigens am besten bei Holz, welches in den ersten Monaten des Jahres gefällt worden und sich noch im frischen Zustande befindet, weil der Extractivstoff hier den höchsten Grad von Flüssigkeit besitzt. Die gebräuchlichsten Methoden sind Auslaugen und Dämpfen.

Auslaugen. Dies Verfahren wird auf Eisenbahnschwellen eigens nicht angewandt, weil es sehr lange Zeit erfordert. Dagegen kommt es unabsichtlich zur Wirkung, wo Stämme von ihrem Standort aus auf die Sägemühle oder auf den Bauplatz geflösst werden. Dass Flossholz der Fäulniss weniger unterliegt, ist eine bekannte Thatsache und findet seine Erklärung in dem Durchströmen des Flusses nach der Länge des Stammes in der Richtung des vormaligen Saftaufsteigens. Es soll sogar vorkommen, dass der Fluss Sinkstoffe durch die Zellenwände treibt und in den Zellen absetzt; wenn dies bis zu einem gewissen Grade stattgefunden, würde freilich der Effect des Auslaugens durch Verstopfen der Poren verloren gehen. — Nachher folgt selbstverständlich das Austrocknen unter gehöriger Vorsicht. Dasselbe geht übrigens an dem von schleimigen Stoffen entleerten Holze schneller, als bei frischgefälltem von gleichem Wassergehalte vor sich. Beim Ankauf von Schwellenholz verdient die Transportart zu Wasser oder zu Land immerhin Beachtung.

Dämpfen. Das zu behandelnde Holz wird in einem verschlossenen Gefäss der Einwirkung von Dampf, welcher aus einem Kessel eingeleitet wird, ausgesetzt. Der Dampf verdrängt zuerst die Luft in dem Gefässe, welche durch einen Hahn nach oben entlassen wird. Hierauf dringt er in das Innere des Holzes, und treibt dessen Saft allmählich hinaus, welcher mit dem Condensationswasser als eine trübe Flüssigkeit von Zeit zu Zeit durch einen Hahn am Boden abgelassen wird. Wenn diese Flüssigkeit wieder klar wird, so hört der Effect des Dämpfens auf und würde nur bei verstärkter Spannung wieder beginnen. Man nimmt die Hölzer heraus und trocknet sie. — Der Erfolg des Dämpfens ist selbst bei starker Spannung nur mangelhaft. Es müssen die Widerstände durch die Wandungen der Zellen so erheblich sein, dass grade die gefährlichen schleimigen Extractivstoffe nur in höchst geringer Menge vertrieben werden⁴⁾, während ein anderer nicht unbeträchtlicher Theil der wirklich ausgelaugten Stoffe (ätherische Oele und Gerbsäure) unvergänglich und sogar conservirend ist. Der schädlichste Bestandtheil des Saftes, das Eiweiss, gerinnt jedenfalls (schon bei 75° C.), soweit es vom Dampfe erreicht wird. Damit ist es allerdings einigermaassen unschädlich gemacht, aber es verbleibt im Holz, verstopft die Poren und erschwert dadurch die weitere Circulation von Dampf und Saft. Zudem wird aber auch dieser Hauptzweck, das Coaguliren des Eiweissstoffes, nicht einmal zuverlässig erreicht, indem die nöthige Temperatur innerhalb der gewöhnlichen Dauer des Dämpfens nicht auf die ganze Dicke einer Bahnschwelle durchzudringen vermag.⁵⁾ Sollte man aus diesem Grunde wünschen, die Dauer und Spannung des Dämpfens zu steigern, so geräth man dadurch in die Gefahr, die Festigkeit des Holzes zu verringern. Dasselbe wird weicher, verliert den Zusammenhang der Fasern, sowie seine Elasticität (leichtes Biegen von gedämpftem Holz). Auch treten Beschädigungen durch Werfen und Reissen, namentlich an schwächeren Stücken, sowohl während des Processes als nachher, leicht ein. Wegen aller dieser Mängel ist das Dämpfen von Eisenbahnhölzern jetzt nur noch da theilweise in Gebrauch, wo passende Apparate nicht erst besonders hergestellt werden müssen, sondern zu anderen Zwecken bereits vorhanden

4) Versuche angeführt in Buresch, Mittheilungen des sächsischen Ingenieur-Vereins, 3. Heft p. 126.

5) A. u. O. p. 115 sind Versuche durch Einschluss von Rose'schem Metall in Bohrlöcher, welche auf gewisse Tiefen in das Holz angebracht und wieder verschlossen worden, angeführt. Die erforderliche Wärme dringt danach bei dreistündigem Dämpfen nicht tiefer als 6—9 cent. unter die Oberfläche.

sind. Das betreffende Verfahren findet sich weiter unten bei dem System Burnett zum Conserviren des Holzes erläutert und beurtheilt.

§. 4. *Imprägniren des Holzes.* — Ausser der Beseitigung des Wassers und derjenigen des Saftes giebt es ein drittes Princip für die Conservation des Holzes: Durchdringung mit Fäulniss verhindernden Stoffen, oder — um die betreffenden Fremdwörter zu nennen — Imprägnirung von antiseptischen Substanzen. Selbstverständlich kann dies nur mit Flüssigkeiten ausgeführt werden, und auch diese können wesentlich nur in der Längenrichtung des Holzes eingehen. Es besteht nämlich zwischen Quer- und Langwänden der Zellen ein grosser Unterschied der Porosität, welcher sich im Grossen als die bekannte Verschiedenheit von Hirnholz und Langholz bezüglich Widerstand gegen Werkzeuge, Ansaugen von Wasser u. s. w. bekundet. Von Hirnholzflächen aus vermag man eine Flüssigkeit in das Holz zu bringen, auf seinen Langseiten bringt es selbst der kräftigste Druck nur bis zu einigen Millimeter Eindringen (Dichtigkeit hölzerner Fässer).

Leider ertheilt die Wissenschaft noch sehr wenig Auskunft über die chemische Wirksamkeit der imprägnirten Stoffe. Zerlegen sie etwa die Bestandtheile des Saftes und bilden mit denselben neue Combinationen, beschäftigen sie sich auch theilweise mit der Holzfaser, oder besteht ihr Effect in einer Vergiftung der Sporen? Die Antworten auf diese Fragen dürften bei verschiedenen antiseptischen Stoffen vielleicht sehr mannigfaltig ausfallen, bis jetzt aber fehlen sie in wissenschaftlicher Art gänzlich und beschränken sich auf die Angabe der Thatsache: dass Holz nicht fault, wenn es genügend von einer gehörig wirksamen Substanz durchdrungen ist.

Technische Vereinbarungen des D. E. V. I. §. 25. „Die besten bisher angewandten Unterlagen für Schienen sind diejenigen aus Holz, welches von einer Substanz durchdrungen ist, die es gegen Fäulniss schützt.“

Offenbar kommt es darauf an, einen geeigneten antiseptischen Stoff zu wählen (chemische Wirkung), und ferner denselben auf die geeignete Weise in das Holz zu bringen (mechanisches Verfahren). In beiden Beziehungen kann zu wenig oder zu viel geschehen. Es giebt nämlich Stoffe, welche nur eine Zeitlang der Metamorphose das Gleichgewicht halten, wenigstens in der flüssigen Form, welche das Imprägniren erfordert (Eisenvitriol, Kochsalz), andere dagegen, welche die Holzfaser direct zerstören und daher die Festigkeit beeinträchtigen, wenigstens wenn sie in bedeutender Menge eintreten (mineralische Säuren). Noch weniger weiss man, wie der Preis der Stoffe zu ihrer antiseptischen Kraft steht, ob bei allen für gleiches Geld gleicher Erfolg zu erwarten, oder — was wahrscheinlicher — ob eine Scala ihres relativen Werthes besteht, welche indess aus der Scala ihrer Handelspreise nicht gefolgert werden kann. Eine zuverlässig vollkommene und gleichmässige Imprägnirung von Schwellen ist bis jetzt auch durch die stärksten mechanischen Mittel nicht erreicht worden, daher wahrscheinlich auch nicht von unbegrenzter, sondern nur von verlängerter Dauer des Holzes zu sprechen ist. Trotzdem scheint zuweilen schon die Grenze überschritten zu sein, innerhalb deren die Conservation ökonomisch vorthellhaft ausfällt.⁶⁾ Andererseits ist selbstverständlich eine bloß oberflächliche Behandlung ebenfalls

⁶⁾ Namentlich an weichem, leichter durchdringbarem Holz. Der Preis einer mit theurem Stoff imprägnirten Schwelle aus Nadelholz kann dadurch höher steigen, als derjenige einer eichenen Schwelle, welche bei der gleichen Behandlung weniger aufnimmt, und man wird dann unstreitig besser thun, Nadelholz gar nicht zu verwenden. Zeitschrift für Bauwesen 1860 p. 261 und 1863 p. 507. — Auch hat sich überhaupt der Preis von buchenen und kiefern Schwellen, kräftig mit Kreosot imprägnirt, zuweilen schon mehr als verdoppelt, während es noch fraglich ist, ob die Dauer in demselben Verhältniss zugenommen. Im Allgemeinen kann sich das Präpariren nur insoweit lohnen, als man das Faulen bis zu dem Eintritt der Unbrauchbarkeit der Schwellen durch das Einreiben der Schienen u. a. Einflüsse mechanischer Natur zurückhält.

unvorthellhaft; denn die Gährerregere vermögen durch Risse und längs den Schienen-nägeln bald in das Innere einer Schwelle zu gelangen. Im Allgemeinen steht die Verlängerung der Dauer im Verhältniss zur Aufnahme an Stoff, und diese wiederum wächst mit der motorischen Kraft der Einpressung. Mit beiden Umständen steigen die Ausgaben, aber sicherlich steigen sie nicht in gleicher Proportion mit dem Erfolg. Wo liegt nun das ökonomisch richtige Verfahren?

Auf alle diese wichtigen Fragen giebt bis jetzt blos die Erfahrung einige Auskunft, aber ohne Unterstützung der analytischen Chemie ist ihr Maassstab doch ein unvollkommener. Das Urtheil gründet sich erstens auf das Gewicht des von der Cubikeinheit Holz aufgenommenen Stoffes, zweitens auf Beobachtungen über die Dauer und die Auswech-selung einer grossen Anzahl von Bahnschwellen. Das erste belehrt über die Energie des Eindringens also gewissermassen über den theoretischen Effect, das zweite über einen durchschnittlichen Erfolg in der Praxis; aber weder das eine noch das andere dürfte vollständig genügen. Denn während dort zwar die betreffenden Messungen leicht und sicher anzustellen sind, erhält man doch nur ein Verhältniss zwischen Kosten und Stoffquantität, wobei die Qualität oder antiseptische Kraft der benutzten Substanz (welche eben durch die Chemie bestimmt werden sollte) noch nicht ins Spiel gezogen ist. Und wenn andererseits durch Nachweisungen aus dem Eisenbahnbetrieb das Verhältniss zwischen Kosten und Dauer, worauf es doch schliesslich ankommt, allerdings am unmittelbarsten erkannt werden kann, so giebt es dabei leider eine Menge von Nebenumständen, deren relativer Einfluss, beziehentlich Störung des Resultates, nicht sicher veranschlagt werden kann. Diese Momente sind: die Qualität des Holzes (Standort, Fällzeit, Transportart, Auf-bewahrung), die Bettung der Schwellen (Damm oder Einschnitt, absorbirender oder wasser-haltender Untergrund, Dicke und Stoff des Schotterbettes, Lage gegen Sonne und Wind), die mechanische Zerstörung des Holzes (Schienennägeln, Unterstopfen, Verlegen von Geleisen).⁷⁾

Aus diesen Gründen genügen auch die reichhaltigen Mittheilungen und Tabellen, welche bei den Verhandlungen der deutschen Eisenbahn-Techniker voröfentlich worden sind, noch keineswegs, um über die Erfolge der Holzconservation zuverlässige Urtheile zu fällen. Die Aufzeichnungen über Bestand und Auswech-selung der Schwellen sind immer noch mit ausserordentlichen Abweichungen behaftet, und die einzelnen Momente der Zerstörung lassen sich kaum darin sondern. Es konnten deshalb nur annähernde, allgemeine Resultate gezogen werden. Diese lauten⁸⁾:

Dresden 1865. Soweit die Erfahrungen bis jetzt vorliegen, ist die mittlere Dauer

7) Die braunschweigische Eisenbahndirection hat seit 1857 Versuche angeordnet, um mehrere dieser Momente möglichst aufzuklären. Sowohl ungetränkte als getränkte Schwellen von Eichen-, Kiefern- und Buchenholz wurden verlegt, zur Hälfte in das Geleis, zur Hälfte nicht, um den etwaigen Einfluss des Eisens zu untersuchen. Ein Theil der Schwellen ist mit Kies überdeckt, der andere freigelassen. Endlich sind die Schwellen entweder sogleich, oder 6 Wochen oder 12 Wochen nach der Imprägnirung eingelegt. Hieraus entstanden 48 Versuche, zu jedem Versuch sind drei Schwellen verwandt. Sämmtliche Schwellen werden jährlich einmal untersucht. Das bisherige Ergebniss wurde der Versammlung deutscher Eisenbahntechniker in München 1868 mitgetheilt, in deren Verhandlungen es nachgesehen werden kann. Aus so geringen Schwellenmengen lassen sich aber wohl kaum zuverlässige Schlüsse ziehen, weil der wichtige Einfluss der Holzqualität nicht eliminiert werden kann. Auch zeigten verschiedene Holzgattungen z. Th. ganz entgegengesetzte Resultate.

Wie sehr die mechanische Zerstörung auf die Dauer der Schwellen von Einfluss ist, geht am deutlichsten daraus hervor, dass nach Procenten auf derselben Bahnstrecke von Stossschwellen zum Theil 5 mal mehr ausgewechselt sind, als von den Mittelschwellen. Organ 1866, Supplementband p. 31.

8) Heusinger's Organ, Supplementbände von 1866 und 1869.

der nicht imprägnirten und der auf eine gute Art imprägnirten Schwellen in einer auf Zuverlässigkeit keinen Anspruch machenden Weise zu folgenden Zahlen abzuschätzen :

Holzart.	Mittlere Dauer in Jahren	
	natürlich	imprägnirt
Eiche	14—16	20—25
Kiefer	7—8	12—14
Tanne oder Fichte . .	4—5	9—10
Buche	2 $\frac{1}{2}$ —3	9—10

München 1868. Aus den Nachweisen von über 30 Bahnverwaltungen ergeben sich folgende durchschnittliche Procentzahlen der Auswechslung, wonach namentlich nach 13jährigem Liegen in der Bahn das Verhältniss der Auswechslung von präparirten Schwellen zu nicht präparirten sich beim Eichenholz wie 1:3, beim Kiefernholz wie 2:5 herausstellt.

Auswechslung.	E i c h e		K i e f e r		T a n n e		B u c h e	
	nat.	imp.	nat.	imp.	nat.	imp.	nat.	imp.
nach 5 Jahren	4,5	0,2	13,6	1,6	48,8	28,3	100	4,3
- 7 -	10,6	0,8	37,3	3,2	93,4	48,7		10,8
- 10 -	31,1	3,5	67,7	11,6				11,5
- 13 -	34,9	12,1	100	41,8				25

Unter den zahllosen antiseptischen Stoffen und den mancherlei Imprägnirungsmethoden, welche seit mehr denn 30 Jahren vorgeschlagen und versucht worden sind, hat indessen die praktische Erfahrung doch schon eine erkleckliche Menge als unvortheilhaft definitiv beseitigt. Nach dem gegenwärtigen Stand des Eisenbahnwesens steht nur noch folgenden vier Substanzen eine Zukunft bevor: Auflösungen in Wasser von Sublimat (Doppelchlorquecksilber), Vitriol (schwefelsaures Kupferoxyd), Zinkchlorid; sowie Kreosot (in Form von Theeröl); also drei mineralische starke Gifte und ein Stoff organischer Natur. Der gegenwärtig gebräuchlichen mechanischen Verfahren giebt es drei, nämlich: einfaches Untertauchen oder Tränken der Schwellen in der Flüssigkeit, wobei der letzteren unter ihrem eigenen Gewicht überlassen bleibt, ihren Weg in das Holz zu suchen; ferner Beihülfe eines schwachen hydrostatischen Druckes gegen das Hirnholz; endlich starke Pressung der in einem verschlossenen Gefäss befindlichen Flüssigkeit auf die gesammte Oberfläche des in ihr liegenden Holzes mittelst Druckpumpen. Nach der Grösse des mechanischen Druckes könnte man diese drei Wege als Niederdruck, Mitteldruck und Hochdruck bezeichnen. Folgende Tabelle enthält die möglichen Combinationen zwischen den vier Stoffen und den drei Imprägnirungsmethoden.

	Niederdruck.	Mitteldruck.	Hochdruck.
Sublimat . . .	Kyan		
Vitriol . . .	*	Boucherie	*
Zinkchlorid . .	*		Burnett
Kreosot . . .	*		Bethell

Ein leeres Feld bedeutet, dass die betreffende Combination überhaupt noch nicht ausgeführt worden ist. Ein Stern bezeichnet diejenigen Verfahren, welche nur bei wenigen Bahnen und unter grossen Abweichungen von einander im Gebrauch stehen, sowie wahrscheinlich in einiger Zeit aufgegeben sein werden. Die vier Namen endlich geben die Erfinder derjenigen Combinationen an, welche am Allgemeinen und Uebereinstimmendsten benutzt und — um es gleich anzudeuten — wohl in naher Zukunft den engeren Ausschuss unter allen Arten der Holzconservirung bilden werden. Diese vier Systeme sollen nun zunächst ausführlicher erörtert werden.

§. 5. *System Kyan.*⁹⁾ — Im Jahr 1832 nahm der Engländer Kyan ein Patent auf die Anwendung des Sublimats zur Holzconservation, welcher Stoff zu anderen ähnlichen Zwecken, namentlich zum Einbalsamiren von Leichen, schon lange gebraucht worden war. Das Verfahren breitete sich in England alsbald aus und wurde in Folge der Studien einer Commission badischer Ingenieure in England beim Beginn des badischen Eisenbahnbaues 1840 auf den Continent verpflanzt. Auf der Strecke Mannheim-Heidelberg wurden alle Oberbauhölzer kyanisirt. Auf der Strecke Heidelberg-Basel präparirte man wegen der hohen Kosten nur noch die Querschwellen unter den damals in Gebrauch stehenden Langschwellen, weil die ersteren nicht leicht abtrocknen und doch eine Bodentiefe von bleibender Feuchtigkeit noch nicht erreichen, demnach in ungünstigeren Umständen als die offen zu Tage liegenden und überdies leichter auszuwechselnden Langschwellen sich befinden. Bei dem weiteren Ausbau der badischen Staatsbahnen ging man 1853 zu einer billigeren Methode (Kochen in Zinkchlorid) über, deren geringer Erfolg indessen schon 1859 die Rückkehr zu dem alten Verfahren veranlasste. Hierzu bewog noch die Beobachtung, dass sämtliche Schwellen, welche seit 20 Jahren im Boden gelegen hatten, soweit sie nicht durch Spalten und dergleichen gelitten hatten, gesund geblieben waren, sowie ferner der Umstand, dass beim Sinken der Quecksilberpreise die Kosten der Conservation auf die Hälfte reducirt werden konnten. Seitdem ist das Kyanisiren nicht nur in Baden allgemein durchgeführt, sondern auch auf viele benachbarte Bahnen (Nassau, Main-Neckar-Bahn, Pfalz, Hessen, Main-Weser-Bahn, Württemberg, München-Ingolstadt im Bau begriffen) übergegangen, welche bisher zum Theil auf andere Weise, zum Theil gar nicht präparirt hatten.¹⁰⁾ Die folgende Beschreibung stützt sich auf die badischen Einrichtungen.

Sublimat wird aus chemischen Fabriken zum Preise von ungefähr 75 Thalern per Centner bezogen. Das äusserst gefährliche Gift muss bei der Aufbewahrung und Auflösung

⁹⁾ Specialquellen sind:

Nachweisung über den Eisenbahnbau im Grossh. Baden. Karlsruhe 1844 p. 204 und Bl. 6.

Heusinger's Organ 1866, p. 116 Aufsatz über das Kyanisiren der Hölzer in Baden.

¹⁰⁾ Die Holzhandlung von Katz & Klumpp in Gernsbach, Baden, liefert insbesondere für eine Reihe der genannten Bahnen Schwellen, welche in mehreren wandernden Kyanisiranstalten fertig präparirt werden.

mit Vorsicht behandelt werden, derart dass Stäuben des Pulvers, Berührung nasser kyanisirter Holzflächen, ja schon Athmen in der nächsten Umgebung des einigermaßen flüchtigen Stoffes zu vermeiden sind. Die Arbeiter tragen eigene Rösche und Handschuhe, verbinden sich beim Auflösen des Sublimats den Mund und halten Gegengifte (Eier und Zuckerwasser) stets bereit. Ein anderer wichtiger Umstand ist, dass an allen Apparaten die Berührung von Sublimat mit Eisen vermieden werden muss, weil dann Quecksilber und Eisen ihren Platz vertauschen und demnach sowohl der Erfolg der Conservation als die Festigkeit der Apparate geschmälert werden würde. Die »Lauge«, in welche das Holz eingelegt wird, besteht aus einer Auflösung von Sublimat in dem 150fachen Gewicht Wasser. Zu ihrer Vorbereitung dient ein eigener Raum, in welchem auch das Sublimatpulver in einer mit doppeltem Deckel versehenen Kiste aufbewahrt werden kann. Aus einem Schieber am Boden der Kiste entlässt man ein Quantum in ein Gefäss mit enger Deckelöffnung, um darin das Abwiegen vorzunehmen. Hierauf folgt die Vermischung in einer Tonne, durch deren Deckel ein Rührer (ähnlich einem Butterfass) geht. Zwei enge correspondirende Oeffnungen dienen wieder zum Entleeren des Sublimats aus jenem Gefäss in die Tonne, ohne den Stoff direct zu berühren oder umherstäuben zu lassen. Zuvor aber war die Tonne mit dem 6fachen Gewicht des Sublimats an heissem Wasser (in welchem die Lösung leichter als in kaltem zu bewerkstelligen) gefüllt — man vermeidet Wasser auf das Pulver zu giessen, weil durch den Wasserdampf leicht Pulver mit aus der Deckelöffnung emporgerissen werden könnte. Nach gehörigem Umrühren kommt die concentrirte Lösung in das eigentliche Kyanisirungsgefäss, um hier in kaltem Wasser auf den vorgeschriebenen Grad verdünnt zu werden. Dieser letzte Transport erfolgt in verdeckten Kübeln, und häufig wird die Lösung durch einen mit Zeug ausgeschlagenen Korb gegossen, um filtrirt zu werden und etwaige Verunreinigungen oder Verfälschungen zu erkennen und zurückzubehalten.

Die Prüfung der Lauge auf ihren Gehalt an Sublimat erfolgt in einem zu diesem Zweck graduirten Röhrechen mit einer Auflösung von Iodkalium in destillirtem Wasser. Bei einem gewissen Gehalt der Lauge wird eine gewisse Menge von Iodkalium erfordert, um einen rothen Niederschlag von Quecksilberoxyd zu fällen und gleich darauf bei weiterem Zugiessen von Iodkalium wasserhell als Quecksilberiodid wieder aufzulösen. Der Farbenwechsel kann scharf beobachtet und die Röhre so numerirt werden, dass der Arbeiter sofort den etwa erforderlichen Zusatz an Sublimat in Gewicht abliest.

Die Kyanisirgefässe sind hölzerne Tröge (Fig. 3—6, Tafel X) von 6—10^m Länge, 2,6^m Breite (etwas mehr als Schwellenlänge) und 1,3—1,5^m Höhe. Wände und Boden bestehen aus scharfkantigen, gehobelten Kiefernswellen von 150—180 Mill. Stärke. Dieselben sind durch zahlreiche eichene Dollen gegen Verrückung gesichert und auf einander gepresst durch 24 Mill. starke eiserne Anker mit doppelten Muttern in 0,9—1,2^m Abstand. Die beiden Querwände greifen in Nuthen der Langwände und werden in dieselben mittelst dreier Anker fest eingepresst. Behuf Wasserdichtigkeit aller Fugen werden dieselben (wie auch die gebohrten Löcher für die Anker) mit einem Kitt aus Oel, Wachs und Harz unmittelbar vor dem Zusammensetzen des Troges warm angestrichen. Ein anderes Mittel besteht in Falzen längs aller inneren Fugen, in welche Asphalt eingestrichen und abgebügelt wird. Der Trog wird auf ein Holzgerüst gestellt, um unterwärts beizukommen und etwaige Undichtigkeiten zu erkennen. Lange Tröge werden auch zweckmässig mit einigen Holzgeschlingen (Fig. 5) umgeben, um dem Wasserdruck auf die Langwände zu begegnen. Jedenfalls werden, damit die Schwellen nicht schwimmen, Druckbäume quer über die Tröge durch starke eiserne Bänder gesteckt, welche beim Ein- und Auslegen des Holzes wegzunehmen sind (Fig. 6). Die Oberkante der Tröge liegt zweckmässig in mittlerer

Schulterhöhe über dem Fussboden der Kyanisiranstalt, letzterer aber in der Höhe der Eisenbahnwagenböden, um den Holztransport zwischen Bahn und Trog möglichst zu erleichtern.

Die Hölzer werden lufttrocken und fertig bearbeitet imprägnirt, also Schwellen am Schienenaufleger eingeschnitten, Brückenhölzer durchbohrt u. s. w., da es wichtig ist, später keine »frischen Flächen«, welche nicht direct mit der Lauge in Berührung gekommen, zu exponiren. Die Hölzer müssen so gelegt werden, dass sie weder den Trog, noch sich gegenseitig berühren, deshalb Latten zwischen den Schichten und Zwischenräume in jeder einzelnen. Ein Trog von 6^m Länge fasst etwa 150 Stück vollkantige (240 auf 150 Mill.) oder 120 Stück halbrunde Zwischenschwellen. Die oberste Schicht wird mit einigen Dielen belegt und gegen die Druckbäume mittelst Keile abgesteift. Hierauf kommt die Lauge in den Trog. Dieselbe soll täglich zweimal mittelst einer hölzernen Krücke an langer Stange umgerührt, sowie alle paar Tage aufgefüllt und in ihrem Gehalt an Sublimat ergänzt werden. Was die Dauer des Verfahrens anbetrifft, so sollte dieselbe rationell nicht von den Querschnittsdimensionen, sondern von der Länge der Hölzer abhängen, weil die Erfahrung nachweist, dass die Lauge fast ausschliesslich durch die Hirnflächen eindringt. Dennoch wird in der Regel die Vorschrift befolgt, gewöhnliche Querschwellen 10 Tage, schwächere Hölzer (Telegraphenstangen und Gedeckbohlen) 5 Tage, stärkere (Langschwellen und Brückenhölzer) 15 Tage in der Lauge zu belassen. Offenbar sollte aber ausserdem die Gattung des Holzes berücksichtigt werden, von welcher die Leichtigkeit des Eindringens mit abhängt. So besteht anderwärts die Regel, tannene Zwischenschwellen 8 Tage, eichene 14 Tage lang zu imprägniren. Wenn diese Zeit verflossen ist, so wird zunächst die Lauge ausgepumpt und zwar mittelst einer einfachen, lediglich aus Holz und Leder construirten transportablen Saugpumpe und einiger hölzerner Rinnen. Es zeigt sich nun ein Niederschlag auf den Hölzern, welcher bei ihrem Herausnehmen abzuspülen ist. Die Schwellen werden sodann an der Luft getrocknet, wozu 2 bis 3 Wochen genügen. In Folge des schwachen Druckes und der gewöhnlichen Temperatur beim Kyanisiren werden die Hölzer nicht eigentlich ausgelaugt. Die Lauge empfängt wenig Saftbestandtheile, bleibt klar und kann sofort, wie auch jenes Spülwasser, wieder benutzt werden. Deshalb finden sich in einer Kyanisiranstalt mindestens zwei Tröge, von welchen abwechselnd der eine im Einlaugen, der andere im Aus- und Eintragen von Holz besteht. Da aber das Erstere durchschnittlich 10, das Letztere nur 2 Tage in Anspruch nimmt, so ist die Aufstellung von 6—8 Trögen noch zweckmässiger, um das Betriebsmaterial niemals unbenutzt zu lassen. Es versteht sich, dass man die Lauge direct aus einem Trog in den andern überpumpt und hierin die erforderliche Ergänzung mit Wasser und mit concentrirter Vormischung vornimmt.¹¹⁾

Nach dem beschriebenen Verfahren behandelt, schluckt durchschnittlich 1 cub. m. Schwellenholz:

aus recht trockenem Nadelholz	2,4 Pfd. Sublimat
- Eichenholz	2,0 - -
- luftfeuchtem oder sehr harzigem Nadelholz	1,8 - -

In noch grösserem Durchschnitt, alle Holzarten und Schwellendimensionen zusammen gerechnet, beträgt der Aufwand für die vollständige Kyanisirung gegenwärtig:

¹¹⁾ Bei Frostwetter wird das Geschäft eingestellt, da die Lauge auskrystallisirt, d. h. Sublimat vom Wasser scheidet. Man kann daher nur auf etwa 8 Monate Arbeitszeit rechnen.

	per cub. m.	per Schwelle.
Sublimat:	2 Pfd. = 45 Sgr.	0,22 Pfd. = 5 Sgr.
Arbeitslohn:	36 -	4 -
Zusammen:	81 Sgr.	9 Sgr. ¹²⁾

Kyan's Methode wurde, bald nachdem unzweifelhafte Resultate ihrer Wirksamkeit vorlagen, durch englische Chemiker geprüft. Nach Faraday's Meinung besteht der Erfolg in der Coagulirung oder in der chemischen Anziehung des Eiweissstoffes durch das Sublimat. In Folge der badischen Conservation beschäftigte sich der Chemiker Probst in Heidelberg mit diesem Gegenstande und wies nach, dass die Zersetzung des Holzes mit einer Entziehung von Sauerstoff beginne. Präservativ könnten daher nur jene Stoffe sein, welche leicht desoxydirt und schwer oxydirt werden, also edle Metalle, zu welchen das Quecksilber gehört. Wie dem auch sei, so ist die specifisch giftige, d. h. organisches Leben zerstörende Eigenschaft von Quecksilberverbindungen bekannt, und in der antiseptischen Kraft an sich verdient das Sublimat unstreitig den Vorzug vor allen anderen Substanzen. Aber eben dieser Umstand macht auch grosse Vorsicht bei der Anwendung nöthig. Die Besorgnisse, welche man für die in den badischen Kyanisiranstalten (vulgo Gift-hütten) beschäftigten Arbeiter hegte, waren allerdings übertrieben: bei gehöriger Uebung und Aufsicht pflegen diese Leute sich ganz wohl zu befinden und das Geschäft unbedenklich zu besorgen. Aber es möchte wohl nicht rathsam sein, kyanisirtes Holz an Constructionen zu verwenden, wo Menschen und Thiere ohne Arg feuchte Oberflächen berühren können, z. B. Einfriedigungen, Barrieren, Wegbrücken. Wird es doch sogar verboten, Spähne und Abfälle von dergleichen Holz in Küchen zu verbrennen.

Auffallend verschieden steht das Urtheil über Kyan's System in den beiden Gegenden, wo es im Grossen adoptirt wurde. Englische Ingenieure waren sehr bald der Ansicht, dass das Imprägniren bei Niederdruck von gar keinem oder doch die Kosten keineswegs deckendem Erfolge sei, weil die Hölzer nachweislich höchst ungenügend durchdrungen würden. Der Versuch, die Lauge stärker zu concentriren, scheint nicht gefruchtet zu haben. Auf der Great Western-Bahn löste man Sublimat in dem 46fachen Gewicht Wasser, erreichte aber nur eine Aufnahme von 0,8 Pfd. per cub. m. Holz.¹³⁾ Kyan ging deshalb 1836 zum Imprägniren unter Hochdruck über und selbst in Amerika imprägnirte man bei der Reading-Bahn Holz mit einer Sublimatlösung von 1:150 unter 7 Atmosphären Druck.¹⁴⁾ Die Erfolge scheinen jedoch nicht günstiger oder die Kosten zu hoch gewesen zu sein; insbesondere mag die Ausführung und Unterhaltung der hierzu erforderlichen Apparate — ohne Eisen mit der Lauge in Berührung zu bringen! — unübersteiglichen Hindernissen begegnet sein.

So ist im Vaterlande des Erfinders das Kyanisiren längst aufgegeben. Die weit günstigeren Erfolge in Baden sind dagegen unbestreitbar. Wir ersehen dies weniger aus den 20jährigen Schwellen der Mannheim-Heidelsberger Bahnstrecke, welche auf einem ungewöhnlich günstigen Untergrunde lagen (selbst die Leichen auf den Kirchhöfen jener

¹²⁾ Es sind dieses die Durchschnittsresultate der badischen Eisenbahnbetriebs-Verwaltung. Nach den Erfahrungen der badischen Bauverwaltung (Neubau von Bahnen) und nach denjenigen der oben genannten Holzlieferanten dürfte ein Ansatz von $1\frac{1}{2}$ - 2 Sgr. für den Arbeitslohn vollkommen ausreichen, so dass die Schwelle auf 7 Sgr. zu stehen käme — abgesehen von den Kosten für Anlage und Amortisation der Kyanisiranstalt.

¹³⁾ Förster's Bauzeitung 1857 p. 191. Die Dauer des Einlegens wird nicht angegeben, aber selbst wenn sie ebenfalls etwa 10 Tage betragen hätte, so könnte man vermuthen, dass eine starke Lauge weniger leicht als eine wässrige durch poröse Zellenwände zu dringen vermag. Das Sublimat ist nicht sehr leicht löslich, wird also auch gewiss leicht abgesetzt und die Poren verstopfen.

¹⁴⁾ Eisenbahnzeitung 1846 p. 27.

Kiesebene verwesen langsamer als anderswo), sondern vorzugsweise aus den genaueren und zuverlässigeren Nachweisungen, welche in den letzten 8 Jahren über die Bahnunterhaltung geführt worden sind. Diese Zeit genügt, um abermals das gute Resultat der Kyanisirung, namentlich an Nadelholz, zu constatiren. Woran liegt nun das? Es muss zugegeben werden, dass eine Schwelle nur auf geringe Tiefe vollständig mit der Lauge imprägnirt wird.¹⁵⁾ Bei der Flüchtigkeit des Stoffes möchte derselbe vielleicht in Gasform noch weiter eindringen, oder eine Art von Giftatmosphäre um die Schwelle herum bilden, welche trotz späterer Risse, Nagellöcher und dergleichen zum Abschrecken der Sporen genügt. Wie schon im Allgemeinen erwähnt, muss hier von der analytischen Chemie Aufschluss gewünscht werden. — Das Urtheil der Techniker-Versammlung in Dresden 1865 lautet¹⁶⁾:

»Nach den allerdings in einer beschränkten Anwendung auf den badischen Bahnen gewonnenen Erfahrungen des Imprägnirens mit Quecksilbersublimat verspricht dieses Verfahren sehr günstige Resultate, doch ist dasselbe 2- bis 2½ mal so theuer, wie das Imprägniren mit Zinkchlorid.«

§. 6. *System Boucherie*.¹⁷⁾ — An den ersten Eisenbahnlinien Frankreichs machte man ausschliesslich von eichenen Schwellen Gebrauch. Die Kostspieligkeit dieses Materials veranlasste den Dr. Boucherie, antiseptische Stoffe auf billigere Holzarten zu appliciren. Nach längeren Versuchen nahm er 1841 ein Patent auf die Conservation mit Kupfervitriol. Aber nicht auf dieser Substanz, deren antiseptische Eigenschaft längst bekannt war, beruht das Eigenthümliche des Verfahrens, sondern auf dem Princip: den Holzsaft durch die unter hydrostatischem Druck infiltrirte Flüssigkeit möglichst zu verdrängen und dann letztere an seine Stelle zu bringen.

Die erste Anwendung im Grossen wurde 1846 an der französischen Nordbahn, sowohl zu Schwellen als zu Telegraphenstangen, gemacht. Seitdem ist das Boucherie'sche Verfahren in Frankreich gleichsam das nationale geworden, durch Commissions- und Ausstellungsberichte vielfach empfohlen und noch gegenwärtig bei weitem in der ausgedehntesten Anwendung von allen conservirenden Methoden. In England hat dasselbe, soviel bekannt, keine Anwendung gefunden, weil die wesentliche Bedingung, das Holz frisch zu präpariren, dort selten erfüllt werden kann. Auch in Deutschland scheint man dem System nicht mit Vertrauen entgegen gekommen zu sein, indem es nur wenig, zuerst an österreichischen Bahnlinien unter dem Einfluss französischer Ingenieure, Eingang fand.¹⁸⁾ Die folgenden Beschreibungen beziehen sich auf das gegenwärtig in Frankreich übliche Verfahren.

¹⁵⁾ Wenn man angeblich aus dem Inneren einer dreissigfüssigen Schwelle regulinisches Quecksilber analysirt hat, so mag dasselbe vielleicht durch einen Riss hineingelangt sein. Abgesehen von Spalten und dergleichen beträgt die Tiefe des Eindringens am Langholz nach vielen Beobachtungen nur einige Millimeter und wird auch durch den Umstand bestätigt, dass über Rosten der Schienennägel und dergleichen nicht geklagt wird, während Sublimat sonst Eisen nicht verschont.

¹⁶⁾ Organ 1866, Supplementband p. 43.

¹⁷⁾ Quellen: Annales des ponts et chaussées 1850, 2 serie p. 225.

Conservation des bois par le procédé Boucherie, Paris 1857.

Zeitschrift des österreich. Ingenieur-Vereins 1857 p. 358.

Förster's Bauzeitung 1866 p. 146.

Imprägnirung von Telegraphenstangen: Förster's Bauzeitung 1864 p. 369.

¹⁸⁾ Auf der Pariser Ausstellung 1867 führte die Firma Steinbeis & Co. in Brannenburg, Oberbaiern, Buchenschwellen nach Boucherie's System mit Vitriol imprägnirt vor, welche auf den bayerischen Ostbahnen verwendet werden. Auch auf den sächsischen westlichen Staatseisenbahnen sind die für die Auswechslung der nächsten Jahre erforderlichen Schwellen nach Boucherie's Verfahren imprägnirt.

Vitriol wird von Bergwerken, welche Schwefelkupfererze fördern, zum Preise von beiläufig 12 Thlr. per Ctr. bezogen. Wichtig ist es, dass die Waare vollkommen neutralisirt, d. h. frei von Säure und anderen Metallsalzen, namentlich von Eisen sei, indem das schwefelsaure Eisenoxydul des sogenannten Halbvitriols sich leicht zerlegt und mit der freien Schwefelsäure die Holzfaser angreift.

Die Lösung wird durchgängig mit dem 100fachen Gewicht Wasser bewerkstelligt (einprocentige Lauge). Dies geschieht (Fig. 7) in hölzernen Tonnen mit etwa 1^m Höhe und 2^m Weite, von denen mindestens zwei zum abwechselnden Gebrauch auf einem Gerüst aufgestellt sind. Entsprechend dem Inhalt einer Tonne wird eine abgewogene Menge von Vitriol in einen Korb gefüllt und schwimmend ins Wasser gelegt. Das Gerüst steht gewöhnlich unbedeckt mitten auf dem Arbeitsplatz. Zum Aufbringen von Wasser aus irgend einem naheliegenden Gewässer dient eine gewöhnliche Handpumpe, an welcher, da sie auch zum Aufpumpen von gebrauchter Lauge benutzt wird, Eisentheile zu vermeiden sind. Der Gehalt der Lauge wird mittelst eines Aräometers geprüft (obiges Mischungsverhältniss entspricht 1^o des Beauméschen Aräometers).

Um Holz nach Boucherie's Verfahren zu präpariren, also um den Saft soweit möglich durch eine antiseptische Flüssigkeit zu ersetzen, ist es nothwendig, dass auch jener, der Saft, sich im höchsten Grade der Flüssigkeit befinde. Daraufhin ist vor allem die Fällzeit des Holzes zu wählen. Da die innere Lebensthätigkeit der Bäume ungefähr mit dem Jahresanfang beginnt, so enthalten sie in den 3 ersten Monaten einen reichlichen klaren wässerigen Saft, welcher erst im April zu gähren, d. h. neue Holzmasse abzuschneiden pflegt. Von hier an bis zum August gefälltes Holz würde der Imprägnirung grossen Widerstand entgegensetzen, da der Saft vielen und klebrigen Extractivstoff enthält. Im September nimmt die Vegetation ab, der Saft wird klarer und man hat bis zum Ende des Jahres ziemlich günstige Verhältnisse, wenn auch die Quantität des Saftes und die Saugfähigkeit der Zellenwände nicht so bedeutend ist, wie nach Neujahr. Mit diesen Regeln stimmt nun auch die Zulässigkeit des Aufbewahrens überein. Im Winter gefälltes Holz bewahrt seinen Flüssigkeitsgehalt länger klar und unzersetzt, als solches aus der Sommerzeit; so dass, weil man bei Frost nicht imprägniren kann, die stärkste Campagne der Conservationsplätze in die Frühlingsmonate fällt. Bis zum Juni sollte alles im Winter geschlagene Holz präparirt sein. Dem Sommerholz wird dagegen jeweils höchstens 1 Monat zum Transport und Lagern zugestanden. Und das Holz aus den Herbstmonaten muss vor Eintritt des Frostes fertig imprägnirt werden. Die gleich nach der Fällung in Wasser getauchten oder geflössten Hölzer behalten die Imprägnirungsfähigkeit sehr lange. Dadurch entsteht in gewissen Localitäten der Vortheil, das Fällen in bequemer Zeit vornehmen und die Stämme untergetaucht aufbewahren zu können, bis passende Gelegenheit zum Imprägniren kommt. Doch darf das Wasser nicht Sand führen und die Poren damit verstopfen.

Trotzdem man im Allgemeinen möglichst bald nach dem Fällen präparirt, erstarrt doch der Saft an den abgesägten Endflächen und lässt sich hier schwer vertreiben. Es werden deshalb unmittelbar vor der Imprägnirung die abgetrockneten Hirnholzenden abgesägt, auf mehr oder weniger Länge je nach der Zeit, welche seit dem Fällen verflossen. Auch die stattfindende Temperatur influirt natürlich auf diesen Umstand.

Alle Hölzer behalten ihre Rinde und werden lediglich abgelängt.¹⁰⁾ Bei Eisenbahn-

¹⁰⁾ Wollte man sie vorher beschlagen, so würde man Fasern blosslegen, durch welche die Flüssigkeit ausschwitzt. Das Holz soll gleichsam eine Röhre mit zwei offenen Enden darstellen. Auch dürfen keine erheblichen Verletzungen vorkommen.

schwollen wählt man diese runden Klötze entweder von einfacher oder von doppelter Schwellenlänge (2,5 oder 5^m) und hiernach giebt es auch zweierlei Wege, die Lauge an das Holz zu bringen. Der Durchmesser beträgt mindestens so viel, dass nach erfolgter Imprägnirung zwei halbrunde Schwellen gewonnen werden. Alle Klötze werden reihenweise und mit geringer Neigung auf Langschwellen gelegt und auf denselben festgeklammert. Längs jeder Reihe von einfachen Klötzen (Fig. 7 links) liegt ein Zuleitungsröhr *a* (5 bis 6 cent. weit aus Kupferblech) in Verbindung mit der Laugentonne. Vor dem Hirnende jedes Klotzes wird ein in Fett getränktes Seil umgelegt, ein Brett vorgelegt und dieses mit einigen Klammern fest angezogen, so dass eine cylindrische wasserdichte Kammer entsteht (Fig. 9). Jede Kammer communicirt mit der Leitungsröhre durch ein Kautschukrohr, empfängt also Lauge unter einer Druckhöhe von ungefähr einer Atmosphäre. Um die Luft aus der Kammer zu entlassen, genügt es den Rohrspund etwas zu lüften; und die Lauge sieht nun keinen anderen Weg vor sich, als in das Hirnholz des Klotzes einzudringen und seine Fasern zu verfolgen, indem sie den Saft vor sich hertreibt. Schliesslich erreicht sie das entgegengesetzte Ende und tröpfelt hier in eine offene hölzerne Rinne *b*, welche unter sämmtlichen Klötzen der Reihe hinläuft.²⁰⁾

Klötze von doppelter Schwellenlänge (Fig. 7 rechts) erhalten in der Mitte einen Sägeschnitt, bis auf $\frac{9}{10}$ des Durchmessers und werden sodann etwas aufgekeilt, so dass der Sägeschnitt nach oben aufklafft. Man legt nunmehr ringsum einen gefetteten Strick und lässt den Klotz wieder fallen. In Folge davon schliesst sich der Sägeschnitt und klemmt den Strick zwischen die beiden Hirnholzflächen, so dass ebenfalls eine cylindrische Kammer entsteht (Fig. 8). Die Zuleitung erfolgt aus der Röhre *a* durch ein Zweigrohr und ein schräg durchbohrtes Loch. Zum Entlassen der Luft im Anfang des Einfließens stösst man mit einer Nadel ein feines Loch in den Strick und verstopft dasselbe, sobald die Lauge selbst aussen erscheint. Natürlich fliesst die letztere nun nach beiden Richtungen und wird gesammelt in den beiden Rinnen *b*.

Auf grossen Werkplätzen besteht ein ganzes System von Zuleitungsröhren, fest eingebettet, mit Hähnen und regelmässigen Ansätzen zum Anstecken der Kautschukzweige versehen, sowie ein anderes System von Rinnen, welche mit gehörigem Gefälle schliesslich in eine Tonne unter dem Gerüst sich entleeren. Auch diejenige Flüssigkeit, welche aus etwaigen Rissen und Astlöchern der Klötze ausschwitzt, kann noch in Rinnen aufgefangen werden. Um nun den Gehalt von Vitriol in der ablaufenden Flüssigkeit nicht verloren gehen zu lassen, wird dieselbe in die Mischungsbehälter aufgepumpt und hier zur vorschriftsmässigen Stärke ergänzt. Allein dieselbe enthält zugleich Holzsaft und wird daher nach kurzer Zeit — trotz Abschäumen und Filtriren durch ein Tuch — ganz unbrauchbar, in mechanischer Beziehung zu schleimig, in chemischer zu unrein.

Der Vorwurf, welcher aus diesem Grunde dem Boucherie'schen System lange mit Recht gemacht wurde, ist indessen vor einigen Jahren durch eine gründliche Filtration beseitigt, auf welche, soviel bekannt, der Holzhändler André in Strassburg ein Patent nahm. Es befinden sich am Fuss des mehrerwähnten Gerüstes eben so viele Filtertonnen, wie oben Mischungstonnen. Jede der ersteren besitzt einen Deckel, der an einer Kette mit Balancirgewicht leicht zu heben ist, um die filtrirende Substanz (Kies oder Kohle!) einzu-

²⁰⁾ An der Altona-Kieler Bahn wurde nach Fig. 10 behufs Bildung der Kammer eine Dose von Messing mit zugeschrägtem Rande vor die Hirnholzfläche angesetzt und mit einigen Hammer-schlägen eingetrieben. Der Durchmesser der Dose war etwas kleiner als der des behandelten Stammes. Die Dose besass einen Ansatz für den anzuschraubenden Kautschukschlauch, sowie ein Loch mit Pflock zum Entfernen der Luft beim Anlassen der Flüssigkeit. Dieser Apparat arbeitet vermuthlich bequemer und zuverlässiger als Hanfstricke und Bretter.

schlitten, hierauf geschlossen und mit einigen Ankern fest auf das Gefäss gepresst wird. Die Flüssigkeit macht nun folgenden Weg: aus den Rinnen durch die Pumpe in eine der oberen Tonnen, durch ein Blechrohr abwärts an dem Fuss einer Filtertonne, welche also unter 8—10^m Druckhöhe von unten nach oben passirt wird, endlich aus dem Filter entweder direct in die Zuleitungsröhre oder wirksamer (weil die Reibungswiderstände im Filter unschädlich werden) abermals durch die Pumpe auf das Gerüst, um von hier direct in das Röhrensystem einzufliessen. Eine Filtertonne muss bei fortwährendem Gebrauch täglich gereinigt werden. Durch passende Rohr- und Hahnverbindungen zwischen den verschiedenen Behältern und Leitungen lässt sich der Betrieb der ganzen Anstalt bequem und ununterbrochen fortsetzen, ohne dass es schwierig wäre, gewisse Theile behufs Reinigung oder Reparatur auszuschalten.

Während der ganzen Arbeitsdauer muss das Abfließen der Lauge an den Endflächen beobachtet werden, um die Energie und Gleichförmigkeit der Imprägnation zu prüfen. Man bedient sich zu diesem Zwecke eines kupfernen Röhrens, welches an verschiedenen Stellen der Endfläche angetrieben ein Tröpfchen Vitriollösung entlockt, sobald die betreffenden Fasern davon durchdrungen waren. Ferner bestimmt man mit dem Aräometer den Gehalt der ablaufenden Flüssigkeit an Vitriol, welcher im Anfang schwach sein wird und allmählich steigt, in entgegengesetztem Maasse wie das Holz Vitriol zurück behält. Zeigt sie $\frac{2}{3}$ des Gehaltes, welchen sie beim Einfließen besitzt, so wird das Holz als genügend imprägnirt angesehen und demnach die Operation abgebrochen. Die hierzu erforderliche Zeitdauer hängt von mancherlei Umständen ab. Man kann annehmen, dass sie mit der angewendeten Druckhöhe in gradem Verhältniss steht und in umgekehrtem mit dem Durchmesser und dem Quadrate der Länge des Klotzes. Ferner ist die Witterung von grossem Einfluss, indem feuchte milde Luft das Verfahren beschleunigt, Trockenheit und Kälte es verzögern. Von grösster Bedeutung aber ist die Beschaffenheit des Holzes selbst. Nicht nur erfordert länger aufbewahrtes Holz mehr Zeit, sondern der Unterschied zwischen Splint- und Kernholz in der Saugfähigkeit kann jederzeit bemerkt werden. In dieser Beziehung sind diejenigen Holzgattungen am vollständigsten zu conserviren, welche bei mittlerem Härtegrad am wenigsten Unterschiede in ihren Jahrringen besitzen (Buche und Kiefer), während an solchen von sehr hartem Kern (Eiche) oder von sehr weichem Splint (Tanne) die Flüssigkeit fast nur den Umfang durchzieht. Buchene Klötze für Bahnschwellen in frischem Zustande bedürfen durchschnittlich 48 Stunden, längere Stücke und sonstige Sorten bis zu 100 Stunden. Alle Hölzer aber, welche nach 100 Stunden das gewünschte Ziel nicht erreichen, pflegt man umzuwenden und einer Präparation in entgegengesetzter Richtung zu unterwerfen. Dabei kommt nicht nur das schwächer imprägnirte Ende zuerst an die Flüssigkeit, sondern es werden auch die Zellenwände wieder geneigter zum Durchsaugen gemacht (wie jedes Papierfilter nach dem Umdrehen).

Bis zu dem oben angegebenen Zeitpunkte, wo die Imprägnirung eingestellt wird, ist bei Buchenholz durchschnittlich eine dem dreifachen Volumen des Klotzes gleiche Flüssigkeitsmenge ausgeflossen.²¹⁾ Mehr noch bedarf man zum Einfließen, da das Holz stets vollständiger mit Lauge als mit Saft angefüllt wird. Die betreffende Gewichtszunahme beträgt nach Boucherie's Messungen²²⁾ per cub. m. Schwellenholz von der

Tanne 24 Kil.	Kiefer 57 Kil.
Eiche 25 -	Buche 95 -

²¹⁾ Wie stark die Quantität des Saftes werden kann, zeigt ein Beispiel, wo aus einem Buchenstamm von ca. 15^m Länge und 0,9^m mittlerem Durchmesser innerhalb 23 Stunden 3060 litres Saft abgeflossen und durch 3210 lit. Lauge ersetzt waren.

²²⁾ Annales des ponts et chaussées 1850, wo noch andere Holzgattungen angeführt sind.

Hierdurch wird auch die oben angezeigte Eigenthümlichkeit der Holzarten bestätigt. Die Vermehrung des Gewichtes besteht indess nicht bloß in trockenem Vitriol, auch nicht in genau einprocentiger Lauge, sondern aus einem Mittelwerth zwischen beiden. Die Aufnahme an Vitriol (in trockenem Zustande) lässt sich nur aus der Gehaltsdifferenz zwischen der einlaufenden und ablaufenden Flüssigkeit ermitteln und beträgt durchschnittlich bei Buchen- und Kiefernholz:

per cub. met.: 5,5 Kil.
- Schwelle: 0,55 -

Diese Zahl wird von französischen Ingenieuren als Norm angenommen und den Holzlieferanten auferlegt — selbst wenn eine andere Methode als die von Boucherie gewählt werden wollte. Ehe das Abfangen der Flüssigkeit und ihre Filtrirung sorgfältig geschah, rechnete man an Vitriolbedarf per Schwelle 0,7 Kil., wovon eben 0,15 verloren gingen oder allzusehr verunreinigt wurden.

Die Kosten der Imprägnirung von Holz mittlerer Härte nach Boucherie können gegenwärtig veranschlagt werden ²³⁾:

	per cub. m.	per Schwelle.
Vitriol	11 Pfd. = 4 Sgr.	1,1 Pfd. = 4 Sgr.
Arbeitslohn	20 -	2 -
Zusammen:	60 Sgr.	6 Sgr.

Die antiseptische Kraft des Vitriols ist nicht zu bezweifeln. Sie soll nach König's Versuchen ²⁴⁾ darin bestehen, dass der Stoff vom Harz, nicht von der Holzfaser, gebunden wird. Er lässt sich in Verbindung mit dem Harz durch Alkohol extrahiren. Stickstoffhaltige Bestandtheile würden durch anhaltende Imprägnirung ausgezogen (also mechanische und nicht chemische Wirkung?), da der Stickstoff im conservirten Holz nicht mehr nachzuweisen. Indess kann eine hervorragend conservirende Eigenschaft dem Vitriol nicht zugeschrieben werden und seiner Anwendung stehen jedenfalls der hohe Preis, sowie der Missstand, dass derselbe mit Eisenbestandtheilen im Holz sich zersetzt, entgegen. Letzteres aber influirt nicht bloß auf Schienennägel und dergleichen, sondern vor Allem auf die Erhaltung selbst, da der entstehende Eisenvitriol kaum schützt. ²⁵⁾ In beiden Beziehungen ist die Concurrenz des Zinkchlorids bedeutsam, und es scheint in der That

²³⁾ A. a. O. werden die einem Unternehmer der Eisenbahn von St. Quentin erwachsenen Kosten per Buchenschwelle angegeben wie folgt:

Allgemeine und Einrichtungskosten	0,108 fr.
Transport des Holzes zum Werkplatz	0,301 -
Vitriol (0,7 Kil.)	0,499 -
Arbeitslohn	0,203 -
	1,114 fr.

Von diesen Posten rechnen wir den ersten, als beim Vergleich der verschiedenen Methoden unpassend, und den zweiten, als zur Imprägnirung nicht gehörig, ganz ab, ferner die Menge des Vitriols kleiner, aber seinen Preis nach gegenwärtiger Höhe, endlich den Arbeitslohn wegen des Filtergeschäftes und wegen des allgemeinen Steigens der Arbeitslöhne grösser. — Gegenwärtig berechnet man nach mehrfachen Erhebungen die Kosten der Präparation einer Buchenschwelle in Frankreich zu 0,9 frs., wobei Anlagekosten und Unternehmergewinn inbegriffen sind.

²⁴⁾ Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen 1862 p. 341.

²⁵⁾ Brame hat beobachtet, dass mit Kupfervitriol imprägnirte Schwellen an den Nagellöchern zuerst verderben und nach wenigen Jahren ausgewechselt werden mussten (Annales des p. et es. 1860, 2 sem. p. 65). Anderwärts wurde auch metallisches Kupfer in Schwellen gefunden und Dalpiaz ist sogar der Meinung, dass Kupfervitriol das Holz zwar für einige Jahre gut conservire, dann aber zu einer beschleunigten Zerstörung beitrage, weil Schwefelsäure und Kupfer sich trenne und erstere die Holzfasern angreife (Moniteur industr. 1851, Nr. 1518).

kein Hinderniss vorzuliegen, unsere Methode auch mit diesem Stoff durchzuführen. Manche Theile des Apparates liessen sich noch vortheilhafter (aus Eisen) construiren. Hat doch Boucherie selbst mancherlei andere Substanzen, als holzessigsäure Salze, Glaubersalz, u. a. versucht, von welchen nicht ungünstige Resultate bezüglich der Durchdringung entsprangen, aber wegen der Kosten und des geringen conservirenden Erfolges wieder abgegangen wurde.

Das System Boucherie erreicht zweifellos bei mehreren Holzarten und geeigneten Stücken derselben eine genügend vollständige Imprägnirung. Es besitzt vor dem einfachen Tränken in dieser Beziehung einen bedeutenden Vorzug und vor dem allerdings wirksameren Hochdruckverfahren den, dass die Vorrichtungen einfach und leicht versetzbar sind. Wegen des geringen Anlagecapitals kann es daher schon bei kleinen Quantitäten, z. B. an einzelnen Brückenbauten, an verschiedenen Plätzen im Walde, benutzt werden. Auch dürfte die Handhabung und Reparatur der Apparate nirgends besonderen Schwierigkeiten unterliegen. Dagegen besteht der Hauptnachtheil des Systems darin, dass man nur rundes Holz imprägniren kann und beim späteren Beschlagen grade die Splinthteile, welche am meisten antiseptischen Stoff eingesogen hatten, in die Spähne verliert. Um diesen Nachtheil zu verringern, müsste man Stämme von recht grossem Durchmesser wählen und dieselben nachher durch Zersägen in eine Anzahl rechteckig profilirter Schwellen, Bretter, Latten u. s. f. theilen, also überhaupt den runden Querschnitt möglichst ausnutzen, was allerdings schon die gewöhnliche Oekonomie auch an unpräparirtem Holz verlangt. Der genannte Verlust verschwindet ganz bei Rundholz (Telegraphenstangen, Einfriedigungshölzer, Brückenbalken mit nothdürftiger Abflachung), sowie bei halbrunden Bahmschwellen. Unter Berücksichtigung dieser geometrischen Formen, unter Beschränkung auf Buchen- und Kiefernholz und endlich bei Gebrauch eines passenden Stoffes dürfte dem Boucherie'schen Verfahren noch eine gute Zukunft bevorstehen.

§. 7. *System Burnett.*²⁶⁾ — Eine bedeutende Erfindung zum Imprägniren von Holz wurde durch den Franzosen Bréant 1831 gemacht und demselben 1838 patentirt. Er brachte die Hölzer in ein verschlossenes Gefäss, entzog mittelst einer Luftpumpe die Luft aus den Holzzellen, füllte sodann das Gefäss mit der antiseptischen Flüssigkeit und setzte unmittelbar nachher diese einem starken Luftdrucke bis zu 10 Atmosphären aus, wodurch sie mit grosser Energie in das von ihr umgebene Holz eindrang. Man nannte dies Verfahren das pneumatische, selbst dann noch, als in England das Einpressen nicht durch Luftdruck, sondern — einfacher — durch Pumpen, also durch hydrostatischen Druck vorgenommen wurde. In dieser Form fand es zunächst in England, nach Abschaffung des Kyanisirens, wegen der grossen praktischen Vortheile und guten Erfolge starke Anwendung und zwar auf mancherlei antiseptische Stoffe.

Auch Burnett, welchem schon 1838 das einfache Tränken von Holz in einer Lösung von Zinkchlorid patentirt worden war, ging alsbald zum Hochdruck über und fand nun mit dieser vollkommenen Durchdringung verdienten Erfolg. Auf dem Continent wurde Burnett's System, soviel bekannt, zuerst 1846 an den Telegraphenstangen zwischen Bremen und Bremerhafen, sodann 1847 an den Schwellen der Eisenbahn zwischen Han-

²⁶⁾ Quellen, namentlich mit Abbildungen:

Zeitschrift des Arch. - u. Ing. - Vereins v. Hannover 1855 p. 237 und Tafel 15. Apparat der hannov. Bahnen.

Zeitschrift für Bauwesen 1860 p. 256, Bl. 32 und 33. Apparat der westphälischen Eisenbahn.

Mittheilungen des sächs. Ingenieur - Vereins, 3. Heft: Preisschrift von Buresch, 1860. Apparat auf dem Bahnhofe zu Braunschweig.

nover und Bremen benutzt. Da diese Versuche vollkommen gelangen, so hat die Hannoverische Eisenbahn-Verwaltung das System seit 1850 für sämtliches Holz beim Bau und bei der Unterhaltung ihrer Linien adoptirt. In den nächsten Jahren ahmten andere norddeutsche Bahnen diesen Vorgang nach und gegenwärtig wird das pneumatische Verfahren allgemein als der effectvollste, vielfach auch als der pecuniär lohnendste Weg zum Imprägniren angesehen. Die folgende Beschreibung entspricht wesentlich den hannoverschen Einrichtungen, welche nach 20jährigen Erfahrungen wohl unter allen als normal angesehen werden dürfen.

Zinkchlorid wird von chemischen Fabriken, in welchen Salzsäure als Nebenproduct abfällt, bezogen. Die Flüssigkeit (Salzsäure, in welcher Zink »aufgelöst« ist) wird in umflochtenen gläsernen Ballons verschickt. Gewöhnliche Beimengungen bilden: freie Salzsäure, Eisenchlorür und Wasser, von welchen die erste schädlich für das Holz, das zweite gleichgültig, das dritte natürlich nur kostspielig ist. Auch sonstige unlösliche Unreinigkeiten kommen vor. Der Preis richtet sich nach dem Grade der Raffinirung, welcher ausgedrückt wird gemäss dem Procentgehalt der Flüssigkeit an metallischem Zink. Es ist aber ganz überflüssig, darin viel zu verlangen, weil der Stoff ja doch noch verdünnt und gleich beim erstmaligen Gebrauch durch Holzsaft stark verunreinigt wird. Der passendste Gehalt von metallischem Zink dürfte 25 % sein: das specifische Gewicht des »concentrirten Zinkchlorids« beträgt dann etwa 1,6 und der Preis durchschnittlich 3 Thlr. per Ctr.²⁷⁾ — Bei starkem Bedarf empfiehlt es sich, die sehr einfache Bereitung des Zinkchlorids auf den Präpariranstalten selbst vorzunehmen. In runder Zahl wird 1 Gewichtstheil Zink zu 3 Theilen Salzsäure gebracht, in Gefässen von Steingut oder Blei, und so lange Zink zugesetzt, bis die Flüssigkeit nicht mehr (an Lakmuspapier) sauer reagirt, der Vorsicht wegen mit etwas Ueberschuss von Zink. Da der Preis von rohem gegossenem Zink per Ctr. 6 Thlr., von roher Salzsäure 2 Thlr. beträgt und beide Grundstoffe nicht einmal Reinheit, also auch nicht jene Preise bedürfen, so ergibt sich gewöhnlich ein Vortheil für die Selbstfabrikation des Zinkchlorids. Die Salzsäure kann ohne vorgängige Concentration, wasserhaltig wie sie gewonnen wird, benutzt werden, vorausgesetzt, dass die Transportkosten durch das mehr zu transportirende Wasser nicht um einen grösseren Betrag vermehrt werden, als die rohe Säure billiger ist. Als Zinkantheil benutze man Rohstäbe oder Abfälle von metallischem Zink, oder Zinkoxyd, Zinkblende, Ofengalmei, welche als Nebenproducte in Zinkhütten wohlfeil zu haben sind. Selbstverständlich dürfen schädliche lösliche Zusätze in diesen Stoffen nicht vorkommen, geringe erdige Beimengungen können abfiltrirt werden.

Die Mischung von Wasser und Zinkchlorid erfolgt nach Raummaass mittelst kalibrirter Gefässe. Burnett schrieb zuerst vor, 1 Raumtheil Salzflüssigkeit auf 59 Theile Wasser zu nehmen. Später ging man auf stärkeren Gehalt aus, so in Hannover und Braunschweig 1:25 bis 1:30, an der westphälischen Eisenbahn 1:24, an der Köln-Mindener Bahn sogar 1:14,²⁸⁾ in der Meinung, dadurch mehr Stoff in das Holz zu bringen. Diese Absicht ist nur bis zu einem gewissen Grade erreicht, da eine salzhaltigere Flüssigkeit weniger leicht durch die Zellen dringt, als eine wässerige. Auch scheint der höhere Auf-

²⁷⁾ Bei der mecklenburgischen Friedrich-Franz-Bahn wurde Zinkchlorid von 44,5 % Zinkgehalt verwendet, dafür aber auch der hohe Preis von 6 Thlr. frei Hafenplatz Malchin bezahlt (Organ 1867 p. 18). Die Zahl 44,5 muss übrigens bezweifelt werden, weil 32 % den zufolge der chemischen Aequivalente grösstmöglichen Gehalt an Zink darstellen.

²⁸⁾ Zeitschrift für Bauwesen 1860 p. 260. Hier wird das specifische Gewicht der Lauge zu 1,04, dasjenige des Zinkchlorids zu 1,6 (25 % Metallgehalt) angegeben, woraus obiges Verhältniss berechnet ist.

wand nicht von einem entsprechend besseren Erfolge begleitet zu werden, im Gegentheil Angriffe auf die Holzfaser, Einfaulen der Nägel und dergleichen unter Umständen herbeizuführen.²⁹⁾ Gegenwärtig ist man im Allgemeinen wieder auf dünnere Lösung zurückgegangen und schreibt z. B. vor in Hannover 1:60, in Braunschweig 1:50,³⁰⁾ in Mecklenburg 1:40.³¹⁾

Zum Mischen und Aufbewahren dienen grosse Cisternen aus Holz, besser aus Eisen, auch wohl Holzkasten mit Blechfutter. Bei mehrmaliger Benützung und Ergänzung der Lauge auf einen bestimmten Gehalt kann freilich die Mischung nicht mehr nach Raummaass, sondern nur nach ihrem specifischen Gewicht (mit dem Aräometer) geprüft werden. Hierbei ist noch genaue Beobachtung der Temperatur erforderlich, weil die Lösung von Zinkchlorid in Wasser bei geringen Temperaturunterschieden bereits stark verschiedene specifische Gewichte zeigt. Aus der Unzuverlässigkeit derartiger Messungen erklären sich auch wohl zum Theil die grossen Unterschiede in den veröffentlichten Durchschnittszahlen des aufgenommenen antiseptischen Stoffes.

Das Imprägnirgefäss des Systems Burnett ist ein Kessel (Fig. 11), cylindrisch mit halbkugelförmigen Enden. Die Länge des cylindrischen Theils beträgt gewöhnlich 4 Schwellenlängen (9,6—10^m) und der Durchmesser 1,8^m. Zweckmässig wären beide Dimensionen zu vermehren, um weniger unbenutzten Raum zu haben und gelegentlich ganz lange Hölzer behandeln zu können, etwa 6 Schwellenlängen 15^m und 2^m. Die Construction aus 10 mill. starkem Blech ist die gewöhnliche eines Dampfkessels. Nur ist der vordere halbkugelförmige Kopf zum Abnehmen eingerichtet und kann mit Hilfe einer Rollvorrichtung seitwärts geschoben werden, um den Kessel zu öffnen. Die Verbindung beider Theile wird durch starke Flanschen, einen zwischengelegten Reif aus gefettetem Hanf und Schraubenbolzen bewerkstelligt. Da letztere viel gebraucht und auf Festigkeit stark beansprucht sind, so bestehen sie oft aus Stahl, haben 40 mill. Durchmesser und sind in Abständen von nur 100 mill. angeordnet. Im Kessel befindet sich ein Schienengleis mit enger Spur, der Schluss von Gleisen, welche den Holzlagerplatz durchziehen. Die betreffenden Transportwagen schliessen sich der Kesselform möglichst genau an und bestehen ausser ihren 4 Rädern (Fig. 12) hauptsächlich aus zwei grossen eisernen Bügeln, deren oberer Theil durch Charniere beweglich ist, um das Laden zu erleichtern. Die Wagen bleiben während des Präparirens im Kessel; so viele in letzterem hinter einander Platz haben (also gewöhnlich 4) bilden einen Satz. Ein Wagen nimmt, je nachdem die Hölzer stark, grade u. s. w. sind, 30—40 Eisenbahnquerschwellen auf. Weichenschwellen ragen etwa in die Kugelhauben hinein, und Langhölzer werden auf zwei Wagen geladen. Zu einer Imprägniranstalt mit wohlgeordnetem Betrieb gehören mindestens zwei Kessel und drei Wagensätze, damit jederzeit ein Kessel gefüllt, der zweite im Auswechseln der Hölzer begriffen und der dritte Wagensatz auf dem Lagerplatz vorbereitet wird. — Jeder Kessel ist mit Sicherheitsventil, Wasserstandsglas, Lufthahn, Manometer und allen den Röhren versehen, welche die Verbindung der Kessel unter sich, sowie mit Dampfkessel, Luftpumpen, Druckpumpen und Cisternen versehen. Für die angegebene Zahl und Grösse der Präparirkessel bedient man sich gewöhnlich eines für 10 Pferdekräfte eingerichteten Dampfkessels (namentlich wenn die Hölzer gedämpft werden sollen) und einer Dampfmaschine von 4 Pferdekräften. Letztere wirkt mittelst Ausrückvorrichtungen nach Belieben auf eine Luftpumpe (gewöhnlich mit zwei Cylindern unter Wasserliederung), auf eine Wasser-

²⁹⁾ Ueber diese noch wenig aufgeklärten Erscheinungen s. Buresch a. a. O. p. 80—88.

³⁰⁾ Organ 1866, I Supplementband p. 38.

³¹⁾ Organ 1867 p. 19.

pumpe (zum Herbeischaffen des Wassers für die Laugenmischung, sowie zur Kessel-speisung), auf eine kleine Druckpumpe (mit Saugrohr aus der Cisterne und Druckrohr in den Präparirkessel), endlich auch öfters auf den Apparat zum Schwelleneinschneiden und auf eine Holzsäge. Alle diese Gegenstände werden in einem Gebäude untergebracht. Die Anlagekosten einer Imprägniranstalt von der beschriebenen Ausdehnung sind an einigen Orten auf über 20000 Thlr. zu stehen gekommen. Beschränkt man indessen die Constructionen auf das Nothwendigste, z. B. Cisternen aus Holz, Gebäude von provisorischem Charakter, und sind die Eisenpreise grade niedrig, so hat auch die Hälfte jener Summe schon ausgereicht.³²⁾

Alles Holz wird vor der Präparation fertig bearbeitet. Nachdem es in den Kessel gebracht und dieser verschlossen worden, wird unter Abstellung aller sonstigen Röhren der inzwischen im Dampfkessel erzeugte Dampf eingeleitet. Nach dem Anlassen des Dampfes muss wiederholt der oben auf dem Kessel befindliche Lufthahn geöffnet werden, bis die im Kessel enthaltene Luft entwichen ist, sowie ein Ablasshahn unten, um den aus dem Holz getriebenen Saft herauszunehmen. Bei der Grösse des Raums, in welchen der Dampf strömt, muss seine Spannung daselbst gegen diejenige des Dampfkessels bedeutend abnehmen, sie steigt allmählich wieder, wird aber nur soweit fortgesetzt, bis die Hölzer etwa die Siedehitze erreicht haben. Wann dieser Zeitpunkt erreicht ist, kann aus Proben (Einschluss von Rose'schen Metall in Holz von verschiedenen Dimensionen) erkannt und

³²⁾ Das pneumatische Verfahren hat erst vor Kurzem in Frankreich Eingang gefunden, und zwar an dem Netz der Midi-Bahn. Mehrere stabile Imprägniranstalten sind von englischen Unternehmern daselbst angelegt — aber auch transportable, um an Transportkosten des Holzes zu sparen. Erwägt man die Arbeit, welche es erfordert, zuerst aus allen Wäldern Schwellen auf einen Punkt zusammen zu bringen und nachher von demselben auf eine im Bau oder Betrieb befindliche lange Strecke zu vertheilen, so leuchtet die Richtigkeit des Grundsatzes ein, das kleinere Gewicht (die Präparirkessel) statt des grösseren (der Schwellen) in Bewegung zu setzen. Allerdings erfordert dies schon eine bestehende Eisenbahn, da man die Apparate schwerlich auf Landstrassen genügend beweglich machen kann, aber für die Unterhaltung von Bahnen und für den Anschluss kleiner Zweigbahnen an eine Hauptlinie (eine Aufgabe, welche jetzt so oft vorkommt), lohnt sich ein transportabler Apparat sicher in vielen Fällen. Nach dem Bericht in Förster's Bauzeitung 1864 p. 380 und Bl. 679 besteht derselbe aus zwei gewöhnlichen offenen Güterwagen, von denen jeder die Hälfte eines Präparirkessels trägt, welche durch Schraubenflanschen vereinigt werden können. Der eine Wagen enthält überdies einen Krahn zum Abschwenken der vorderen Kesselhaube, der andere die Dampfmaschine mit Dampfkessel und Pumpen. Als Cisterne für die Lauge dienen Kasten, welche zwischen den Rädern an die Wagenböden gehängt sind und unter sich mittelst biegsamer Röhren zusammenhängen. Dieser Imprägnir-train kann mit jedem Güterzuge fortgeschafft und überall gebraucht werden, wo es Wasser neben der Bahn giebt. Umständlich scheint nur das Beschicken und Entleeren des Präparirkessels zu fallen, indem die Schwellen in etwa 2^m Höhe über dem Terrain einzeln (allerdings an drei offenen Querschnitten gleichzeitig) ein- und ausgebracht werden müssen. Die Benutzung eines erhöhten Verladeplatzes würde dies wohl erleichtern, aber doch noch nicht so bequem machen, wie der Gebrauch oben beschriebener Schwellenwagen.

Einfacher noch ist ein von Fagnéau construirter Apparat (Fig. 13 und 14). Das Präparirgefäss besteht aus zwei Hälften, jede von einer Schwellenlänge und auf vier Rollen laufend. Sie bestehen hier aus Gusseisen und sind deshalb wieder jede aus zwei Trommeln und einem Deckel zusammengesetzt. In Blechconstruction würde diese Theilung, welche übrigens niemals gelöst wird, wegfallen. Nur in der Mitte lässt sich der Kessel leicht theilen, jede Hälfte sehr leicht laden, dann wieder zusammenschieben und der Apparat ist zum Imprägniren fertig. Natürlich würde man auch noch weitere Theile einschalten können, um Kessel von drei oder vier Schwellenlängen zu bilden. Diese Kesseltheile dienen demnach unmittelbar als Schwellenwagen und machen den in den deutschen Anstalten durch letztere eingenommenen Kesselraum nutzbar. In der That gebraucht Fagnéau sie auch in dieser Weise, da bei ihm Cisterne, Pumpen u. s. w. in der Mitte eines grossen Lagerplatzes stabil sind. Doch wäre es ein Leichtes, diesen ganzen Apparat ebenfalls beweglich zu machen und damit die in Frage stehende Aufgabe bestens zu lösen.

fernerhin am Manometer abgelesen werden. In Gefässen von oben angegebener Grösse dauert das Dämpfen gewöhnlich 3 Stunden, die Dampfspannung beträgt schliesslich wenig mehr als 1 Atmosphäre (gegen 4 im Dampfkessel), die Temperatur des gegen das Ende abgelassenen Holzsaftes 80—90° C. Der Dampf wird nun abgestellt und so lange durch den Ablasshahn ausgeblasen, bis der Rest, eine Mischung von Wasserdampf und Luft aus den Holzzellen, auf gewöhnliche atmosphärische Spannung hinuntergegangen. Hierauf — oder manchmal noch etwas früher — wird die Luftpumpe in Arbeit gesetzt und der Kessel evacuirt. Der Zweck dieser Operation besteht darin, Luft, Wasserdampf und Saft soweit möglich aus dem Holz zu extrahiren und es dadurch recht geneigt zur Aufnahme der antiseptischen Flüssigkeit zu machen. Man will zuweilen der absoluten Luftleere ziemlich nahe gekommen sein³³⁾, doch dürfte ein geringerer Grad als genügend anzusehen sein, da die Aufnahmefähigkeit des Holzes bei weiterer Arbeit der Luftpumpe nicht erheblich gesteigert wird. In Hannover wird gewöhnlich $\frac{1}{3}$ Atmosphäre erreicht und zwar innerhalb $\frac{1}{2}$ Stunde. Aber mit dieser erstmaligen Arbeit ist nur der Kesselraum und noch lange nicht das Innere des Holzes entleert; Beweis dafür, dass das Barometer rasch fällt, wenn jetzt die Luftpumpe abgestellt würde. Die Luft aus den Holzzellen ergiesst sich nämlich in den umgebenden leeren Raum wegen der durch das Holz gebotenen Reibungswiderstände nur allmählich und ist noch keineswegs beseitigt. Man lässt daher die Luftpumpe, wenn auch langsamer, weiter arbeiten, bis bei wiederholtem Versuch, sie abzustellen, das Barometer nicht mehr in auffällender Weise schwankt, ein Zeichen, dass die Luft innerhalb und ausserhalb des Holzes ins Gleichgewicht, d. h. auf ein gleiches Vacuum gebracht worden ist. Jetzt ist der Zweck — soweit überhaupt möglich — erreicht; denn eine fernere Luftbewegung aus den Zellen würde auch bei länger andauerndem Vacuum nicht bewerkstelligt, demnach auch kein weiter Antrieb zum Ausfliessen von condensirtem Wasserdampf und Saft gegeben. Eine gewisse nicht unerhebliche Quantität dieser Flüssigkeiten bleibt nothwendig im Holz zurück, weil ihre Extraction schwieriger, somit langsamer von Statten geht, als diejenige der Luft. Die ganze Arbeit der Luftpumpe dauert durchschnittlich 1 Stunde. Im Einzelnen hängt sie natürlich ab von der Geschwindigkeit, mit welcher man die Pumpen arbeiten lässt und von dem Zustand des Holzes; daher die Angaben über die Zeitdauer dieser Operation und die Vorschriften in den Imprägniranstalten immerhin ziemlich stark von einander abweichen.³⁴⁾

Unter stetem Fortgang der Luftpumpen öffnet man nun das Verbindungsrohr zwischen Kessel und Cisterne und macht die Lauge aus der letzteren in den leeren Raum aufsteigen. Das Steigen der Flüssigkeit im Kessel lässt sich am Wasserstandsglas und selbst mit der aufgelegten Hand leicht verfolgen, indem derselbe alsbald erkaltet, wie die kalte Flüssigkeit seine Wand berührt. Sobald der Kessel ganz oder nahezu gefüllt ist, wird endlich das Luftpumpen eingestellt und ein etwaiger geringer Rest von Luft im Präparirkessel dadurch vollends entfernt, dass man im Anfang der Druckarbeit den Luftbahn öffnet, bis die Lauge ihm zu entströmen beginnt. Die Druckpumpe lässt man nun — unter Abschluss aller sonstigen Ausgänge des Kessels — so lange fortarbeiten, d. h. Lauge aus der Cisterne in den Kessel pressen, bis das Manometer am letzteren den vorgeschriebenen Druck anzeigt. Als solcher wird gegenwärtig fast überall (Hannover, Braunschweig, Köln-Minden, Mecklenburg u. a. m.) 8 Atmosphären angenommen. Nachdem derselbe einmal erreicht ist, arbeitet die Pumpe nur noch in gewissen Pausen, z. B. jede halbe Stunde, so viel, um ihn wieder zu erzeugen, wenn er in der Zwischenzeit nachgelassen

³³⁾ $\frac{1}{6}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{14}$ Atmosphäre wurden von verschiedenen Anstalten veröffentlicht.

³⁴⁾ Von 10 Minuten bis $2\frac{1}{2}$ Stunden.

haben sollte. Die Abnahme der Spannung erfolgt, selbst bei vollkommener Dichtigkeit des Kessels, nothwendig in dem Maasse, wie die Lauge in das Holz dringt, also sich auf ein grösseres Volumen ausbreitet. Je länger die Spannung andauert, desto mehr Lauge nehmen die Hölzer auf, jedoch in abnehmender Proportion.³⁵⁾ Wo die praktisch zweckmässige Grenze liegt zwischen dem Aufwand an Kosten und Zeit für die Pumparbeit und dem besseren Erfolg, darüber gehen die Meinungen noch weit auseinander, nämlich von 1 bis 6 Stunden Dauer der Imprägnirung. Natürlich ist auch hier wieder die Gattung und Beschaffenheit des Holzes von wesentlichem Einfluss. — Endlich folgt Abstellen der Druckpumpen, Ablassen der Flüssigkeit³⁶⁾, Abnehmen des Kopfes, Ausfahren der Hölzer und Reinigen des Kessels. Sofort kann auch die frische Beschickung durch bereit stehende Schwellenwagen erfolgen und die Operation von Neuem beginnen. Die gesammte Dauer aller Vorgänge im Kessel mit einer Holzladung, incl. Ein- und Ausfahren, beträgt gewöhnlich zwischen 8 und 10 Stunden. Man kann also pro Tag zwei Ladungen behandeln, ohne eigentliche Nacharbeit zu Hülfe zu nehmen, da die Eintheilung leicht so getroffen werden kann, dass auf die Nacht diejenige Zeit fällt, während welcher der Kessel unter Spannung steht und nur in Zwischenräumen ein Maschinenwärter die Druckpumpen in Thätigkeit setzt.

Was den Erfolg des pneumatischen Verfahrens anbelangt, so muss hier zunächst die merkwürdige Thatsache erwähnt werden, dass die Gleichförmigkeit der Durchdringung nicht im graden Verhältnisse zu der Menge der aufgenommenen Flüssigkeit steht. Aus den schon citirten Wiener Versuchen geht hervor, dass beide Umstände von der Beschaffenheit des Holzes abhängen, aber dass verschiedene Reihenfolgen der Hölzer entstehen, je nachdem man sie nach der absoluten Gewichtszunahme oder nach der gleichförmigen Vertheilung dieses Gewichtes im Holzvolumen ordnet. Nach der Gewichtszunahme stellt sich am ungünstigsten frischgefälltes, dann lufttrockenes, am günstigsten gedörktes Holz heraus. Am gleichförmigsten durchdrungen wird aber das frischgefällte, weniger das gedörkte, und den grössten Unterschied zwischen Aussen und Innen zeigt lufttrockenes Holz. Diese Erscheinung wird dadurch erklärt, dass frischgefälltes Holz zwar weniger Flüssigkeit aufnimmt, weil es bereits davon enthält, aber eben weil es überall Widerstände darbietet, die Unterschiede in der Porosität der Jahrringe weniger auffallend influiren. Deshalb wird man indessen keineswegs sich veranlasst fühlen, stets frisches Holz zu präpariren; denn es kommt offenbar mehr darauf an, die Oberfläche des Holzes, welche zuerst der Fäulniss unterliegt, recht kräftig zu schützen, als eine weit geringere Menge des Schutzmittels gleichförmig in dem ganzen Volumen zu vertheilen. Auch wird im Allgemeinen der Kern einer Schwelle nach Burnett'schem System niemals gradezu im rohen Zustande verbleiben, sondern ebenfalls eine, wenn auch geringe Imprägnation erfahren, wie durch zahlreiche chemische Untersuchungen³⁷⁾ genügend festgestellt worden ist.

³⁵⁾ Ausser zahlreichen, sonstigen Beobachtungen, welche diesen Satz bestätigen, mögen hier die Resultate angeführt werden, welche man in Wien 1852 angestellt hat. Fichtenholz seit 2 Jahren gefüllt und lufttrocken vermehrte sein Gewicht unter einem Druck von 7 Atmosphären, bei einer Dauer desselben

von 17, 25, 40 Minuten

um 76, 80, 86 Procent. (Heusinger's Organ 1853 p. 175.)

³⁶⁾ Direct in den Nachbarkessel, falls derselbe grade recht vorbereitet ist, oder gewöhnlich zuvor auf ein Filter, einen mit Kies gefüllten Kasten, um alle Unreinigkeiten abzuschneiden, und in die Cisterne.

³⁷⁾ Notizblatt des Arch.- und Ing.-Vereins von Hannover, Bd. III, p. 559.

Der Einfluss der Holzgattungen auf die Menge der recipirten Lauge — bei übrigens gleicher Behandlung — ergibt sich aus folgender Zusammenstellung. Auf concentrirtes Zinkchlorid reducirt, betrug die Aufnahme einer Schwelle

Hannoversche Bahnen.	Köln-Mindener Bahn.
von Eichenholz 0,81 Pfd.	2,77 Pfd.
- Buchenholz 3,81 -	6,65 -
- Kiefernholz 1,84 -	10,36 - ³⁸⁾

Aus diesen höchst abweichenden Proportionen kann man nun freilich keinen andern Schluss ziehen, als dass ausser dem Namen auch Standort, Alter, Fällzeit des Baums u. s. w. von dem entscheidendsten Einfluss auf den Erfolg der Imprägnatur sein müssen. So kann es nicht Wunder nehmen, dass die Durchschnittsresultate der Bahnverwaltungen über die Kosten der Burnett'schen Methode ebenfalls stark von einander abweichen. Die eben aufgezählten Umstände erscheinen nirgends berücksichtigt und können es auch wohl schwerlich in einem mit bedeutenden Holzmassen operirenden Geschäft. Ein Element indessen, von welchem die fraglichen Zahlenangaben ebenfalls noch abhängig sind, soll im Folgenden eliminirt werden, nämlich das Cubikmaass der Schwellen. Da die letzteren zwischen $3\frac{1}{3}$ und 4 cub. Fuss und zwischen den verschiedenen Landesmaassen schwanken, so muss offenbar eine Einheit zu Grunde gelegt werden, auf welche sämmtliche Beobachtungen zu reduciren sind. Ebenso können und müssen die Kosten für Amortisation und Verzinsung des Anlagecapitals bei dieser Untersuchung ausgeschieden werden, weil der Betrag derselben per Schwelle höchst verschieden ausfällt und den Vergleich der Methode stören würde. Auch soll nur eine Holzgattung, diejenige über welche die meisten Erfahrungen vorliegen, berücksichtigt werden, da man die Rechnung für alle anderen nach Analogie obiger kleiner Tabelle leicht machen kann. Unsere Einheit bilde also: 1 Cubikmeter Kiefernholz in Schwellenform. Hierfür ergeben sich folgende Zahlen ³⁹⁾:

	Hannover.	Westphalen.	Mecklenburg.	Köln-Minden.
Cubikinhalte einer Schwelle	$3\frac{1}{2}$ c' h.	4 c' rh.	$3\frac{1}{3}$ c' rh.	4 c' rh.
Preis des Zinkchlorids per Ctr.	2 Thlr. 25 gr.	3 Thlr. 5 gr.	6 Thlr.	3 Thlr.
1. per Schwelle.				
Aufnahme von Zinkchlorid	1,84 Pfd.	2,34 Pfd.	1,50 Pfd.	10,36 Pfd.
Preis desselben	1,6 gr.	2,2 gr.	2,7 gr.	9,3 gr.
Sonstige Kosten	1,4 -	1,1 -	1,2 -	1,3 -
Gesamtkosten des Verfahrens	3,0 -	3,3 -	3,9 -	10,6 -
2. per Cubikmeter.				
Aufnahme von Zinkchlorid	21,2 Pfd.	27 Pfd.	14,6 Pfd.	82,9 Pfd.
Preis desselben	18,0 gr.	17,6 gr.	26,4 gr.	74,4 gr.
Sonstige Kosten	16,1 -	8,8 -	11,2 -	10,4 -
Gesamtkosten des Verfahrens	34,1 -	26,4 -	37,6 -	84,8 -

³⁸⁾ Die neuesten Angaben über die hannoverschen Bahnen finden sich in Heusinger's Organ 1866, I. Supplementband p. 38. Früher veröffentlichte Zahlen weichen bedeutend hiervon ab. Die Resultate der Köln-Mindener Bahn sind entnommen aus der Zeitschrift für Bauwesen 1860 p. 260. Die Differenz zwischen beiden Bahnen ist zum Theil dem verschiedenen Gehalt der Lauge zuzuschreiben.

³⁹⁾ Entnommen für die hannoversche Bahn aus Orgau 1866, I. Supplementband p. 38; für die Köln-Mindener Bahn ebendasselbst, verglichen mit Zeitschrift für Bauwesen 1860 p. 260. Für die west-

Chlorzink besitzt eine hohe antiseptische Kraft, ist billiger zu beziehen resp. zu bereiten, und gestattet eiserne, also verhältnissmässig billige Apparate. Auch bietet es gegen Kupfervitriol den weiteren Vortheil dar, dass das Holz seine Farbe nicht verändert und Anstriche gut annimmt. Weiteres Bearbeiten und Leimen sollen gut von Statten gehen. Von allen antiseptischen Metallsalzen besitzt Chlorzink auch die grösste Verwandtschaft zur Pflanzenfaser und die stärkste hygroskopische Tendenz. Beide Eigenschaften wirken in Eisenbahnschwellen zusammen, um den Stoff bestens festzuhalten; denn wenn das Holz stets etwas feucht bleibt (ohne natürlich Gährungspilze damit zu nähren), so vermag auch der Witterungswechsel nicht stark einzudringen. Kupfervitriol dagegen gestattet, dass die Schwellen einmal stark austrocknen und durch den nächsten Platzregen heftig afficirt, d. h. ausgewaschen werden, so dass man grade an der Oberfläche ein rasches Verschwinden des schützenden Stoffes bemerkt haben will.⁴⁰⁾ Ob dem durch Bedeckung der Schwellen mit Kies zweckmässig abgeholfen werden kann, steht dahin. — Man hat dem System Burnett den Vorwurf gemacht, dass die Festigkeit des Holzes Noth leide. In Hannover angestellte Versuche⁴¹⁾ haben in der That ergeben, dass die Bruchgrenze von conservirtem Holz um $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{10}$, die Elasticitätsgrenze um etwa $\frac{1}{8}$ herabgerückt sei. Innerhalb der üblichen Sicherheitsgrenzen bei Holzconstructions wäre ein solcher Unterschied immerhin geringfügig. Aber die Ursache wird höchst wahrscheinlich nicht das Imprägniren mit Zinkchlorid, sondern das vorhergegangene Dämpfen sein, so dass bei Weglassung des letzteren auch die schädliche Wirkung verschwindet. Es frägt sich daher, ob das Dämpfen von wesentlichem Nutzen bezüglich der Menge des aufgenommenen Zinkchlorids ist. Da hierüber die Meinungen getheilt sind, so ist vorläufig zu vermuthen, dass ein erheblicher Einfluss eben nicht stattfindet: sonst würde er sich wohl deutlich und unbestritten kund gegeben haben.

Für das Dämpfen lassen sich die mehrerwähnten Wiener Versuche anführen, welche die Gewichtszunahme von imprägnirtem Fichtenholz in Procenten wie folgt ergeben haben:

Holz	frischgefällt	lufttrocken	gedörnt	mittel
ohne Dämpfen	12	29	50	30
mit Dämpfen	16	41	55	37

Im Allgemeinen lässt sich aber diesen Versuchen vorwerfen, dass sie, wenn auch äusserst sorgfältig, doch mit zu geringen Holzmengen angestellt worden sind, um zufällige Störungen zu eliminiren. Ferner handelt es sich hier nicht um die Gewichtsvermehrung im Ganzen, sondern um diejenige an Zinkchlorid. Es ist sehr wahrscheinlich, dass gedämpftes Holz nur deshalb die stärkere Gewichtsvermehrung zeigt, weil es eben vor der antiseptischen Substanz schon Wasser empfangen, sonach die erstere einfach verdünnt hat. Aber selbst hiervon abgesehen, erscheint der fragliche Unterschied bei frischgefälltem und bei gedörntem Holz äusserst gering, wie sich leicht daraus erklärt, dass in jenem der Eintritt des Dampfes überhaupt sehr schwierig ist, daher wenig zu Stande bringt, in diesem aber durch den Dampf nichts mehr zu leisten ist, weil die hohe Temperatur bereits auf anderem Wege applicirt wurde. Nur in lufttrockenem Holz scheint das Dämpfen einen erheblichen und günstigen Einfluss auf seine Aufnahmefähigkeit in der That auszuüben

phälische Eisenbahn diente die letztgenannte Quelle, und für die mecklenburgische Friedrich-Franz Bahn Heusinger's Organ 1867 p. 18. Bei letzterer findet sich eine unbedeutende Quantität Eichenholz beigemischt. Sonstige veröffentlichte Angaben, namentlich in den eben genannten Quellen, konnten wegen Unvollständigkeit hier nicht berücksichtigt werden.

⁴⁰⁾ Zeitschrift für Bauwesen 1860 p. 257.

⁴¹⁾ Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen 1863 p. 324.

und es fragt sich nur, ob die betreffenden Kosten sich lohnen, oder vielleicht auf andere Weise, z. B. durch längeres Anhalten des Hochdruckes, doch noch wirksamer gemacht werden können.

Gegen das Dämpfen lässt sich — ausser den früher schon aufgezählten Nachtheilen — einwenden, dass eine Menge Wasser in Dampfform in das Holz gebracht und daselbst condensirt wird⁴²⁾, an dessen Stelle aber die Lauge entweder gar nicht oder nur in beträchtlicher Verdünnung treten kann. Es wurde daher vorgeschlagen, an Stelle des Dämpfens das Dörren treten zu lassen. Hierdurch wird, wie aus der obigen kleinen Tabelle der Wiener Versuche hervorgeht, die Aufnahmefähigkeit des Holzes noch günstiger gestaltet (50 % bei gedörntem ungedämpftem Holz, gegen 41 % bei lufttrockenem gedämpftem Holz), was sich auch leicht im Voraus vermuthen lässt, da Dörren die Holzzellen wirklich bis zu einem gewissen Grade leert, Dämpfen ihnen Wasser statt Saft zuführt. Der Vortheil, das Eiweiss zu coaguliren, wird in beiden Processen erreicht. Alle Nachtheile des Dämpfens für die Festigkeit des Holzes werden beim Dörren vermieden. In ökonomischer Beziehung wäre endlich zu Gunsten des letzteren noch anzuführen, dass von der abströmenden Hitze der Dampfkesselfeuerung in den Trockenräumen Nutzen gezogen werden kann, dass ein Process aus dem Kessel in einen anderen Raum verlegt, also Zeit gewonnen wird, dass die Luftleere schneller erreicht wird, weil es sich nur um lufthaltiges, nicht um wasserhaltiges Holz handelt. Alles zusammengenommen, scheint die Einführung von Dörren statt Dämpfen in dem System Burnett grosse Beachtung zu verdienen.

§. 8. *System Bethell*.⁴³⁾ — Von Alters her hat man empyreumatische und bituminöse Stoffe zum Conserviren organischer Gegenstände angewandt: das Einbalsamiren von Mumien, das Tränken von Handschriften, das Räuchern von Lebensmitteln, die Erhaltung von Holzconstruktionen und Feldfrüchten in raucherfüllten Bauernhäusern, das Anstreichen von Holz mit Theer, der Gebrauch von Holzessig sind sämmtlich Methoden, in welchen Kreosot die eigentlich wirksame Rolle spielt. Dieser Stoff ist in Rauch, Holzessig, vegetabilischem und mineralischem Theer enthalten.

Auch zur Conservation von Eisenbahnschwellen hat man sich schon früh derartiger Substanzen bedient. In England wurden Schwellen mit Gastheer bestrichen. Da derselbe jedoch später leicht abbröckelt, wandte man sich zu Holztheer aus Schweden oder Russland, erhielt aber natürlich ebenfalls nur oberflächliche Wirkung.

Das Tränken mit Holzessig oder mit Auflösungen holzessigsaurer Salze ist mehrfach versuchsweise ausgeführt, aber im Grossen nicht verfolgt, weil der geringe Gehalt an Kreosot (1½ bis 2 % im rohen Holzessig) und die schwierige und theure Beschaffung

⁴²⁾ Bei Versuchen in Hildesheim floss nur $\frac{2}{5}$ bis $\frac{1}{5}$ des als Dampf in den Kessel gebrachten Wassers mit dem Holzsaft wieder ab. Der Rest blieb also im Holz. Buresch p. 125. Ein wichtiger Beleg zum Nachtheil des Dämpfens möchte auch in der ungewöhnlich hohen Stoffaufnahme der Schwellen an der Köln-Mittdener Bahn gefunden werden, wo man das Dämpfen ganz weggelassen, vielmehr das lufttrockene Holz sofort der Luftpumpe überlassen hat. Die stärkere Concentration der Lauge allein kann den Erklärungsgrund schwerlich abgeben.

⁴³⁾ Specialquellen sind:

Zeitschrift für Bauwesen 1861 p. 427: Die Conservirung des Holzes in England durch Imprägnirung mit kreosothaltigen Steinkohlentheerölen, von Vogt.

Ebenda 1863 p. 506: Ueber das Tränken der Schwellen, insbesondere mit Kreosotölen, von Mentz.

Heusinger's Organ 1866 p. 121: Beschreibung des Verfahrens zum Tränken der Schwellen mit Kreosotölen auf der preuss. Ostbahn.

grosser Mengen hindernd im Wege standen.⁴⁴⁾ Auch ist das Räuchern und Ankohlen von Schwellen über einem eigens zu starker Rauchentwicklung construirten Ofen vorgeschlagen aber nicht gediehen, weil der Effect ohne Zweifel zu oberflächlich und ungleichförmig ausfiel. In mehreren englischen Patenten aus dem Anfang der 30^{er} Jahre ist das Product der Destillation von Steinkohlentheer aufgenommen, welchem in flüssiger oder in Gasform die Hölzer ausgesetzt werden sollten. Zur Geltung gekommen ist jedoch erst das Patent von Bethell 1838 (erloschen 1858), welcher den neuen Stoff mit dem pneumatischen Verfahren in Verbindung brachte. Ausdrücklich wurde der Gehalt von Kreosot in Theeröl und anderen bituminösen Stoffen als das eigentlich wirksame Princip hingestellt. Nach dem Entleeren der Hölzer von Luft sollte sodann die antiseptische Flüssigkeit auf etwa 50° C. erwärmt, dadurch dünnflüssig gemacht und unter Hochdruck imprägnirt werden. Dieses sogenannte Kreosotiren verdrängte nun in England allmählich alle anderen Conservationsmethoden, ausgenommen das Burnett'sche Verfahren, und steht auch gegenwärtig in allgemeinsten Anwendung an Eisenbahnen, Wasserbauten und Bergwerken. —

Auf dem Continent sind namentlich in Belgien von 1838 an ausgedehnte sorgfältige Untersuchungen über das System Bethell angestellt worden. Es trat dort in Concurrenz mit dem Verfahren von Boucherie. Im Jahr 1860 aber wurde durch eine Ordre des Ministers der öffentlichen Arbeiten das Resultat verkündet, in Zukunft nur unpräparirte Schwellen von Eichenholz, oder kreosotirte von Buchen- oder Nadelholz zu verwenden. Seitdem sind wiederholt Untersuchungen aller imprägnirten Schwellen vorgenommen worden und die Bahnverwaltung betrachtet es als eine feststehende Thatsache, dass die nach Bethell's Verfahren imprägnirten Schwellen entschieden den Vorzug vor allen auf andere Art behandelten verdienen.⁴⁵⁾ In Holland verwendet man ebenfalls ausschliesslich Kreosot.

Auch in Deutschland fand Bethell's System seit einiger Zeit günstige Aufnahme. Insbesondere wurde dadurch auf mehreren norddeutschen Bahnen das Tränken mit allerlei Metallsalzen verdrängt. Die Köln-Mindener und die preussische Ostbahn haben seit 1849 und 1861 angefangen und seitdem in vergrössertem Maassstab fortgeföhren, davon Gebrauch zu machen. Die Technikerversammlung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen gelangte 1865 bei ihrer Prüfung aller Conservationsmethoden zu dem Beschluss⁴⁶⁾:

»In Beziehung auf die allseitige Uebereinstimmung günstiger Erfahrungen tritt das Imprägniren mit Kreosot unter einem kräftigen Druck vor den übrigen Methoden in den Vordergrund. Dieses Verfahren ist jedoch von allen Imprägnirungsmethoden das kostspieligste (2 bis 3 mal so theuer wie mit Zinkchlorid) und wird dadurch sein relativer Vorzug wiederum abgeschwächt.«

In reinem Zustande ist Kreosot⁴⁷⁾ eine farblose Flüssigkeit von ätzendem Geruch, schwerer als Wasser (1,037 specif. Gew.). Mit letzterem kann man es nur schwierig und in geringer Menge mischen, wohl aber vereinigt es sich leicht mit Oelen, Harzen, Fetten. Kreosot friert bei — 27° noch nicht, kocht bei 203° und verdunstet schon bei gewöhnlicher

⁴⁴⁾ Hierher gehört auch die von Scheden in seiner »Anleitung zur Conservirung des Holzes« empfohlene sogenannte Holzbeize, saures holzessigsaurer Zinkoxyd, welche eine weitere Verbreitung nicht gefunden zu haben scheint. Vergl. die ungünstigen Resultate, welche die österreichische Südbahn hiermit erzielt hat, in Heusinger's Organ 1866, I. Supplementband p. 37 Anmerkung.

⁴⁵⁾ Heusinger's Organ 1867, p. 66.

⁴⁶⁾ Organ 1866, Supplementband p. 43.

⁴⁷⁾ Chemische Zusammensetzung 76 % C, 8 % H, 16 % O.

Temperatur leicht. Der letztere Umstand macht reines Kreosot zur Holzconservation unbrauchbar, da es in kurzer Zeit, selbst wenn es bis in den Kern eingedrungen wäre, sich verflüchtigen und das Holz unbeschützt zurücklassen würde, sofern es nicht gewisse, bis jetzt wenig aufgeklärte, chemische Verbindungen mit den Extractivstoffen eingegangen wäre. Für die technische Anwendung bezeichnet man mit dem Collectivnamen Kreosot passend auch mehrere nahestehende, in den Haupteigenschaften übereinstimmende Stoffe, als Karbolsäure, Phenyl oxyd u. a. Dieselben ersetzen einander in der antiseptischen Wirkung vollständig und erscheinen abwechselnd oder gemengt je nach dem Rohstoff, welchen man zu ihrer Herstellung benutzt hat.⁴⁸⁾

Die flüchtige Eigenschaft des Kreosots wird gemindert in seinen Vereinigungen mit anderweitigen Oelen (Kohlenwasserstoff-Verbindungen), welche geeignet sind, sich allmählich zu oxydiren oder zu verharzen. Man soll also behuf der Imprägnirung Kreosot stets in Vereinigung mit solchen Stoffen anwenden, dann wird es in den Holzzellen festgehalten — wenigstens auf längere Zeit; und es ist nur noch fraglich, ob dieser Erfolg auf mechanischem Wege (Verstopfen der Poren durch verharzte Oele) oder auf chemischem Wege (Verbindung mit der Holzfaser oder mit den Extractivstoffen) zu Stande kommt. Die fragliche Vereinigung zwischen Kreosot und sonstigen Oelen heisst Kreosot-Oel. Sie wird u. A. gewonnen bei der Fabrikation von Photogen, Solaröl und dergleichen Beleuchtungsmaterialien, durch Destillation von Braunkohlen, bituminösem Schiefer, Bogheadkohle; aber die Rückstände sind zu unbedeutend, um für den gegenwärtigen grossen Bedarf der Holzconservation einen nennenswerthen Beitrag zu liefern. In England finden sie mehr als Maschinenschmieröl Verwendung und lassen sich als solches auch besser verwerten. Eigens für den Zweck der Imprägnirung findet man Kreosotöl auf wohlfeilere Art im Theer. Woher auch Theer stammen mag, aus Steinkohlen, Braunkohlen, Torf, Holzarten, so besteht er jedesmal aus einer Reihe empyreumatischer Stoffe, welche bei verschiedener Wärme Gasform annehmen. Bestimmte Wärmegrenzen bei dieser Erscheinung existiren nicht und mögen auch wohl bei den verschiedenen Theerarten in verschiedener Höhe liegen. Man kann aber doch durch vorsichtige Destillation die Stoffe einigermaassen gruppenweise sondern. Bei einer Temperatur bis zu etwa 180° C. verflüchtigen sich aus der Theer enthaltenden Retorte die sogenannten leichten Kohlenwasserstofföle, welche im flüssigen Zustande ein geringeres specifisches Gewicht als Wasser haben. Bei grösserer Hitze folgen schwere Theeröle, unter ihnen auch Kreosot. Den Rest, welcher ebenfalls noch verflüssigt und verflüchtigt werden kann, bilden Stoffe von talgartiger Consistenz: Paraffin und Naphtalin, Brandharz und Pech; und endlich bleibt ein fester cokeartiger Körper in der Retorte zurück. Bei einigen Theerarten lohnt sich die Absonderung der ersten Gruppe, welche mannigfaltig auf Naphta (Fleckenwasser), Benzin, Anilin, wasserichte Zeuge verwerthet werden kann.⁴⁹⁾ Abgesehen von diesem, immerhin unbeträchtlichen Quantum, wird im Allgemeinen das destillirte und condensirte Product, oder das

⁴⁸⁾ Eigentliches Kreosot entsteht mehr aus Vegetabilien (Holztheer), während Karbolsäure im Steinkohlentheer vorkommt, beide zusammen aus Braunkohlen gewonnen werden.

⁴⁹⁾ Gewisse schottische Kohlen (Boghead) und die Wigan-Cannelkohle in Lancashire ergeben bei der Destillation zu Leuchtgas einen Theer, in welchem zwischen 5 und 15 0/0 leichte Oele (rohes Naphta, Brennaphta, Benzin u. dergl.) enthalten sind. Einige Fabriken in Glasgow, Liverpool beschäftigen sich deshalb mit der Extraction derselben aus dem von zahlreichen Gasanstalten bezogenen Theer, gehen aber dann auch noch weiter auf Kreosotöl aus. Die Steinkohlen von Newcastle, Staffordshire und, so viel bekannt, auch die meisten in Deutschland, ergeben in dem aus ihnen gewonnenen Theer zu wenig leichte Oele, um dieselben mit gehörigem Nutzen vorweg abzufangen. Man lässt sie in demselben Gefäss condensiren, wohin bei weitergehender Destillation auch die folgenden Oele u. s. w. gelangen: sie sind also mit in dem »Kreosotöl« enthalten.

Kreosotöl, verschieden ausfallen, je nach dem Wärmegrade, in welchem der Process unterbrochen wird. Je weiter man die Hitze steigert, desto weniger bleibt als Rückstand in der Retorte, desto mehr Kreosotöl gewinnt man. Da aber die Grenzen der auf einander folgenden Destillationsproducte, wie erwähnt, unmerklich in einander übergehen, so können zahllose verschiedene Qualitäten des Kreosotöls erzeugt werden, während ebenso verschiedenartige Rückstände verbleiben. Schliesslich würde man allen Theer überdestillirt und nur dessen kohlige Beimengungen beseitigt haben. In dieser Reihenfolge verändern sich nun mehrere bei der Holzconservation wichtige Eigenschaften. Je früher die Destillation abgestellt wurde, desto höher stellt sich in dem destillirten Kreosotöl 1. der Gehalt an Kreosot, 2. die Flüssigkeit und Flüchtigkeit, 3. der Preis.

ad 1. Vorausgesetzt, dass die Hitze überhaupt bis zum Verdampfen des Kreosots, also über 200°, gesteigert wird, erhält man natürlich um so mehr Kreosot, je weniger weitere Dinge noch dazu kommen, was eben nur bei steigender Hitze geschieht. Liegt nun gar der Zweck des Verfahrens ebensowohl in der Gewinnung von talgartigem Rückstand (um Paraffin zu erzeugen), als in derjenigen von eigentlichen Oelen, so muss das aus Paraffinabriken abfallende Nebenproduct: Kreosotöl, ganz besonders reich an Kreosot sein. In der That findet man da (je nachdem Braunkohlen oder Steinkohlen dienen) zwischen 30 und 70 % Kreosot. Sonstige Kreosotöle besserer Gattung, aus ölreichen Steinkohlen erzeugt, enthalten zwischen 10 und 20 %. Ordinäre Qualitäten, sei es wegen geringen Gehaltes der betreffenden Kohlen, sei es wegen der Leitung des Destillirens auf hohe Hitze, besitzen höchstens 10 % des eigentlich wirksamen Stoffes. Der Theer selbst hat in englischen Gasfabriken aus der Cannelkohle von Wigan 14 %, aus anderen Kohlenarten 2—9 % Kreosot. Holztheer ist im Ganzen reicher: so wurde bei einer Analyse von Kientheer (Kiefernholz) 12 %, von Buchentheer sogar bis 25 % gefunden. Doch liefern die Theerschwelereien viel zu geringe Mengen für unsere Zwecke. Die geringste Ausbeute an Kreosot soll in der Präparirflüssigkeit enthalten sein, welche der Patentträger Bethell selbst in den Handel bringt, nämlich nach seiner eigenen Angabe nur 1—2 %, nach Analysen in Deutschland zuweilen nur Spuren. Dies liegt z. Th. an den in den Londoner Gasfabriken verarbeiteten Kohlen (von Newcastle), deren Theer Bethell benutzt, um sein »Kreosotöl« zu erzeugen; z. Th. aber gewiss auch in der Leitung des Processes, wonach vielleicht die ersten Producte (leichte Oele und gelegentlich auch Kreosot) anderweitig verwerthet und nur die letzten (schwere Oele, Pech) zur Holzconservation geliefert werden. — Zur Untersuchung des Kreosotgehalts kann einigermassen das specifische Gewicht dienen. Je weniger schwere, bei höherer Wärme flüchtige Stoffe im Kreosotöl enthalten, desto leichter ist es. Dasjenige, welches aus Paraffinabriken abfällt, hat 1—1,06; feine Steinkohlentheeröle 1,02—1,04; schwere naphthalinhaltige desgleichen bis zu 1,13. Freilich wäre dabei auch noch auf den Ursprung zu sehen, da verschiedene Kohlenarten gleichen Kreosotgehalt bei ungleichen Gewichten und umgekehrt ergeben können. Directer und sicherer ist es, das Kreosotöl in einem graduirten Glase mit einer bis zu 10 % starken Kalilauge zu schütteln. Die Flüssigkeit trennt sich dann in drei Schichten: unten Kalilauge, in der Mitte Kreosot (und dessen zunächst verwandte »schwere Oele«), oben leichte ätherische Oele. Das Volumen jeder Gattung lässt sich hiernach leicht ermitteln.⁵⁰⁾

ad 2. Je geringer die Temperatur, bei welcher ein Bestandtheil des Theers

⁵⁰⁾ Die Frage über den relativen Werth eines kreosotreichen Oels gegenüber einem solchen von geringem Gehalt lässt sich erst lösen, wenn die antiseptische Wirkung chemisch untersucht worden ist. Nach Feststellung des zur Holzconservation nothwendigen Procentgehaltes wäre dann die Auswahl passender Sorten, die Verbesserung armer Oele und die gehörige Verwerthung des Ueberschusses reicher Oele zweckmässig zu treffen.

destillirt werden konnte, desto dünnflüssiger und flüchtiger ist er auch in gewöhnlicher Lufttemperatur. Umgekehrt sind Brandharz und Naphtalin, welche die grösste Hitze beim Destilliren erfordern, für gewöhnlich fest, letzteres erst bei 85° C. schmelzbar. Oele von hohem Kreosotgehalt besitzen also eine angemessenere Form zum Imprägniren, aber sie verlassen auch das Holz durch Verdunsten leichter, und es fragt sich, ob der erstmalige bessere Erfolg, die einmalige stärkere Stoffaufnahme des Holzes nicht wieder ausgeglichen wird durch die starke Flüchtigkeit. Von manchen Seiten wird eine gewisse Dickflüssigkeit, trotz geringeren Kreosotgehalts, gewünscht, weil man glaubt, damit auf die Dauer mehr zu erreichen. Ja, es sollte selbst Brandharz und Naphtalin keineswegs fehlen, weil diese im Holz fest werden und damit auch das Kreosot um so besser festhalten.⁵¹⁾

Bei Imprägnirung von Theer oder dickflüssigen Oelen muss künstliche Wärme zu Hülfe genommen und diese um so mehr gesteigert werden, je dicker und damit billiger der Stoff ist, wobei aber der Kreosotgehalt davongejagt werden kann. Also eine weitere bis jetzt ungelöste Frage: ob der Aufwand zweckmässiger auf Brennmaterial oder auf die Eigenschaften der Dünnflüssigkeit und des Kreosotgehalts zu werfen ist. Eine Imprägnirung im Winter würde vermuthlich dicke naphtalinhaltige Oele und Theer nicht brauchen können, sowie auch das Verflüchtigen ätherischer Oele bei hoher Wärme unangenehm und schädlich für die dabei beschäftigten Arbeiter ausfallen kann. Endlich wird auch noch zu Gunsten der dickflüssigen Oele angeführt, dass Holzrisse ausgefüllt und die Oberflächen mit einer Pechrinde bedeckt werden, während bei dünnflüssigen die Schwellen offene Risse behalten und die Verdunstung sonach um so leichter machen.⁵²⁾ Man will sogar bemerkt haben, dass poröses Holz fester wird, Nägel fester hält, sobald es hinreichend tief von Pechbestandtheilen durchdrungen ist, während in dünnflüssig kreosotirten Hölzern die Nägel nicht besser, als in unpräparirten halten. Im Allgemeinen geht die Meinung der Techniker jetzt dahin, nicht allzu ängstlich in dem Verlangen feiner Qualität zu sein und die Vortheile billiger Anschaffung der Substanz höher zu schätzen, als etwas mehr Kreosot und etwas weniger Brennmaterial. Genauere Erfahrungen sind jedoch abzuwarten.

ad 3. Durch den geringen Preis der Kohlen, die starke Verbreitung des Leuchtgases und die günstige Verwerthung aller Producte der Theerdestillation ist in den letzten Jahren die Zahl der Fabriken von Kreosotöl in England ausserordentlich gestiegen und der Preis herabgedrückt (namentlich nach Erlöschen des Bethell'schen Patentes). Es kann auch im Preis kein scharfer Unterschied zwischen den verschiedenen Sorten gezogen werden. Die Fabrikanten benutzen Kreosotöl und Rückstände und verfahren natürlich so, dass ein möglichst grosser Gesamtvortheil herauskommt. Einige steigern die Hitze soweit, dass nahezu alle öligen und fettigen Bestandtheile des Theers destillirt werden, wo dann der Rückstand nur als Coke zu verkaufen ist. Andere finden Vortheil bei der Theilung in reineres Kreosotöl und ein immer noch ziemlich öereiches Pech, welches mit gepulverter Kohle gemischt und gepresst ein hochgeschätztes Brennmaterial (briquettes) abgiebt.⁵³⁾ Wieder Andere mischen verschiedene Sorten Kreosotöl zusammen, z. B. dickflüssiges aus

⁵¹⁾ Nicht blos Bethell behauptet dies, in dessen Interesse es allerdings liegt, dickflüssiges Oel zu guten Preisen zu liefern.

⁵²⁾ Bethell schlug vor, die Schwellen, namentlich am Hirnholz, mit Theer anzustreichen, um die Verdunstung des Kreosots zu mindern.

⁵³⁾ In dem letzteren Falle befindet sich z. B. die bedeutende Fabrik von Kurtz in Liverpool, in welcher Gastheer aus der Camelkohle von Wigan vollständig gesondert wird in 16 % leichte Oele (Naphta), 25 % eigentliches Kreosotöl guter Qualität und 45 % ölhaltiges Pech.

geringen Kohlen, mit dünnflüssigem aus vorzüglichen Gaskohlen, oder das kreosotreiche Nebenproduct aus Photogenfabriken mit armen Theerölen, oder endlich auch verfälschend Kreosotöl mit rohem Theer. Ansehen, Consistenz und Farbe fallen demnach sehr mannigfaltig aus und die Untersuchung und Auswahl ist schwierig. Im Allgemeinen aber steht der Preis um so höher, je dünnflüssiger und kreosotreicher der Stoff, d. h. je grösser die Menge des Rückstandes, welcher keinesfalls so hoch bezahlt wird, wie die Menge des destillirten Productes. Der Preis schwankte 1860 in den englischen Hafenplätzen zwischen $2\frac{1}{2}$ und $3\frac{1}{2}$ d. per Gallon, oder zwischen 21 und 31 Sgr. per Ctr. Eine der theuersten Bezugsquellen war Bethell selbst, von dem übrigens, nachdem sein System anerkannt war, starke Lieferungen auch nach Deutschland abgingen, welche bis auf 3 Thlr. per Ctr. zu stehen kamen. Sonst mag der Preis englischer Oele in deutschen Hafenplätzen, incl. Einfuhrzoll, auf 55—65 Sgr. steigen.⁵⁴⁾ Die preussische Ostbahn bezieht »feines englisches Kreosotöl« mit angeblich 20 % Kreosotgehalt und mit 1,02—1,04 specif. Gewicht zum Preise von $2\frac{1}{2}$ Thlr. per Ctr. loco Bromberg. Für die Köln-Mindener Bahn kam Bethell'sches Kreosotöl in den Jahren 1849—1860 an der Imprägniranstalt zu Minden auf 71—79 Sgr. per Ctr. zu stehen.

Der Bezug von Kreosotöl aus England nach Deutschland stellt sich bedeutend höher, als die Fabrikation im Lande selbst. Fracht, Eingangszoll (15 Sgr. per Ctr. Bruttogewicht), Verluste und Verfälschungen werden erspart, auch werden die Fässer leichter zu wiederholten Malen verwendet. Aus diesen Gründen haben sich Anstalten für Gastheerdestillation schon seit längerer Zeit in Deutschland gebildet. Die erste Anstalt scheint Brönnner in Frankfurt a. M. eingerichtet zu haben. Die von ihm unter dem Namen Gallotin verkaufte antiseptische Substanz enthält jedoch nur 3 % Kreosot und 14 % leichte Oele, während 80 % Pech (d. h. wohl ölhaltiges Pech, Naphtalin und dergleichen) die Imprägnirung gewiss ziemlich stark erschweren.⁵⁵⁾ Das Gallotin kostete per Ctr. in Frankfurt selbst 40 Sgr., an der Köln-Mindener Bahn 53—59 Sgr. Gegenwärtig ist W. O. Waldthausen Wilh. Sohn auf der Clarenburg bei Köln der bedeutendste deutsche Fabrikant von Kreosotöl und zugleich der bedeutendste Unternehmer des Imprägnirverfahrens, mit zwei ständigen Anstalten in Gustavsburg bei Mainz und auf Kanal-Bahnhof Saarbrücken. Mit Recht hat es aber z. B. die Verwaltung der Aachen-Düsseldorfer Bahn für angemessen erachtet, ihr Kreosotöl selbst zu erzeugen. Der aus benachbarten Gaswerken bezogene Theer kostet per Ctr. 18 Sgr. (anderswo nach Umständen zwischen 15 und 20 Sgr.). In einem sehr einfachen Apparat mit gusseiserner Retorte werden die leichteren werthvolleren Oele vorweg abdestillirt, und sowohl diese wie der feste Rückstand vortheilhaft verkauft. Von 100 Theilen Theer entstehen demnach 60—66 Theile Kreosotöl, welche per Gewichtseinheit schwerlich viel höher zu stehen gekommen sind, als der Theer selbst.⁵⁶⁾

Was die Ausführung des Systems Bethell anbelangt, so bleibt die früher gegebene Beschreibung des pneumatischen Verfahrens im Allgemeinen gültig. Ganz besonders wichtig ist eine geeignete Vorbereitung des Holzes, um es möglichst auszutrocknen. Adhäsion zwischen Holz und imprägnirter Substanz ist wesentlich, sowohl

⁵⁴⁾ Sorgfältige Untersuchungen, Angaben englischer Fabriken u. s. w. findet man in dem oben genannten Aufsätze von Vogt.

⁵⁵⁾ Zeitschrift für Bauwesen 1860, p. 263. Vermuthlich werden die sonstigen ätherischen Oele bei der Theerdestillation abgesondert, zur Bereitung des bekannten Brönnner'schen Fleckenwassers oder Naphta.

⁵⁶⁾ Eine genaue Preisermittelung kann aus den neuesten Angaben über das Verfahren in Heusinger's Organ 1866, I. Supplementband p. 37 nicht gezogen werden. Abbildungen der Apparate in der Zeitschrift für Bauwesen 1860 p. 263.

zum Aufsaugen durch Capillarität, wie zum Festhalten in den Zellen. Feuchtes oder gar nasses Holz übt aber einen starken Widerstand gegen Benetzung mit öligen Flüssigkeiten aus. Würde man trotzdem imprägniren, so bestände der Erfolg höchstens in einem Vordrängen des Wassergehalts gegen das Innere und Anfüllung der Zellen an der Holzoberfläche mit Oel. Mischung zwischen Wasser und Oel ist nicht möglich. Man muss daher vor dem Imprägniren den Wassergehalt des Holzes und soweit möglich den flüssigen Saft überhaupt beseitigen.⁵⁷⁾ Dies kann nach dem früher Angeführten durch Luftextraction im Präparirkessel nur sehr mangelhaft geschehen. Dämpfen würde sogar das Entgegengesetzte bewerkstelligen, daher dies hier unbedingt ausgeschlossen ist. Bleiben also noch Lufttrocknen und Dörren. In England werden, wegen der beim Dörren entstehenden Trockenrisse, meistens nur lufttrockene Hölzer zum Kreosotiren gebracht, desgleichen auf der Köln-Mindener Bahn und auf der preussischen Ostbahn (1 bis 1½ Jahre Lufttrocknung). An letzterem Ort indessen kommen die Schwellen, falls Regenwetter längere Zeit anhielt, noch auf 4 Stunden in einen Trockenofen. Bei anderen Bahnen wird der Trockenofen für sämtliche Schwellen benutzt. Auch verdient das Verfahren Erwähnung, welches in Gustavsburg beim Kreosotiren der Schwellen für die linksmainische Bahn in der Regel befolgt wurde. Sobald die (lufttrockenen) Schwellen in den Präparirkessel eingefahren waren, liess man den Rauch von der Dampfkesselfeuerung während 2 bis 6 Stunden, event. mit schwacher Unterstützung der Luftpumpe, durchziehen, wodurch eine billige und erfolgreiche, aber freilich etwas zeitraubende Austrocknung zu Stande kam.

Die Erwärmung der Schwellen, auf die eine oder die andere Art, hat auch noch den Vortheil, dass die gesammte Oelmasse dünnflüssiger bleibt, wogegen bei der Berührung von kalten Schwellen mit warmem dickflüssigem Oel eine Scheidung der pechartigen Bestandtheile und in Folge dessen ein Verstopfen der äusseren Holzporen hervorgerufen wird.

Für das Oel selbst, namentlich etwas dickflüssige Sorte, ist eine Heizungseinrichtung unbedingt nothwendig. Gewöhnlich ist dies eine Dampfheizung, deren Röhren in der Cisterne des Kreosotöls und im Präparirkessel liegen (Fig. 11 am Boden des Kessels, 15—18 cent. weit). Eine Heizung im Kessel allein genügt nicht, weil das Oel bereits erwärmt und dünnflüssig die Pumpen passiren und die Schwellen berühren soll. Die Cisterne allein zu heizen, genügt ebensowenig, weil sonst während der Dauer des Hochdrucks das Oel erkalten würde. Die geeignete Temperatur beträgt zwischen 30 und 40°C.

Die Luftpumpe arbeitet in der früher beschriebenen Weise (½—1½ durchschnittlich, und gewöhnlich 1 Stunde im Ganzen). Nach dem Ansaugen des Kreosotöls folgt sodann die Druckpumpe. Das Maass des Hochdrucks wird hier oft höher gesteigert, als beim Imprägniren einer wässerigen Lauge. Man geht in England bis 10 Atmosphären, während an den mehrfach erwähnten preussischen Bahnen die gewöhnliche Pressung mit 7—8 Atmosphären beibehalten wird. Bezüglich der Unterhaltung dieses Druckes kann, um es zu wiederholen, eine Regel oder auch nur eine passende Schätzung nicht gegeben werden. Man ist durchaus abhängig von der Form, Gattung und Vorbereitung der Hölzer. Deshalb hat sich beim Kreosotiren ein Verfahren ausgebildet, welches namentlich bei

⁵⁷⁾ Wie sehr selbst ein Gehalt an Harz, also an einem zu Kreosot verwandten Stoff, die Aufnahme-fähigkeit des Holzes vermindert, zeigen Versuche an der preussischen Ostbahn (Zeitschrift für Bauwesen 1863, p. 507), wonach bei gleicher Trockenheit und gleicher Operationsweise kieferne Schwellen von 4 c' Inhalt folgende Mengen von Kreosotöl absorbirt haben:

harzreich, im Winter gefällt, wenig Splint	36—40 Pfd.
in nassem Boden oder gutem Land gewachsen	50—60 -
letztere Sorte, lange geflüsst, also ausgelaugt	130—150 -

Arbeiten im Accord zweckmässig sein dürfte. Man setzt nicht die Zeitdauer, sondern das Resultat des Hochdruckes als Norm fest, der Art, dass eine gewisse Menge Kreosotöl durch das Holz aufgenommen werden muss, und der Druck andauert, bis eben diese Aufnahme erreicht worden ist. Vorhergegangene Proben mit betreffenden Holzgattungen oder die Resultate anderer Verwaltungen werden bei der Wahl der geeigneten Zahl Anleitung geben. Die Controle wird an der Oelsterne ausgeübt, deren Inhalt vor und während, resp. nach der Operation gemessen wird. Die Differenz hat sich vertheilt theils auf den bekannten Leerraum des Präparirkessels, theils auf das Innere des ebenfalls bekannten Holzvolumens. Auch wird wohl nach der ersten Füllung des Kessels einfach beobachtet, wie viel die Pumpen von da an noch hineinpresse, denn alles dieses geht ins Holz.⁵⁸⁾ Die Dauer des Hochdruckes beträgt demnach beim Kreosotiren von Bahnschwellen zwischen 1 und 4 Stunden. Lange Hölzer zu Wasserbauten werden sogar in englischen Anstalten bis zu 20 Stunden imprägnirt.⁵⁹⁾

Bezüglich der Aufnahme von Kreosotöl im Holz giebt folgende Tabelle Auskunft⁶⁰⁾:

		Köln-Minden	Oberschles. Bahn.	Preuss. Ostbahn.	Hessische Ludwig-B.	Englische Bahnen.
Eichenholz	Inhalt einer Schwelle	3½ c'	3 c'	3 c'		
	Aufnahme per Schwelle	10,2—21,8	20 Pfd.	12 Pfd.		
	- - Cubikm.	94—200	216 -	130 -	80 Pfd.	
Kiefernholz	Inhalt einer Schwelle	4 c'	3 c'	3 c'		4 c'
	Aufnahme per Schwelle	35,0—42,2	40 Pfd.	40 Pfd.		32 Pfd.
	- - Cubikm.	283—342	432 -	432 -	300 Pfd.	280 -

Ueber die Kosten des Systems Bethell sollen hier nur die Resultate der preussischen Ostbahn angeführt werden, innerhalb deren Grenzen auch sonstige Erfahrungen neuester Zeit sich bewegen. Vorauszuschicken ist, dass bei der Imprägnierungsanstalt zu Bromberg sämtliche Handarbeiten an Schwellen und Apparaten zu 1 Sgr. per Schwelle oder 11 Sgr. per Cubikm. in Accord gegeben sind, und dass die Unterhaltung der Apparate, Aufsicht und Heizung bei einem jährlichen Quantum von 150000 Schwellen zu 0,6 Sgr. per Schwelle oder 7 Sgr. per Cubikm. angeschlagen wird. Unter diesen Voraussetzungen beträgt der Aufwand⁶¹⁾:

⁵⁸⁾ Dies ist nicht genau, denn schon während des Ansteigens der Flüssigkeit im Kessel geht ohne Zweifel eine ansehnliche Menge ohne Nachhülfe in die empfänglichen Zellen trocknen Holzes. Auch das einfache Tränken in Kreosotöl liefert ja einigen Erfolg.

⁵⁹⁾ So Grundpfähle zu Hafengebäuden in Portsmouth, in einem Präparirkessel von 82' Länge und 6' Durchmesser.

⁶⁰⁾ Entnommen für die Köln-Mindener Bahn aus Zeitschrift für Bauwesen 1860 p. 261. Die beiden anderen preussischen Bahnen aus Heusinger's Organ 1866, I. Supplementband p. 37.

⁶¹⁾ Heusinger's Organ 1866 p. 120. Aeltere Angaben, insbesondere in der Zeitschrift für Bauwesen 1860 p. 260, für die Köln-Mindener Bahn, wonach die Kosten von Arbeit, Aufsicht, Brennmaterial per Schwelle auf 1,8 gr., oder per Cubikm. auf 15 gr. zu stehen kamen. Die Preise der Substanz selbst dürften seither kaum noch gültig geblieben sein. Sonstige neuere Resultate über die Kosten des Kreosotirens hier anzuführen, fruchtet für einen Vergleich nicht, weil die Preise des Stoffes und sonstige Einzelheiten nicht veröffentlicht sind. Man kann übrigens den betreffenden Anschlag auf Grund der vorhergehenden Tabelle leicht entwerfen.

	Gastheer aus Berlin.	Dickflüssiges Kreosotöl.	Feines Oel aus England.
Preis des Stoffes per Ctr.	15 Sgr.	45 Sgr.	75 Sgr.
Eichenholz	Stoffaufwand per Schwelle . .	2 Sgr.	7,8 Sgr.
	Gesamtaufwand per Schwelle	3,6 -	9,4 -
	Stoffaufwand per Cubikm. . .	22 -	84 -
	Gesamtaufwand per Cubikm.	40 -	102 -
Kiefernholz	Stoffaufwand per Schwelle . .	6 gr.	30 Sgr.
	Gesamtaufwand per Schwelle	7,6 -	31,6 -
	Stoffaufwand per Cubikm. . .	65 -	324 -
	Gesamtaufwand per Cubikm.	83 -	342 -

Dass Kreosot eine kräftige, wo nicht die kräftigste Wirkung unter allen antiseptischen Substanzen ausübt, steht gegenwärtig durch mehr als zwanzigjährige Erfahrungen in England und Deutschland fest. Eisenbahnschwellen aus dem Anfänge des Bethell'schen Patents sind noch wohl erhalten, und auch auf preussischen Bahnen hat sich in den wirklich imprägnirten Theilen des Holzes nirgends Fäulniss gezeigt. Das Verhältniss der ausgewechselten Schwellen ist ein ausserordentlich günstiges, besonders grade bei den weicheren Holzarten, welche mehr aufnehmen und deshalb wahrscheinlich eine relativ bedeutendere Verlängerung ihrer Dauer erhalten. Mag nun die Wirkung des Kreosotöls mehr chemischer Natur sein (Coaguliren des Eiweissstoffes findet jedenfalls statt) oder mehr in dem Verstopfen der Holzporen gegen den Zutritt von Wasser und Luft liegen, so besteht ein besonderer Vorzug dieser Substanz vor den metallischen Laugen in der Abneigung gegen Wasser. Die bituminösen Oele sind im Wasser unlöslich, lassen sich nicht durch Regen verdünnen oder auswaschen und entziehen sich dem Holz blos zum Theil durch ihre Flüchtigkeit.

Ein anderer Vortheil ist die Erhöhung der Holzfestigkeit auf mechanischem Wege. Risse und Poren werden mit dem hart werdenden Stoffe um so besser ausgefüllt, je grösser dessen imprägnirte Menge, während von Metallsalzen grade bei steigendem Erfolg in der Aufnahme die Holzfaser vermuthlich angegriffen wird. Man pflegt diesen Unterschied wohl aus dem organischen Ursprung des Kreosots zu erklären, wonach dasselbe mit dem Holzorganismus sich gern assimilirt, während metallische Gifte in grosser Menge zerstörend auftreten. Dagegen dürfen mehrere Nachtheile des Systems Bethell nicht verschwiegen werden: Feuergefahr bei hölzernen Brücken; der penetrante Geruch an Hochbauten, Einfriedigungen und dergleichen; endlich Schwierigkeit einer nachträglichen Bearbeitung an dem schmutzigen stinkenden Material.⁶²⁾ Alle drei Gründe haben dem Kreosot namentlich im Schiffsbau den Eingang versagt und werden immer für manche Zwecke das System Burnett in den Vordergrund stellen.

§. 9. *Sonstige Systeme der Imprägnirung.* — Es bleibt noch übrig, diejenigen Methoden der Imprägnirung kurz zu erwähnen, welche in der Uebersicht auf p. 133 mit * bezeichnet sind und diejenigen, welche mit ganz anderen antiseptischen Substanzen versucht wurden.

Kupfervitriol unter Niederdruck zu appliciren, wurde dem Engländer

⁶²⁾ Schwellen, welche mit dickflüssigen Oelen imprägnirt werden, pflegt man förmlich abzukratzen, und den gewonnenen pechartigen Abfall als Brennstoff zu benutzen. Ebenso bedarf der Präparirkessel wiederholte Reinigung.

Margary 1837 patentirt und fand auch in Deutschland, namentlich an vielen preussischen Eisenbahnen Anwendung. Man versuchte die mannigfaltigsten Combinationen: Schwellen ausgetrocknet oder gedörrt, Lauge schwach oder concentrirt, kalt oder erwärmt, Dauer des Tränkens von einigen Stunden bis zu mehreren Tagen. Reducirt auf 1 Cubikm. Kiefernholz in Form von Mittelschwellen, hat die Aufnahme an Salz zwischen 5 und 16 Pfd., der gesammte Kostenaufwand zwischen 22 und 78 Sgr. betragen. Der Erfolg wird in einem Beschluss der Versammlung deutscher Eisenbahntechniker in Dresden 1865 folgendermaassen ausgesprochen⁶³⁾:

»Die Erfahrungen über das Imprägniren mit Kupfervitriol weichen wesentlich von einander ab. Die Gründe hierfür sind mit Sicherheit noch nicht ermittelt, dieselben scheinen jedoch mehr an dem Verfahren des Imprägnirens, wie in dem Material zu liegen und dürfte im Allgemeinen dem Imprägniren unter einem kräftigen Drucke vor dem blossen kalten Einlaugen oder Kochen in einem offenen Gefässe schon jetzt unzweifelhaft der Vorzug einzuräumen sein.«

Kupfervitriol unter Hochdruck. Der Apparat, welchen die Berlin-Hamburger Eisenbahn zu diesem Zweck anwendet, besteht aus einer Dampfmaschine von 4 Pf. mit Luftpumpen, zwei Präparirkesseln von 16' Länge und 8' Weite aus Kupferplatten mit eisernen Reifen, einigen Cisternen und einem auf hohem Gerüste stehenden Reservoir für die Lauge (von $\frac{1}{100}$ Gehalt). Nach Einbringen der Schwellen und Verschluss des Kessels wird während etwa 2 Stunden ein fast vollständiges Vacuum unterhalten, sodann die Lauge angesogen und hierauf der volle Kessel mit dem Hochreservoir in Verbindung gesetzt, dessen hydrostatischen Druck (ca. $1\frac{1}{2}$ Atm.) er während 5—6 Stunden empfängt. Die Anlage hat ca. 18000 Thlr. gekostet. Das Resultat ist: Aufnahme von 6 Pfd. Vitriol und gesammter Aufwand von 36 Sgr. per Cubikm. Kiefernholz.⁶⁴⁾ Dem Vernehmen nach hat in Deutschland nur die Magdeburg-Wittenberger Eisenbahn dies Verfahren nachgeahmt. Dagegen wurden in dem Netz der französischen Midi-Bahn (und auch zur Bedienung spanischer Bahnen) seit 1859 durch englische Unternehmer mehrere Imprägniranstalten errichtet, in welchen das eigentliche pneumatische Verfahren durchgeführt wird.⁶⁵⁾ Die Lauge wird in hölzernen mit Blei ausgefütterten Cisternen gemischt. Ihre Stärke ist abhängig von dem Zustand des Holzes (Fichten), mindestens 1:70 für trockenes, höchstens 1:40 für frisches Holz. Dieser Unterschied scheint jedoch da nicht eingehalten zu werden, wo Trockenöfen die Schwellen vorbereiten. Die Laugencisterne wird mittelst Dampfheizung auf 15° Wärme gebracht. Die Präparirkessel sind zum Theil feststehend, zum Theil transportabel. Als Material dient Kupfer oder Gusseisen mit Menniganstrich, oder Eisenblech mit einem Futter aus Bitumen, Guttapercha, Bleitafeln und Holz. Pumpen und Rohrleitungen aus Messing. Es findet nur kurze Luftverdünnung statt um anzusaugen, und der nachfolgende Druck dauert auch nicht lange, $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Stunden, wobei seine Höhe auf 5—6 Atm. bei trockenem, 8—10 Atm. bei frischem Holz bestimmt ist.

⁶³⁾ Organ 1866, Supplementband p. 39—43, woselbst die neuesten Mittheilungen über Kosten und Erfolg kurz mitgetheilt sind. Speciellere Nachweisungen finden sich bezüglich der westphälischen und preussischen Ostbahn in der Zeitschrift für Bauwesen 1853 p. 55, bezüglich sämtlicher preussischer Bahnen in derselben Zeitschrift 1860 p. 251.

⁶⁴⁾ Apparate in Zeitschrift für Bauwesen 1853 p. 47. Neueste Resultate in Organ 1866, Supplementband p. 39. Aeltere Angaben weichen beträchtlich ab, da der Preis des Vitriols seither gesunken und die Lauge überdies mehr verdünnt wird.

⁶⁵⁾ Förster's Bauzeitung 1864 p. 371.

Diese rasche Operation erlaubt dem natürlich täglich mehrere Füllungen und ist ohne Zweifel deshalb zulässig, weil die Aufnahme des Holzes an Vitriol von vorn herein nur zu dem (seit Boucherie normal gewordenen) Maass von 5,5 Kil. per Cubikm. festgesetzt wurde. Telegraphenstangen erhalten auch etwas mehr, weil sie eben nach ihrer Beschaffenheit leicht mehr aufnehmen, etwa 7 Kil. per Cubikm. Ueber die Kosten werden keine anderen Mittheilungen gemacht, als dass die Etablissements zwischen 30000 und 60000 Fres. gekostet haben, und der Accordpreis der Unternehmer für die Präparation 10 Fres. per Cubikm. beträgt.

Diesen beiden Beispielen über Kupfervitriol unter Hochdruck dürfte eine Nachahmung in der Zukunft kaum zu vindiciren sein. Die Anlage ist, weil Vitriol nicht in Berührung mit Eisen treten darf, umständlich und kostspielig. Der gewählte Stoff besitzt mehrere, im Früheren erörterte Nachtheile, insbesondere einen dreifach höheren Preis als Zinkchlorid. In Frankreich scheint mehr das Herkommen den Vitriol begünstigt zu haben. Die Gesellschaft schrieb denselben vor, und die Unternehmer glaubten nun die mechanische Aufgabe auf pneumatischem Wege billiger, als durch Boucherie's Methode zu lösen.⁶⁶⁾

Zinkchlorid unter Niederdruck. Ausser einigen, nicht zu Bedeutung gelangten Versuchen, das Holz im kalten Zustande mit Zinkchloridlauge zu tränken, ist hier insbesondere das Verfahren von Büttner und Möring in Dresden zu nennen.⁶⁷⁾ Die thunlichst ausgetrockneten Schwellen werden in hohe hölzerne Bottiche gestellt, die Lauge kalt eingelassen und auf den richtigen Gehalt gebracht, und nun von einem Dampfkessel (etwa alte Locomotive) Dampf eingeleitet, um die Flüssigkeit zum Kochen zu bringen. Dieser Zustand wird etwa eine Stunde lang (zuweilen auch länger) erhalten, während desselben mehrfach die ausgelaugten Saftstoffe abgeschäumt und nachher das Holz, von der Lauge stets bedeckt, der Abkühlung bis 50° C. überlassen, wonach die Lauge ausgepumpt und das Holz zum Abtrocknen herausgenommen wird. Der Zweck dieses Verfahrens bestand darin, gleichzeitig das Eiweiss zu coaguliren, sonstige Saftstoffe und die Luft zu entfernen und dafür die Lauge zu imprägniren. Die Aufnahme an Zinkchlorid kann nach den Resultaten, welche früher bei der Badischen und der Magdeburg-Halberstadter Eisenbahn erhalten sind, auf 6 Pfd. per Cubikm. geschätzt werden: eine geringe Zahl trotz des erheblichen Aufwandes für die Siedhitze. Die Resultate scheinen dem auch nirgends befriedigt zu haben und das Verfahren gegenwärtig, aufgegeben zu sein.

Aehnlich wie über Kupfervitriol spricht sich die mehrerwähnte Techniker-Versammlung auch über Zinkchlorid aus, nämlich wie folgt:

»Beim Imprägniren mit Zinkchlorid liegen ebenfalls zum Theil ungünstige, zum Theil sehr günstige Resultate vor. Abgesehen von einem kleinen Versuch mit Buchenschwellen auf der Köln-Mindener Bahn, sind die ungünstigen Erfahrungen, soweit es für jetzt zu beurtheilen ist, nur mit solchen Schwellen gemacht worden, welche in dem Zinkchlorid kalt eingelaugt oder gekocht waren. Die Erfahrungen auf denjenigen Bahnen, welche das Zinkchlorid unter einem starken Druck

⁶⁶⁾ Aus dem Referat über Conserviren der Schwellen, welches der Versammlung deutscher Eisenbahntechniker in München 1868 vorgelegt wurde, ergibt sich, dass seit 3 Jahren die Benutzung von Sublimat bedeutend im Wachsen, diejenige von Vitriol beträchtlich in der Abnahme begriffen ist, während Zinkchlorid und Kreosot in ihrer Beliebtheit ziemlich constant geblieben sind. Von 40 Bahnverwaltungen präpariren gegenwärtig 16 überall nicht, und wurde dabei in 4 Fällen der früher gebrauchte Kupfervitriol gradezu aufgegeben.

⁶⁷⁾ Heusinger's Organ 1855 p. 25.

in die Schwellen hineinpressen, sind sowohl für Eichen-, wie für Kiefern- und Buchenschwellen sehr günstige und verdienen um so mehr Beachtung, als die Kosten des Imprägnirens mit Zinkchlorid nur $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{3}$ derjenigen des Imprägnirens mit Kreosot und Quecksilber-Sublimat betragen.«

Kreosot unter Niederdruck. Die ersten Anwendungen des Kreosotöls auf dem Continent wurden nicht auf dem pneumatischen Wege gemacht, sondern durch einfaches Tränken. Es geschah 1856 — 1858 auf den Bahnen von Aachen nach Maastricht und nach Düsseldorf. Die letztere wenigstens verfährt noch gegenwärtig auf diese Weise mit dem selbsterzeugten Theeröl. Die Hölzer werden in einem Trockenofen bei 100° 24 Stunden lang gedörrt und sofort in eiserne auf 30° C. erwärmte Oelcisternen eingetaucht, worin sie wiederum 24 Stunden verbleiben. Das Resultat mit Eichenholz beträgt: Aufnahme 160 Pfd. und Gesamtaufwand 68 Sgr. per Cubikm.⁶⁵⁾ Beide Zahlen liegen innerhalb der Grenzen, welche beim pneumatischen Verfahren angegeben wurden, wobei freilich die stark influirende Gattung, sowohl des Holzes als des Oels, nicht beurtheilt werden kann. Auf der Maastrichter Bahn wurde trotz dreimal längerer Tränkung die Aufnahme doch nur auf die Hälfte gebracht, und die Kosten wiederum betragen etwa das Doppelte, so dass hier in der That Vergleiche gar nicht gezogen werden können. — Im Allgemeinen dürfte grade bei Kreosot der Hochdruck entschieden den Vorzug verdienen, weil die Kosten des mechanischen Verfahrens der Imprägnirung hier einen geringen Antheil des Gesamtaufwandes ausmachen, und es offenbar mehr wie bei billigen Lauge darauf ankommt, den kostbaren Stoff durch alle zu Gebote stehenden Mittel möglichst gründlich zu verwenden.

Kochsalz. Auf der Thüringischen Eisenbahn ist eine grössere Anzahl von Schwellen aus Bauhölzern alter Gradirwerke verlegt worden. Dieselben haben sich so gut erhalten, dass die Dauer von imprägnirtem jungem, splintreichem Tannenholz so hoch wie diejenige von unpräparirtem Eichenholz geschätzt werden konnte. Auch hielten die Nägel mittelst Anrosten ebenso fest. Aber freilich gehört dazu eine so vollständige Durchdringung, wie 50 Jahre in Gradirwerken zu Stande bringen können. Anderwärts, wo man neues Holz mit Kochsalzmutterlauge selbst unter Hochdruck imprägnirte, hat man genügende Resultate nicht erhalten, namentlich im Vergleich zu Zinkchlorid.⁶⁶⁾ Kochsalz kann überall nur bei Salinen benutzt werden, wo Mutterlauge billig zu haben ist. Der Transport dieser Flüssigkeit auf grosse Entfernungen würde sich nicht lohnen und noch weniger die Auflösung von festem Kochsalz oder Steinsalz. Trotz der bekannten antiseptischen Wirkungen des Stoffes dürfte derselbe die Concurrenz anderer Methoden nur da bestehen, wo man, wie bei der Thüringischen Bahn, die Imprägnirung gewissermassen umsonst erhält.

Eisenvitriol. Dieses Salz ist wegen seines billigen Preises mehrfach zur Holzconservation versucht worden, und zwar gewöhnlich durch einfaches Tränken des Holzes in der Lauge bei mässiger Erwärmung. Die Resultate waren indessen so wenig zufriedenstellend, dass der Stoff jetzt gänzlich aufgegeben ist. Eisenvitriol ist bei Weitem nicht so giftig, wie die anderen Metallsalze und hindert das Wachsthum von Sporen nicht (Schimmeln der Tinte), obgleich namentlich im Eichenholz Verbindungen mit Saftbestandtheilen (gerbsaure Eisensalze) leicht zu Stande kommen.

⁶⁵⁾ Organ 1866, I. Supplementband p. 37. Aeltere Angaben über beide erwähnte Bahnen in der Zeitschrift für Bauwesen 1860 p. 262.

⁶⁶⁾ Zeitschrift für Bauwesen 1853 p. 50 und Buresch a. a. O. p. 29.

Metallisiren des Holzes. Da die antiseptischen Metallsalze in Wasser aufgelöst angewandt werden müssen und demnach auch durch Wasser wieder ausgewaschen werden können, so kommt imprägnirtes Holz in Gefahr sein Schutzmittel zu verlieren — falls dasselbe nicht etwa chemisch an Bestandtheile des Holzes gebunden war. In dieser Meinung kam Payne auf den Gedanken, zwei Substanzen nach einander zu imprägniren, welche einzeln löslich sind, aber bei ihrer Begegnung im Holz einen unlöslichen Niederschlag ergeben. Gewöhnlich bediente er sich des schwefelsauren Eisenoxyduls und des Schwefelbaryums, aus welchen durch gegenseitige Zersetzung Schwefeleisen und schwefelsaurer Baryt — zwei unlösliche Körper — entstehen. So wissenschaftlich richtig dieses Project ist, welches den Namen »Metallisirung des Holzes« erhielt, so scheiterte es doch an der Beschaffenheit des Holzes selbst. Es können nämlich selbst unter Hochdruck nur so verdünnte Lösungen eindringen, dass die Menge der Niederschläge in den Zellen nicht genügt, um letztere auszufüllen, die Poren zu verstopfen und den Eintritt der Fäulniss vollständig zu hindern. Auch wird zwar die erste Lauge mit Hilfe des pneumatischen Verfahrens vielleicht durch das ganze Holzvolumen dringen, aber die zweite wird bedeutende Hindernisse sich selbst bereiten, weil sie sofort an der Oberfläche jene Niederschläge erzeugt. Es entsteht daher im günstigsten Falle eine metallisirte Rinde um das Holz, nach deren mechanischer Zerstörung durch einen Schlagregen oder dergleichen das Innere nur mit Eisenvitriol, also ungenügend geschützt, offen liegt. So oft man daher die Methode von Payne wieder versucht hat, so sind die Resultate stets schlecht ausgefallen und gegenwärtig ist sie nur noch ein interessantes Theorem. — In dieselbe Gattung gehören endlich auch die missglückten Versuche, das Holz zu »versteinern« durch Einführung von Wasserglas oder Kalkmilch.

Literatur.

Ausser den in den Anmerkungen genannten Quellen für einzelne Systeme sind als Abhandlungen über die Holzconservation im Ganzen zu nennen:

- *Buresch, Preisschrift, in den Mittheilungen des sächs. Ingenieur-Vereins, 3. Heft. Dresden 1860.
- Scheden, Anleitung zur Conservirung des Holzes. 2. Aufl. 1860.
- *Fortschritte der Technik des deutschen Eisenbahnwesens*, nach den Ergebnissen der Techniker-Versammlung in Dresden 1865. Heusinger's Organ 1866, I. Supplementband p. 27—43.
- Uebersicht der Methoden und Resultate auf preussischen Bahnen. Zeitschrift für Bauwesen 1853 p. 45 und 1860 p. 247.
- *Referat über die Imprägnirung von Schwellen, vorgelegt der Versammlung deutscher Eisenbahntechniker in München 1868, im III. Supplementband zu Heusinger's Organ von 1868.

VI. Capitel.

Eisenbahn - Oberbau.

Bearbeitet von

Heusinger von Waldegg,

Oberingenieur in Hannover.

§. 1. *Oberbau im Allgemeinen und dessen verschiedene Systeme, Geschichtliches über die ältern Constructionen.* — Unter Oberbau einer Eisenbahn versteht man die eigentliche Schienenbahn als Gegensatz zum Unterbau, welcher die Bestimmung hat, diese Bahn zu tragen. Der Oberbau umfasst daher alle jene Constructionen, welche zur soliden und möglichst unveränderlichen Festhaltung der Schienen auf dem Unterbau erforderlich sind und besteht aus drei Haupttheilen a. den Schienen b. den Unterlagen und c. der Bettung.

Die Schienen, deren Fabrikation wir bereits im vorletzten Capitel kennen gelernt haben, werden entweder direct oder mittelst gusseiserner Stühle von den Unterlagen unterstützt und letztere übertragen den Druck auf die Bettung, deren hauptsächlichste Bestimmungen sind: sowohl die eindringenden atmosphärischen Niederschläge möglichst schnell abzuführen, als auch jenen von den Eisenbahnfuhrwerken auf die Schienen resp. Unterlagen ausgeübten Druck auf eine noch grössere Fläche des Unterbaues zu vertheilen, um das Einsinken der Schienen unmöglich zu machen. Die Unterlagen sind entweder Langschweller, Querschwellen oder Einzelunterlagen von Holz, Stein oder Eisen. Die Bettung besteht aus einer Lage von grobem Sand, Kies oder Schotter (zerschlagenen Steinen).

Die Form der Schienen sowohl, als auch die Art ihrer Befestigung unter sich und auf dem Bahnkörper, sowie die Ausführung der Bettung ist bei den bisher zur Ausführung gekommenen Eisenbahnen ausserordentlich verschieden, es wird daher unsere Aufgabe sein, diejenigen Constructionen hervorzuheben, welche im Allgemeinen nach den seitherigen Erfahrungen als die zweckmässigeren betrachtet werden müssen.

Die Grundbedingungen, welche der Oberbau erfüllen soll, sind nach Professor Winkler¹⁾:

1. Der Druck muss sich auf eine so grosse Fläche vertheilen, dass ein Einsinken nicht möglich wird.

2. Der Oberbau soll eine genügende Sicherheit bieten und zwar gegen Zerbrechen, Entgleisungen und Umstürzen der Wagen.

¹⁾ Winkler, Dr. E., Vorträge über Eisenbahnbau. 1. Heft (Prag 1867, Dominicus) p. 5.

3. Der Oberbau soll möglichst geringe Anlags- und Unterhaltungskosten verursachen.

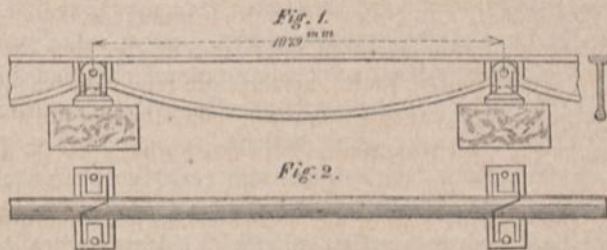
4. Der Oberbau soll möglichst geringe Betriebskosten verursachen, und zwar dadurch, dass er a. der Bewegung der Wagen einen möglichst geringen Widerstand bietet und b. möglichst geringe Abnutzung der Betriebsmittel veranlasst.

5. Der Oberbau darf keine Störungen im Betriebe verursachen.

6. Der Oberbau soll eine möglichst grosse Annehmlichkeit des Reisens zulassen, indem Stösse und Schwankungen (sowie auch Geräusch) möglichst vermieden werden.

Es ist natürlich, dass diese Bedingungen je nach den speciellen Ansichten in sehr verschiedenem Grade und in sehr verschiedener Weise sich erfüllen lassen.

Von den anfänglichen Holzbahnen her hatte man die, die Lasten tragenden Eisenbahnschienen²⁾ ihrer ganzen Länge nach auf Langschweller oder fortlaufenden Fundamentsteinen aufrufen lassen und sie mittelst Nägeln oder Schrauben festgehalten. Erst in den Jahren 1800 bis 10 fing man hin und wieder an die meist noch gusseisernen Schienen, wahrscheinlich der Kosten wegen, nur theilweise auf dem Bahnkörper aufrufen zu lassen und sie nur in kleinen Abständen durch Quadersteine, die in den Erdkörper der Bahn versenkt waren, zu unterstützen; zwischen diesen Stützpunkten mussten die Schienen sich



und die zufälligen Lasten frei tragen. Zur Erlangung einer grösseren Tragfähigkeit hatte der Steg oder die Tragrippe dieser Schienen je nach der Entfernung der Unterlagen eine verschiedene Breite, d. h. sie war in der Mitte höher und lief nach beiden Enden in eine halbelliptische Form aus, wie dies die Fig. 1 zeigt. Auf diese Weise hatte die Schiene an den verschiedenen freitragenden Stellen gleiche Stärke und sie vereinigte mit dem geringsten Materialaufwande die grösste Tragfähigkeit. Die obere Ansicht Fig. 2 zeigt wie nach dem Patente von W. Losh und G. Stephenson (1816) diese Schienen gewöhnlich in den gusseisernen Stühlen befestigt waren; die Enden der Schienen sind nämlich auf eine Länge von ca. 70^{mm} seitlich zugeschärft oder greifen, wie man sagt, mit halbem Blatte übereinander. Durch beide Schienenenden geht ein Loch, denen ein Stuhl correspondirt und durch dasselbe ist ein starker eiserner Bolzen getrieben, der die Enden zweier Schienen untereinander und mit dem Stuhle verbunden erhält.

Da die gusseisernen Schienen nur in beschränkten Längen gewöhnlich von einem Stützpunkte bis zum andern herzustellen und durch die Sprödigkeit des Materials sehr

²⁾ Die ersten aus Gusseisen hergestellten Bahngestänge sollen im Jahre 1738 zu Whitehaven in England gelegt worden sein, sie kamen jedoch erst später, um 1780, in allgemeinere Verwendung. (Vergl. Cap. I §. 3.) Die ersten schmiedeeisernen Bahnschienen wurden 1805 auf der Walbottle Steinkohlengrube bei Newcastle am Tyne durch Nixon versucht und bestanden aus hochkantig gelegtem Flacheisen, da jedoch ihre schmale Oberfläche in die Radkränze der Wagenräder einschchnitt, so wurden sie von den breitem gusseisernen Schienen wieder verdrängt.

häufigen Brüchen ausgesetzt waren, so ging man, als mittlerweile auch bedeutende Fortschritte in dem Walzen von Schmiedeeisen nach verschiedenen Profilen gemacht worden waren, in den Jahren von 1820 bis 30 zu den gewalzten Schienen über. Diese schmiedeeisernen Schienen hatten nach dem Patente von Berkinshaw von der Bedlington Eisenhütte (1820) ganz die Form der oben beschriebenen gusseisernen Schienen und hiessen Fischbauchschienen (fish-bellied rails) im Gegensatz der erst später (1830) durch Robert Stephenson eingeführten Parallelschienen, deren obere und untere Flächen einander parallel waren.

Die gewalzten Schienen wurden anfänglich in Längen von 12, 15 und 18 Fuss hergestellt und boten ausser der grössern Widerstandsfähigkeit gegen gusseiserne Schienen den grossen Vortheil, dass viel weniger Stossverbindungen erforderlich waren, die Schienenbahn einen grössern Zusammenhang hatte, sowie sich leichter in der richtigen Spurweite und in der bestimmten Höhenlage erhalten liess.



Bei der ersten Bahn für den gewöhnlichen Strassenverkehr³⁾, der im Jahre 1825 vollendeten Stockton-Darlingtonbahn kam die in Fig. 3 dargestellte gewalzte Fischbauchschiene in gusseisernen Stühlen mittelst schmiedeeisernen Keilen befestigt und auf Steinwürfeln ruhend zuerst nur auf der Hälfte der ganzen Bahnlänge zur Anwendung, während die andere Hälfte noch gusseiserne Schienen hatte.

Die Fischbauchschienen, welche anfangs sehr verbreitet waren (auch die Liverpool-Manchester-Bahn, Liverpool-Birmingham, Newcastle-Carlisle Eisenbahn und Belgische Staatsbahn — letztere nach dem in Fig. 18 auf Tafel XI dargestellten Profil — hatten zum grossen Theil dieses Schienensystem eingeführt), wurden nach dem Jahre 1838 fast nicht mehr gefertigt und durch die Parallelschienen allgemein verdrängt, da die Fabrikation viel schwieriger war und die Anwendung dadurch sehr erschwert wurde, weil die genaue Entfernung der Stützpunkte stets eingehalten werden musste und das Einschalten von kürzern oder längern derartigen Schienenstücken nicht möglich war.

In Amerika, wo man anfänglich im Bahnbau den englischen Mustern folgte, änderte man das erwähnte Oberbausystem sehr bald, indem man aufgefördert durch den niedrigen Preis des guten und dauerhaften Holzes eine fortlaufende Unterstützung der Schienen annahm und auf sehr vielen Bahnen die Flachschienen (Fig. 1—3 auf Tafel XI), die breitbasigen Vignoleschienen⁴⁾ (Fig. 27 und 28 auf Tafel XI), sowie die Brückschienen⁵⁾ (Fig. 9—14 auf Tafel XI) auf Langschwelen befestigt zur Anwendung kamen.

Auf der Leipzig-Dresdner Bahn machte man im Jahre 1840 den ersten Versuch, die breitbasige Schiene direct auf Querschwellen zu befestigen; obgleich die dabei angewandte Schiene (Fig. 27 auf Tafel XI) sehr leicht und niedrig war, lieferte dieser Versuch im Vergleich mit dem Langschwelen- oder Stuhlsystem so günstige Resultate, dass die

³⁾ Die früheren Bahnen waren ausschliesslich nur für den Bergwerks- und Fabrikbetrieb eingerichtet.

⁴⁾ Der bekannte englische Ingenieur Vignoles hatte diese ursprünglich amerikanische Schienenform zuerst in England eingeführt, daher dieser Name.

⁵⁾ Dieselbe soll von Brunel erfunden sein. Daher sie auch im Französischen rail Brunel (Brunelschiene) heisst.

breitbasige Schiene von grösserer Höhe und grösserem Gewicht direct auf Querschwellen befestigt, als das einfachste Oberbausystem, vorzugsweise auf fast allen deutschen Eisenbahnen nach und nach zur Anwendung kam. Es sind daher folgende drei hauptsächlichsten Systeme des Bahnoberbaues zu unterscheiden:

- a. das englische oder Stuhlsystem mit theilweiser Unterstützung auf Querschwellen oder Steinwürfeln.
- b. das amerikanische oder Langschwellensystem mit fortlaufender Unterstützung der Schienen.
- c. das deutsche System mit breitbasigen Schienen mit Unterstützung auf Querschwellen oder Steinwürfeln.

Hierzu kommt noch das in den letzten Jahren erst aufgekommene System

- d. des ganz eisernen Oberbaues ohne jegliche Anwendung von Holz oder Stein, welches sowohl nach dem Langschwellen- als Querschwellensystem, sowie demjenigen mit isolirten Unterlagen ausgeführt sein kann.

Wir wollen in dem Folgenden jedes dieser Oberbausysteme einzeln behandeln, zuvor jedoch die Bahnschienen, als den wichtigsten Theil des Oberbaues und öfters bei den verschiedenen Systemen desselben in gleichen Formen und Dimensionen vorkommend, ausführlich betrachten.

§. 2. *Eintheilung der Schienen nach deren Form.* — Die bis jetzt angewandten Schienenformen lassen sich unter folgende 8 Hauptrubriken unterbringen.

A. *Flachschiene auf Langschwellen* (Fig. 1—8 auf Tafel XI). Die Flachschiene aus Walzeisen sind besonders in Amerika bei den ersten Eisenbahnen in Anwendung gekommen. Sie bestanden anfänglich gewöhnlich aus 50—70^{mm} breiten, 13—20^{mm} dicken Flacheisen, welche in Entfernungen von 300—500^{mm} mit versenkten Löchern versehen und mittelst Nägeln oder Holzschrauben auf Langschwellen befestigt waren. Da diese Schienen wegen zu geringer Steifigkeit sich bald an den belasteten Stellen stark in das Holz eindrückten, während sie sich an andern Stellen hoben, wurden die Befestigungsmittel leicht lose oder die versenkten Köpfe der Schrauben oder Nägel sprangen ab, wodurch diese nicht herauszuziehen waren und daneben neue Löcher zur Befestigung gebohrt werden mussten.

Aus diesem Grunde verstärkte man die Schienen entweder durch eine Winkelrippe (Fig. 1 Tafel XI) oder man versah sie wie die von Zimbel auf der Niedersechlesisch-Märkischen Bahn eingeführte Flachschiene für Nebengleise (Fig. 2 Tafel XI) mit einem niedrigern Seitenflantsche, worin die Nägel mit nicht versenkten Köpfen angebracht waren.

In den Seitengleisen der Wien-Gloggnitzer Bahn wurde früher die in Fig. 3 auf Tafel XI dargestellte 40^{mm} hohe Flachschiene mit gewölbtem Kopfe auf Langschwellen verwendet, bei welcher Stärke die versenkten Nägel gut hielten.

In neuerer Zeit werden Flachschiene auf Bahnen mit Locomotivbetrieb nicht mehr angewendet, dagegen finden sie in mannigfaltigen Profilen, wie die Fig. 4—8 auf Tafel XI zeigen, zu Strassen- oder Pferdebahnen häufige Verwendung.

B. *Brückschiene oder Brunelschiene auf Lang- und Querschwellen* (Fig. 9—14 auf Tafel XI). Diese von Brunel in England (1835) erfundene Schiene⁶⁾ bietet gegen die Flachschiene den Vortheil einer viel grössern Steifigkeit und lässt daher auch ein bei weitem grösseres Locomotivgewicht zu. Die Brückschienen werden meist wie Flachschiene auf Langschwellen befestigt; später kamen sie zuweilen auf Querschwellen in Anwendung, wofür dieselben aber viel schwerer zu construiren sind; Fig. 14 auf Tafel XI zeigt eine solche auf Querschwellen verwandte Schiene von der Schweizer

⁶⁾ Andere schreiben die Erfindung Strickland in Amerika (1834) zu.

Süd-Ostbahn. Die übrigen auf Langschwellen früher angewandten Brückschienen von deutschen Bahnen (Fig. 10—14) sind nach und nach verschwunden, da sich das hölzerne Langschwellsystem überhaupt nicht bewährt hat.

Die Bahn der Brückschienen ist meist eben, seltener gewölbt, sie lässt sich nicht aus härterm, feinkörnigem Eisen herstellen, die ganze Schiene muss vielmehr aus zähem, weichem Eisen bestehen, wodurch sich der Kopf bald zerdrückt.

Der hohle Raum zwischen den beiden Stegen wird der Stabilität und des leichtern Walzens wegen gewöhnlich nach oben (wie Fig. 9 und 11 zeigt) enger gemacht, zuweilen ist die Weite constant (Fig. 12 und 14), öfter verengt sich auch dieser Raum nach unten (Fig. 10), um bei gleichbleibender Gesamtbreite eine grössere Auflagefläche zu gewinnen; diese Form wird erst durch ein nachträgliches Zusammendrücken des vorher durch die Walzen nach unten weiter hergestellten Hohlraumes hervorgebracht.

C. Sattelschiene (Seaton's System Fig. 15 auf Tafel XI) auf Langschwellen von dreieckigem Querschnitt. Diese Schiene ist erst in neuerer Zeit (ums Jahr 1860) in England auf der Great-Westernbahn in Anwendung gekommen; die dreieckigen Langschwellen liegen mit ihrer breiten Basis auf ebensolchen Querschwellen. Bei gleicher Materialmenge bietet zwar der dreieckige Querschnitt eine breitere Basis, aber doch eine geringere Steifigkeit, als der rechteckige; der hauptsächlichste Vortheil liegt in der bessern Abführung des Wassers. Das sattelförmige Schienenprofil ist aber aus mehreren Gründen unzweckmässig, namentlich weil es bei gleicher Steifigkeit mit den breitbasigen Schienen mehr Material erfordert, als diese.

Auf der Pariser Ausstellung von 1867 war dieses System auch mit gusseisernen trogförmigen Langschwellen mit Holzzwischenlagen von quadratischem Querschnitt ausgestellt.

D. Kanten- oder Z-Schienen (Fig. 24 auf Tafel XI) auf Lang- und Querschwellen. Diese von Latrobe in Amerika erfundene Schiene kam auf der Baltimore-Ohio-Bahn in Anwendung. Diese Schienen sind an den innern Seiten von Langschwellen mittelst durchgehender Schraubenbolzen befestigt und ruhen zugleich mit dem obern Winkelflantsche *a* auf der obern abgerichteten Fläche der Langschwelle, während der Winkelflantsch des Fusses mittelst der gusseisernen Unterlagsplatte *b* auf den unter den Langschwellen angebrachten Querschwellen ruht.

Die Seitenunterstützung, welche die Z-Schiene durch die Langschwelle erhält und vereinigt mit der von der Basis der Winkelflantschen herrührenden lateralen Stärke, erlaubt die Schiene hoch und dünn zu machen, ohne eine Seitenbiegung befürchten zu müssen. Bei einem gegebenen Gewichte bietet daher dieses Schienenprofil mehr Stärke und Steifigkeit, als das der gewöhnlichen Stuhl- und breitbasigen Schienen. Zugleich erhält der Schienenkopf durch die Langschwelle eine fortlaufende Unterstüzung und es kann ein Abdrücken der tragenden Theile des Kopfes nicht vorkommen.

Als weitere Vortheile sind anzuführen: das leichte Herstellen beim Walzen der Z-Schienen; das Verrücken der Schienen in der Längenrichtung fällt durch die solide seitliche Befestigung mit Schraubenbolzen ganz weg, und die Lage an der innern Seite der Langschwellen hat zur Folge, dass der Widerstand der Schienen gegen den Druck des vorspringenden Randes der Räder sehr gross ist, was mit einem andern Oberbausystem nicht so leicht zu erreichen ist.

Dagegen ist das Legen des Oberbaues mit Z-Schienen sehr umständlich, das Anpassen der Schienen an die Langschwellen erfordert ein genaues Abrichten und Hobeln der obern Flächen der Traghölzer, dabei haben die freiliegenden Langschwellen durch

das Eindringen von Feuchtigkeit zwischen Schiene und Schwelle nur eine geringe Dauer und die Herstellung dieses Oberbaues ist daher nur in holzreichen Gegenden, wie in Amerika, gerechtfertigt.⁷⁾

E. Stuhlschienen, auf Querschwellen,

- a. mit einem Kopfe (Fig. 17—19 auf Tafel XI),
- b. mit zwei Köpfen unsymmetrisch (Fig. 20, 21 und 23 auf Tafel XI),
- c. mit zwei symmetrischen Köpfen (Fig. 22, Tafel XI, Fig. 2, 5, 6, 7 und 8, Tafel XII, sowie Fig. 12, 14 und 18, Tafel XIII).

Die Stuhlschienen mit einem Kopfe oder mit einem grossen und einem kleinen Kopfe waren bei den ältesten Locomotiveisenbahnen in England und auf dem Continente die verbreitetsten; jetzt wendet man sie nur noch wenig an; sie müssten für den jetzigen Betrieb noch viel höher sein, als die breitbasigen Schienen.

Die symmetrischen Stuhlschienen sind zwar schon bei der London-Birmingham-Bahn (1830), Liverpool-Birmingham-, Dublin-Kingston-Eisenbahn, Tannusbahn (1838) vereinzelt angewendet worden, sie kamen aber erst später, namentlich in England und Frankreich in allgemeinere Anwendung. Diese letztern Schienen können am ersten mit den breitbasigen Schienen in Concurrenz treten und sollen daher mit diesen im nächsten und folgenden §§. ausführlicher besprochen werden.

Eine besondere Art Stuhlschienen sind die aus hochkantigem Flacheisen (Fig. 16 auf Tafel XI), wie sie Léon Coste, früher Director der Bahn von St. Etienne nach Lyon (1836), auf dieser Bahn in gusseisernen Stühlen auf Querschwellen ruhend, einfuhrte, da jedoch diese Schiene trotz des bedeutenden Gewichts von 61,8 Pfd. pro Meter verhältnissmässig nur eine geringe Widerstandsfähigkeit hatte, auch die schmale Bahn die Radreifen schnell zerstörte, so fand dieselbe keine weitere Nachahmung. — Nur auf schmalspurigen Arbeitsbahnen werden noch zuweilen hochkantige Flacheisenschienen angewandt, die statt der Stühle in Einschnitten der Querschwellen ruhen und durch ausserhalb eingetriebene Keile befestigt werden, wie die nachstehende Fig. 4 zeigt.



Diese Art von Oberbau bietet die für provisorische Bahnen wichtigen Vortheile, dass er billig herzustellen, leichter auseinander zu nehmen und an andern Stellen wieder schnell zusammensetzen ist, dagegen haben die Schienen nur eine geringe Seitensteifigkeit, verbiegen sich leicht zwischen den Befestigungsstellen nach auswärts und schneiden in die Radkränze der Wagenräder ein.

F. Breitbasige Schienen (fälschlich Vignoleschienen genannt) wurden anfänglich nur auf Langschwellen, werden aber jetzt fast allgemein auf Querschwellen angewendet. In den Fig. 27—34 und 37—43 auf Tafel XI sind die verschiedenartigsten Profile, meist von deutschen Bahnen, dargestellt. Sie ist die rationellste von allen bis jetzt bekannten Schienenformen und wurde hauptsächlich auf den deutschen Bahnen ausgebildet.

⁷⁾ Beschreibung einer neuen Form von Eisenbahnschienen (Z-rail) und des hierzu erforderlichen Holzoberbaues. Fürster's Bauzeit. 1841 p. 255, und Latrobe, neue Form von Eisenbahnschienen (Z-Rail genannt) und des hierzu erforderlichen Holzoberbaues. Mechan. mag. V. 36 p. 370; Dingler's pol. Journal 84. Bd. p. 332, 85. Bd. p. 321.

Die besonders hohen (180—290^{mm}) Profile dieses Systems (Hartwich-Schiene Fig. 16 und 17 auf Tafel XIV) werden ganz ohne Unterlagen verwendet und sollen mit dem folgenden System in §. 22 besonders abgehandelt werden.

G. Barlow-Schiene (Fig. 13 auf Tafel XIV) mit 250—300^{mm} breiter Basis ohne Unterlagen. (Siehe §. 22.)

H. Zusammengesetzte Schienen,

- a. zweitheilige. Dieselben sind theils in Form von Stuhlschienen (Fig. 25 und 26 auf Tafel XI), theils in Form von breitbasigen Schienen (Fig. 35 und 36 auf Tafel XI) und werden auch wie diese auf Querschwellen verwendet, oder sie haben eine besonders grosse Basis (System Mac Donell Fig. 14 auf Tafel XIV und System Hilf Fig. 15 auf Tafel XIV) und werden dann ohne besondere Unterlagen in die Bettung gelegt.
- b. Dreitheilige, breitbasige zusammengesetzte Schienen werden entweder mit Querschwellen verwendet (Fig. 44 und 45 Tafel XI) oder mit 250—300^{mm} breiter Basis (Fig. 18—23 auf Tafel XIV) ohne weitere Unterlagen in die Bettung gelegt.

Die zusammengesetzten breitbasigen und Stuhlschienen kamen zuerst ums Jahr 1850 in Amerika zur Anwendung, obwohl dieselben schon früher (1845 und 1846) von Breithaupt in Bückeburg und F. Busse in Leipzig vorgeschlagen waren.⁸⁾

Die zweitheiligen, breitbasigen und Stuhlschienen sind entweder mit Längsfugen im Kopfe (Fig. 25 und 35) oder mit nicht getrenntem Kopfe (Fig. 26 und 36) versehen.

Bei den Schienen mit getrenntem Kopfe greifen gewöhnlich beide Theile mittelst eingewalzter Federn und Nuthen in einander und sind durch Niete oder Schrauben in Entfernungen von 600—900^{mm} mit einander verbunden. Diese Construction bietet zwei wesentliche Vortheile: a. Jeder Stoss in dem einen Theile wird durch den andern Theil gut gedeckt, so dass die Regelmässigkeit in der Lage des Schienengestänges in hohem Grade erhalten wird. b. Während das Rad die Fuge in dem einen Theile überspringt, wird es durch den andern Theil gestützt, so dass auch aus diesem Grunde die Stösse sehr sanft ausfallen.

Dagegen haben diese Schienen auch den Nachtheil, dass zu viel Material in den beiden Stegen angehäuft ist, das wenig zur Tragfähigkeit beiträgt; dadurch müssen diese Schienen schwerer sein, als einfache. Ausserdem sind die Herstellungskosten bedeutend höher, einmal wegen des doppelten Walzens und dann weil das Walzen sehr genau erfolgen muss, damit beide Theile ineinander passen.

Die zweitheiligen Schienen mit nicht getrenntem Kopfe bezwecken ebenso wie die dreitheiligen Schienen eine möglichst vollständige Deckung der Stösse und die Möglichkeit, den Kopf, welcher sich schneller abnutzt, für sich auszuwechseln und zu demselben ein besseres Material, insbesondere Stahl (Fig. 44 und 45) verwenden zu können.⁹⁾

Der erstere Zweck wird nur unvollständig erreicht, da, wenn auch die rechtwinkelige Stossfuge der Oberschiene von den Unterschiene unterstützt wird, das Rad beim Passiren der Stossfuge doch keine Stütze findet. Ebenso geht der sonst sehr beachtenswerthe Vortheil, dass man den Kopf für sich auszuwechseln und zu demselben besseres Material ver-

⁸⁾ Breithaupt, über einen Verband der Eisenbahn-Schienen. Dingler's pol. Journ. 94. Bd. p. 351, 99. Bd. p. 321 und 100. Bd. p. 425.

Busse's, F., patentirte Construction der (dreitheiligen) Eisenbahnschienen. Polyt. Centralbl. 1846, 8. Bd. p. 62; Dingler's polyt. Journ. 98. Bd. p. 455; Deutsche Gewerbezeit. 1846 p. 271.

⁹⁾ Vergl. Tappe, H. A., neue amerikanische Schiene (die Winslow-Schiene) im Organ 1852 p. 119 und 154, sowie Tappe, H. A., zusammengesetzte Schienen. Organ 1853 p. 193.

wenden kann, dadurch fast ganz wieder verloren, dass eine viel grössere Menge Material als bei einfachen Schienen erforderlich wird. Dieser Mehrverbrauch an Material beträgt nach den Berechnungen von Prof. Winkler¹⁰⁾ 39—108 Procent bei gleicher Tragfähigkeit wie die einfache Schiene. Demnach erscheint diese Art der zusammengesetzten Schienen als entschieden unzweckmässig.

Dies bezieht sich jedoch nicht auf die zwei- und dreitheiligen Schienen ohne Unterlagen; diese Constructionen werden ausführlich im §. 22 besprochen.

§. 3. *Zweckmässigste Schienenform.* — Wenn heut zu Tage für eine Bahnlinie von bekannter Frequenz das Profil und Gewicht der zu verwendenden Schienen bestimmt werden soll, so ist der Ingenieur weniger in Verlegenheit als vor 20 Jahren, indem unter den verschiedenen Schienenformen, welche wir im vorigen §. kennen gelernt haben, abgesehen von dem ganz eisernen Oberbau, nur zwei Schienenformen in Betracht kommen, welche ernstlich mit einander in Concurrenz treten können. Es sind dies, wie oben unter §. 2 E bereits angedeutet, die Stuhlschiene mit symmetrischen Köpfen und die breitbasige Schiene.

Da die Schienen besonders auf Bruchfestigkeit beansprucht werden und aus der Festigkeitslehre bekannt ist, dass ein so beanspruchter Stab bei gegebener Tragkraft um so weniger Masse erfordert, je weiter man die Masse von der neutralen Achse entfernt, so erscheint es am zweckmässigsten, der Schiene die Form eines Doppel-T zu geben. Die Form der obern und untern Gurte wird durch Nebenumstände bedingt, wie: die nöthige Breite und Wölbung der Schienenbahn, Befestigung des Fusses auf den Schwellen, gute Lagerung in den Stühlen, Möglichkeit des Umwendens, Art der Stossverbindung etc. Aus Festigkeitsrücksichten empfiehlt es sich, die Höhe der Schiene möglichst gross zu nehmen; doch darf man mit Rücksicht auf die Stabilität, Leichtigkeit der Fabrikation etc. auch gewisse Grenzen nicht überschreiten.

Da ferner bei der Durchbiegung in einem bestimmten Querschnitt der eine Gurt auf Zug, der andere auf Druck beansprucht wird, und da das Schmiedeeisen dem Zuge und dem Drucke nahe gleichen Widerstand bietet, so sollen auch die beiden Gurte nahezu einen gleichen Querschnitt haben.

Da aber auch durch das Schwanken der Fahrzeuge etc. horizontale Drücke auf die Schienen einwirken, so müssen dieselben in horizontaler Richtung eine möglichst grosse Steifigkeit besitzen, obwohl in geringerm Maasse, als in verticaler Richtung.

In dieser Hinsicht sind die breitbasigen Schienen den Stuhlschienen vorzuziehen und die Brückschienen die besten; indess genügt die Steifigkeit bei den beiden ersteren, so dass aus diesem Grunde allein die Brückschienen noch nicht zu empfehlen sind. Ausserdem bietet das breitbasige Schienenprofil vor den Stuhlschienen den Vortheil, dass die Schienen direct auf den Querswellen befestigt werden können und dass jenes System durch den Wegfall der Stühle bedeutend einfacher und ökonomischer ist.

Dagegen werden von den Vertheidigern des Stuhlschienensystems als Vorzüge derselben angeführt:

- a. die Stuhlschienen sind leichter und etwas billiger zu fabriciren;
- b. die Stühle, auf welchen die Schienen ruhen, erhöhen durch die breitere Basis, mit welchen sie auf den Schwellen befestigt sind, die Stabilität der Bahn;
- c. die Stühle gestatten die Schwellen tiefer in die Bettung zu legen;
- d. die Stuhlschienen kann man nach allen Richtungen umwenden.

¹⁰⁾ Vorträge über Eisenbahnbau. 1. Heft p. 22.

Letzterer Vorthail, dass man die Schiene nach Abnutzung des obern Kopfes umdrehen könne, ist lange Zeit überschätzt worden; denn theils drücken sich die Schienenstüble nach und nach in den untern Kopf etwas ein, so dass beim Umwenden eine unebene Bahn entsteht, theils passt der durch die starken Einwirkungen der Räder flach gedrückte und abgenützte Kopf nicht mehr genau in den Stuhl und die Schiene verliert die Widerstandsfähigkeit. Man hat nämlich beobachtet, dass bei den umgewendeten Schienen ungleich häufiger Schienenbrüche vorkommen, als bei den nicht gewendeten; man schreibt dieses theils dem Wechsel der Spannungen zu, welchen die Schiene eine Zeit lang ausgesetzt war, theils auch dem Krystallinischwerden des obern Theils des Schienenkopfes, der in dieser Beschaffenheit, nach dem Fusse verlegt, weniger geneigt ist der Ausdehnung zu widerstehen. Kurz das Umwenden wird heut zu Tage in der Praxis fast gänzlich verworfen, und hiermit verliert das Stuhlsystem seinen Hauptvortrag. Die Stuhlschiene findet daher immer weniger Anwendung. Auf den deutschen Bahnen hatte man sich von Anfang an mehr dem in der ersten Anlage schon billigern breitbasigen Schienensystem auf Querschwellen zugewandt und ist dieses System eigentlich in Deutschland ausgebildet worden. Das Stuhlsystem wird auf den deutschen Bahnen in wenigen Jahren ganz verschwunden sein, indem dasselbe gegenwärtig nur noch auf der Berlin-Potsdam-Magdeburger (vergl. Profil Fig. 21 auf Tafel XI), der Magdeburg-Leipziger (vergl. Fig. 22 auf Tafel XI), der Magdeburg-Halberstädter und der Taunus-Eisenbahn (vergl. Fig. 23 auf Tafel XI und Fig. 3 auf Tafel XII) auf deren ältern Bahnstrecken längs den ganzen Linien in Anwendung ist, aber da bei diesen Bahnen, welche die Stuhlschiene am längsten beibehalten, auf deren in neuerer Zeit erbauten Bahnlinien resp. auf deren zweitem Gleise ebenfalls die breitbasige Schiene eingeführt wurde, so müssen die Vorzüge der letztern jedenfalls überwiegend sein. In England und Frankreich ist dagegen das Stuhlschienensystem noch sehr verbreitet; obwohl in Frankreich die Ost- und Nordbahn die breitbasige Schiene schon längere Zeit fast ausschliesslich, und in neuerer Zeit auch die Orleansbahn (Centralnetz), und die Paris-Lyoner-Mittelmeerbahn für die Bourbonnais-Linie und für die Toulon-Nizzaer Bahn dieses Schienensystem eingeführt hat.

§. 4. *Höhe und Gewicht der Schienen.* — Die Höhe der Schienen ist für deren Festigkeit von besonderer Wichtigkeit. In der ersten Zeit des Eisenbahnwesens, wo man nur leichte Locomotiven und geringe Geschwindigkeiten anwendete, waren auch nur Schienen von geringer Höhe nöthig. Mit Zunahme der Frequenz der Eisenbahnen, stieg das Gewicht und die Geschwindigkeit der Locomotiven und in Folge dessen auch die Höhe und das Gewicht der Schienen.

Die symmetrischen Stuhlschienen, welche auf den deutschen Eisenbahnen jetzt noch in Anwendung sind, haben eine Höhe von 117—129^{mm}; es sind dies namentlich a. die Schienen der Berlin-Potsdam-Magdeburger Bahn, ursprünglich (seit 1838) ganz symmetrisch, mit flacher Schienenbahn, später am Kopf (nach Fig. 21 auf Tafel XI) mit gewölbter Bahn etwas verstärkt, b. die Schiene der Taunusbahn, zuerst beim Bau der Bahn (1838) nach dem Profil Fig. 3 auf Tafel XII mit flacher Schienenbahn beschafft und später am Kopf mit gewölbter Bahn nach Fig. 23, Tafel XI bedeutend verstärkt, c. die Schiene der Magdeburg-Leipziger Bahn (Fig. 22 auf Tafel XI) seit dem Bestehen der Bahn (1839) angewandt und d. die Schiene Fig. 12 auf Tafel XIII von der Westfälischen Bahn (seit 1850), jetzt aber nur noch in Seitengleisen verwendet. Diese Art Stuhlschienen auf den französischen Hauptbahnen (wie Paris-Lyon, Orleans- und Westbahn) haben alle eine Höhe von ca. 132^{mm}.

Die symmetrischen Stuhlschienen müssen bei gleicher Tragkraft eine etwas grössere Höhe erhalten, als die breitbasigen Schienen, und ist dies auch um so eher statthaft, da hier die Höhe auf die Stabilität wegen der Befestigung in den Stühlen von geringem Einflusse ist.

Wie bereits früher erwähnt, wurden die breitbasigen Schienen anfangs auf Langschwelen befestigt, und sie erhielten dann die geringe Höhe von 65—75^{mm} (Fig. 27, Tafel XI). Diese Höhe wurde selbst bei den ersten breitbasigen Schienen mit Querschwellen beibehalten. Bald aber stieg die Höhe auf etwa 88—111^{mm}, welche Höhe bei vielen ältern deutschen Bahnen in Anwendung gekommen ist (Fig. 28 und 29 auf Tafel XI). Bei den neuesten Bahnen aber beträgt die Höhe 115—133^{mm} (Fig. 30—34 und 38—43 auf Taf. XI).

Von den deutschen Vereinsbahnen hatten im Jahre 1867 20 Bahnen mit im Ganzen 786 Meilen Gesamtlänge Schienen über 130^{mm} Höhe.

21 Bahnen mit 1225 Meilen Länge hatten Schienen von 120—129,9^{mm} Höhe.

21 Bahnen mit 703 Meilen Länge hatten Schienen von 110—119,9^{mm} Höhe.

Bei 9 Bahnen mit 181 Meilen Länge betrug die Schienenhöhe 100—109^{mm}.

Nur 6 Bahnen mit im Ganzen 18,5 Meilen Länge hatten Schienen unter 100^{mm} Höhe.

Technische Vereinbarungen des D. E. V. I. §. 13. Die Höhe der Schienen bei Hauptbahnen soll nicht weniger als 114^{mm} betragen.

In demselben Verhältniss wie die Höhe der Schienen gestiegen ist, hat sich auch das Gewicht derselben vermehrt. Das Gewicht der ersten Stahlschienen war 34—60 Pfund pro Meter; jetzt beträgt dasselbe 70—80 Pfd. pro Meter.

Ebenso hatten die breitbasigen Schienen anfangs nur ein Gewicht von 50—56 Pfd. pro Meter; dasselbe ist bei den neuern Bahnen bis zu 75 Pfd. gestiegen; die Schiene der Semmering-Bahn (Fig. 33, Tafel XI) wiegt selbst 85,2 Pfd. pro Meter. Die Stahlschienen der Kaiser-Ferdinands-Nordbahn (Fig. 34, Tafel XI) wiegen 61,2 Pfd. pro Meter bei 120^{mm} Höhe.

§. 5. *Die Form und Dimensionen des Schienenkopfes.* — Die Form des Schienenkopfes hat einen sehr grossen Einfluss auf die Unterhaltung der Bandagen von den Rädern und auf die Dauer der Schienen selbst. Wenn es möglich wäre die Schienen und die Radreifen aus einem Material herzustellen, welches keiner Abnutzung unterworfen ist, so würde es am zweckmässigsten sein, den Schienenköpfen eine ebene Bahn und derselben eine dem Konus der Radkränze entsprechende Neigung zu geben, so dass sich Schiene und Radkranz auf der ganzen Breite der Bahn berührten. Es sind aber sowohl die Schienen, wie die Radreifen einer starken Abnutzung unterworfen und beobachtet man bei letzteren nach einiger Zeit des Gebrauchs, dass sich in der konischen Fläche des Radkranzes eine merkliche Hohlkehle gebildet hat. Dies ist unvermeidlich, weil die Radreifen breiter sein müssen, als die Schienen, dabei aber in Folge der schlingehenden Bewegung der Wagen, des Spielraums zwischen Schiene und Radkranz und der Verstellung der Wagen in den Curven bald mit der einen, bald mit der andern Stelle auflaufen. Weil nun ausgelaufene Radreifen ohne Zweifel in den Zügen weit häufiger vorkommen, als neue, so ist es zweckmässig, der erwähnten Form derselben Rechnung zu tragen, indem man dem Kopf der Schienen eine angemessene Wölbung giebt.

Diese Wölbung darf aber nicht zu stark sein, ihr Krümmungshalbmesser muss den durchschnittlich bei nicht zu stark ausgelaufenen Bandagen vorkommenden Krümmungen entsprechen, damit das Rad bei normaler Lage in der Mitte der Schienenbahn aufruhet.

Die ersten englischen Eisenbahnen hatten Schienen mit einer flachen ca. 60^{mm} breiten Bahn; diese Form lieferte nothwendiger Weise sehr ungünstige Resultate, die Schienen nahmen durch die Abnutzung nach und nach selbst eine gewölbte Form am Kopf an. Man gab daher rasch die flache Schienenbahn auf und ging zu einer starken

Wölbung des Schienenkopfes über, während der Nachtheil allein in der allzu grossen geraden Fläche bestand.

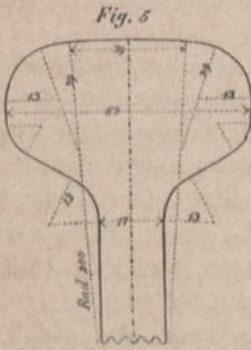
Versuche haben ergeben, dass es am vortheilhaftesten ist, der Schienenbahn eine Wölbung von 160—210^{mm} Radius und zwar auf die Hälfte der ganzen Breite des Schienenkopfes zu geben; man kann die Schienenbahn selbst etwas flach machen, wenn die Fläche nur nicht zu breit (höchstens 35^{mm}) ist, wie bei den Schienen der Schlesischen Gebirgsbahn (Fig. 40 auf Tafel XI) und wenn, wie bei diesen Schienen, die anstossenden Seitenränder nach einem hinlänglich grossen Radius (14—15^{mm}) gekrümmt sind.

Der Radius der Wölbung vom Kopf der Schiene von der Bebra-Hanauer Bahn (Fig. 43 auf Tafel XI) beträgt 254^{mm} und der von der neuen im Uebrigen fast ganz gleichen Schiene der Main-Weserbahn selbst 285,7^{mm}.

Dagegen sind die Wölbungen der Schienenköpfe von der Stuhlschiene der Berlin-Potsdam-Magdeburger Bahn (Fig. 21 auf Tafel XI) = 100^{mm} Radius, der birnförmigen Schiene von der Klosterkrug-Schleswiger Zweigbahn (Fig. 28 auf Tafel XI) = 96^{mm} und der breitbasigen Schiene von der Niederländischen Rhein-Eisenbahn (Fig. 42 auf Tafel XI) = 90^{mm}, offenbar zu stark und verstossen gegen die Bestimmungen der

Technischen Vereinbarungen d. D. E. V. I. §. 12. Der Kopf der Schienen soll nicht weniger als 57^{mm} breit sein und eine gewölbte Oberfläche, deren Halbmesser nicht unter 130^{mm} beträgt, haben.

An die eigentliche Bahn der Schiene schliesst man zwei stärker gekrümmte Flächen für die beiden Flantschen an, da der Spurkranz der Räder in dem konischen Theil durch eine gekrümmte Fläche übergeführt wird. Der Radius dieser Uebergangflächen vom Schienenkopf beträgt meist 12—15^{mm}; bei einigen ältern Schienen, wie z. B. von der London-Doverbahn (Fig. 2, Tafel XII), ist dieser Radius fast Null, was für die Erhaltung der Spurkränze von den Rädern sehr nachtheilig sein muss. Auf mehreren französischen Bahnen und auch auf einigen österreichischen (wie Süd-Nord-Deutsche Verbindungsbahn, Kaiserin Elisabeth-Bahn, Buschtährader Bahn etc.) hat man die Uebergangfläche aus zwei Kreisbögen von ca. 20—30^{mm} und 10—15^{mm} Radius zusammengesetzt. (Siehe Fig. 5 den Kopf des Schienenprofils der Französischen Nordbahn.) Die Breite des Schienenkopfes ist durch die Rücksicht auf die nöthige Festigkeit bedingt; sie beträgt bei den deutschen ausgeführten Hauptbahnen (fast mit alleiniger Ausnahme der Sächsischen Staatsbahnen, welche nur 55^{mm} breite Schienenköpfe haben) 57—64^{mm}.



Bei 19 deutschen Bahnen mit im Ganzen 1164 Meilen Länge beträgt die Kopfbreite der Schienen über 60^{mm}; 45 Bahnen mit 1580 Meilen Gesamtlänge haben Schienenköpfe von 57—59,9^{mm} Breite, während 11 Bahnen mit zusammen 165 Meilen Länge Schienenköpfe unter 57^{mm} Breite haben, die Nürnberg-Fürther Bahn hat solche nur von 50^{mm} Breite und die schmal-spurige Locomotivbahn Lambach-Gemünden (Fig. 57 auf Tafel XI) selbst nur von 39,5^{mm} Breite.

§. 6. *Form und Dimensionen des Steges und Fusses.* — Der Uebergang des Kopfes zu dem Steg der Schienen soll zwei entgegengesetzten Bedingungen entsprechen; eines Theils kommt es mit Rücksicht auf die bessern Unterstüztungen des Schienenkopfes und auf das Gelingen des Walzens darauf an, den Kopf allmählich in den Steg überzuführen,

was entweder sehr sanft (wie in Fig. 21, 22 und 38 auf Taf. XI) oder weniger sanft (wie in Fig. 23, 31 und 40 auf Taf. XI) geschehen kann; andern Theils ist es mit Rücksicht auf die Bedingung, dass man das Material möglichst weit von der neutralen Achse entfernen soll und für den festern Anschluss der Laschenverbindung zweckmässig, den Kopf ziemlich scharf vom Stege zu trennen (wie bei Fig. 32 und 43 auf Tafel XI).

Bei den in neuerer Zeit construirten Schienenprofilen hat man mit Recht auf die letztere Bedingung ein grösseres Gewicht gelegt und hat zugleich eine allmähliche Ueberführung des Steges nach dem Kopfe dadurch zu erreichen gesucht, dass man die früher meist constante Dicke des Steges aufgegeben, und denselben in der Mitte etwas schwächer gehalten hat. (Vergl. die Profile Fig. 32, 34 und 43 auf Tafel XI, sowie die von Herrn Professor Dr. Winkler vorgeschlagenen Normalprofile. Fig. 1 und 2 auf Tafel XV.)

Die Kehle zwischen Steg und Kopf besteht bei den ältern Schienenprofilen aus einer concaven und einer convexen Curve (Fig. 17—20, 31 und 38 auf Tafel XI), auch wohl mit zwischenliegender Geraden (z. B. Fig. 29 und 40 auf Tafel XI). Je nach dem der Radius der concaven und convexen Curve grösser ist, oder beide Radien nahe gleich sind, unterscheidet man Schienen mit birnförmigem Kopf (Fig. 28 und 38 auf Tafel XI), mit wulstförmigem Kopf (Fig. 21 und 29 auf Tafel XI) und mit karniesförmigem Kopf (Fig. 17—20 und 31 auf Tafel XI). Ist die Lage der Tangente an dem Uebergange beider Curven mehr horizontal, so nennt man den Kopf scharf unter-schnitten (Fig. 30, 33 und 39 auf Tafel XI). Zuweilen liegt zwischen der Schienenbahn und der Kehle eine ebene, verticale (Fig. 33, 34, Tafel XI), oder etwas geneigte (Fig. 23, 32, 42 und 43, Tafel XI), oder schwach gekrümmte (Fig. 30 und 39, Tafel XI) Fläche, um den Schienenkopf kräftiger und zugleich für die Laschenverbindung geeigneter zu machen. Mit Rücksicht auf diese jetzt ganz unentbehrlich gewordene Laschenverbindung giebt man der Kehle zwischen Steg und Kopf und ebenso auch zwischen Steg und Fuss in neuerer Zeit nur einen ganz geringen Radius meist 4—8^{mm}, und ebene Anschlussflächen vom gleichen Neigungswinkel, wovon später in §. 10 gesprochen werden soll.

Der Fuss der breitbasigen Schienen muss sowohl mit Rücksicht auf die leichtere Fabrikation, als mit Rücksicht auf die Festigkeit, am Rande eine geringere Dicke als in der Mitte erhalten; ebenso wie der Kopf ist auch der Fuss allmählich in den Steg überzuführen, ausserdem ist auch der Rand abzurunden.

Zur Berechnung der Dimensionen von Fuss und Steg kann man nach Professor Winkler etwa folgende Formeln annehmen:

Bezeichnet man die Höhe der Schiene mit h , die Breite des Fusses mit b , die Dicke desselben am Rande mit d , in der Mitte mit d' und die Dicke des Steges mit δ , so ist etwa anzunehmen:

$$b = 0,85 h$$

$$d = 0,07 h$$

$$d' = 0,13 h$$

$$\delta = 1,123 h$$

Hiernach ergibt sich für Hauptbahnen bei

$$b = 110,5^{\text{mm}}$$

$$d = 9,1^{\text{mm}}$$

$$d' = 17^{\text{mm}}$$

$$\delta = 16^{\text{mm}}$$

Die Dicke des Steges in der Mitte ist bei variabler Dicke etwa $0,8 \delta$ zu wählen. Bei Stahlschienen ist bei Hauptbahnen $b = 102^{\text{mm}}$, $d = 8^{\text{mm}}$, $d' = 15^{\text{mm}}$ und $\delta = 15^{\text{mm}}$ und als Dicke in der Mitte $= 12^{\text{mm}}$ zu wählen.

§. 7. *Länge der Schienen und Einfluss der Temperatur.* — Für die Ende September 1868 in München abgehaltene Eisenbahn-Techniker-Versammlung war die Frage »Welche Länge der Schienen ist zu empfehlen und aus welchen Gründen?« aufgestellt. Diese Frage wurde von 49 Verwaltungen des deutschen Eisenbahn-Vereins beantwortet, aus deren Angaben als allgemein ausgesprochene Ansicht hervorgeht, dass sich zur Verminderung der Schienenstösse und damit zur Erzielung eines geringern Kostenaufwandes für die Anschaffung von Stossbefestigungsmaterialien, sowohl bei der ersten Herstellung als auch bei der Unterhaltung, sowie zur Erzielung einer grössern Stabilität und ruhigeren Fahrt und somit zur Schonung des Betriebsmaterials möglichst lange Schienen empfehlen, während gegen die Anwendung solcher sprechen:

- a. die Schwierigkeit einer guten und nicht zu kostspieligen Fabrikation,
- b. die erschwerte Handhabung beim Auf- und Abladen und Verlegen,
- c. der verhältnissmässig grössere Zwischenraum, welcher zur Ermöglichung der Ausdehnung bei Temperatur-Veränderungen zwischen den Schienenköpfen zu belassen ist,
- d. der grössere Verlust an Schienenmaterial bei der Auswechselung, in Folge einzelner schadhafter Stellen,

Es wurde daher bei der Versammlung in München folgender Beschluss gefasst: »Nach den Beantwortungen vereinigen sich die meisten Ansichten auf Anwendung von Schienen mit einer Länge zwischen 6,5 und 7 Meter.«

Einzelne deutsche Bahnen, wie die Grossherz. Badische und Main-Neckar-Bahn, verwenden mit Vortheil schon theilweise seit 10 Jahren Schienen von 7,5^m Länge und die Magdeburg-Halberstädter lässt für die Berlin-Hannoversche Bahn Schienen von 7,53^m (=24' rhl.) anfertigen. Es wird dies aber als das äusserste Maass für die Länge der Schienen bezeichnet.¹¹⁾

Die Technischen Vereinbarungen des D. E. V. bestimmen:

- I. §. 11. Die Schienen sollen aus geeignetem unter Controle gewalztem Eisen oder Stahl bestehen und in der Regel in Längen von nicht weniger als 5,5^m verwendet werden.

Von grosser Wichtigkeit sind die erforderlichen Zwischenräume am Schienenstoss, damit den Schienen gestattet werde, bei einer Erhöhung der Temperatur sich ausdehnen zu können, da sich sonst die Schienen wellenförmig biegen und die Befestigungen an den Unterlagen locker werden, sowie die Wagenzüge in heftige Schwankungen versetzt werden.¹²⁾

Bei dem Legen des Oberbaues hat man daher je nach der Länge der Schienen und der verschiedenen Temperaturgrade s. g. Dilatations- oder Temperaturbleche, von ver-

¹¹⁾ Zur Verminderung der Zahl der Schienenstösse hat man es auch schon mehrfach versucht, zwei und drei Schienen in transportablen Schmiedefeuern mit ihren Enden stumpf zusammen zu schweissen; auch war auf der letzten Londoner Industrie-Ausstellung (1861) als sehr interessanter Versuch ein zusammengelötheter Schienenstoss von Dering ausgestellt. Die beiden Schienen waren staffelförmig nahezu stumpf hart zusammengelöthet und hatten während 4 Jahren auf der Great-Northern-Bahn in einem frequenten Gleise gelegen, ohne dass eine Trennung oder wie die Besichtigung ergab, eine auffallende Abnutzung an der Löthstelle stattgefunden. Da aber bei Schienen von doppelter und dreifacher Länge die Zwischenräume an den Stössen um so bedeutender werden müssen, so sind keine Vortheile hierdurch zu erlangen.

¹²⁾ Vergl. »Ueber zu enge Lage der Schienen auf den Zusammenstössen als Ursache bedeutender Schwankungen der Wagenzüge« von M. M. v. Weber im Organ 1846 p. 87.

schiedener Dicke, nach welchen die Zwischenräume an den Schienenstößen normirt werden, dieselben werden im VIII. Capitel §. 6 ausführlicher besprochen.

Technische Vereinbarungen des D. E. V. I. §. 21. Die Befestigung der Stossverbindung muss den erforderlichen Spielraum für Temperatur-Veränderungen gestatten.

§. 8. *Die Art und Lage des Stosses sowie Neigung der Schienen.* — Da der Zwischenraum zwischen den Schienenenden bei dem Uebergange eines Rades jedesmal einen starken Stoss verursacht, so hat man schon in der ersten Zeit des Eisenbahnwesens es vielfach versucht, denselben zu beseitigen oder wenigstens zu vermindern, indem man die Schienen nicht rechtwinklig abschneidet, sondern schief (Fig. 6), oder wie bei den gusseisernen Schienen nach dem Patent von Losh und Stephenson (siehe Fig. 2 auf p. 165), mit schräger Ueberlappung, so dass das Rad beim Ueberspringen des Zwischenraumes von einem Theil der nächsten Schiene unterstützt ist.

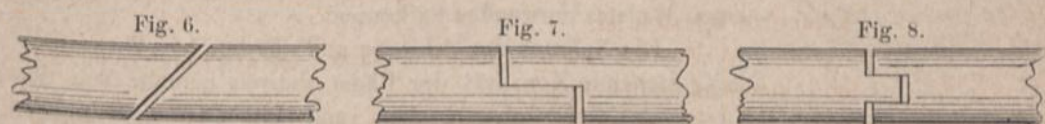


Fig. 7 zeigt noch eine Art des Schienenstosses, durch rechtwinkelige Ueberlappung, wie dieselbe bei den gewalzten Fischbauchschienen der Newcastle-Carlisle Eisenbahn und in ausgedehnter Weise (1844 und 45) bei den symmetrischen Stuhlschienen der Bayrischen Staatsbahn in Anwendung gekommen ist.

Diese complicirten und kostspielig herzustellenden Schienenstösse haben sich aber alle nicht bewährt, da die an den Enden geschwächten Schienen an diesen Stellen in den gusseisernen Stühlen ruhend, von den darüber rollenden Rädern wie auf einem Amboss gehämmert wurden, und dadurch sehr bald breit gedrückt und zerstört werden mussten.¹³⁾

Deshalb bestimmen die

Technischen Vereinbarungen des D. E. V. I. §. 18. Die Köpfe der Schienen sollen an den Stossenden in einer zur Achse der Schiene normalen Ebene abgeschnitten sein.

Weniger nachtheilig haben sich noch die Schienenstösse nach Fig. 6 und 7 gezeigt, wenn sie — wie dies häufig geschehen — bei Flachschiene in Anwendung kamen, da die geschwächten Schienenenden auf den Langschwelen eine elastische Stütze fanden. Es ist möglich, wenn derartige Schienenstösse mit rechtwinkeligen oder schrägen Ueberlappungen (nach Fig. 2 und 7) heut zu Tage bei schwebenden Stößen nochmals versucht würden, günstigere Resultate erzielt werden könnten.

Der ebenfalls bei Flachschiene angewandte Schienenstoss Fig. 8 hat ausserdem den Zweck, das gegenseitige Verrücken der Schienenenden zu verhindern.

Die Anordnung der Stösse in den beiden Strängen kann entweder einander gegenüber oder abwechselnd erfolgen. Im ersten Falle nehmen die Fahrzeuge durch die gleichzeitig auf beide Räder einer Achse einwirkenden Stösse eine wogende und nickende Bewegung an, während sie bei Stößen, die auf halbe Schienenlängen wechseln, ausserdem noch eine stark schwänzende und wankende Bewegung annehmen, welche aber für die Passagiere unangenehm ist, als die erste Art der Bewegung, und ausserdem einen etwas grössern Widerstand und grössere Abnutzung verursacht. Demnach verdienen

¹³⁾ Vergl. J. Schmid, über das Breitwerden der Doppel-T-Schienen der kgl. Bayrischen Staatseisenbahn an ihren Enden. Eisenbahnzeitung 1850 p. 106 und Polyt. Centralblatt 1850 p. 1438.

gegenüberliegende Stösse den Vorzug, obwohl die abwechselnden Stösse oder das Legen der Schienen in Verband in starken Curven noch häufig angewandt wird, um das Verschieben der Gleise im Boden zu verhindern.

Technische Vereinbarungen des D. E. V. I. §. 20. Die Stossverbindungen der beiden Schienen eines Gleises in gerader Linie sollen in der Regel einander normal gegenüber angeordnet werden.

Um der Schienenbahn die dem Konus der Räder entsprechende schiefe Lage zu geben, kann man entweder unsymmetrische Schienen mit schiefer Bahn (Fig. 9, nach

Fig. 9.



Daelen's Project) oder symmetrische Schienen mit schiefgestellter Achse anwenden. Die letzteren verdienen den Vorzug, weil im erstern Falle der schiefe wirkende Druck die Schienen zu verschieben und umzukippen strebt und weil es nicht möglich ist, die unsymmetrischen Schienen beim Schadhafwerden des einen Wulstes umwenden zu können.

Die Neigung der Schienen und die damit im Zusammenhang stehende Konicität der Räder datiren beinahe von dem Ursprung der Eisenbahnen her, und sind diese Anordnungen fast allgemein eingeführt. Nur auf der kleinen Bahn von Paris nach Sceaux sind weder konische Räder, noch die Neigung der Schienen zu finden, ungeachtet dort eine grosse Anzahl sehr scharfer Curven vorkommen, indem man daselbst die Fahrzeuge nach dem Arnoux'schen System mit von einander unabhängigen Rädern eingerichtet hat, wobei noch horizontal geneigte Räder innerhalb des Gleises seitlich von den Schienen zur Sicherung des Spurhaltens angebracht sind. Dieses System wird am Schlusse des II. Bandes näher beschrieben werden.

Um diese Neigung bei symmetrischen Schienen herzustellen, wird die Achse gegen die Verticale

$\frac{1}{16}$ bis $\frac{1}{20}$ geneigt.

Technische Vereinbarungen des D. E. V. I. §. 15. Die Schienen sollen nach Innen geneigt gestellt sein und soll diese Neigung mindestens $\frac{1}{20}$ der Höhe betragen.

§. 9. *Vortheile der Verwendung von Stahl- und cementirten Schienen bei Hauptbahnen.* — Durch die Zunahme des Verkehrs auf sämtlichen grössern Eisenbahnen wurden die Anforderungen an die Zug- und Transportmittel in hohem Grade gesteigert. Einestheils haben die Wagen ein grösseres Ladungsgewicht und mit diesem auch ein bedeutend grösseres Eigengewicht erhalten, andertheils sah man sich genöthigt, auch die Locomotiven kräftiger und schwerer herzustellen, um die Zugkraft zu erhöhen und gleichzeitig wurde auf den meisten Bahnen auch die Zuggeschwindigkeit vergrössert. Alle diese Momente konnten natürlich nicht ohne Rückwirkung auf den Oberbau der Bahnen bleiben und namentlich erlitten die eisernen Fahrschienen dadurch eine so bedeutende Abnutzung, dass man sich genöthigt sah, zu einem andern widerstandsfähigern Materiale zu greifen und statt der eisernen Schienen cementirte Schienen¹⁴⁾, Puddelstahl- und Gussstahlschienen zu verwenden.

¹⁴⁾ Die Fabrikation der Puddelstahl-, Gussstahl- und der Bessemer-Gussstahlschienen wurde im IV. Capitel genau beschrieben; über die Fabrikation der cementirten Schienen kann nur Weniges mitgetheilt werden, da dieselbe noch ein Geheimniss des Hüttenwerks Phönix in Laar bei Ruhrort ist, woselbst die cementirten Schienen allein in Deutschland gefertigt werden. Im Wesentlichen soll das Verfahren des Cementirens darin bestehen, dass Schienen aus vorzüglichem sehnigen Eisen fertig

Ueber die Grösse dieser Abnutzung, des Abfahrens der eisernen Schienen, hat Herr Oberingenieur Schmidt folgende Beobachtungen angestellt: Auf der zweiten Abtheilung der Sächsisch-Böhmischen Bahn wurden die Schienen, aus weichem mährischen Eisen bestehend, im Jahre 1864 ausgewechselt. Dieselben hatten 13 Jahre gelegen und es war diese Strecke die ersten 7 Jahre nur eingleisig befahren worden. Die angestellten Wägungen ergaben für die Abnutzung der Schienen, die in gerader Linie gelegen hatten,

8,4 Procent

und für diejenigen, welche in Curven von 566 Meter Radius gelegen hatten

12,3 Procent

Abnutzung. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass der Betrieb auf der genannten Bahn bis zum Jahre 1864 ein verhältnissmässig geringer war.

Einen Beweis der grössern Dauerhaftigkeit der Stahlschienen liefert die auf der Schlesi-schen Bahn am Bahnhof Dresden liegende, 849 Meter lange Rampe mit der Steigung 1:55. Diese Strecke ist einer bedeutenden Abnutzung unterworfen, da auf derselben aufwärts jeder Güterzug mit drei schweren Maschinen befördert wird, während abwärts jeder Zug nur stark gebremst läuft. In Folge dessen fand früher auf diesem Tracte jedes Jahr eine 1 $\frac{1}{2}$ - bis 2malige Auswech-selung der gesammten eisernen Schienen statt. Seit Anfang Juli 1866 liegen auf der ganzen Rampe Gussstahlschienen und zwar zum Theil von J. Brown in Sheffield (1863) und von Hörde (1864) bezogen. Seit dieser Zeit ist bis jetzt, obgleich der Betrieb sich wesentlich vermehrt hat, noch keine dieser Gussstahlschienen wegen Abnutzung ausgewechselt worden, so dass also in diesem Falle jede Gussstahlschiene bis jetzt schon 3—4 Eisenschienen an Dauer übertroffen hat. Die Preisdifferenz der Schienen ist hiernach mehr wie ausgeglichen, da eine 18füssige der eben erwähnten Gussstahlschienen ca. 28 Thlr. und eine solche Eisenschiene ca. 13 Thlr. kostete.

Höchst schätzenswerthe und sehr interessante Versuche über die Festigkeit und das Ver-halten der Gussstahlschienen hat der Obermaschinenmeister der k. Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn, Herr Wöhler angestellt. Zur Bestimmung der Elasticitätsgrenze wurden Schienen-stücke in Abständen von 1,02 Meter unterstützt und in der Mitte belastet. Die Elasticitätsgrenze trat ein:

bei Feinkornschienen von der Königshütte bei 241 Ctr. Belastung per □",

bei Puddelstahlschienen von Funk und Elbers bei 295 Ctr. Belastung per □",

bei Gussstahlschienen von Krupp bei 385—448 Ctr. Belastung per □".

Die Elasticitätsgrenze des Gussstahles lag demnach 1,4 bis 1,8, im Mittel 1,6mal so hoch, als die des Feinkorneisens. Die Gussstahlschienen wurden dann mit einer hydraulischen Presse zu brechen versucht, wobei der Abstand der Stützpunkte ebenfalls 1,02 Meter betrug. Eine Schiene wurde über den Fuss bis zu 130^{mm}, eine zweite mit ca. 1400 Ctr. Belastung über den Kopf bis zu 110^{mm} und eine dritte bis zu 280^{mm} seitlich gebogen, ohne dass ein Bruch eintrat, dabei zeigten sich nirgends Spuren von Einbrüchen. — Bei Versuchen über die Bruchfestig-keit von dem Ingenieur Lochner in Dresden waren die Schienen in einer Entfernung von 0,6 Meter unterstützt, und wurden in der Mitte zwischen den Stützpunkten durch eine hydrau-lische Presse über den Fuss zerbrochen. Der Bruch erfolgte bei Feinkornschienen von Neu-schottland bei 756 Ctr. Belastung, während Krupp'sche Gussstahlschienen erst bei einer Belastung von 1239 Ctr. brachen. Hiernach würde die Bruchgrenze ganz analog der Elasticitätsgrenze bei Krupp'schen Gussstahlschienen 1,6mal höher als bei Feinkornschienen liegen.¹⁵⁾

Die Stahlschienen kamen zuerst bei den Ausweichschienen in Anwendung, da die Abnutzung dieser Theile des Eisenbahnoberbaues insbesondere sehr auffallend bemerkbar ist und die gute Instandhaltung jeder Bahnverwaltung bedeutende Auslagen verursacht. Diese Auslagen sind um so empfindlicher, als die einzelnen Schienenbestandtheile der

gewalzt, auf Länge geschnitten und adjustirt, mehrere Tage lang in einem besondern Ofen (Cementir-Ofen) unter stetem Zusatz von Holzkohle geglüht werden, dabei sind diejenigen Theile, welche weich bleiben sollen, wie Fuss und Steg der Schiene, ganz in Sand eingehüllt. Der genügende Grad von Stahlbildung soll sich durch die Bildung von Bläschen an der Oberfläche des Kopfes zeigen.

¹⁵⁾ Ueber die Verwendung von Gussstahlschienen, Vortrag des Ingenieurs Lochner in der Sitzung des Sächsischen Ingenieur-Vereins am 16. August 1868, siehe Protocolle der 65. Hauptver-sammlung des Sächsischen Ingenieur-Vereins p. 30.

Weiche zuerst einer kostspieligen Bearbeitung unterzogen werden müssen, um in einen gewissen Mechanismus umgestaltet zu werden, also nicht so ganz einfach — wie die schadhaft gewordenen Schienen einer currenten Bahn — ohne alle weitere mechanische Zurichtung bloß ausgetauscht werden können. Dieses musste daher bald auf den Gedanken führen, das Material für die Weichen in bestmöglicher Qualität zu wählen, damit die daran verwendete kostspielige Arbeit durch die längere Dauer der Weichen vortheilhafter ausgenutzt werde. Stahl war daher als die nächst liegende Abhilfe erwünscht, allein es ist kaum 10 Jahre her, dass Stahlschienen für Eisenbahnen in grösserer Zahl erzeugt werden¹⁶⁾, wie wohl man viel früher Stahlbandagen fabricirte.

Die günstigen Resultate, welche man mit Stahlschienen in den Weichen und stark befahrenen Rangirgleisen erlangte, veranlassten in den letzten Jahren viele deutsche Bahnen auf besonders frequenten Strecken der currenten Bahn Stahlschienen zu verlegen. Die Kaiser Ferdinands-Nordbahn besass Ende 1868 bereits ca. 30 Meilen Gleise mit Stahlschienen, wovon 6 Meilen aus Bessemer-Stahlschienen, die übrigen aus Puddelstahlschienen bestanden.

In Betreff der Gussstahlschienen, die in den letzten Jahren auf mehreren Bahnen versuchsweise zur Verwendung gekommen sind, haben nur zwei Bahnen bei der Zusammenstellung der Beobachtungen über das Verhalten dieser Schienen gelegentlich der Ende September 1868 in München abgehaltenen Eisenbahn-Techniker-Versammlung eine Auswechslung solcher und als unbrauchbar registrirt. Es wurden auf der Niederschlesisch-Märkischen Bahn von 25332 Ctr. Krupp'scher Gussstahlschienen 0,0079 Procent und bei den Sächs. westlichen Staatsbahnen von 1688 Ctr. Hörder Bessemer-Gussstahlschienen in drei Jahren 0,126 Procent als schadhaft ausgewechselt.

Es sind allerdings auf mehreren Bahnen theils beim Abladen, theils beim Biegen der Gussstahlschienen vor dem Verlegen, theils auch während des Befahrens mit den Zügen — jedoch meist an den Stellen, wo Einklinkungen an den Füßen angebracht waren — Schienenbrüche vorgekommen, es ist aber zu hoffen, dass es gelingen wird, die dem Gussstahl noch anhaftende Sprödigkeit, namentlich durch Verbesserung in der Fabrikation des Bessemergussstahls zu beseitigen, so dass derselbe bei geringerer Sprödigkeit dennoch die nöthige Festigkeit und Härte behält. Steht nun schon der Gussstahl als dauerhaftes und widerstandsfähiges Material über allen Materialien, so liegt ausserdem ein grösserer Vorzug der Gussstahlschienen vor allen aus Lamellen erzeugten Schienen noch darin, dass die Paquetirung ganz wegfällt und durch die Erzeugung aus einem Blocke alle die Fehler von Haus aus vermieden werden, die aus mangelhafter Schweissung verschiedener Materialien entstehen.

Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, würden die in neuerer Zeit vielfach zur Verwendung gekommenen Stahlkopfschienen nicht zu empfehlen sein. Stahl und Eisen tadellos zu schweissen, erfordert eine ganz besondere Aufmerksamkeit und Fertigkeit; ferner kann es bei einer kleinen Drehung des Schienenpaquets beim Walzen leicht vorkommen, dass ein Theil des Eisens in den Schienenkopf gelangt und auf diese Weise eine fehlerhafte Schiene entsteht.¹⁷⁾ Diese Fabrikationsfehler, die nur durch besondere Sorgfalt vermieden werden, können bei der Herstellung von Stahlschienen gar nicht vorkommen.

Die Auswechslung von Stahlkopfschienen auf den verschiedenen Bahnen ist nach

¹⁶⁾ Versuchsweise wurden einzelne Gussstahlschienen schon früher fabricirt und verlegt, so namentlich im November 1843 auf der schiefen Ebene zwischen Rive de Gier und Givors auf der St. Etienne-Bahn, dieselben wurden in der Fabrik von Petin, Gaudet & Comp. fabricirt; Polyt. Centralbl. 1858 p. 316.

¹⁷⁾ Vergl. Ueber beobachtete Defecte an Bessemer-Stahlkopfschienen im Organ 1868 p. 177.

der oben angeführten Zusammenstellung eine weit grössere gewesen, als die der Stahlschienen und es werden hauptsächlich mangelhafte Schweissstellen, Lostrennung von Kopfplatten und Lostrennung des Kopfes vom Stege als Ursachen der Schadhaftheit angeführt.¹⁸⁾ Es darf jedoch nicht unerwähnt bleiben, dass die Fabrikation der Stahlkopfschienen noch eine ziemlich neue ist und daher zu erwarten steht, dass durch Wahl der passendsten Materialien, durch richtige Paquetirung und durch besondere Sorgfalt bei der Herstellung der Schienen mit grösserer Sicherheit ein gutes Product geliefert werden kann.¹⁹⁾

Jedenfalls werden die Stahlschienen in der nächsten Zeit eine viel ausgedehntere Anwendung finden, da sich die Preise der Gewichtseinheiten des Eisens und Stahles höchstens wie 2:3, ihre Festigkeiten aber mindestens ebenfalls wie 2:3 verhalten, so dass die Stahlschienen viel schwächer ausfallen können und somit nicht mehr oder nur sehr wenig mehr kosten können, als die Eisenschienen, während sie eine mindestens doppelt so lange Dauer versprechen.

In Bezug hierauf hat Herr Professor Dr. Winkler das auf Tafel XV in Fig. 2 dargestellte Normalprofil für Stahlschienen entworfen, das bei der Anlage von derartigem Oberbau alle Beachtung verdient.

Aus den Beschlüssen der Münchener Techniker-Versammlung sind über Stahlschienen noch folgende hervorzuheben.

1. In Betreff der gestellten Frage:

„Welche Erfahrungen liegen über cementirte Schienen, Puddelstahl- und Gussstahlschienen auf den deutschen Vereinsbahnen vor?“

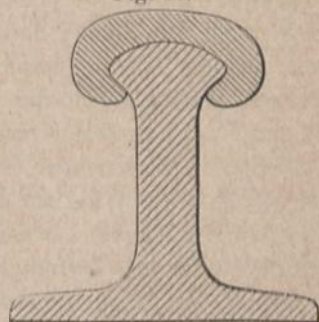
Nach den mitgetheilten Erfahrungsergebnissen lässt sich schon jetzt mit Gewissheit entnehmen, dass die Verwendung der cementirten,

¹⁸⁾ Referate über die Beantwortungen der Fragen für die am 28. September 1868 zu München abzuhaltende Versammlung der Techniker der deutschen Eisenbahn-Verwaltungen p. 12—16.

¹⁹⁾ Wegen der schwierigen Fabrikation der Stahlkopfschienen und der ungünstigen Verwerthung des alten Materials davon, sind auch vielfache Versuche gemacht worden, den Stahlkopf für sich zu walzen und mit der Eisenschiene der Art zu verbinden, dass der Kopf für sich ausgewechselt werden kann. So entstanden in Amerika die zusammengesetzten Schienen Fig. 36, 44 und 45, Tafel XI, wovon bereits auf p. 170 die Rede war. Der Hauptvorteil bei diesen Schienen ist der, dass — um ein geringes Gewicht bei gleicher Tragfähigkeit zu erhalten — in jedem einzelnen Theile die Masse auf beiden Seiten der neutralen Achse möglichst weit von dieser entfernt werden müsste. Diese Bedingung lässt sich aber hier nicht in so hohem Grade erfüllen, als bei den einfachen Schienen. Am besten wird sie noch bei der Schiene Fig. 45 erfüllt; jedoch ist hier die Festhaltung des Stahlkopfs eine zu unsichere. In neuester Zeit ist ebenfalls in Amerika die hierneben in Fig. 10 dargestellte Schiene mit aufgeschobener Stahlkappe ausgeführt, welche, wenn sich die Verbindung des Stahlkopfs mit der Eisenschiene bewähren sollte, eher dem Zweck entsprechen dürfte.

Diese von J. L. Booth in Rochester (Vereinigte Staaten) erfundene Schiene wird in folgender Weise hergestellt: Zuerst wird die Eisenschiene wie gewöhnlich gewalzt und auf Länge geschnitten, ebenso wird die Stahlkappe auf die bestimmten Dimensionen und dieselbe Länge wie die Schiene ausgewalzt, hierauf wird sie etwas erhitzt und über den Schienenkopf geschoben, wonach das Ganze einmal eine Walze passirt und die Seiten der Kappe dicht an die Schiene angedrückt werden. Versuche mit dieser Schiene sind auf einer Zweigbahn der Pennsylvania-Centralbahn gemacht und sollen sehr günstig ausgefallen sein. Durch die Last der darüber gehenden schweren Maschinen und Züge sollen die Stahlkappen immer fester an den eisernen Schienenkopf angedrückt werden, so dass diese Schienen nach kurzer Zeit beim Anschlagen hell klingen und Stahlkopf und Schiene wie aus einem Stück gemacht erscheinen. (Vergl. Engineer vom 16. Octbr. 1868.)

Fig. 10.



der Puddelstahl- und der Gussstahlschienen einen wesentlichen Fortschritt gegenüber der Verwendung von Eisenschienen bekundet, dass dieselben unter erschwerenden Verhältnissen auf Bahnhöfen, starken Steigungen und in scharfen Curven gut entsprochen haben, dass ungehärtete cementirte Schienen, wenn sie nicht spröde sind, und Puddelstahlschienen mit Rücksicht auf die Sicherheit empfohlen werden können, während die ökonomischen Vortheile der einen oder der andern Gattung gegen Eisen oder gegen einander, nachdem die Verhältnisszahl von deren Dauer noch nicht festgestellt ist, nicht angegeben werden können; dass die Gussstahl- und namentlich Bessemer-Stahlschienen rücksichtlich ihrer Abnutzung entschiedene Vortheile in Aussicht stellen und besonders Bessemerstahl-Schienen wegen ihrer kleinen Gesteungskosten unzweifelhaft ökonomische Vortheile bieten werden, während dieselben wegen der vorgekommenen, wenn auch verhältnissmässig geringen Anzahl von Schienenbrüchen noch keine vollständige Sicherheit gewähren.

2. »Welche Erfahrungen sind mit Schienen gemacht, welche nur im Kopfe aus Stahl bestehen?«

Die bisher gemachten Beobachtungen sind nicht hinreichend, um über die vortheilhafte Verwendung der Stahlkopfschienen ein endgültiges Urtheil fällen zu können.

Es wird darauf hingewiesen, dass bei allen Stahlkopfschienen nach der Abnutzung das alte Material wegen der zur Zeit noch schwierigen Trennung des Eisens vom Stahle schlechter zu verwerthen ist.

§. 10. *Die Laschenverbindungen, deren Zweck, Form und Dimensionen.* — Die schwächsten Punkte des Oberbaues sind im Allgemeinen die Stossverbindungen der Schienen. Die Enden der Schienen drücken sich, bevor das Rad die Schiene verlässt, immer etwas in die Unterlage ein, während die nächstfolgende, nicht belastete Schiene ihre Höhenlage behält und so beim Uebergange des Rades einen Stoss veranlasst. Ausserdem drücken sich die Unterlagen durch die Belastung in die Bettung ein und zwar am stärksten unter dem Rade; dadurch müssen die Schienen beim Uebergange über eine Fuge mit einander einen stumpfen Winkel bilden, welcher ebenfalls einen Stoss veranlasst. Ferner werden durch die Unregelmässigkeiten des Gleises öfters Schwankungen der Wagen, bald nach der einen, bald nach der andern Seite veranlasst, wodurch auf die Schienen ein horizontaler Druck entstehen muss. Ein derartiger Druck entsteht auch dadurch, dass der Wind auf die Seitenflächen der Wagen wirkt und durch die Centrifugalkraft in den Curven, wenn die Höhenlage der äussern Schiene nicht genau mit der stattfindenden Geschwindigkeit entsprechend ist. Diesen seitlichen Druck kann auch ein Absatz an der Fuge und eine Ecke in horizontaler Richtung veranlassen, wodurch gleichfalls ein Stoss entstehen muss.

Zur Vermeidung dieser Stösse müssen beide Schienen gleichfalls zu einem Ganzen verbunden werden, so dass sich die Enden der Schienen weder gegeneinander verschieben, noch eine Ecke miteinander bilden können. Am besten wird diese durch die sogenannte Laschenverbindung erreicht; dieselbe besteht aus zwei in die Kehle zwischen Kopf und Fuss der Schienen genau passende Eisenstücke (Laschen) — die je eins auf jeder Seite des Stegs — mittelst durchgehender Bolzen fest zusammengeschraubt werden und welche die dazwischen liegenden Schienenenden sowohl vertical als horizontal genau in der Richtung erhalten. Zu demselben Zweck hat man früher selbst bei breitbasigen

Schienen häufig Schienenstühle wie bei Stuhlschienen oder Unterlagsplatten angewendet, durch welche aber nur eine sehr unvollkommene Stossverbindung zu erzielen ist, wie später in §. 14 und 16 näher erläutert werden soll.

Die Laschenverbindung der Schienen wurde zuerst von dem amerikanischen Ingenieur Trimble (1845) in Vorschlag gebracht und soll die Philadelphia-Wilmington-Baltimore Eisenbahn die erste gewesen sein, welche diese wichtige Construction bei ihrem Oberbau einfuhrte.²⁰⁾ Bei den deutschen Bahnen kam die Laschenverbindung zuerst (1850) auf bei der Köln-Mindener Bahn bei breitbasigen Schienen und (1851) auf der Westphälischen Bahn bei Stuhlschienen mittelst Winkellaschen (letztere durch Oberbaurath Henz) in Anwendung.

Da man sich sehr bald überzeigte, dass die Laschen eine grössere Regelmässigkeit in der Richtung der Schienen bewirken, dadurch den Widerstand und die Abnutzung der Schienen und Wagen vermindern, sowie die Annehmlichkeit des Fahrens erhöhen, so fanden dieselbe sehr rasche Verbreitung und kamen bald bei allen deutschen Bahnen in Anwendung, obwohl die ältern Schienen an den Kehlen meist zu schlank und zur Anbringung von Laschen meist nicht gut geeignet waren, daher hierbei auch die Wirkung der Laschen eine geringere als bei eigens hierzu construirten Schienenprofilen sein musste.

Technische Vereinbarungen des D. E. V. I. §. 23. Zur Verbindung der Schienen an den Stössen wird eine Laschenconstruction mit 4 Schraubenbolzen als die beste Verbindungsart anerkannt.

§. 24. Auch bei der Stossverbindung der Stuhlschienen ist die Anwendung von Laschen zu empfehlen.

Von besonderer Wichtigkeit bei der Laschenconstruction ist die Form der Anschlussflächen, in welcher sich die Laschen und Schienen berühren. Bei der Form der ältern Schienen — welche mit Rücksicht auf das thunlichst feste Auswalzen in den Umrissen aus schlanken und gefälligen Linien gebildet und wobei namentlich der Uebergang des Kopfes in die Mittelrippe sehr allmählich und birnförmig bewirkt wurde — sind die Anschlussflächen mehr vertical und der Erfolg der Laschen beruht hauptsächlich auf der Bruch- und Abscheerungsfestigkeit der Bolzen. Solche Laschenverbindungen sind in Fig. 21 und 22, Tafel XI bei Stuhlschienen und in Fig. 29 und 38, Tafel XI bei breitbasigen Schienen dargestellt, sowie die Fig. 1—7 auf Taf. XIII die verschiedenartigsten Profile von derartigen Laschen zeigen, deren Wirkung vorzugsweise darin bestand, dass sie die Verschiebung der Schienenenden vor einander besser verhinderten als dies durch die Stossplatten allein möglich war, indem diese erfahrungsmässig bald kanteten.

Fig. 30 auf Tafel XI zeigt die Schiene mit Laschenverbindung der Frankfurt-Hanauer Bahn; es war dieses das erste Schienenprofil, welches (1853) vom Verfasser dieses Capitels mit besserer Vertheilung des Eisens und Rücksicht auf die Laschenverbindung mit scharf unterschnittenem Kopfe construirte wurde, so dass die symmetrische Lasche mit gekrümmten Anschlussflächen, an Kopf und Fuss, beide kräftig unterstützend, sich anschliesst.

Dieses Profil fand damals vielen Beifall und wurde von mehreren Bahnen, wie den Sächsisch östlichen und westlichen Staatsbahnen, der Leipzig-Dresdener, Thüringer Bahn etc. nachgeahmt, da bei dieser offenbar zweckmässiger als seitherigen Form für die Befestigung der Laschen ein vortheilhafter Uebergang des Stegs in den Kopf und Fuss ermöglicht wurde, obwohl dieselbe den Uebelstand bietet, dass es schwer hält, die Höhe

²⁰⁾ Vergl. Trimble's verbesserte Methode, die Schienen an den Stössen zu befestigen. Eisenbahnzeitung 1845 p. 393.

der Lasche ganz genau der Form der Schiene entsprechend zu machen, und wenn dies nicht genau der Fall ist, so schliesst die Lasche nicht vollkommen an Kopf und Fuss an.

Nach dem Vorgange der Main-Weser Bahn (1856) wendet man daher jetzt grösstentheils ebene Anschlussflächen (Fig. 32, 42 und 43, Tafel XI) an.²¹⁾ Wenn hier nur Neigung der Anschlussflächen in Lasche und Schiene genau übereinstimmt, so findet stets ein vollkommener Anschluss statt.

Da jedenfalls die Verschiebungen der beiden Schienen eines Stosses in verticaler Richtung wesentlicher sind als in horizontaler Richtung, so muss man die Anschlussfläche mehr nach der Horizontalebene neigen, als nach der Verticalebene. Der Neigungswinkel der Anschlussfläche gegen die Horizontalebene beträgt meist 27—31 Grad; man findet aber auch solche von 14—45 Grad. Das Schienenprofil der Schlesischen Gebirgsbahn (Fig. 40, Tafel XI) hat für die unteren Anschlussflächen der Laschen einen Neigungswinkel von 30 Grad, für die oberen aber 42 Grad, um einen bessern Uebergang des Steges in den Kopf zu erzielen. Wegen der verschiedenen Neigung der Keilebenen muss bei der Befestigung der Laschen darauf gesehen werden, dass die Laschen richtig an die Schienen angelegt werden. Jede Lasche hat deshalb auf der der Schiene zugekehrten Seite eine halbcylindrische Nath a, a , welche beim Anlegen der Lasche nach unten gerichtet werden muss.

Die französische Orleans-Centralbahn hat das ältere Profil der Schienen mit birnförmigem Kopf, um einen bessern Uebergang des Steges zu erzielen, beibehalten, dafür aber an den Schienenenden Einschnitte für Laschen mit ebenen Anschlussflächen durch eine besondere Maschine einfräsen lassen, wodurch zugleich ein genaueres Schliessen der Laschen erlangt wurde (Fig. 41 auf Tafel XI). Wegen der zu bedeutenden Kosten wurde aber dieses Verfahren wieder aufgegeben.

Bei der 1865 in Dresden abgehaltenen Versammlung deutscher Eisenbahntechniker wurde beschlossen:

Mit Rücksicht auf die grosse Wichtigkeit einer soliden Laschenconstruction verdient ein nach einer geraden Linie scharf unterschnittenes Profil des Schienenkopfes vor dem schlanken birnförmigen Profile den Vorzug.

Die Querschnittsform der Laschen ist nach der verschiedenen Schienenform gleichfalls sehr verschieden; die abweichendsten Profile sind in den Fig. 1—17 auf Tafel XI dargestellt und dabei ausser dem Namen der betreffenden Bahn auch die Länge und das Gewicht der Laschen bemerkt.

Um der Lasche für eine bestimmte Wirkung möglichst wenig Material zu geben, ist es für die Biegung in verticaler Richtung zweckmässig, wenn die Masse möglichst weit von der horizontalen Schwerachse entfernt wird; demnach verdienen die Laschen, welche oben und unten dicker sind, den Vorzug. Ebenso ist es für die Biegung in horizontaler Richtung vortheilhaft, das Material in jeder Lasche möglichst weit von ihrer verticalen Schwerachse zu entfernen, so dass in dieser Hinsicht die gekrümmten Laschen, oder die mit Absätzen an der Innenfläche die zweckmässigsten sind. Die Formen Fig. 9 und 11, Tafel XIII und Fig. 32, 42 und 43, Taf. XI dürften also wohl die zweckmässigsten sein.

Eigenthümlich ist die anfängliche Laschenverbindung der Schienen von der Lübeck-

²¹⁾ Die erste nach dieser Art construirte Schiene von der Main-Weserbahn ist fast genau mit dem Profil der Bebra-Hanauer Bahn Fig. 43 übereinstimmend, die Höhe dieser Main-Weserbahn-Schiene beträgt jedoch nur 117^{mm}.

Büchener Bahn (Fig. 31, Tafel XI). Es ist bloß eine, aber sehr kräftige Lasche, welche auch den Schienenkopf noch stützt und bis zu dessen Oberfläche reicht, an der Aussenseite angebracht; obwohl diese einfache Verlaschung ihrem Zwecke ganz gut entsprach, so ist dieselbe jedoch in der Herstellung, theils durch das grössere Gewicht, theils dadurch kostspieliger, dass die Bolzenlöcher in dem 41^{mm} starken mittlern Theil der Lasche nicht durchgestanzt, sondern gebohrt werden müssen.

Auf der Pariser Ausstellung von 1867 hatte der Ingenieur Dering zu Welwyn (Herdshire) elastische oder Federlaschen (Fig. 13, 15 und 16 auf Taf. XIII) ausgestellt, die schon von der Londoner Ausstellung (1862) her bekannt waren und seitdem auf englischen und irländischen Bahnen eine ausgedehnte Anwendung gefunden haben sollen. Diese Federlaschen (Spring-Clip) sind aus gehärtetem Stahl fabricirt, vorzugsweise bei Stuhl- und Brückschienen anwendbar, umfassen sie den Fuss und Steg der Schiene, dieselben werden zuerst auf das eine Schienenende aufgekeilt, dann wird die Nachbarschiene gelegt und die Lasche über den Stoss geschoben.

Ihre Länge ist 0,30^m bis 0,40^m,

ihre Dicke 6 bis 9^{mm},

ihr Preis 3 Fr. 75 Cent. bis 4 Fr. 50 Cent.

Man bedient sich ihrer entweder als einzige Fugenverbindung, oder auch mit gleichzeitiger Benutzung eines Eisen- oder Federkeiles (Fig. 16). Wenn gleich diese Stossverbindung sich durch ihre Einfachheit auszeichnet, indem sie bloß aus einem einzigen Stücke besteht, während die gewöhnlichen Laschen eines Stosses 10—14 Bestandtheile zählen und auch eine bedeutende Widerstandsfähigkeit besitzt, so genügt sie doch nicht den Anforderungen, welche man heut zu Tage an eine gute Laschenconstruction macht. Ausserdem ist sie auch bei breitbasigen Schienen am wenigsten wirksam, während sie bei Brückschienen, wo die Stossverbindung die grössten Schwierigkeiten bietet, zu empfehlen ist.

Da die meistentheils angewendeten Laschen eine viel geringere Festigkeit bieten, als die Schienen selbst, so sind vielfach verstärkte Laschen versucht worden, welche eine grössere Sicherheit gegen das Zerbrechen bieten.

a. Laschen von Desbrières (Fig. 18, Tafel XIII). Dieselben sind nur für Stuhlschienen und für zwischen den Schwellen liegende Stösse anwendbar; diese Laschen haben mehr als die doppelte Höhe, indem sie noch unter die Schienen verlängert und ausser den 4 Hauptlaschenbolzen *a* noch unterhalb mit 2 Bolzen *b* verbunden sind.

b. Laschen von Le Crenier (Fig. 17, Tafel XIII). Dieselben sind auf der portugiesischen Südbahn bei breitbasigen Schienen und Querschwellen von Eisenblech (Fig. 5, Tafel XIV), die in §. 21 näher beschrieben werden, in Anwendung gekommen. Bei dieser Construction umfasst die Lasche mittelst einer scharfen Winkelbiegung noch den Fuss der Schiene und ist gleichfalls nur bei schwebenden Stössen anwendbar.

c. Winkellaschen bei Stuhlschienen (Fig. 12, Tafel XIII). Dieselben sind zuerst durch Henz (1851) auf der Westfälischen Bahn statt der gusseisernen Stühle in Anwendung gekommen, und bilden neben der solidern Befestigungsweise auf den Schwellen zugleich eine sehr kräftige Stossverbindung. Die vielfach in Frankreich (bei der Paris-Lyoner-, Orleans-, West- und Ostbahn) in Verwendung befindlichen Stuhllaschen (Fig. 14, Taf. XIII) gehören auch hierher, bei denselben reichen die Grundplatten bis unter die Schienen, um eine möglichst grosse Basis zu erhalten. Im §. 14 kommen wir nochmals darauf zurück.

d. Winkellaschen bei breitbasigen Schienen (Fig. 56 auf Tafel XIII). Diese Construction, wobei die Schiene gleichzeitig eine grössere Stabilität erhält, kam

zuerst bei den Braunschweig'schen Staatsbahnen in Anwendung; in neuerer Zeit hat dieselbe mehrfach in England Nachahmung gefunden.

Die Erfahrung hat gelehrt, dass die angewendeten schwächern Laschen, wenn das Schienenprofil nur mit Rücksicht auf die Laschenverbindung mit ebenen Anschlussflächen, wie oben erläutert, richtig construirt wurde, eine genügende Sicherheit gegen das Zerbrechen bieten, namentlich wenn man sie aus Stahl anfertigen lässt; es ist daher noch fraglich, ob verstärkte Laschen so viele Vortheile bieten werden, dass die höhern Kosten dadurch aufgewogen werden.

Die zweckmässigste Länge der Laschen ist durch die Erfahrung ziemlich festgestellt; zu kurze Laschen von 300—380^{mm}, wie sie früher häufig angewandt wurden, wirken wenig; durch Ueberschreitung einer gewissen Grenze (500—550^{mm}) in der Länge wird aber ebenfalls die Wirkung nicht erhöht. Je nach der Schienenhöhe wird man am besten eine Länge von 400—500^{mm} annehmen.

Von den deutschen Vereinsbahnen hatten (1867) 10 Bahnen mit zusammen 363,4 Meilen Bahnlänge Laschen unter 400^{mm} Länge.

Bei 25 Bahnen mit 690 Meilen Gesamtlänge sind die Laschen 401—450^{mm} lang.

Bei 35 Bahnen mit zusammen 1424,4 Meilen sind Laschen von 451—500^{mm} in Anwendung.

Fünf Bahnen mit zusammen 431 Meilen Länge haben Laschen über 500^{mm} Länge.

Die längsten Laschen sind auf den Bayrischen Staatsbahnen von 612,9^{mm} Länge, die kürzesten auf der Brunn-Rossitzer Bahn von 316^{mm} Länge in Verwendung.

Bei 14 Bahnen sind auf ca. 488 Meilen Länge Puddelstahllaschen in Anwendung, während die Laschen bei den übrigen ca. 2421 Meilen langen Bahnstrecken aus Eisen bestehen.

Die Höhe der Laschen wird durch das Schienenprofil bedingt, ebenso die Dicke oben und unten durch die Breite der Anschlussflächen. Die Dicke in der Mitte wird man am besten von 10—16^{mm} annehmen, um die Löcher durch Stanzen noch bequem herstellen zu können.

§. 11. *Schwebende Stösse, deren Construction und Vortheile.* — Man unterscheidet bei dem Querschwellensystem zwei verschiedene Lagen der Stösse gegen die Schwellen; a. Ruhende Stösse, bei welchen der Stoss über einer Schwelle liegt (Fig. 21—24 auf Taf. XII) und b. schwebende Stösse, bei welchen der Stoss in der Mitte zwischen zwei Schwellen liegt (Fig. 25, Taf. XII). Im letztern Falle müssen natürlich die Schwellen nächst dem Stosse viel näher gertekkt werden als die übrigen Schwellen.

Die schwebenden Stösse sind zuerst bei Stuhlschienen (1853) in England angekommen; die Schwierigkeit die Laschenverbindung bei Stuhlschienen anzuwenden, ohne neue Stühle, die zur Aufnahme der Schienenenden mit den Laschen geeignet sind, anfertigen zu müssen, veranlasste den Versuch, den verlaschten Schienenstoss freischwebend zwischen zwei Stühle zu verlegen. Da das Ergebniss ein sehr günstiges war, so fand diese Methode bald Verbreitung und in dieser Weise wurden die Laschenverbindungen bei Stuhlschienen fast allgemein in England angebracht.

Bei breitbasigen Schienen sind die schwebenden Stösse erst Anfangs dieses Jahrzehnts auf verschiedenen deutschen Bahnen versuchsweise in Anwendung gekommen. Ueberraschend war der ungleich sanftere Uebergang von einer Schiene auf die andere und die geringern Unterhaltungskosten bei schwebenden Stössen gegen die festen Stossschwellen; und wenn einzelne Bahnen bisher weniger günstige Resultate mit schwebenden Stössen erlangt haben, so hat es sich ergeben, dass jedesmal das Schienenprofil dieser Bahn eine gute und feste Verlaschung wegen ungeeigneter Form nicht wohl zuließe.

Bei der Ende September 1868 in München abgehaltenen Techniker-Versammlung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen kamen auch die Fortschritte, welche mit

der Anwendung schwebender Stösse auf den deutschen Vereinsbahnen gemacht wurden, zur Verhandlung. Aus den Referaten zu dieser Versammlung und einigen Nachträgen im Organ 1869 S. 27 geht hervor, dass gegenwärtig bereits 29 deutsche Bahnen auf ca. 310 preuss. Meilen die schwebenden Stösse mit dem günstigsten Erfolge anwenden.

Hinsichtlich der Construction des Gleises ist Folgendes hervorzuheben:

Die Entfernung der Stossschwellen von Mitte zu Mitte variirt zwischen 470,7^{mm} (Berlin-Anhaltische Bahn) und 680^{mm} (Lübeck-Büchener Bahn); die Mittelschwellen liegen bei einigen Bahnen in gleichen Entfernungen, bei anderen in verschiedenen.

Was die Anwendung von Einklinkungen²²⁾ in den Schienenfüssen zur Verhinderung der Längenverschiebungen der Schienen betrifft, so sind $\frac{3}{4}$ der Bahnen, mit Rücksicht auf die ihnen zukommende Bahnlänge mit schwebenden Stössen dafür, dass die Anwendung von Einklinkungen nicht zu umgehen, obgleich einige derselben solche als ein nöthiges Uebel betrachten.

Von den Bahnen, welche eingehender diese Frage beantwortet, hat die Kaiser Ferdinands-Nordbahn Versuche mit und ohne Einklinkungen bei Doppelbahn gemacht. Ohne Einklinkungen kamen Verschiebungen in der Richtung des Zuges von 25 bis 50^{mm} vor, wodurch — weil der Schienenstoss aus dem Mittel kam — eine ungleiche Abnutzung der Schienen eintrat.

Die Leipzig-Dresdner Bahn hat bei ca. 30 Zügen in jeder Richtung, bei eingleisiger Bahn auf Gefällen, bei zweigleisiger Bahn auch auf den Horizontalen bedeutende Verschiebungen der Schienen bemerkt.

Die Stossplatten werden in geraden Strecken von 20 Bahnen nicht angewendet, während die Badische Staatsbahn (7765 Meter) auch in geraden Strecken 3 Stossplatten pro Schiene, nämlich je eine auf der Schwelle (Eichen) neben dem Stosse und eine auf der Mittelschwelle (Tannen) verwendet, jede Platte mit 2 Nägeln genagelt. Ferner verwendet die Schleswig'sche Bahn (11604 Meter) unter allen Umständen Stossplatten auf der dem Stoss zunächst liegenden Schwelle (und weiter keine Stossplatten), von welchen jede Platte mit 3 Nägeln genagelt wird. Die meisten Bahnen nageln in gerader Linie die Stösse nur mit 2 Nägeln, selbst diejenigen, welche die Schwellen von Nadelholz verwenden.

In Curven wenden 24 Bahnen die Stossplatten an, 5 Bahnen, welche keine Stossplatten anwenden, haben meist nur Curven über 1130 Meter Radius und umfassen etwa $\frac{1}{6}$ der ganzen mit schwebenden Stössen gelegten Strecken.

Die Ansicht aller Bahnen, welche schwebende Stösse anwenden, geht dahin, dass bei Anwendung des schwebenden Stosses eine kräftige Verlaschung erforderlich sei, wozu ein scharf unterschnittenes Schienenprofil und eine genügend lange durch starke Schrauben angezogene Lasche gehört. Alle Bahnen unter den 29 genannten wenden 4löcherige Laschen an.

Als Vortheil der schwebenden Stösse wird in fast übereinstimmenden Ausdrücken von den Bahnen, welche solche Stösse angewendet haben, Folgendes angeführt:

1. Es findet ein sanfteres Fahren statt, woher sowohl der Unterbau, als die Betriebsmittel weniger leiden.

Diese Erscheinung erklärt sich daraus, dass die Schienenenden, welche wegen des stets vorhandenen Zwischenraumes und häufig vorhandener Höhedifferenz der Schienenköpfe stets Stösse von den Rädern erhalten, mehr nachgeben können, als bei den Stossschwellen (welche

²²⁾ Von den Einklinkungen wird später in §. 16 noch die Rede sein.

besonders mit Unterlagsplatten versehen, wie ein Ambos zu betrachten sind), woher die schädliche Wirkung des Stosses erheblich gemildert werden muss.

2. Die Schienenköpfe halten sich an den Enden besser, als bei festen Stössen; die Laschen sitzen fester; die Befestigung der Schienen auf den Schwellen werden nicht so leicht lose, wie bei festen Stössen; die dem Stoss zunächst liegenden Schwellen werden mehr geschont; es findet, selbst wenn Stossplatten dort nicht vorhanden, ein Einfressen der Schienen nicht statt; die Stossschwellen bleiben besser in richtiger Höhe und die Gleisunterhaltung ist geringer.

Bei Oberbau mit festen Stössen erleiden bekanntlich (besonders bei Strecken, die nur in einer Richtung befahren werden) die Schienenenden, worauf das Rad aufläuft, bald Verdrückungen und Beschädigungen; diese Enden kommen, auch bei guter Verlaschung, bald etwas tiefer zu liegen, es findet ein Kanten der Schwelle um die Längsachse statt; die Stossschwellen kommen lose zu liegen und die nächsten Schwellen kommen in Mitleidenschaft. Beim schwebenden Stosse werden wegen grösserer Nachgiebigkeit und weil die Unterstützung der Stösse durch zwei Schwellen besser und vollständiger ist, als bei einer festen Stossschwelle, die obigen nachtheiligen Einwirkungen erheblich herabgemindert. So z. B. erwähnt die Lübeck-Büchener Bahn, dass die wegen Beschädigung an den Köpfen ausgewechselten Schienen nur 10 % der Gesamtsumme der ausgewechselten Schienen betragen.

3. Der Stoss hat dieselbe Sicherheit, wie der mit fester Stossschwelle, und die Gleise halten ebenso gut die Richtung, wie bei festen Stössen. Auch haben sich in Curven von kleinen Radien bei gehöriger Befestigung mit Stossplatten keine nachtheiligen Veränderungen der Gleislage gezeigt.

Die Lübeck-Büchener Bahn erwähnt 12 Laschenbrüche, welche während 3 Betriebsjahren unter 34500 Puddelstahllaschen vorkamen, wobei indessen nur immer eine Lasche der Stossverbindung gebrochen war, und führt sie auf schlechte Beschaffenheit des Materials zurück.

Ausserdem führt die Hannoversche Staatsbahn einen Laschenbruch in Folge vollständig durchweichter Bettung an.

Die Berlin Stettiner Bahn hat auf der 34491 Meter langen Strecke Neustadt-Wriezen während 1 $\frac{1}{4}$ jähriger Dauer der Benutzung 123 Stück Schienen ausgewechselt, weil sich an diesen Längsrisse durch die Laschenlöcher zeigten; sie bemerkt aber, dass es fraglich sei, ob der Grund dieser Erscheinung in der mangelhaften Fabrikation der Schienen, in der häufigen Versackung des Gleises oder in der Anwendung des schwebenden Stosses zu suchen sei.

Die Leipzig-Dresdener Bahn hat in Curven von 1133^m Radius bei kiefernen Schwellen, welche alt und schadhafte geworden und daher Verdrückung der Schienennägel zuliessen, Gleiserweiterungen beobachtet, solche aber durch Anbringung von 3 Unterlagsplatten unter der äussersten Schiene beseitigen können. Eines gleichen Falles erwähnt die Hannoversche Staatsbahn.

4. Die Schienenauswechslung bei schwebenden Stössen wird vermuthlich geringer sein, als bei festen Stössen.

Hierin vereinigt sich das Urtheil der Mehrzahl der Bahnen, welche schwebende Stösse angewendet haben, obgleich eine Vergleichung der Auswechslung in beiden Fällen — wegen der kurzen Zeit, dass schwebende Stösse angewendet wurden — in den bezüglichen Tabellen sich nicht vorfindet.²³⁾

²³⁾ Ausserdem führt die Rheinische Bahn noch an: «Besondere Bewährung und grossen Vorzug hat die Construction des schwebenden Stosses endlich in den Weichengleisen gezeigt, insofern die Schienen- und Schwellentheilung sehr viel bequemer sich gestaltet; es ist dabei allgemein von der bisherigen Gewohnheit, die Stösse des geraden und die des Weichenstranges zu verwechseln, der bequemen Schwellenvertheilung wegen, abgegangen, die Schienenstösse beider durcheinander liegender Gleise — ja sogar der drei Gleise bei dreistelligen Weichen — vielmehr durchweg zwischen denselben Schwellen angeordnet, ohne dass selbst bei stark befahrenen, in Hauptgleisen liegenden Weichen, ein Nachtheil sichtbar geworden wäre. Diese Anordnung ermöglicht eine leichte Auswechslung grösserer Weichentheile, erleichtert überhaupt das Verlegen der Weichen und macht die Vertheilung der Schwellenlage um Vieles bequemer.»

Die Techniker-Versammlung in München nahm hiernach folgenden Beschluss an:

„Die Ausführung der schwebenden Stösse kann dringend empfohlen werden, wobei in Betreff der Construction Folgendes zu beachten ist:

- a. Die Form der Schienen, Laschen und Schraubenbolzen muss eine vollkommen haltbare und durchaus feste Verlaschung ermöglichen;
- b. in gerader Linie genügt das Nageln mit zwei Nägeln für jede Schiene auf den dem Stosse zunächst gelegenen Schwellen, in Curven von kleinerem Radius sind zunächst dem Stosse Unterlagsplatten zu empfehlen; die Zahl der Platten ist von dem Material der Schwellen, ob Eichenholz oder Nadelholz, abhängig;
- c. Einklinkungen der Schienen erscheinen — um die Verschiebungen des Gleises zu verhindern — wünschenswerth; bei eingleisigen Bahnen würden sie am ersten zu entbehren sein.“

§. 12. *Befestigung der Laschen, Form und Versicherung der Bolzen.* — Die ersten Laschen wurden mit Keilbolzen befestigt, jetzt kommen dazu meist Schraubenbolzen in Anwendung. Auf Empfehlung des Verfassers dieses Capitels sind bei der Laschenverbindung der von ihm construirten neuen Schiene (Fig. 30, Tafel XI) der Frankfurt-Hanauer Bahn (1853) Niete von sehr weichem Eisen verwendet worden, die noch jetzt auf dieser Bahn allgemein in Anwendung sind und sich vollkommen bewährt haben. Diese Niete sind nicht nur bei der ersten Anschaffung, sondern auch bei der Unterhaltung bedeutend billiger als die Schraubenbolzen; auch werden jene weniger leicht locker. Durch Verstemmen des einen Nietkopfs lässt sich ein Lockerwerden sehr leicht wieder beseitigen. Auf andern Bahnen (wie namentlich der Thüringer Bahn), wo diese Art Laschenbefestigung auch eingeführt, jedoch weniger weiches Eisen zu den Nieten verwandt wurde, hat man nicht so günstige Resultate erzielt und dieselbe wieder aufgegeben. Als Nachtheil wurde angeführt, dass das Auswechseln einer Schiene länger aufhält und mehr kostet, weil der eine Nietenkopf abgehauen werden muss, die Niete also den Werth des alten Eisens erhalten.

Die Erfahrungen auf der Frankfurt-Hanauer Bahn²⁴⁾ weisen jedoch nach, dass gerade die Niete, welche noch nicht die Hälfte der Schrauben kosten, in der Unterhaltung viel billiger als letztere sind, wenn auch einzelne Niete abgehauen und nur als Alteisen verwerthet werden können; auch geht das Auswechseln der Schienen bei Niete ebenso rasch, als bei Schraubenbolzen, indem mit wenigen Schlägen mittelst eines Meisels die Nietköpfe einer Laschenverbindung in derselben Zeit abgesprengt werden können, als zum Lösschrauben der Muttern erforderlich ist. Jeder Bahnwärter ist mit einigen Reserveschraubenbolzen versehen, mit welchen die Laschen an der ausgewechselten Schiene provisorisch befestigt werden; von Zeit zu Zeit durchgeht dann ein Schlosser mit einer transportablen Feldschmiede die Bahnstrecke, um die zu ergänzenden Verzierungen an den Laschen vorzunehmen.

Bei den fast allgemein in Anwendung befindlichen Schraubenbolzen sind in Betracht zu ziehen:

- a. Die Dicke der Bolzen. Die zweckmässigste Stärke liegt zwischen 20 und 25^{mm}. (Vergl. Parson's elastische Laschenbolzen S. 192.)

²⁴⁾ Wie kann die seitherige Schienenstossverbindung mit Laschen bei Eisenbahnen einfacher, solider und billiger hergestellt werden. Vom Verf. Zeitung des Vereins D. E.-V. 1862 p. 661.

b. Die Form der Schraubenköpfe ist sehr verschieden und zwar quadratisch (Fig. 20 und 25, Tafel XIII) als sechsseitiges Prisma (Fig. 19 und 56), als Halbkugel und Kugelabschnitt (Fig. 21, 29 und 30), als halbes Ellipsoid (Fig. 22 und 24), als Halbcylinderabschnitt (Fig. 26); noch andere Formen sind aus den Fig. 23 und 27, Taf. XIII zu entnehmen. Die Gestalt des Kopfs ist an und für sich von geringem Belang; von Wichtigkeit sind jedoch die Vorkehrungen zur Verhinderung des Drehens beim Anziehen der Muttern. Zu dem Ende wird 1. bei vier- und sechseckigen Köpfen mit ganz cylindrischen Bolzen ein zweiter Schraubenschlüssel vorgehalten; 2. bei runden vorspringenden und versenkten Köpfen, indem man den Bolzen nächst dem Kopfe vierkantig oder oval gestaltet (Fig. 19, 21 und 23) oder mit einer oder zwei pyramidalen oder prismatischen Nasen versieht (Fig. 22, 24 und 30), wobei natürlich die Bolzenlöcher in der einen Laseche eine entsprechende Form haben müssen; 3. indem man an der einen Laseche zwei vorspringende Leisten anwalzt, zwischen denen der passend gestaltete Kopf liegt (Fig. 25 und 26). Unvortheilhaft sind die grossen viereckigen Köpfe neben dem quadratischen Ansatz des Bolzen wie bei Fig. 25; die kleinern Kugelabschnitte etc. in Fig. 21, 24 genügen vollkommen.

c. Die Schraubenmutter werden am besten sechseckig gemacht und deren Höhe so gewählt, dass 12—13 Schraubengänge darauf kommen; auch müssen die Muttern auf den Bolzen gut schliessen. Auf den deutschen Vereinsbahnen haben etwa $\frac{1}{5}$ der Bahnstrecken viereckige Muttern, die nicht so bequem anzuziehen sind, als sechseckige.

d. Die Schraubengänge wählt man am besten (übereinstimmend mit der Withworth'schen Scala) 4—5 Gänge auf 1 Centimeter Länge; sie müssen möglichst flach und doch scharf ausgeschnitten sein.

e. Mittel zur Verhinderung des Losdrehens der Schraubenmutter. In Folge der vielen Erschütterungen, denen die Laschenschrauben ausgesetzt sind, werden deren Muttern oft lose, wodurch aber die Wirksamkeit der Laschen zum grossen Theil aufhört, so dass man das Losewerden möglichst verhüten muss. Meist bringt man die Muttern an der äussern Seite des Gleises an (bei $\frac{2}{3}$ der deutschen Vereinsbahnen) und werden dann die revidirenden Bahnwärter angehalten, auf der einen Seite des Gleises von ihrer Bahnstrecke hin- und auf der andern zurückzugehen, wenn die Muttern angezogen werden sollen. Bei andern Bahnen, wo die Muttern auf der innern Seite angebracht sind, hat man den Bahnwärtern vorgeschrieben im Gleise gehend die Revision vorzunehmen, um auf demselben Wege die Muttern an beiden Schienensträngen überblicken zu können. Ausserdem hat man mancherlei künstliche Mittel zum Festhalten der Muttern angewendet; es sind dieses namentlich:

1. Gegenmutter, welche in einer zweiten aufgeschraubten, gewöhnlich etwas niedrigeren Mutter besteht (Fig. 25, Taf. XIII). Da sich die erste Mutter nicht losdrehen kann, ohne die zweite Mutter mit zu drehen, so muss erstere auch noch die Reibung in den Gängen der zweiten Mutter mitüberwinden, welche durch die Spannung der beiden aufeinander reibenden Mutterflächen erhöht wird. Dieses Mittel hat allerdings keine grosse Wirksamkeit und ist daher auch nur bei wenigen Bahnen in Anwendung und zwar gewöhnlich nur auf den beiden mittlern Schrauben, da das Losewerden dieser Schrauben nachtheiliger ist, als das der äussern Schrauben.

2. Gegenmutter mit linken Schraubengängen. Ein viel vollkommeneres Festsitzen wird erreicht, wenn man der Gegenmutter ein linkes Gewinde giebt, während die Hauptmutter ein rechtes Gewinde hat. Noch vollkommener wird dieser Zweck erreicht, wenn man beide Muttern nach dem Anziehen durch eine aufgeschobene Blechhülse verbindet, wie dies bei der Strauch'schen Construction (Fig 30, Tafel XIII) der Fall

ist. Die zwischen den Muttern liegenden Blechringe *a* federn etwas und gestatten der Gegenmutter nach dem Anziehen genau dieselbe Lage geben zu können, wie die der Hauptmutter. Ein Stift *b* hält die Blechhülse *c* fest. Diese Construction wurde auf den Hannover'schen Bahnen angewandt, hat sich zwar als wirksam erwiesen, ist aber viel zu complicirt.

3. Vorsteckkeile (Fig. 22 und 24), welche bei verschiedenen Bahnen in Anwendung gekommen, sind auf 3 Bahnen als zweckentsprechend befunden, während 2 Bahnen keinen wesentlichen Erfolg zu registriren haben.

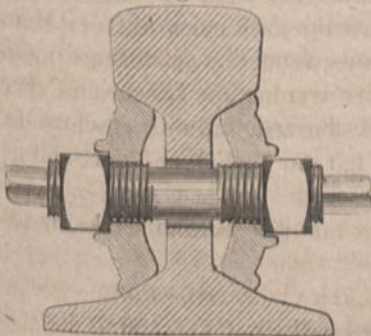
4. Laschenschrauben mit Stiften und Differentialbewegung (Fig. 29). Diese von Lucas angegebene Methode besteht darin, einen Stift oder eine Feder *a* in eine Nuth zu schieben, welche sich halb in der Mutter, halb in der Schraube befindet, zugleich ist aber die Anordnung getroffen, dass die Anzahl Nuthen in der Mutter und an der Schraube nicht gleich, sondern um eins verschieden ist. Wollte man bei $\frac{1}{6}$ Umdrehung den Stift einstecken können, so könnte dies bei 6 Nuthen geschehen, es genügt indessen, 2 Nuthen in der Schraube und 3 Nuthen in der Mutter anzubringen. Wichtig ist es, dass die Feder oder der Stift nicht eingeschlagen, sondern willig gehend mit der Hand eingesteckt wird. Lässt man dann die Mutter etwas zurückgehen, so ist der Stift wie in einen Schraubstock eingeklemmt, und geht nicht los, da die Mutter beim Bestreben zurückzugehen ihn immer fester klemmt. Diese Einrichtung ist auf verschiedenen französischen Bahnen und auch auf der Braunschweig'schen Staatsbahn versucht und hat sich als vorzüglich bewährt.

5. Elastische Unterlagsscheibe nach Paget (Fig. 31). Scheiben von Stahl sind in eine solche Form gepresst, dass sie sich beim Anziehen der Mutter stark zusammendrücken. Bei dem Losdrehen der Mutter muss sich dann dieselbe schon oft umdrehen, ehe die Unterlagsscheibe ihre Spannung wieder einbüsst und bis dahin erzeugt sich stets Reibung. — Sie sollen sich in England bei der Metropolitan-Bahn gut bewährt haben; soviel uns bekannt, hat dieses einfache Mittel bei deutschen Bahnen noch keine Anwendung gefunden.

6. Parson's elastische Laschenbolzen (Fig. 28). Um den Bolzenschaft ebenso elastisch als im Gewinde zu machen und denselben Zweck wie mit elastischen Unterlagsscheiben zu erreichen, gleichzeitig aber auch das häufige Abdrehen der Bolzen im Gewinde zu verhindern, bringt Parson 4 Längsfurchen im Bolzenschaft an, oder er durchbohrt denselben bis zum Gewinde. Diese Bolzen sollen bei englischen Bahnen mit günstigem Erfolg versucht sein. Näheres vergl. Organ 1868 p. 77 und 117.

7. Tudor's Differential-Laschenschraube. Diese ganze neue Laschenverbindung besteht in der Anwendung eines Schraubenbolzens (Fig. 11) mit zwei Gewinden von gleicher Richtung aber mit verschiedenen Neigungen, dessen beide Enden viereckig angesetzt sind, damit man ihn mit dem Schraubenschlüssel fassen kann. Bei dem Anziehen des Bolzens bleiben die beiden Muttern unbeweglich, weil sie in eine Rinne der Lasche eingelegt sind, wie aus Fig. 11 zu ersehen ist. Das Anpressen der Laschen gegen die Schienen geschieht bei Anwendung dieser Differentialschraube mit grosser Kraft, und da die Muttern in den Nuthen der Laschen unbeweglich festgehalten sind, ist ein Lösen derselben durch die Stösse oder Erschütterungen unmöglich.

Fig. 11.



Bei der Ende September 1868 in München abgehaltenen Eisenbahn-Techniker-Versammlung kamen auch die Mittel gegen das Losrütteln der Laschenschrauben zur Verhandlung und wurde darüber folgender Beschluss angenommen:

«Es erscheint zweckmässig, auf die Verhinderung des beständigen Losrüttelns der Laschenschrauben Bedacht zu nehmen. Die bewährteste Abhülfe des Uebelstandes ist in der Construction der Laschenverbindung im Ganzen zu suchen. Nach den bisherigen Erfahrungen hat sich die Wahl eines Schienenprofils, das einen scharfen Anschluss der Laschen an den Fuss und den Kopf gestattet, kräftige Bolzen und sauber geschnittene, kräftige, jedoch nicht zu steile Gewinde an den nur wenig unter 26^{mm} starken Bolzen, mit starken, gut schliessenden und wenigstens 12 bis 13 Gewinde hohen Muttern am besten bewährt.»

Die Anwendung des schwebenden Stosses hat sich dabei als vortheilhaft und den Uebelstand weiter vermindert ergeben.

§. 13. *Grösse der Bolzenlöcher, Vertheilung der Schrauben, Gewicht der Laschen.*

— Die Löcher der Laschenbolzen werden gewöhnlich 1 bis 2^{mm} weiter als die Bolzen gemacht, damit dieselben, falls in der Weite und gegenseitigen Lage der Löcher, sowie in der Dicke der Bolzen eine Arbeitsungenauigkeit eintreten sollte, doch bequem eingebracht werden können. Da die Schienen, wie in §. 16 näher erläutert wird, entweder in der Mitte oder an einem Ende auf den Unterlagen durch die Befestigungsmittel festgehalten werden, so müssen in letzterem Falle die Bolzenlöcher in den Schienen an einem Ende, im ersten Falle an beiden Enden länglich gestanzt werden, damit die Längenausdehnung der Schienen bei Temperaturveränderungen ungehindert stattfinden kann. Je nach der Schienenlänge macht man diese Löcher bei festgehaltener Schienenmitte um 4 bis 6^{mm} an beiden Enden und bei festgehaltenen Schienenenden um 8 bis 12^{mm} bloss an dem einen Ende länger, als den Durchmesser der Löcher in den Laschen. Zweckmässig ist es auch diese länglichen Löcher um ca. 3^{mm} höher zu machen als die Laschenbolzen stark sind, weil sonst die Bolzen zufällig an der Wand des Loches in der Schiene anstossen könnten und dann beim Gleiten der Laschen auf Bruchfestigkeit beansprucht werden würden. Oefters nimmt man deshalb auch bei festgehaltener Schienenmitte für beide Schienenenden kreisförmige Löcher an, die um 4 bis 6^{mm} weiter sind als die Löcher in den Laschen.

Da der Druck zwischen Schiene und Laschen sich am stärksten an den Enden und in der Mitte der Laschen äussert, so muss man auch die Schrauben möglichst nahe an die Enden und an die Mitte setzen (Fig. 22 und 24, Tafel XII). Bei zu grosser Entfernung von der Mitte würde ein zu starkes seitliches Ausbiegen der Laschen in ihrer Mitte und dadurch ein gegenseitiges Verschieben der Schienenenden möglich sein. Früher hat man deshalb auf der Hannoverschen Staatsbahn, und gegenwärtig auch noch auf der Main-Weserbahn und Bebra-Hanauer Bahn, drei Schrauben angewendet, von denen die eine durch die Fuge geht (Fig. 21, Taf. XII). Dadurch aber werden die Laschen in ihrer Mitte, wo sie wegen der seitlichen Ausbiegung am stärksten sein sollten, geschwächt; auch sollte der mittlere Bolzen sehr stark sein. Deshalb hat die Techniker-Versammlung in Dresden auch vier Schrauben empfohlen.

Bei Anwendung von 400—500^{mm} langen Laschen mit vier Schrauben kann folgende Eintheilung empfohlen werden:

Entfernung der mittleren Schrauben	90—120 ^{mm}
Entfernung der äussern Schrauben vom Ende der Lasche	45—60 -

Oft ist man bei ruhenden Stössen durch die Befestigung der Schiene auf den Schwellen genöthigt die Entfernung der mittleren Bolzen grösser anzunehmen, was indess aus dem oben angegebenen Grunde nicht zu empfehlen ist. Deshalb verdient auch der schwebende Stoss den Vorzug.

Das Gewicht der Laschen ist je nach dem Schienenprofil und nach der Länge der Laschen sehr verschieden; für Hauptbahnen kann man dasselbe bei breitbasigen Schienen zu 7—10 Pfd. pro Stück und bei Stuhlschienen auf 5—7 Pfd. pro Stück annehmen. Ebenso verschieden ist das Gewicht der Laschenbolzen; durchschnittlich haben dieselben pro Stück ein Gewicht von 1 bis 1,6 Pfd., das bei Doppelmuttern bis zu 2 Pfd. sich steigert.

§. 14. *Schienenstühle, Form der verschiedenen Arten und Dimensionen.* — Zur Befestigung der Stuhlschienen dienen die sogenannten Schienenstühle oder Chairs von Gusseisen. Im Allgemeinen besteht der Schienenstuhl aus der Grundplatte, an welche zwei durch Rippen verstärkte Backen sich anschliessen, zwischen welchen die Schiene liegt und gewöhnlich durch Keile festgehalten wird. Die Grundplatte hat an jedem Ende ein oder zwei Löcher für die Nägel oder Schrauben zur Befestigung auf der Unterlage.

Der Schienenstuhl soll folgende Hauptbedingungen erfüllen: a. Die Lagerstelle der Schiene muss den Schienen genau entsprechen. b. Die einzelnen Theile müssen hinlängliche Stärke haben. c. Die Form des Stuhls muss möglichst einfach sein, um den Guss leicht und billig herstellen zu können. d. Der Guss muss aus sehr gutem Gusseisen und sehr dicht und rein hergestellt werden.

Die Form der Schienenstühle ist sehr verschieden; die Grundplatte ist gewöhnlich rechteckig, an den Enden öfters halbkreisförmig oder in anderer Weise abgerundet. In der unteren Fläche bringt man zuweilen eine Aushöhlung an (Fig. 1 und 4, Tafel XII), um den Stuhl leichter zu machen und einen bessern Anschluss auf der Unterlage zu erzielen. Dies ist aber nicht empfehlenswerth, da es wesentlich ist, den Druck auf eine möglichst grosse Fläche zu übertragen. Die Grundplatte wird öfters in der Mitte bei Stossstühlen etwas breiter als an den Enden hergestellt (Fig. 1 und 3) und die obere Fläche, worauf die Schiene ruht, läuft gewöhnlich etwas convex nach beiden Seiten aus, um zu verhindern, dass die Schiene bei ihrer Durchbiegung oder bei einem zufälligen Kanten des Stuhls, auf einer Kante aufrucht, was durch das Eindringen der Kante das Verschieben bei einer Temperaturveränderung verhindern und eine starke Beanspruchung der Schiene veranlassen würde. Die um ca. $\frac{1}{5}$ schmälern Zwischenstühle sind im Ganzen ebenso, jedoch an den Backen und Rippen gewöhnlich auch etwas leichter construiert.

Die Befestigungslöcher der Grundplatte liegen meist senkrecht zur Schienenrichtung. Oefters versetzt man die Löcher bei Anwendung von Holzschwellen (Fig. 2, Tafel XII), oder man bringt bei den breitem Stossstühlen auf der einen (innern) Seite 2 Nagellöcher an, um das Spalten des Holzes zu verhüten. Der an die Schiene anschliessende Backen steht gewöhnlich nur oben und unten mit der Schiene in Berührung, da auf diese Weise ein genauerer Anschluss möglich ist, als bei vollständiger Berührung.

Die Verstärkungsrippen an der Aussenseite der Backen sind entweder doppelt an den beiden Seitenflächen angebracht, so dass zwischen ihnen die Befestigungslöcher liegen (Fig. 1, 3 und 4), oder einfach in der Mitte des Stuhls, die Befestigungslöcher auf der einen Seite rechts, auf der andern Seite links von der Rippe. Die Rippen, Backen und Kanten der Fussplatte müssen nach oben stark verjüngt zulaufen, um ein leichteres Einformen zu ermöglichen. Die Höhlungen für die Lagerstellen der Schiene nebst Keil und für die Befestigungslöcher werden gewöhnlich durch besondere in Massesand geformte

Kernstücke, die in die Form eingelegt werden, gebildet, da diese Theile sehr genau passen müssen.

Früher hat man die Schienen senkrecht im Stuhl gelagert und festgekeilt (Fig. 1) und dann, um der Schiene die erforderliche Neigung zu geben, den Stuhl schräg in die Querswellen eingeschnitten, da jedoch diese Einschnitte bei der breiten Basis der Stühle sehr tief ausfallen, so giebt man jetzt den Backen eine solche Form, dass die Schiene eine schiefe Lage erhält (Fig. 2).

Bei den ältern Schienenstühlen erfolgte die Befestigung der Schienen meist durch Eintreiben eines eisernen Keils, zwischen die Schiene und den einen Backen. Zu dem Ende war gewöhnlich für den Keil ein Einschnitt in dem Backen angebracht (Fig. 1), zuweilen befand sich aber ausserdem noch ein Einschnitt in der Schiene eingewalzt; auch hat man beide Einschnitte weggelassen, der Keil muss dann unterhalb etwas stärker und der Backen dem entsprechend geformt sein. Es ist nicht zu empfehlen auf beiden Seiten der Schiene Keile anzuwenden, wie es früher zuweilen geschehen ist (Fig. 18, Tafel XI), da die Keile leichter sich lösen.

Jetzt geschieht die Befestigung der Schienen in den Stühlen durch Holzkeile; dieselben gewähren gegenüber den eisernen Keilen den Vortheil, dass die Backen der Stühle beim Eintreiben der Keile viel weniger leicht abgesprengt, und weniger leicht locker werden, auch vermindern sie das durch die Bewegung der Wagenzüge veranlasste Geräusch. Die Holzkeile bieten dagegen den Nachtheil, dass sie bei starker Hitze locker werden und häufiger nachgetrieben werden müssen, bei nasser Witterung aber aufquellen und die Backen absprengen können, wenn diese nicht sehr kräftig sind.

Aus diesem Grunde hat in neuester Zeit der Ingenieur Dering zu Welwyn (Hertfordshire) aus gehärtetem Stahl Federkeile (Spring-Key) construirt (a Fig. 16, Tafel XIII). Dieselben wirken wie Federlaschen durch ihre Elasticität und werden sowohl in Schienenstühlen als in Federlaschen angewendet. Temperaturveränderungen haben, wie es bei Holzkeilen der Fall ist, keinen Einfluss; ihre Dauer kann 10mal länger als die der gewöhnlichen Holzkeile angeschlagen werden. Der Preis der Federkeile ist 2—3 Sgr. pro Stück.

Die Holzkeile werden aus hartem, gut ausgetrocknetem Holze, besonders aus Eichen- und Acacienholz gefertigt; öfters comprimirt man das Holz stark und trinkt die fertigen Keile in Leinöl, damit die Witterungseinflüsse weniger drauf einwirken und um das öftere Nachtreiben der Keile umgehen zu können. Um die Schiene und den Keil in der richtigen Höhenlage zu erhalten, ist der Backen für den Keil meist etwas gekrümmt, selten eben.

Die Keile werden theils an der innern, theils an der äussern Seite des Gleises eingetrieben; das Eintreiben auf der äussern Seite führt leicht ein Lockerwerden des Keils und eine gefahrvolle Spurerweiterung herbei, dagegen werden die meist nach aussen gerichteten Stösse und das hierdurch veranlasste Geräusch durch das elastische Zwischenmittel mehr vermindert. Da sich die Keile zum Theil durch die Seitenstösse, zum Theil aber auch durch die Längenänderung der Schiene beim Temperaturwechsel und durch das Bestreben der Schiene zum Gleiten lockern, so vermindert man sowohl das Lockerwerden, als die Verschiebung der Schiene, wenn man die Keile abwechselnd nach entgegengesetzter Richtung eintreibt.

Zu demselben Zweck hat man auch für denselben Stuhl zwei Keile angeordnet, welche durch eine Schraube nach Innen aber in entgegengesetzter Richtung angepresst werden (Fig. 4, Taf. XII). Diese zwar recht wirksame, aber etwas kostspielige Anordnung hatte man namentlich bei breitbasigen Schienen der Saarbrücker und Stargard-Posener Bahn angewendet, bevor man die Laschenverbindungen kannte. Diese Stühle

haben sonst ganz die Form der Stühle für doppelköpfige Schienen und haben in der That besser die gegenseitigen Verschiebungen an den Stössen verhütet und den Schienen durch die grössere Breite eine grössere Stabilität gegeben, sowie den Druck auf eine grössere Fläche der Unterlage vertheilt, als dies bei breitbasigen Schienen vor Einführung der Laschen möglich war. Jetzt wird diese Stossverbindung nicht mehr angewandt.

Eine andere Art von Stühlen für breitbasige Schienen ist in Fig. 9, Tafel XII dargestellt. Diese Construction von Rank in Nord-Amerika ist zweitheilig, mit kräftigen Backen zur Unterstützung des Schienenkopfes auf beiden Seiten, so dass die Lauffläche und die Stösse zu jeder Zeit eben und eine Linie bildend bleiben. Der mitten durch den Stoss gehende Schraubenbolzen zieht die beiden Backen gegen die Schiene zusammen und bildet eine Sicherheit mehr gegen das Lösen der Schiene; gleichzeitig wird weder die longitudinale Ausdehnung noch die Zusammenziehung verhindert. Die durch die breite Basis der beiden Theile bewirkte Befestigung auf der Unterlage und durch die Verzahnung der beiden Bodenplatten unter der Schiene, erhöht die Stabilität des Gleises und verhindert die gegenseitige Verschiebung beider Stuhltheile. Ausserdem können die Theile leicht angebracht und entfernt werden, wenn Brüche vorkommen, ohne die Schienen aus dem Gestänge zu entfernen, oder andere Theile zu dem Zwecke lösen zu müssen.

Aehnlich ist Adams' gusseiserner Laschenstuhl für doppelköpfige Schienen (Fig. 7, Tafel XII); derselbe ist ebenfalls zweitheilig und wird, wie die Laschen an Kopf und Fuss anschliessend, durch Schraubenbolzen an die Schiene gedrückt. Obwohl die Länge des Stuhls 440^{mm} beträgt, so sind doch nur 2 Laschenschrauben angebracht.

Ein anderer von Samuel construirter Laschenstuhl ist Fig. 8, Tafel XII dargestellt; derselbe besteht aus einem Gussstück; der an die Bodenplatte angegossene und durch zwei convergirende Rippen verstärkte Backen ist 420^{mm} lang und schliesst ähnlich einer Lasche an die Schiene an; auf der entgegengesetzten Seite der Schiene ist eine gewöhnliche schmiedeeiserne Lasche angebracht und mittelst 4 Laschenbolzen die Verbindung bewirkt; die Befestigung auf der Unterlage erfolgt durch 3 Nägel.

Hierher gehören auch die schmiedeeisernen, winkelförmigen Stuhllaschen (Fig. 12 und 14, Taf. XIII), wovon bereits oben im §. 10 die Rede war. Diese Stühle bieten, wie auch bei dem Laschenstuhl von Adams, zugleich die Möglichkeit des Umwendens der Schiene, da der untere Kopf, der sonst an den Stössen stark beschädigt wird, nicht aufliegt. Dieser Vortheil würde besonders bei Anwendung ebenso gestalteter Mittelstühle hervortreten. Bei der auf der Westphälischen Bahn angewandten Stuhllasche ist dies in der That der Fall, indem ca. 153^{mm} lange Abschnitte der Winkellaschen an den Stellen der Mittelschwellen an die Schienen mit je einem Niet angenietet sind, wie Fig. 12 auf Tafel XIII darstellt, und so die Mittelstühle ebenfalls ersetzt werden. Zu der Befestigung der Stuhllaschen an den Schienen von der Westphälischen Bahn werden jedoch auch Schraubenbolzen verwendet.

Dagegen bedient man sich in Frankreich, wo die in Fig. 14, Tafel XIII dargestellten Stuhllaschen auf der Ostbahn, Paris-Lyon-, Orleans- und Westbahn vielfach in Verwendung sind, für die Zwischenunterstützungen allgemein der gewöhnlichen gusseisernen Zwischenstühle.

Die in Frankreich üblichen Dimensionen der Stuhllaschen sind:

Grösste Höhe des verticalen Theils	116—123 mm
Maximal-Dicke des verticalen Theils	16—18 -
Breite des horizontalen Schenkels	88—92 -
Maximal-Dicke des horizontalen Schenkels	14—18 -
Ganze Länge der Stuhllasche	370—400 -

Entfernung der mittleren Bolzenlöcher	100 mm
Entfernung der äussern Bolzenlöcher	295—300 -
Gewicht einer Lasche	15,6—20 Pfd. ²⁵⁾

Die Dimensionen der gewöhnlichen gusseisernen Schienenstühle sind sehr verschieden, so ist namentlich die Dicke der Grundplatte in der Mitte 30—56^{mm}, die mittlere Backendicke 12—24^{mm}, die mittlere Rippendicke 10—20^{mm}, die untere Breite 18—35^{mm}, die untere Länge für Zwischenstühle 90—150^{mm}, für Stossstühle 110—160^{mm}, das Gewicht eines Zwischenstuhls 16—24 Pfd., eines Stossstuhls 20—34 Pfd.

Die Dimensionen der Holzkeile variiren in der Länge von 100—220^{mm}, in der Breite von 24—52^{mm}, in der Höhe 40—85^{mm}.

Ausserdem sind noch einige Schienenstühle von eigenthümlicher Form und Ausführung zu erwähnen.

a. Connochie's Schienenstühle für hängende Schienen. Zur Vermeidung der Eindrücke, welche der untere Kopf der Schiene von dem Stuhle erhält, so dass ein Wenden der Schienen unmöglich wird, hat Connochie die in Fig. 5 auf Taf. XII dargestellten Stühle (1853) construirt, bei welchen die Schienen nur unter den Wülsten des obern Kopfes unterstützt werden. Die Schiene ruht dabei in einer grossen Länge auf, um den Druck auf eine möglichst grosse Fläche zu vertheilen und das Abdrücken der Wülste sowie ein nachtheiliges Deformiren derselben zu verhindern. Ausserdem lässt sich ein Backen des Stuhls beim Verwechseln der Schiene beseitigen, ohne den Stuhl losnehmen zu müssen; durch einen Ansatz *a*, *a* wird der Backen gegen Verschiebung gesichert. Nach einer andern Construction von Connochie sind beide Backen zu beseitigen und jeder Backen wird durch einen eisernen Keil festgehalten. Bei den Stossstühlen bietet die grosse Länge der Backen *b* noch den Vortheil,* dass dadurch eine Art Laschenverbindung gebildet wird. — Von diesem Princip hat man indess seither wenig Gebrauch gemacht, da diese Schienenstühle bedeutend schwerer und theurer sind, als gewöhnliche; auch ist ein genauer Anschluss beider Backen nur durch kostspieliges Nacharbeiten zu erzielen. Bahnen, welche Stuhlschienen noch anwenden, ziehen es gewöhnlich vor, auf den Vortheil des Umwendens zu verzichten. Andernfalls wird man lieber die jedenfalls zweckmässigeren Stuhllaschen Fig. 7, Tafel XII und Fig. 12 und 14, Tafel XIII wählen.

b. Hölzerne Schienenstühle. Bereits im J. 1853 trat Barberot mit der in Fig. 6, Tafel XII dargestellten hölzernen Schienenbefestigung auf, welche die gusseisernen Schienenstühle ersetzen sollte; die Schiene wird durch zwei hölzerne Stützen *a*, *a* getragen, die sich gegen geneigte Flächen stützen, welche in die Querswellen eingeschnitten sind. Jede Stütze wird durch eine Holzschraube mit der Schwelle verbunden; das Unterlagsblech *b*, *b* für die Schraubenköpfe ist auf beiden Seiten über die Stützen gebogen, um diese noch mehr gegen Verschiebung bei einer Längenveränderung und gegen Spalten zu schützen. — Damals schon wurden in Frankreich von verschiedenen Eisenbahngesellschaften Versuche angestellt und 163 Kilometer Länge mit solchen Schienenbefestigungen ausgeführt; auch in Aegypten wurde eine 36 Kilometer lange Strecke damit hergestellt. Als Hauptvortheile dieser Construction werden hauptsächlich grosse Billigkeit, Mässigung der Stösse und die Möglichkeit des Umwendens der Schiene bezeichnet. Da jedoch die Schwelle an den Einschnitten bald durch Fäulniss leidet, so drücken sich die Schiene und die Stützen bald in die Schwelle ein, dadurch geht aber die Festigkeit verloren. Deshalb hatte bei der Pariser Ausstellung (1867) Barberot ein verbessertes sowohl auf Holzschwellen, als gusseiserne Unterlagen anwendbares System vorgeführt, das in Folgendem besteht: Bei Holzschwellen wird die Schiene beiderseits von einer doppeltarmigen Eisenklemme, statt der hölzernen Stützen, festgehalten, welche in der Schwelle eingeschraubt ist und daselbst ihren Stützpunkt entweder in einem entsprechenden Einschnitt in der Schwelle oder in einem Haken, der hinter der Klemme eingeschlagen ist, findet. Bei gusseisernen Unterlagen bestehen diese aus Platten von 700^{mm} Länge und 350^{mm} Breite, die an ihrer untern Fläche kreuzweise mit Verstärkungsrippen von 100^{mm} Höhe versehen und durch runde hakenförmige

²⁵⁾ Goschler, Ch., Traité prat. T. I. p. 329.

Stabeisen paarweise verbunden sind. Auf den Platten liegen im Grundriss quadratförmige, keilförmig zugeschnittene Polsterhölzer von 160^{mm} im Gevierte, auf deren ganzer Länge die Schiene ununterbrochen aufruhrt. Zur Befestigung der Schienen dienen eben solche hölzerne Klemmen *a* mit übergreifenden Unterlagsblechen *b* (Fig. 6, Tafel XII), die sich mit ihrer Basis an gusseiserne Ansätze der Platten stemmen. Diese Holzklemmen werden mittelst durchgehender Schraubenbolzen, welche ihren Stützpunkt in den Verstärkungsrippen finden, an die Schienen ange- drückt, dabei sind die Muttern oben an der Unterlagsscheibe angebracht.

Der Preis des ganzen Barberot'schen Systems auf Gusseisenplatten ohne Schienen beträgt pro lauf. Meter 3 Thlr. 20 Sgr.

und dasselbe mit Holzschwellen ohne Schienen pro Meter 2 - 13 -

c. Die gewalzten plattenförmigen Schienenstähle der preussischen Ostbahn (Fig. 10, Tafel XII), welche daselbst versuchsweise bei den ältesten Strecken in Anwendung gekommen und den Zweck unserer jetzigen Laschen hatten. Auf der stuhlähnlichen Stossplatte von 470^{mm} Länge ist jedes Schienenende mit 4 Schraubenbolzen von 20^{mm} Stärke festgeschraubt. Die obere Fläche der Stossplatte ist nach beiden Seiten etwas geneigt, und die rechtwinklig nach der obern Fläche des Schienenfusses eingelassenen Schraubenbolzen haben in den Löchern das nöthige Spiel, so dass die nur längs der Mitte des Fusses auf den Stossplatten aufliegenden Schienen genau an den Köpfen durch mehr oder weniger Anziehen der Bolzen von der einen oder andern Seite regulirt werden können. Obgleich diese Stossverbindung eine grössere Widerstandsfähigkeit als die Laschenverbindung zeigte, so wurde doch die letztere vorgezogen, weil sie billiger herzustellen sind und eine grössere Sicherheit und Regelmässigkeit in der Richtung der Schienen bieten.

d. Die gusseiserne Stuhlplatte (Fig. 11, Tafel XII) von der Taunus-Bahn, welche eine 30^{mm} starke Holzplatte in der Weise umschliesst, dass dieselbe einestheils vollständig gegen Feuchtigkeit geschützt ist und dass andertheils dieses Holzfutter nach keiner Weise ausweichen kann. Die Schiene ist dabei auf die Gussplatte mittelst Schrauben und Unterlagplättchen und die Gussplatte selbst mittelst Holzdübel und Nägel auf den Steinunterlagen befestigt. Dieses System hat sich vorzüglich bewährt; die hölzernen Unterlagen bei den Steinwürfeln dienten zur Milderung der Stösse und zur gleichmässigen Vertheilung des Druckes; nur der grössern Kosten wegen wurde es verlassen und eine einfachere Methode die breitbasigen Schienen auf den Steinunterlagen zu befestigen, gewählt, wovon in §. 17 die Rede sein wird.

§. 15. *Befestigung der Schienen auf den Unterlagen durch Holzschrauben, Nägel, Schraubenbolzen und Dübel.* — Holzschrauben mit versenkten Köpfen wurden anfangs fast allgemein zur Befestigung der Flachsienen benutzt (Fig. 1 und 3, Tafel XI). Ebenso hat man auch die brück- und breitbasigen Schienen auf den Langschwellen mittelst Holzschrauben mit sechseckigen Köpfen (Fig. 46, Taf. XIII) befestigt, die dann abwechselnd bald durch den innern, bald durch den äussern Schienenfuss gingen (Fig. 9, Tafel XI); die Löcher waren dann zum Theil der Längenveränderung wegen länglich. Da sich die Holzschrauben durch die Erschütterungen leicht lockern und kostspielig zu beschaffen sind, so wendet man sie jetzt bei den breitbasigen Schienen nicht mehr an. Dagegen sind Holzschrauben, namentlich in Frankreich, zur Befestigung der Schienenstühle und Stuhllaschen noch viel in Gebrauch, wozu folgende Dimensionen gewählt werden:

Ganze Länge der Schraubenköben	178 ^{mm}
Schaftlänge	140 -
Länge von der Ansatzscheibe bis zu dem Anfang der Schraubengänge	30 -
Durchmesser der Ansatzscheibe	32 -
Höhe des Kopfs bis zur Scheibe	28 -
Breite des Kopfs oben	15 -
- - - unten	18 -
Durchmesser des Bolzens unter der Scheibe	21 -
- - - an der Spitze	14 -
Äusserer Durchmesser an den Schraubengängen	20 -
Gang der Schraube	7 -

Der Querschnitt des Schraubengangs bildet ein Dreieck, wovon die Basis parallel zur Achse des Schraubenklobens 4^{mm} hoch ist. Die Fläche dieser Basis, nach oben gekehrt, hat eine Höhe von 1½^{mm} und die Fläche auf der dritten Seite von dieser Basis eine Höhe von 2½^{mm}. Diese Anordnung giebt dem Schraubengang eine grössere Widerstandsfähigkeit gegen das Herausreissen, als ein Schraubengang der gleichschenkligen hergestellt ist.

Um das Einschrauben zu erleichtern, macht man die untere Fläche der Schraube steil, die obere Fläche muss dagegen flach sein, damit sich die Schraube schwer herausziehen lässt. Da die Arbeiter oft aus Bequemlichkeit die Schraubenkloben mit dem Hammer in die vorgebohrten Löcher einschlagen, wodurch aber die Schraubengänge ganz zwecklos werden und der Kloben sehr bald locker wird, so lässt die französische Ostbahn auf den Kopf desselben in Relief den Buchstaben E (Est) durch einen Stempel ausschlagen; wenn diese Marke durch Hammerschläge platt gedrückt ist, so werden den Schienenlegern bedeutende Geldstrafen zuerkannt.

Auf der Eisenbahn von Deux Charentes hat man an zwei Seiten des Kopfes die halbkugelförmige Ansatzscheibe dieser Schraubenkloben abgenommen und durch eine ebene Berührungsfläche am cylindrischen Schaft ersetzt. Der noch stehenbleibende Theil der Ansatzscheibe dient dazu, um den Fuss der Schiene am Platz zu erhalten, um beim Wechseln der Schiene dieselbe wegzunehmen, ohne den Schraubenkloben ganz herauszuziehen, genügt es, letztere nur einen Theil einer Umdrehung machen zu lassen, bis dass die ebene Berührungsfläche am cylindrischen Schaft nach der Schiene hingerrückt ist und in einer Richtung parallel zur Achse der Bahn steht.²⁶⁾

Die Holzschrauben sind wegen des hohen Preises bei der Schienenbefestigung sehr wenig in Anwendung gekommen, desto häufiger und in Deutschland fast allgemein sind Nägel oder Kloben in Gebrauch.

Die Nägel bei Flachschiene hatten gewöhnlich versenkte Köpfe (Fig. 22, Tafel XIII) und sassen in entsprechenden Löchern; auch bei den ältern Brück- und breitbasigen Schienen schlug man die Nägel durch Löcher im Fuss, wobei ein versenkter Kopf entbehrt werden konnte. In ähnlicher Weise werden noch jetzt die Strassenbahnschienen auf den Langschwelen befestigt (Fig. 4—8, Tafel XI).

Jetzt werden fast allgemein bei den Brück- und breitbasigen Schienen die Nägel neben die Schiene geschlagen, so dass sie mit einem hakenförmigen Kopfe über den Schienenfuss greifen. (Fig. 37—45, Taf. XIII). Durch diese Hakennägel oder Kloben erreicht man den Vortheil, dass der Schienenfuss nicht erst zu lochen ist, auch wirkt der Nagel gegen das Umkippen der Schienen an einem grössern Hebelsarm. Bei den Schienenstählen wendet man dagegen meist Nägel mit runden Köpfen an (Fig. 34—36, Tafel XIII), indem man sie durch Löcher in den Stählen schlägt, die leicht beim Giessen herzustellen sind.

Die Form des Schaftes der Schienen Nägel ist sehr verschieden. Der Querschnitt ist entweder:

a. kreisförmig (Fig. 32—34), welche Form früher für Flachschiene und zuweilen auch bei Schienenstählen (Fig. 34) angewendet wurde, auch jetzt kommt sie meist bei Strassenbahnschienen in Anwendung, da die kreisförmigen Löcher am leichtesten sich herstellen lassen;

b. achteckig (Fig. 44), welcher Querschnitt zuweilen bei breitbasigen Schienen, früher auch öfters bei Schienenstählen in Anwendung gekommen ist, in welchem letztern Falle das Achteck nach oben in die Cylinderform übergeht;

c. quadratisch, welcher Querschnitt jetzt fast ganz allgemein für die Hakennägel und Kloben zur Befestigung der breitbasigen Schienen (Fig. 39—43 und 45) in Anwendung kommt.

Das Ende läuft entweder in eine Spitze (Fig. 35—38) oder in eine Schneide (Fig. 39—42 und 45) aus; zuweilen bilden die Enden der Kloben eine abgestumpfte

²⁶⁾ Goschler, Ch., Traité prat. T. I. p. 337.

Pyramide (Fig. 43) oder einen abgestumpften Kegel. Bei den letztern beiden Formen muss das vorzubohrende Loch fast soweit gehalten werden, als der kleinste Durchmesser des Prismas beträgt, indem nur die Kanten des Kloben in das Holz einschneiden und den Halt bewirken. Wählt man, wie es meist geschieht, die Schneide, so muss der Nagel senkrecht zur Faserrichtung eingeschlagen und dem entsprechend der Haken des Kopfes gerichtet werden; denn alsdann wird das Holz weniger senkrecht zur Faserrichtung, sondern grösstentheils in der Faserrichtung auseinandergedrängt, wodurch es weniger leicht spalten kann. Das vorzubohrende Loch ist dann natürlich viel enger; bei weichem Holz wird bei Nägeln mit Schneiden fast allgemein gar nicht mehr vor-gebohrt.

Hinsichtlich der Längsansicht unterscheidet man folgende Formen:

a. Verjüngte Nägel (Fig. 36—38), welche früher bei Schienenstühlen und Flachsienen, zuweilen auch bei breitbasigen Schienen in Anwendung gekommen sind.

b. Prismatische Nägel (Fig. 39, 40 und 42—45), welche jetzt fast allgemein in Anwendung gekommen sind und zwar wegen der einfachern Herstellung, als auch wegen der grössern Haltbarkeit bei gleichem Preise.

c. Nägel mit Widerhaken (Fig. 36—38). Die Kanten des Schaftes wurden früher öfters mit Widerhaken versehen, um den Widerstand gegen Herausziehen zu vergrössern; da jedoch diese Haken die Ecken des Loches beim Hineintreiben zerreißen, so wendet man sie jetzt nicht mehr an.

d. Ausgebauchte Nägel (Fig. 40 und 41), welche einigemal in Amerika, auch in etwas anderer Form bei der Lüttich-Mastricht und der Oesterr. Staatsbahn in Anwendung gekommen sind, um dem Herausziehen einen grössern Widerstand zu bieten. Der Vortheil ist jedoch nur gering, da das Loch beim Einschlagen zu sehr erweitert wird.

e. Schraubennägel (Fig. 48) mit schlankschraubenförmig gewundenem Schaft und linsenförmigem oder dreieckigem Querschnitte; dieselben sind früher mehrfach zur Anwendung gekommen, da man eine grosse Haltkraft von ihnen erwartete; diese hat sich aber wegen der Schlankheit der Gewinde, die zum Einschlagen nöthig ist, nicht herausgestellt, wenn man nicht durch complicirte Vorrichtung das Drehen verhindert.

f. Gekrümmte Nägel (Fig. 33) hat man bei Pferdebahnschienen (Fig. 6 und 8, Tafel XI) zuweilen angewendet, um das Herausziehen in einer bestimmten Richtung zu erschweren.

In Betreff der Form des Nagelkopfes ist insbesondere die leichte Herstellung und der Uebergang aus dem Schaft nach dem Kopfe mittelst Abrundung von Wichtigkeit, indem sich bei scharfem Ansatz des Kopfes Risse bilden und der Kopf leicht abspringt. Bei Hakenköpfen muss die untere Fläche dem Schienenkopfe angepasst werden. Um den Nagel leicht mittelst eines Geissfusses oder Hebeisens (Fig. 28 und 29, Tafel XVII) herausziehen zu können, giebt man dem Kopfe zwei Ohren von der in Fig. 42 bis 44, Tafel XIII dargestellten Form. Es ist nicht nöthig, diese Ohren über die ganze Länge des Hakens auszudehnen. Statt der Ohren hat man öfters den Kopf nach oben verbreitert (Fig. 37 und 39), was zwar leichter herzustellen, für das Herausziehen aber nicht so zweckmässig ist; besser ist noch eine Verlängerung des Hakens nach rückwärts oder ein Doppelhaken (Fig. 45), wie er auf österr. Bahnen in Anwendung gekommen ist.

Da man bei den Schraubennägeln dem Kopfe nicht eine bestimmte Stellung geben kann, so müssen dieselben einen rings um den Schaft gehenden Kopf erhalten. Man wendet gewöhnlich, um beim Herausziehen den Schraubenschlüssel zu Hilfe nehmen zu können, viereckige oder besser achteckige Köpfe (Fig. 48) an.

Bei den in Amerika angewendeten Nägeln (Fig. 41) ist unter dem Kopfe eine nach dem

Schienenfuss ausgeschnittene Kerbe angebracht. Dieselbe hat den Zweck, das Losewerden der Nägel zu verhindern. Zu dem Ende wird der Nagel dicht neben der Schiene so eingeschlagen, dass er vom Holze nach der Schiene zu gedrängt wird. Der Nagel mag zwar für sich fester halten, die Feststellung der Schiene kann aber dadurch nicht verbessert werden.

Als zweckmässige Dimensionen der Hakennägel für Hauptbahnen sind anzunehmen: 13—19^{mm} Dicke und Breite und im Ganzen 130 bis 170^{mm} Länge. Der Querschnitt ist meist quadratisch, doch auch öfters rechteckig bis zum Verhältniss 10:13 der Dicke in der Richtung und senkrecht zur Schiene. Die Länge des schneidigen Theils wird der 2- bis 4fachen Dicke angenommen. Die Länge der Haken beträgt 13—18^{mm}, deren mittlere Höhe 10—19^{mm} und die Dicke jeder Nase 18—30^{mm}. Das Gewicht variirt auf den deutschen Bahnen zwischen 0,45 und 0,96 Pfd. pro Stück. Die Nägel für Schienenstühle erhalten bei Hauptbahnen 14—16^{mm} Stärke und 160—175^{mm} Länge. Für Pferdebahnschienen sind die Nägel 9—12^{mm} dick und 120^{mm} lang. Es ist eine erwiesene Thatsache, dass die Berührung des Eisens von den Schienennägeln mit den Holzschwellen, besonders mit jenen, welche mit Kupfervitriol imprägnirt sind, einen zerstörenden Einfluss auf die Schwellen und auch auf die Nägel übt. Man vermindert dies einfach durch Galvanisirung der Nägel, eine Vorsicht, welche von der Französischen Ostbahn seit mehr als drei Jahren mit Erfolg gebraucht wird. Die Französische Nordbahn galvanisirt die Nägel sowohl in imprägnirten, wie nicht imprägnirten Schwellen. Preis der Galvanisation per 100 Pfd. 1 Thr.²⁷⁾

Die Haltkraft der Nägel wird am meisten durch das Sperren der nach unten gedrängten Fasern, die beim Aufziehen sich nähern wollen und in Folge der Reibung bewirkt, welche der Druck des auseinandergedrängten Holzes erzeugt. Dieser Druck nimmt zwar mit der Weite des Loches zu, wird aber in längerer Zeit nach und nach constant, d. h. von der Weite des Loches unabhängiger. Der Druck vermindert sich aber mit der Zeit immer mehr, weil sich die verdrängten Holztheilchen gleichsam der neuen Lage anpassen, und weil das Holz nach und nach verrottet. Ausserdem wirken noch horizontale Kräfte auf die allmähliche Erweiterung des Loches; durch Nachtreiben sucht man anfangs den Nagel wieder fest anzuziehen, dies ist aber später ohne Wirkung und der Nagel muss an einer andern Stelle eingeschlagen oder die Schwelle erneuert werden.

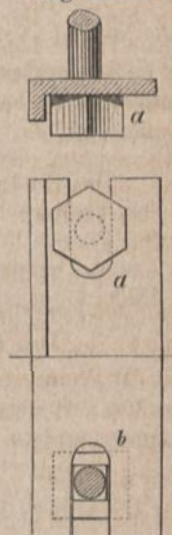
Die Haltkraft der Nägel ist im Eichenholze ungefähr doppelt so gross, als im Nadelholze, aus diesem Grunde und besonders wegen des grössern Widerstandes gegen seitliche Verschiebung der Nägel, welche auch im Eichenholze viel grösser ist, verdienen die Eichenholzschwellen den Vorzug; das Imprägniren der Schwellen hat auf die Haltkraft der Nägel keinen wesentlichen Einfluss. Die prismatischen Nägel sind den keilförmigen vorzuziehen, indem die letzteren dem seitlichen Drucke einen 8—19 Procent geringern Widerstand bieten, schneller locker werden und mehr kosten. Da der quadratische Nagel gegen den runden bei gleichem Volumen und gleicher Länge eine 1,28mal so grosse Oberfläche hat, so hat dieser eine grössere Haltkraft.

Es lässt sich nicht läugnen, dass die Holzschrauben und Nägel, besonders wenn die Holzschwellen durch Fäulniss bereits gelitten haben, eine grosse Sicherheit gegen Losewerden nicht bieten. Daher bestimmen die Technischen Vereinbarungen des D. E. V. I. §. 22. Stossverbindungen breitbasiger Schienen mit blossen Hakennägeln oder Holzschrauben sind in Hauptgleisen unzulässig. Man hat deshalb auch vielfach versucht, Schraubenbolzen, deren Kopf unterhalb und deren Mutter oberhalb der Unterlage angeordnet, oder umgekehrt, namentlich an den Stössen anzuwenden. Diese Befestigung hat man sowohl für Brückschienen (Fig. 55, Tafel XIII), als breitbasigen Schienen (Fig. 53, 56—58, Tafel XIII), als auch für Schienenstühle (Fig. 4, Tafel XII) zur Anwendung gebracht. Die Brück- und breitbasigen Schienen liegen dabei meist auf Unterlagsplatten mit 2 Leisten oder Ansätzen; ein Deckplättchen (Oberblech) liegt zum Theil auf dem

²⁷⁾ Die Verkehrsmittel auf der Weltausstellung in Paris im Jahre 1867 p. 91.

Schienenfusse, zum Theil auf einer Leiste und wird durch die Schraubenmutter resp. den Schraubenkopf festgedrückt; nur selten fehlt das Oberblech (Fig. 53). Zur Erzielung eines genaueren Anschliessens der Deckplättchen und zur Verhütung des Geräusches, welches dieselben verursachen, wenn sie nicht ganz fest gedrückt werden, hat man auf der Schlesischen Gebirgsbahn eine Zwischenlage von Asphaltfilz *a* (Fig. 58, Tafel XIII und Fig. 23, Tafel XII) angewendet; das Drehen der Deckplättchen wird daselbst durch eine Rippe verhindert; gewöhnlich wird dies durch schiefe Flächen bewirkt (Fig. 55 und 57, Tafel XIII). Auf der Braunschweigschen Staatsbahn treten die Schraubenbolzen in der Stossschwelle durch Löcher in den Fuss der Winkellasche (Fig. 56, Tafel XIII) und ausserdem noch bei einer Schwelle in der Mitte durch Löcher in dem Fuss der Schiene; auf den übrigen Mittelschwellen geschieht die Befestigung durch Hakennägel. Zur Verhinderung des Drehens der Schraubenbolzen beim Anziehen der Muttern wendet man theils einen krückenförmigen Kopf (Fig. 53, Tafel XIII), theils einen viereckigen Schaft oder eine Nase, sowie auch vorspringende Spitzen am Kopf, welche sich in das Holz eindrücken, an. In Fig. 55, Tafel XIII liegen die dreieckigen Muttern unten; spitzige Ansätze an den Ecken drücken sich gleichfalls in die Schwellen ein und verhindern das Drehen der Muttern beim Einschrauben der Bolzen. Wenn der Kopf unten liegt, ist es zweckmässig, für denselben eine grosse Unterlagsscheibe (Unterblech) anzuwenden, um das starke Eindringen in das Holz zu verhüten. Gewöhnlich wendet man für je zwei Bolzen ein Unterblech an (Fig. 12), wobei dann auch, entweder durch eine angewalzte Rippe, an welche sich der sechseckige Kopf des Schraubenbolzen anlegt, wie bei dem Oberbau der Schlesischen Gebirgsbahn (*a* Fig. 12), oder durch das Eingreifen des viereckigen Ansatzes am Schaft des Bolzen, wie bei *b* gezeichnet und wie es ähnlich auf der Braunschweigschen Staatsbahn ausgeführt ist, sehr sicher das Drehen der Bolzen beim Anziehen der Muttern verhindert wird.

Fig. 12.



Die Schraubenbolzen bieten gegen die Nägel und Holzschrauben den Vortheil, der grössern Sicherheit der Befestigung, sowie der bessern Verhütung des Spaltens vom Holz beim Eintreiben der Nägel, dagegen zeigen sie folgende Nachtheile: a. durch Erweiterung der Löcher, seitliche Verrückungen und Biegung der Bolzen finden Spurerweiterungen statt; b. die Schraubenbolzen müssen, wenn die Muttern oben liegen, von unten eingeschoben werden, wobei die ganze Bettung unter den Schwellen jedesmal weggeräumt werden muss und das Einziehen neuer Schwellen sehr erschwert wird; c. der Schluss ist wegen des Anquellens des Holzes durch Nässe und des Schwindens beim Austrocknen nicht immer gleich gut; d. die Schraubenmuttern rosten leicht fest, können dann nicht nachgezogen werden und verursachen die Bolzen und Oberbleche bei der Fahrt ein sehr störendes Klappern; e. die Kosten sind beträchtlich höher, als bei Nägeln.

Wegen dieser Nachtheile ist eine vollständige Befestigung der Schienen bloss durch Schraubenbolzen schon längst nicht mehr üblich; auf einzelnen Bahnen werden sie nur noch an den Stossschwellen, auf der Braunschweigschen Staatsbahn, wie oben bemerkt, auch noch bei einer oder zwei Mittelschwellen angewendet. Auf der Stargard-Cöslin-Colberger Bahn hat man nur auf der innern Seite auf der Stossschwelle zwei Schraubenbolzen gewählt, weil die Tendenz der Schiene zum Umkanten um die äussere Kante grösser ist, als um die innere, während für die äussere Seite und bei sämtlichen Zwischenschwellen je zwei Nägel verwendet werden. Gewöhnlich werden an dem Stosse nur zwei

Schraubenbolzen verwendet, während auf der Braunschweigschen Staatsbahn drei Schwellenbolzen am Stosse im Gebrauch sind.

Von 10 deutschen Vereinsbahnen, wo die Schwellenbolzen (wenigstens am Stoss der Schienen) früher in Anwendung waren, sind in neuerer Zeit sechs Bahnen zu den einfachern und billigern Schienennägeln übergegangen.

Die Stärke der auf den deutschen Bahnen noch üblichen Schwellenbolzen variiert zwischen 18 und $19\frac{1}{2}^{\text{mm}}$, die Länge zwischen 182 und 222^{mm} und das Gewicht pro Stück zwischen 1,15 und 1,6 Pfd.

Zur Befestigung der Schienenstühle sind früher in England häufig Holzdübel (Fig. 50 und 51, Tafel XIII) in Anwendung gekommen, während dieselben zur Befestigung auf Steinunterlagen auch jetzt noch in Gebrauch sind, bei letztern wird aber immer in die Mitte ein langer eiserner keilförmiger Nagel mit oder ohne Widerhaken (Fig. 36, Tafel XIII) eingetrieben.

Diese Holzdübel für Querschwellen wurden aus astfreiem englischen Eichenholze, welches weicher als das unsrige ist, durch anfängliches rohes Ausschneiden, nachheriges Dämpfen und starkes Pressen in eisernen Formen (wobei das Holz auf $\frac{2}{3}$ seines frühern Volumens gebracht wird) und Abdrehen hergestellt. Die Bohrung bei Fig. 51 hat den Zweck, zu verhindern, dass die Dübel kernrissig werden; ist der Dübel einmal eingeschlagen, so wird die Höhlung in der Mitte durch einen Holzpfropf oder eisernen Dorn fest verschlossen, damit die Nässe nicht hineindringe. Zur Erleichterung des Eintreibens und zum Schutz vor Fäulniss wird der Dübel mit einer Mischung aus Steinkohlentheer und Graphit überzogen. Das Loch im Schienenstuhle erweitert sich stets nach oben (Fig. 2 und 3, Tafel XII) und der obere Theil des Dübels erhält beim Zusammenpressen eine konische Form.

Diese Holzdübel gaben zwar anfangs eine gute Befestigung; dieselbe wurde aber nach 6—8 Jahren, wenn die Dübel anfangen durch Fäulniss zu leiden, sehr unsicher. Nicht selten sind dieselben abgescheert worden und dadurch gefährliche Entgleisungen ²⁸⁾ herbeigeführt. Jetzt wird diese Art Holzdübel nicht mehr angewandt.

Anders verhält es sich mit den Dübeln bei Steinunterlagen; dieselben haben mehr den Zweck das Loch mit einem elastischen Material zu füllen, worin der eiserne Schienennagel eingeschlagen und besser haften kann; ausserdem ist auch der Dübel gegen den Einfluss der Nässe durch den grossen Nagelkopf geschützt. Diese Art Dübel müssen streng in das Loch passen; um ihm noch fester zu halten, steckt man häufig in einen Spalt am untern Ende des Dübels ein Holz- oder Eisenkeilchen (Fig. 36, Tafel XIII), beim Eintreiben des Dübels wird dieser auseinander getrieben, sobald das Keilchen den Boden des Lochs berührt. Ebenso sind auch zur Befestigung der breitbasigen Schienen auf Steinunterlagen Holzdübel in Anwendung gekommen; dieselben dienen nur zur Aufnahme der eisernen Hakennägel.

Der in Fig. 49, Tafel XIII dargestellte Federnagel (System Dering), aus gehärtetem Federstahl bestehend, war auf der Pariser Ausstellung (1867) vorgeführt. Derselbe soll die Befestigung der Schienenstühle auf den Holzschwellen im höchsten Grade sichern, indem in Folge ihres Ausdehnungsbestrebens ein Spiel in den Löchern unmöglich wird. Der Preis eines solchen Federnagels ist $1-1\frac{1}{2}$ Sgr.

§. 16. *Stellung der Nägel, Unterlagsplatten und Ringe, Verhinderung der Längerverschiebung der Schienen.* — Die Stellung der Nägel auf Langschwellen betrug bei Flachschieneu gewöhnlich $400-800^{\text{mm}}$, bei Brück- und breitbasigen Schienen werden sie abwechselnd auf beiden Seiten eingeschlagen und zwar auf jeder Seite in Entfernungen

²⁸⁾ So am 13. Juli 1864 auf dem Harwich-Zweige der Great-Eastern-Bahn. Siehe Organ 1865 p. 74.

von 750—900^{mm}. Auf Querschwellen befestigt man in der Regel die Schiene auf jeder Schwelle durch zwei Nägel, welche, um das Spalten des Holzes zu verhindern, etwas gegeneinander versetzt werden. Bei ruhenden Stössen werden gewöhnlich vier Nägel in die Schwellen geschlagen (wenn nicht Schraubenbolzen mit Deckblechen oder Winkellaschen angewandt werden, wo zwei bis drei Schwellenbolzen genügen); zu dem Ende muss die Stossschwelle breiter sein, als die Zwischenschwellen.²⁹⁾ In starken Curven, wo die seitlichen Stösse stärker sind, werden öfters auf die äussere Seite des äussern Schienenstrangs zwei Nägel eingeschlagen; es kommen dann auf diese Mittelschwelle am äussern und innern Schienenstrang im Ganzen fünf Nägel.

Durch die Last drücken sich die Schienen etwas in die Schwellen ein, zumal am Stosse, weil sich hier die Last auf eine kürzere Länge vertheilt und der Uebergang des Rades von einer Schiene auf die andere immer einen Schlag durch den entstehenden Absatz veranlasst. Man hat daher bei den Flach-, Brück- und breitbasigen Schienen fast stets Unterlagsplatten an den Stössen angewendet, welche die Eindrücke und somit auch die Grösse des Absatzes vermindern.

Den bei Flachschiene angewandten Unterlagsplatten gab man etwa 130—160^{mm} Länge, 6—8^{mm} Dicke und die Breite der Schiene, zuweilen auch eine etwas grössere Breite. Durch diese Platten gingen die beiden Nägel an den Enden der Schienen; öfters nahm man auch an den Stössen Holzschrauben und an den Zwischenstellen Nägel.

Bei den Brückschienen hat man Unterlagsplatten mit zwei Leisten, zwischen welchen die Schiene liegt (Fig. 56, Tafel XIII), oder mit einem Sattel, welcher zwischen die beiden Stege greift, angewandt.

Bei den Strassenbahnschienen kommen in der Regel Unterlagsplatten in Anwendung; dieselben sind z. B. bei der Schiene Fig. 4, Tafel XI 280^{mm} lang, 102^{mm} breit und 10^{mm} dick, diese Platte hat vier längliche Löcher, durch welche die Nägel in den beiden Schienenenden hindurch treten; bei der Schiene Fig. 5 besteht die Unterlagsplatte aus einem aufgenagelten Halbcylinder von 380^{mm} Länge und 33^{mm} Durchmesser, welcher genau in die Höhlung der Schiene passt.

Bei breitbasigen Schienen auf Querschwellen hat man vor Einführung der Laschen allgemein Unterlagsplatten angewendet, um ein stärkeres Eindrücken in die Schwelle und die Bildung des Absatzes zu verhindern. Man bringt aber auch jetzt noch häufig an den Stössen die Unterlagsplatten zur Anwendung, obwohl dieselben bei einer guten Laschenconstruction eher von Nachtheil sind und zweckmässiger am Stosse weggelassen werden. — Durch die feste Unterstützung der Stossplatten treten nämlich die nicht unbedeutenden Differenzen in der Höhe der Schienen um so merklicher hervor, während, wenn die Stossverbindung nur durch kräftige Laschen bei scharf unterschnittenem Schienenkopf vermittelt wird, die nur unbedeutenden Höhendifferenzen von den Schienenköpfen in Betracht kommen. Ausserdem werden auch die auf den Stossplatten ruhenden Schienenenden durch die heftigen Schläge, welche die Räder bei dem Ueberspringen der Fügen und Absätze auf sie ausüben, wie auf einem Ambos gehämmert, daher auch das Breitschlagen und Zerstören der Schienenenden bei Anwendung von Stossplatten so häufig vorkommt, während diese Mängel da, wo Unterlagsplatten am Stoss nicht verwendet werden, sich fast gar nicht mehr zeigen.

Dagegen bieten die Unterlagsplatten auf einzelnen Mittelschwellen oder bei schwebenden Stössen auf den dem Stosse zunächst liegenden Schwellen, besonders in Curven

²⁹⁾ Die Bremen-Oldenburger Bahn nagelt mit nur drei Nägeln an den ruhenden Stössen, eine Anordnung, welche auch für die Hannoversche Staatsbahn genehmigt ist und bei guter Verlaschung auch vollständig ausreichend ist.

den nicht zu unterschätzenden Vortheil, dass sie die Befestigung durch die Nägel verstärken. Denn die Nägel werden durch die seitlichen Stösse gelockert und die Löcher erweitert; der Stoss überträgt sich aber bei den seitlich von der Schiene eingeschlagenen Nägeln stets nur auf einen Nagel; besonders hat der äussere Nagel zu leiden. Wenn nun, wie das gewöhnlich bei den Unterlagsplatten der Fall ist, die Nägel durch Löcher in denselben hindurch gehen, so überträgt sich der Stoss auf alle Nägel von dieser Platte, so dass ein Losewerden weniger leicht eintritt.

Bereits bei der Versammlung der Techniker deutscher Eisenbahnverwaltungen (1865) in Dresden sprachen sich von 10 Bahnen nur 4 für Anwendung und 6 gegen Anwendung von Stossplatten aus, daher wurde der Beschluss gefasst: Bei zweckmässig geformtem Schienenkopfe und einer kräftigen Laschenverbindung ist das Weglassen der Unterlagsplatten in geraden Linien und Curven von grossem Halbmesser zulässig.

In früherer Zeit sind zuweilen gusseiserne Unterlagsplatten, wie die Fig. 12, Tafel XII von der Main-Neckarbahn, zur Anwendung gekommen, dieselbe hatte den Zweck, das einseitige Eindringen der Schienenenden und gleichzeitig die Längenverschiebung der Schienen zu verhindern. Die Stossplatte hat zu dem Ende auf beiden Seiten eine vorspringende dreieckige Nase, derselben entsprechend waren die Ecken der Schienenfüsse weggenommen, welche auf der in die Schwelle eingelassenen Platte ruhend, gegen diese Nasen zu stehen kamen. Die Hakennägel (Fig. 37, Tafel XIII) wurden zu beiden Seiten der Platte eingeschlagen und griffen über den Schienenfuss. Diese gegossenen Platten zerbrachen sehr häufig.

Jetzt werden die Unterlagsplatten allgemein von Walzeisen hergestellt. Sobald die Nägel nicht durch die Platte hindurch gehen (Fig. 16 Tafel XII), ist eine Uebertragung der Stösse auf alle Nägel unmöglich und die Platte schützt dann nur gegen die Bildung eines starken Absatzes. Man lässt indess meist die Nägel auf beiden Seiten durch die Platte gehen, um den nach beiden Seiten gerichteten Stössen entgegenzuwirken.

Gewöhnlich giebt man den Platten auf der äussern Seite eine Leiste oder Rippe (Fig. 13, Tafel XII und Fig. 52, Tafel XIII), oder auf jeder Seite eine solche. (Fig. 15, 19, Tafel XII und Fig. 54, 57 und 58, Tafel XIII). Dadurch erlangt man an den Stössen den Vortheil, dass eine ungleiche Verrückung in horizontaler Richtung nicht in so starkem Maasse stattfinden kann; dieser Nutzen ist gegenwärtig, wo allgemein Laschen angewendet werden, von geringem Belang. Diese Leisten bieten aber auch an den Zwischenschwellen Vortheil; die seitlichen Drücke vertheilen sich auf die Nägel, wenn letztere nicht ganz an die Schiene anschliessen sollten und die unmittelbare Wirkung von Stössen auf die Nägel wird vermieden; durch die höhere Unterstützung, welche der Rücken des Hakennagels an der Leiste findet, wird das Verbiegen des Nagels durch die seitlichen Stösse verhindert.

Früher hat man öfters die Platten oder besonders angewalzte Ansätze über den Schienenfuss gebogen (Fig. 14, 17 und 18, Tafel XII); dieselben wurden Krepplatten genannt und boten vor Anwendung der Laschen den Vortheil, dass sich ein Absatz durch Biegung der einen Schiene nach oben nicht bilden konnte. Gewöhnlich wurde dann auf der umgekrempten Seite nur ein Nagel eingeschlagen; seit Anwendung der Laschen sind aber Krepplatten unnöthig.

Um die Schwellen an den Nagel- und Lagerstellen der Platten durch das starke Einschneiden für die Neigung der Schienen nicht zu schwächen, hat man auf der Semmeringbahn der Sohle von der Unterlagsplatte nach aussen eine grössere Dicke gegeben (Fig. 20 auf Tafel XII). Auf der Brenner-Bahn wendet man in den starken Curven von weniger als 316 Meter Radius die in Fig. 19, Tafel XII dargestellten Unterlagsplatten mit einer Rippe an der Basis und 4 versetzten Nägellöchern an; die in die

Schwelle eingelassene Rippe verhindert die Seitenverschiebung und das Lockern der Nägel, ohne die Schwelle an den Nagelstellen zu schwächen. In solchen scharfen Curven werden auf eine Schienenlänge von 5,68^m mit 7 Schwellen drei und auf eine Schienenlänge von 6,63^m mit 8 Schwellen vier dieser Unterlagsplatten verwendet.

An den Stössen erhält die Platte, wenn nicht Schwellenbolzen zur Befestigung verwendet werden, stets 4 Nagellöcher, die gewöhnlich gegen einander versetzt sind (Fig. 15, 22 und 24, Tafel XII), zuweilen aber auch nicht versetzt werden, was wegen des leichten Spaltens der Schwellen nicht zu empfehlen ist. Die meist kürzeren Zwischenplatten erhalten gewöhnlich zwei gegen einander versetzte Löcher, zuweilen auch drei Löcher, (Fig. 13, Tafel XII); die letztere Form ist besonders für Unterlagsplatten bei schwebenden Stössen auf den den Stössen zunächst gelegenen Schwellen zu empfehlen. Am besten werden die Löcher so eingestanzt, dass der Nagel vollständig an den Schienenfuss anschliesst und am Rücken des Nagels eine Lücke von ca. 1^{mm} Weite, unter der Schiene aber eine etwas grössere Lücke entsteht. Letztere schadet nichts, während der Rücken des Nagels eigentlich ganz anschliessen sollte, um die seitlichen Drücke auf alle Nägel gut zu vertheilen. Um ungeachtet der Arbeitsmängel ein besseres Anschliessen des Rückens zu ermöglichen, hat man früher bei den Schienennägeln der Oesterreich. Staatsbahn den Rücken derselben oberhalb schneidig gemacht (Fig. 13), so dass er sich ein wenig in die Platte eindrücken kann.

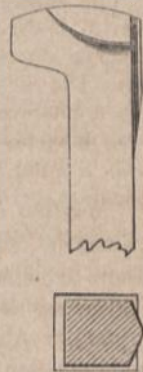
Als zweckmässige Dimensionen der Unterlagsplatten sind für Hauptbahnen zu empfehlen: Länge (nach der Schienenlänge) der Stossplatten = 180—210^{mm}, Länge der Zwischenplatten, mit 2 Löchern = 100^{mm}, desgleichen mit 3 Löchern = 125—140^{mm}, Breite der Platten = 160—200^{mm}, Dicke derselben = 9—12^{mm}, Dicke der Leisten = 6^{mm}. Kleinste Entfernung der Lochmitten vom Rande = 30^{mm} (in der Längsrichtung). Wenn der Schienenfuss für alle durch die Platten gehenden Löcher Einschnitte hat, so kann die Breite der Platte entsprechend kleiner sein.

An Stelle der Unterlagsplatten und um das Losewerden der Schienennägel und somit eine Erweiterung des Gleises zu verhindern, hat Desbrières (1863) gusseiserne Ringe (Fig. 59 und 60, Tafel XIII), welche den obern Theil des Nagelschaftes umschliessen und in die Holzschwellen eingelassen sind, angebracht.

Der mittlere Durchmesser des konischen Rings beträgt 54^{mm}, seine Höhe = 36^{mm} und in jenem Theile von 13^{mm} Breite, in welchem er von der Schiene überdeckt wird, jedoch etwas niedriger. Die Basis des Ringes ist kugelförmig, in einer Höhe von 9^{mm} ausgehöhlt; sein Gewicht ist 250 Gramm. Bei den Schienenstössen werden Doppelringe *b* angewendet. Der Preis der Ringe stellt sich pro Kilometer Bahngleise auf 300 Fres. und ist bedeutend billiger als Unterlagsplatten. Durch Anwendung dieser Ringe, für welche in dem vorgebohrten Nagelloche mittelst eines in einem Dorne steckenden Bohrmessers die Höhlung in der Schwelle ausgefräst wird, werden die seitlichen Drücke und die dem Zermalmern ausgesetzte Fläche der Holzfasern verdoppelt und dadurch das Erweitern der Löcher gemindert. Die Festigkeit gegen verticale Kräfte wird dadurch aber geringer, weil der Nagel auf eine kürzere Länge im Holze steckt, welcher Uebelstand nur durch längere, also auch theuerere Nägel und dickere Schwellen gehoben werden kann. Für Eichen- oder Lärchenschwellen sind diese Ringe nicht bestimmt, ihr Hauptzweck ist ihre Verwendung in weichem Holz und sollen sich dieselben auf mehreren französischen und algierischen Bahnlagen bewährt und das Losewerden der Schienennägel verhindert haben.

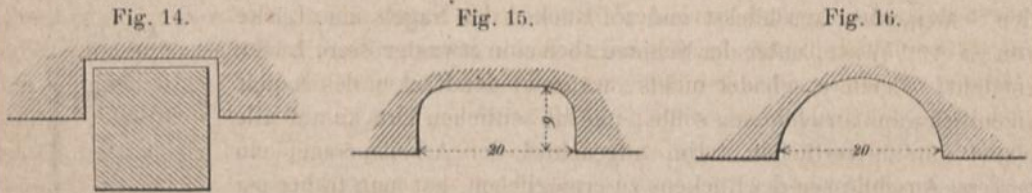
Zu demselben Zwecke bedient sich die Paris-Orleans Bahn bei allen Linien ihres Netzes kleiner eiserner oder stählerner Keile, welche hinter den Nägeln in den Schwellen eingetrieben werden, und die seit dreijährigem Gebrauch gute Dienste leisten.

Fig. 13.



Die Längenverschiebung der Schienen, welche besonders auf zweigleisigen und stark geneigten Strecken, die nur in einer Richtung befahren werden, sehr merklich vorkommen, müssen verhindert werden, ohne dass der Schiene die Möglichkeit einer Längenausdehnung genommen wird. Zu dem Ende hält man die Schienen an einer Stelle fest. Bei den Stuhlschienen ist dasselbe weniger erforderlich, gewöhnlich schlägt man die Keile, wo sich Längenverschiebungen zeigen, nach verschiedenen Richtungen ein; zuweilen versieht man die Schienen neben einem Stuhle mit zwei kurzen Zapfen, welche in den Steg der Schiene eingienietet werden.

Bei den breitbasigen Schienen ist es allgemein üblich, die Nägel an der Endschwelle oder an den mittelsten Schwellen in den eingeklinkten Schienenfuss eintreten zu lassen (Fig. 14).



Werden diese Einklinkungen an den mittelsten Schwellen angebracht, so ist es zweckmässig, sie auf zwei Schwellen zu vertheilen, und die Einklinkung auf der äussern Seite auf der einen und die auf der innern Seite des Schienenfusses, auf der andern von den mittleren Schwellen anzuordnen, um die Schiene an einer Stelle nicht zu sehr zu schwächen. Besonders vorsichtig muss mit den Einklinkungen der viel spröderen Stahlschienen verfahren werden, da es häufig vorgekommen ist, dass diese namentlich an den eingeklinkten Stellen schon bei dem mit dem Transport verbundenen Auf- und Abladen zerbrechen.

Dies ist um so mehr der Fall, je mehr die Einklinkungen sich in der Mitte der Schienen befinden, und wenn dieselben scharf rechtwinklig in den Schienenfuss eingeschnitten werden. Deshalb empfiehlt es sich, diese Einklinkungen bei Stahlschienen mit abgerundeten Ecken (von 3^{mm} Radius, Fig. 15) oder halbkreisförmig (Fig. 16) und nur zwei dergleichen an einem Ende der Schiene und zwar bei schwebenden Stössen in 275 resp. 353^{mm} Entfernung vom Ende der Schiene auszuführen.

Bei ruhenden Stössen bedient man sich am besten des von Atzinger (1866) auf der Kaiser-Ferdinands-Nordbahn eingeführten Stosswinkels (Fig. 54, Tafel XIII), welcher durch die zwei innern Laschenbolzen festgehalten wird und sich gegen die beiden Hakennägel stemmt.

Bei der Ende September 1868 in München abgehaltenen Technikerversammlung der deutschen Eisenbahnen kam auch der Ersatz der Einklinkungen bei Stahlschienen zur Sprache; das Resumé des betreffenden Referates lautet:

Aus den Berichten über die Einklinkungen geht hervor, dass die Erfahrungen, welche in Beziehung auf das Einklinken der Schienen vorliegen, nicht ausreichend sind, um hierüber einen Beschluss empfehlen zu können.

Die Ansichten über den Ersatz der Einklinkungen sind gleichfalls sehr verschieden. Die Bahnverwaltungen, welche sich zu Gunsten der Einklinkungen aussprechen, erklären jeden Ersatz dafür als weniger zweckentsprechend und kostspieliger, und jene Bahnen, welche

die Einklinkungen als verwerflich bezeichnen und deshalb einen Ersatz für dieselben in Anwendung brachten, erklären, dass alle diese bis jetzt versuchsweise eingeführten Mittel gegen das Verschieben der Schienen sich nicht bewährt haben. Als Mittel gegen dasselbe wendet die Kaiser-Ferdinands-Nordbahn die sogenannten Stosswinkel an, welche sich als entsprechend bewährt haben.

§. 17. *Unterlagen mit Steinwürfel.* — Die Steinwürfelunterlagen wurden im Anfang des Eisenbahnbaues besonders in England vielfach angewandt; auch einige der ältesten deutschen Bahnen, wie die Nürnberg-Fürther, die Taunusbahn, mehrere Linien der Bayerischen Staatsbahn haben Steinunterlagen in Verbindung mit dem Stuhlsystem erhalten. In England wurden die Steinwürfel ebenfalls nur bei Stuhlschienen verwendet, und da sie sich in dieser Verbindung weniger vortheilhaft erwiesen haben, ausserdem auch die Fahrt auf Steinwürfelfundament immer etwas härter und geräuschvoller ist, so kamen die Steinunterlagen ganz in Misscredit, bis in neuester Zeit die obengenannten deutschen Bahnen sie mit breitbasigen Schienen in Verbindung brachten und sich dabei ganz verschiedene Vortheile herausstellten; Ende 1868 ergaben die auf den deutschen Vereinsbahnen mit Steinwürfeln ausgeführten Strecken bereits ca. 80 Meilen eingleisige Bahnlänge.

Zu Steinwürfel eignen sich besonders die festeren Sandsteinsorten, Granit, Dolomit, Marmor und dergleichen; die Steine müssen zunächst genügend fest sein, um namentlich dem Eintreiben der Dübel und Nägel zu widerstehen und dann genügend luft- und frostbeständig. Weicher Sandstein hat sich durchaus nicht bewährt, während die Findlingsandsteine sehr geeignet sind.

Die Steine haben gewöhnlich eine quadratische Grundfläche von 525—630^{mm} Seite und eine Höhe von 260—400^{mm}; für die Stösse verwendet man zuweilen grössere Steine. Die Steine werden nur roh bearbeitet, müssen aber möglichst vollkantig und in ihrer Oberfläche rein behauen, sowie in ihrer Unterfläche möglichst parallel mit der Oberfläche sein; da, wo der Schienenstuhl oder der Schienenfuss aufliegt, lässt man die Fläche etwas glatter bearbeiten. Die Steinwürfel erhalten meist 2 Dübel- oder Bolzenlöcher zum Befestigen der Schienenstühle oder breitbasigen Schienen. Die Dübellöcher sind gewöhnlich 33—40^{mm} weit und der Länge des Dübels entsprechend tief; die aus bestem harten Holze, (wie in §. 14 angegeben) zu fertigen Dübel werden vorher in Theeröl getränkt, vor ihrem Eintreiben die wohl gereinigten und ausgetrockneten Dübellöcher zur Hälfte mit heissem Theer ausgefüllt und nach dem Eintreiben die Dübeloberfläche mit Theer oder Asphaltcement übergossen. Die Dübel selbst sind mit vorgebohrten Löchern versehen, in welche dann die Haken- oder Stuhlnägel (Fig. 3 und 11, Tafel XII, sowie Fig. 36, Tafel XIII) eingetrieben werden.

Da weichere Steine durch das Eintreiben der Dübel und Nägel, wenn solches nicht mit grosser Vorsicht geschieht, leicht zersprengt und daher in kurzer Zeit zerstört werden, so bedient man sich in neuerer Zeit auf der Württembergischen Staatsbahn der durchgehenden Schraubenbolzen, indem beim Würfeloberbau die in §. 14 gerügten Mängel der Schwellenbolzen weniger hervortreten. Die Löcher für die Schraubenbolzen sind diesen entsprechend 18—20^{mm} weit; die Bolzen sind unterhalb durch einen gemeinschaftlichen Steg verbunden, gegen dessen aufgebogene Enden der Kopf des Bolzens sich stemmt und so ein Drehen der Mutter verhindert.

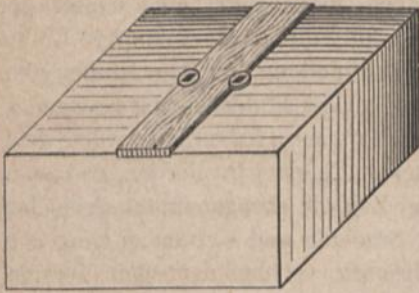
Das Bohren der Dübel- und Bolzenlöcher geschieht mittelst besonderer Steinbohrmaschinen, welche im VIII. Capitel §. 4 besprochen werden.

Um die Unebenheiten der Auflagefläche für Schienenstühle oder Schienen auszugleichen, den Druck auf den Stein möglichst gleichmässig zu vertheilen und die Stösse

möglichst zu mässigen, hat man oft ein elastisches Zwischenmittel, z. B. getheerten Filz, Asphaltfilz (a. Fig. 3, Tafel XII) oder auch eine Holzzwischenlage (Fig. 11, Tafel XII) angewendet. Bei härteren Steinen kann dieselbe jedoch, wie es bei den Steinunterlagen der Bayerischen Staatsbahn jetzt allgemein geschieht, entbehrt werden.

Da auf der Taunusbahn vorzugsweise weiche Sandsteinwürfel in Verwendung sind, in welche sich die breitbasigen Schienenfüsse bald einarbeiten, so werden daselbst seit

Fig. 17.



4 Jahren 20^{mm} starke Holzplatten von der Breite des Schienenfusses in eine ca. 10^{mm} tiefe Nuth des Steins gelegt, welche die Holzplatte gegen Verspringen und seitliche Ausweichung schützt, während die dort üblichen Dübel deren Verschiebung in der Längsrichtung verhindert. (Siehe nebenstehende Fig. 17).

Diese Holzplatten werden unter starkem Druck mit sogenanntem Creosotöl präparirt und hat sich diese combinirte Art des Steinfundaments, welches selbst für das Ohr den ohne Unterlage vorhandenen harten Ton des Zuggeräusches aufhebt, auf der Taunusbahn ganz vorzüglich bewährt, während Versuche mit ähnlichen ca. 25^{mm} starken Holzplatten auf der Hannoverischen Staatsbahn, wo man dieselben wahrscheinlich zu scharf in die Nuth des Steins einpasste, sehr ungünstig ausfielen, indem die Steine durch das Quellen der Holzplatten gesprengt wurden.

Bei dem früher in Baden (1854) versuchsweise angewendeten Ruppert'schen System lagen auf den Steinwürfeln in entsprechenden (90^{mm}) Vertiefungen kurze Langschwelen von 900^{mm} Länge, 300^{mm} Breite, auf den Stosswürfeln 180^{mm}, auf den Zwischenwürfeln 150^{mm} dick, die nicht besonders befestigt wurden. Dieses System hat sich durch die Vergänglichkeit des Holzes, ungentügende Erhaltung der Spurweite, Verschiebungen der nicht befestigten Langschwelen und besonders dadurch nicht bewährt, dass durch das Auswechseln einzelner schadhafter Schwelen, neues und altes Holz von verschiedener Elasticität und Zusammenpressbarkeit, in beiden Schienensträngen aufeinanderfolgten, oder sich gegenüberlagen, wodurch die darüber fahrenden Bahnfahrzeuge gefährliche Schwankungen erlitten.

Bei der Ende September 1868 in München abgehaltenen Technikerversammlung kam auch die Frage zur Beantwortung: »Wie bei Steinwürfelfundament des Bahnoberbaues die härtere und geräuschvollere Fahrt durch Einrichtungen am Oberbau am besten gemildert werden könne?« Es wurde in Bezug hierauf folgender Beschluss gefasst:

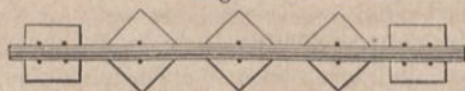
»Das unangenehme Gefühl eines härteren und geräuschvolleren Fahrens lässt sich auf Steinwürfelfundament bei Anwendung breitbasiger Schienen durch fortgesetzte Sorgfalt der Unterhaltung, um bald die Würfel in eine feste, satte, möglichst unwandelbare Lagerung zu bringen, mildern.«

Die Steinwürfel werden so in die Bettung gelegt, dass entweder eine Seite oder eine Diagonale in die Längsrichtung der Bahn fällt. Das Letztere ist mehr zu empfehlen, weil der Stein mehr Sicherheit gegen das Umkanten bietet, die Schienen (wenn es breitbasige Schienen sind), auf eine grössere Länge unterstützt werden, und sich die Steine bei dieser Lage leichter unterstopfen lassen. Allerdings ist die Sicherheit gegen Spurerweiterung in der diagonalen Lage etwas geringer.

Auf der Taunusbahn wendet man bei schwebendem Stoss die in Fig. 15 scizzirte Anordnung der Würfel an. Bei den dort üblichen 6^m langen Schienen sind nämlich in der Mitte

3 Würfel in diagonalen Richtung und an den beiden Enden je ein Würfel parallel zum Schienenstrang gelegt. Diese 5 Steine verursachen nach den jetzigen Preisen die folgenden Kosten:

Fig. 18.



10 Steine incl. Bohren und auf die Bahn geliefert à 1 Thlr. $\frac{3}{4}$ Sgr.	10 Thlr.	$7\frac{1}{2}$ Sgr.
10 Holzplatten mit Präpariren à $3\frac{1}{2}$ Sgr.	1 -	5 -
20 Dübel à 11 Thlr. $2\frac{1}{2}$ Sgr. per 1000 Stück	- -	7 -
20 Nägel à 22 Thlr. 5 Sgr. per 1000 Stück	- -	14 -
Zusammen	12 Thlr.	$3\frac{1}{2}$ Sgr.

Dagegen kostet das Schwellenfundament bei Anwendung von eichenen Schwellen pro 6 Meter langen Schienen und Präparation der Schwellen mit Creosotöl

ca. 7 Schwellen incl. der Präparirkosten à 2 Thlr. 5 Sgr.	15 Thlr.	5 Sgr.
32 Nägel à 22 Thlr. 5 Sgr. per 1000 Stück	- -	21 -
Zusammen	15 Thlr.	26 Sgr.

Ausser diesem Preisunterschiede hat aber auch das Steinfundament den Vortheil, dass es die Schienen mit einer grössern Tragfläche unterstützt, als dies bei den Schwellen der Fall ist.

Zur Erhaltung der Spurweite ist meistens kein besonderes Mittel angewendet worden; doch können in Curven leicht Spurveränderungen vorkommen. Bei stark geneigter Lage der Steine sind selbst Spurverengungen eingetreten, wodurch ein Abspreitzen der gegenüberliegenden Würfel nöthig wurde. Man hat deshalb auf den Bayrischen Staats- und Ostbahnen, der Werrabahn (und früher auch auf der Württembergischen Staatsbahn) am Stoss eine eichene oder lärchene Querschwellen angewendet. Selbst steinerne Querschwellen hat man auf der Sächsisch-westlichen Staatsbahn probirt, dieselben haben sich aber nicht als zweckmässig erwiesen, da sie zu leicht in der Mitte zerbrechen.

Auf der Bayrischen Staatsbahn erhält jede 6,22^m lange breitbasige Schiene zur Zwischenunterstützung in den engen Curven 7 Stück und in den geraden oder in den, den geraden nahezu gleichkommenden Curvenstrecken 6 Stück diagonal eingelegte Würfel und an den Stössen eine eichene oder lärchene Schwelle.

Besonders nöthig erscheint eine Sicherung der Spurweite in starken Curven. Am zweckmässigsten dürfte es sein, hier eine Verbindung der beiden Schienen an den Stössen durch eiserne Stangen vorzunehmen; dieselben lassen sich leicht als Fortsetzung zweier Laschenschrauben construiren, wie es bei einem Versuche auf der Kaiserin-Elisabeth-Bahn geschehen ist.

Die technischen Vereinbarungen des D. E. V. schreiben in dieser Beziehung vor: I. §. 32:

In Curven von geringerm Halbmesser als 760^m müssen die Steinunterlagen an den Stossverbindungen so mit einander verbunden sein, dass eine Veränderung der Spurweite vollständig verhindert wird. In flachen Curven und geraden Linien kann diese Verbindung fortbleiben, wenn die Steinwürfel ein genügendes Gewicht haben, die Neigung der Schienen erhalten und an ihrer äussern Seite mit Bettungsmaterial fest hinterstopft werden.

Die Verwendung der Steinwürfel darf nur in den Strecken stattfinden, wo zur Grundlage für den Unterbau entweder schon ein fester gewachsener Boden besteht, oder

wo der in der Aufdämmung befindliche Bahnkörper zu der dem gewachsenen Boden gleichkommenden Festigkeit sich schon vollständig consolidirt hat. Ebenso bleibt ein kräftiger vollständig entwässerter Unterbau aus festem reinen Kies oder kleingeschlagenen Steinen jedenfalls Grundbedingung.

Die technischen Vereinbarungen des D. E. V. bestimmen deshalb I. §. 30:

Steinunterlagen sind bei neuen Bahnen nur da zu gestatten, wo ihr Bettungsmaterial den gewachsenen Boden erreicht. Ferner I. §. 31: Auf Dämmen sollen bei älteren Bahnen die Steinunterlagen nur dann gelegt werden, wenn sich die Dämme vollkommen consolidirt haben.

Die Erfahrungen auf den Bayrischen Staatsbahnen, wo bereits ca. 70 Meilen einspurige Bahn auf Würfeln existiren, haben ergeben, dass für die Dauer der Schienen, sowohl beim Würfel- als Schwellensystem kein Unterschied, vielmehr bei den Schienen auf Steinwürfeln, wie bei jenen auf Schwellen eine ganz gleiche Abnutzung besteht, dass bei richtiger Unterhaltung bei beiden Arten des Oberbaues ein gleich ruhiger Gang der Züge wahrgenommen wird und dass selbst in den engsten Curven die als Zwischenunterstützungspunkte verwendeten Steinwürfel eine länger andauernde und grössere Sicherheit gegen Gleisespurerweiterungen etc. gewähren als Schwellen, besonders wenn zu letztern nur Kiefern zu Gebote stehen.

Ohnehin ist die Dauer der Steinwürfel gegenüber den Schwellen, selbst jene von Eichen- und Lärchenholz nicht ausgenommen, eine weit längere.

Da demnach sich die Steinwürfel in jeder Beziehung vortheilhafter bewährten, als Schwellen, so wird auch mit Einlegen der Würfel zum allmählichen Ersatz der Schwellen auf den Bayrischen Staatsbahnen fortgefahren als so grosse Quantitäten vertragsmässiger Würfel jährlich die Lieferanten immer nur beibringen können. Es kosten daselbst, sowohl die Granitwürfel vom Fichtelgebirge, als die Findlingssandsteinwürfel vom Spessart und der Umgegend, auf die den Steinbrüchen zunächst gelegenen Eisenbahnstationen angeliefert und daselbst auf die Eisenbahntransportwagen von den Lieferanten selbst verladen das Stück nur ca. 20 Sgr., während in Bayern durchschnittlich die eichene unpräparirte Stossschwelle 1 Thlr. 21½ Sgr. bis 1 Thlr. 25 Sgr. und die eichene unpräparirte Mittelschwelle 1 Thlr. 7 Sgr. bis 1 Thlr. 11 Sgr. kosten.

Demnach nimmt in Bayern die Anschaffung von 2 Steinwürfeln nur 1 Thlr. 10 Sgr. und also nahezu den gleichen Kostenaufwand, wie eine eichene Mittelschwelle in Anspruch. Das Verlegen der Würfel in die Bahn kostet allerdings mehr, als jenes der Schwellen; denn zu dem Verlegen der Würfel wird bei einer 6,22^m langen breitbasigen Schiene 1 Thlr. 5 Sgr. Arbeitslohn, also per Würfel 4½ Sgr. gerechnet; auch ist die Unterhaltung der Bahnstrecke mit Würfelunterbau im ersten Jahre nach der Herstellung etwas kostspieliger als bei Schwellen.

Es tritt jedoch bald das umgekehrte Verhältniss ein, denn nach Umfluss von ein oder längstens zwei Jahren nach der primitiven Einlegung bleibt die Schienenunterlage auf Würfelunterbau selbst in den engsten Curven und stärksten Gefällen in der Bahn so ruhig und fest gelagert, wie es bei Schwellenunterbau trotz aller Sorgfalt niemals auf längere Zeit erreicht werden kann.

§. 18. *Hölzerne Querschwellen.* — Die Unterlagen mit hölzernen Querschwellen sind bis jetzt am meisten angewandt und haben auch im Ganzen günstige Resultate geliefert. Die Querschwellen geben dem Oberbau eine grosse Auflagefläche in der Bettung, vermitteln den leichten Abfluss der atmosphärischen Niederschläge unterhalb der Schienen quer durch die Bettung, durch sie wird ferner die Spur und Neigung der Schienen ziemlich sicher erhalten, auch lassen sie sich weniger schwer als Würfel- und Langschwellenunterlagen in der Richtung erhalten und leichter unterstopfen.

Dagegen sind als Nachtheile anzuführen: a. Die auf den einzelnen Querschwellen theils direct, theils mittelst Stühlen befestigten Schienen sind in grössern Abständen nicht unterstützt, müssen deshalb eine höhere Tragfähigkeit und grösseres Gewicht, als die Schienen bei Langschwellen- und Würfelunterlagen erhalten; b. der Uebergang an den

Stössen wird im Allgemeinen mehr empfunden, als bei Langschwellen; c. die geringe Dauer der Holzunterlagen überhaupt, sowohl Querschwellen als Langschwellen, und die bedeutenden in ziemlich kurzer Zeit zu beschaffenden Erneuerungskosten sind die hauptsächlichsten Nachtheile dieser Unterlagen. Es ist daher rathsam, nur vollkommen gesundes Holz und von einer Gattung zu den Querschwellen zu wählen, die eine möglichst lange Dauer gewährt. Die letztere Bedingung ist an vielen Orten, wo nur weiche Hölzer in der Nähe zu haben sind, schwierig zu erfüllen, aber sie hat jetzt, wo man durch die verschiedenen im V. Capitel beschriebenen Imprägnirungsmethoden die Dauer der Hölzer auf das Doppelte und Dreifache verlängern kann, keine grosse Bedeutung mehr.

In England und Norddeutschland verwendet man meist kieferne oder fichtene Querschwellen, in Süddeutschland, Frankreich und Belgien wird, ungeachtet des sehr hohen Preises, den Schwellen von Eichenholz der Vorzug gegeben, weil dieses von allen Holzarten sich am besten ohne Präparation (14—16 Jahre) erhalten lässt. Harzreiche Lärchenschwellen halten sich unpräparirt durchschnittlich 9—10 Jahre, ebensolche Kiefern- und Fichtenschwellen 7—8 Jahre, während die Dauer von unpräparirten Tannen- und Fichtenschwellen nur auf ca. 4—5 und von Buchenschwellen nur auf $2\frac{1}{2}$ —3 Jahre anzunehmen ist.

Durch das Präpariren kann die Dauer der Schwellen wesentlich erhöht werden und zwar sind durch das Conserviren der Buchenschwellen die günstigsten Resultate erzielt, indem z. B. eine grosse Zahl derartiger mit Zinkchlorid imprägnirter Schwellen auf der Hannoverschen Staatsbahn bereits (seit 1854) 14 Jahre verlegt und noch so gesund sind, dass sie noch weitere 4—7 Jahre liegen können. Da die Buchenschwellen ausserdem den Vortheil bieten, dass sie verhältnissmässig billig zu beschaffen sind (in Hannover z. B. kosten dieselben ca. 25 Sgr. das Stück) und dass die Nägel ungleich fester darin haften, als in Tannen- und Kiefern- und Fichtenschwellen, so ist zu erwarten, dass präparirte Buchenschwellen für die Folge vorzugsweise in Verwendung kommen, um dadurch den Verbrauch des kostbaren Eichenholzes zu vermindern und folglich dessen Preis nicht mehr, wie seither zu steigern. Dagegen beträgt bei Buchenschwellen die mechanische Abnützung etwas mehr, als bei Eichen- und Fichtenschwellen und es empfiehlt sich daher, die Buchenschwellen um ca. 12^{mm} stärker als letztere zu nehmen, wenn auch das Faulen des Buchenholzes jederzeit von den Nagel- löchern aus erfolgt — in der Längsrichtung der Holzfasern — und zwar stets nach der von der Schiene abgewandten Seite; unterhalb des Schienenfusses tritt keine Fäulniss ein. Ausserdem erfordern die Buchenschwellen eine grössere Sorgfalt beim Aufstapeln in den Depots, indem sie sehr leicht stocken, daher hierfür besondere Vorkehrungen durch Hohlpacken der Haufen, Anlage von Luftgassen etc. nöthig sind; ferner ist gegen das oft hervortretende Aufreissen der Buchenschwellen an den Kopfenden das Durchbohren und Eintreiben eines hölzernen Pflockes (mit einem Keil an jeder Seite) anzuwenden; zu demselben Zweck werden auch zuweilen ein ∞ förmiges Eisen vor Hirn eingetrieben, oder Schraubenbolzen durchgezogen.

Die Dauer der präparirten Kiefern- und Fichtenschwellen wird durchschnittlich auf 12—14 Jahre und die der präparirten Tannen- und Fichtenschwellen auf 9—10 Jahre erhöht.

Verhältnissmässig ist die Präparation bei Eichenholz von geringstem Erfolg, da diese Holzart wegen des dichtern Gefüges nur wenig Imprägnirungsflüssigkeit aufnimmt (vergl. V. Capitel, p. 149); nach den bisherigen Erfahrungen wird die Dauer der präparirten Eichen- und Buchenschwellen auf ca. 20—24 Jahre anzunehmen sein. Es wird daher, wie oben bemerkt, diese Holzart am meisten noch unpräparirt verwandt.

Um so wichtiger ist es aber bei der Beschaffung der unpräparirten Schwellen auf die gute Qualität des Holzes zu sehen. Schwellen mit faulen Aesten, grossen Sprüngen, verstockten Stellen sind nie bei Lieferungen zuzulassen. Es genügt nicht die Schwellen in fertigem Zustande auf den Lagerplätzen der Bahnlinie zu übernehmen, weil zwischen der Erzeugung der Schwellen und der Ablieferung derselben ein gewisser Zeitraum liegt und sich schon aus diesem Grunde am Ablieferungsorte die Qualität des Holzes nicht hinlänglich beurtheilen lässt.

Die Untersuchung der Schwellen muss sich deshalb auch noch auf die Waldbestände und auf die Art oder Unart der in einer bestimmten Gegend üblichen Holzfüllung ausdehnen. Ueberständige Stämme, und beim Lärchen- und Kiefernholz, auch besonders solche Stämme, welche schon zur Harzgewinnung benutzt wurden, sowie Stämme, welche nicht auf trockenem, oder viel-

leicht gar auf sumpfigem Boden gewachsen sind, sollen zur Schwellenerzeugung nicht zugelassen werden.³¹⁾

Ferner soll namentlich das Eichen- und Buchenholz zur richtigen Jahreszeit, d. h. zwischen dem 15. Octbr. und 15. März gefällt sein und sollen alle Schwellen wenigstens ein Jahr nach dem Fällen möglichst verwendet werden.

Aus den technischen Vereinbarungen des D. E. V. ist hier noch anzuführen: I. §. 25. Die besten bisher angewandten Unterlagen für Schienen sind diejenigen aus Holz, welches von einer Substanz durchdrungen ist, die es gegen Fäulniss schützt.

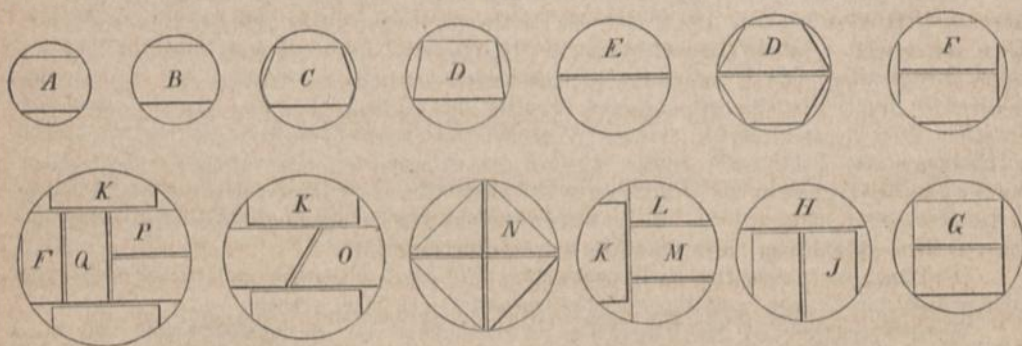
§. 26. Bei der Anwendung von Unterlagen aus Holz ist das System der Querschwellen dem der Langschwellen unbedingt vorzuziehen.

Hinsichtlich des Profils der Querschwellen unterscheidet man zunächst kantige oder beschlagene Schwellen und unbeschlagene oder schalkantige Schwellen. Bei den kantigen Schwellen sind die breiten Flächen mit der Säge beschnitten und die Seitenflächen mit der Axt oder Säge hergestellt; sie bieten den Vortheil, dass sie von dem leichter zerstörbaren Splinte befreit sind. Der Splint lässt sich zwar auch bei den unbeschlagenen Schwellen abschälen, jedoch lassen sich die ebenen Flächen leichter mittelst Säge oder Axt herstellen. Die untere Seite der Schwellen, welche in der Bettung aufliegt, soll stets scharfkantig und ohne Splint sein; die andern Flächen können etwas schalkantig sein, doch ist es gut, wenn an den Kanten der Splint entfernt wird.

Die verschiedenen Profile der Schwellen, wie sie durch Schneiden und Beschlagen aus Stämmen von verschiedener Dicke am vorteilhaftesten hergestellt werden, veranschaulichen die folgenden Skizzen in nachstehender Fig. 19.

Die trapezförmigen kantigen Schwellen *D* bieten, wenn aus einem Stamm zwei Schwellen hergestellt werden, gegen den rechteckigen Querschnitt *G* den Vortheil, dass

Fig. 19.



weniger Holz in die Spähne fällt, und eine breitere Auflagefläche ermöglicht wird. Von den unbeschlagenen Schwellen sind die halbrunden die gewöhnlichsten, sie werden meist aus mittelstarken Baumstämmen durch Spalten in der Mitte mittelst der Säge hergestellt, ihre Dicke ist dann beinahe gleich der halben Breite (*E*); oft werden mit halbrunden Schwellen auch solche bezeichnet, die aus dünnern Stämmen durch Abschneiden einer oder zwei Schwarten (*B*) hergestellt wurden, oder deren Profil neben 2 oder 3 beschlagenen Seiten noch ein grösseres Kreissegment enthält (*H*, *K*, *L*). Die halbrunden Eichenschwellen sind meist von der Rinde befreit, während dies bei den übrigen Holzarten öfters nicht der

³¹⁾ PAULUS, Rud., der Eisenbahn-Oberbau in seiner Durchführung auf den neuen Linien der k. k. Südbahn-Gesellschaft.

Fall ist. Diese Schwellen sind nicht so dauerhaft, als die kantigen Schwellen, indem die mit Rinde und Splint behafteten Theile die Feuchtigkeit leichter aufnehmen und zunächst die jüngern Holzschichten zerstören, auch erleiden sie bei dem Unterstopfen eine stärkere mechanische Abnutzung.

Da man diese Art Schwellen bei den Lieferungen zulässt, um niedrigere Preise zu erzielen, die halbrunden Schwellen aber nur als Mittelschwellen zu verwenden sind, so empfiehlt es sich in den Lieferungsbedingungen dafür einen Procentsatz von dem Gesamtquantum anzugeben, welcher nicht überschritten werden darf.³²⁾

Die aus dünnern Stämmen und mittelstarken Aesten hergestellten Schwellen *A, B, C, D*, haben, selbst wenn sie ganz beschlagen sind, nicht den Werth als ähnliche und gleich starke Schwellen, die von stärkern Stämmen herkommen, da jene mehr jüngere und nicht so dauerhafte Holzschichten enthalten. Die Schwellen müssen nach allen Seiten möglichst gerade sein, doch gestattet man oft geringe Krümmungen im horizontalen Sinne.

Die Profile *M, O, P, Q* werden selten von Eichenholz hergestellt, da diese Holzgattung in so grossen Stämmen vortheilhafter zu andern Zwecken, namentlich zum Schiffsbau verwendet wird und zu theuer ist; zuweilen findet man eine geringe Zahl dieser Profile bei der Lieferung, wenn der Lieferant keinen bessern Gebrauch von seinen Hölzern machen kann.

Die Schwellen von dreieckigem Querschnitt (*N*) sind mehrfach in England in Anwendung gekommen, sie werden aus vierkantigen Balken von nordischem Tannenholz durch ein oder zwei diagonale Sägeschnitte, je nach der Dicke der Balken, hergestellt; diese Schwellen sind aber wegen der geringen Stabilität nicht zu empfehlen, indem sie mit den geneigten Flächen aufrufen.

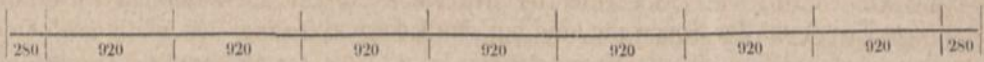
Die kantigen Schwellen mit verticalen Seitenflächen (*F, G*) liegen fester in der Bettung als die trapezförmigen (*D*) und als die einseitigen verticalen Profile (*J, L, O*); letztere muss man bei zweispurigen Bahnen stets so in die Bettung legen, dass die verticale Seite der Bewegung des Zuges entgegensteht, um das Umkanten der Schwellen zu verhindern; bei eingleisigen Bahnen wird man diese Art Schwellen möglichst zu vermeiden suchen oder abwechselnd die verticale Seite nach der einen und andern Richtung hinnehmen.

Die Querschwellen unter den Stössen sind bei weitem grössern Erschütterungen ausgesetzt als diejenigen in der Mitte der Schienenlänge; man nimmt daher allgemein die Stössschwelle von breiterer Basis an, als die der Zwischenschwellen, und da bei den breitbasigen Schienen an den Stössen eine grössere Auflagefläche nöthig ist, damit sich die Schienenenden nicht zu stark in die Schwellen eindrücken und weil die Stössschwelle meist 4 gegenseitig versetzte Nägel, die Zwischenschwellen aber meist nur zwei Nägel aufzunehmen haben, so empfiehlt es sich auch, Schwellen von möglichst breiter Oberfläche, also von rechteckigem Querschnitt, zu den Stössschwelle zu verwenden. Wegen der stärkern Erschütterungen an den Stössen nimmt man zuweilen die Stössschwelle länger als die Mittelschwellen.³³⁾ Bei schwebenden Stössen ist eine Verbreiterung der neben dem Stosse liegenden Schwellen nicht nöthig, wenigstens nicht in dem Maasse, als bei ruhenden Stössen.

³²⁾ Ausserdem sind die Schwellen zu bedeutend billigern Preisen zu beschaffen, wenn die Verwaltungen sich entschliessen, verschiedene Dimensionen zuzulassen (vergl. die Erfahrungen der Altona-Kieler Bahn im Organ 1865 p. 241).

³³⁾ Die Erfahrungen an den hannoverschen Bahnen haben mit Sicherheit ergeben, dass im Allgemeinen Stössschwelle, welche länger und ebenso breit sind, wie die Mittelschwellen, solchen vorgezogen werden müssen, die breiter und ebenso lang sind, wie die Mittelschwellen.

und bei den 7^m langen Schienen der Niederländischen Rheinbahn die folgende:



Die technischen Vereinbarungen des D. E. V. bestimmen I. §. 28: Die den Schienenstössen zunächst liegenden Schwellen sollen denselben so nahe gelegt werden, als es das vollkommene Unterstopfen irgend gestattet.

Zu erwähnen ist noch Pouillet's Oberbausystem, bei welchem Querschwellen von nur 60^{mm} Dicke auf je zwei Holztafeln von 600^{mm} Länge und Breite, sowie von 90^{mm} Dicke ruhen; die Befestigung der verschiedenen Holzstücke erfolgte durch Schraubenbolzen, welche zugleich zur Befestigung der Schienenstühle dienten. Dieses System hat man auf einigen französischen Bahnen versucht, es hat sich aber nicht bewährt, namentlich weil das Unterstopfen der Tafeln sehr schwierig ist, und bei Entgleisungen die dünnen Schwellen von den Spurkränzen zerschnitten wurden; auch ist bei eingetretener Fäulniss der Oberfläche das noch gesunde Holz zu dünn, um neue Lagerflächen für die Schienenstühle oder Schienen einschneiden zu können.

§. 19. *Langschwellen bei Haupt- und Strassenbahnen.* — Da bei dem Langschwellensystem die Schienen auf der ganzen Länge unterstützt sind und dasselbe eine günstige Elasticität für die Erhaltung des Betriebsmaterials bietet, auch dieses System weniger Holz erfordert als das Querschwellensystem, so hielt man anfänglich die Langschwellen — als dieselben nach dem Vorgange von verschiedenen amerikanischen Bahnen gegen Ende der dreissiger Jahre in England auf der Great-Western-Bahn zuerst in grösserm Maassstabe zur Ausführung gekommen — für die besten Schienenunterlagen. Mehrere der ältern deutschen Bahnen, namentlich die Magdeburg-Leipziger, Leipzig-Dresdener, Wien-Gloggnitzer Bahn und insbesondere die Badische Staatsbahn hatten daher dasselbe theils mit Flachschienen, theils mit Brückschienen eingeführt und versprachen sich grosse Vortheile davon; sehr bald zeigten sich aber sehr bedeutende Nachtheile, namentlich: a. die langen kantigen Schwellen werden sehr leicht windschief und geben den Schienen dann eine ungleiche Basis, die Hakennägel verbiegen sich und brechen ab; b. die zur Sicherung der Spur unter den Langschwellen liegenden Querschwellen veranlassen wellenförmige Bewegungen der Züge; c. die Entwässerung ist bei dem Langschwellensysteme nicht gut möglich, indem die Langschwellen mit den darunter liegenden Querschwellen förmliche Kasten bilden, in welchen das Regenwasser stehen bleibt, in Folge dessen der Oberbau sehr unsicher liegt und das Holz sehr rasch zerstört wird; d. in Folge des Zusammenhangs der Unterlagen ist das Heben und Unterstopfen viel schwieriger als bei Querschwellen.

Wegen dieser Nachtheile und den zahlreichen ungünstigen Erfolgen ist jetzt das Langschwellensystem bei Locomotivbahnen fast ganz verschwunden; dagegen ist es bei Pferde- oder Strassenbahnen, wo jene Nachtheile weniger hervortreten, noch fast allgemein in Gebrauch.

Bei den Locomotivbahnen wurden anfangs bei den Langschwellen zuweilen Flachschienen, meist aber Brückschienen und nur selten breitbasige Schienen angewendet; die Befestigung derselben geschah, wie in §. 15 bereits erwähnt, theils mit Holzschrauben, theils mit Nägeln, theils mit Schraubenbolzen (Fig. 55, Tafel XIII), wovon letztere Befestigungsart bei dem leichten Windschiefwerden der Langschwellen jedenfalls den Vorzug verdient.

Bei den Strassenbahnen haben die Flachschienen gewöhnlich eine solche Breite, dass sie die Langschwellen ganz decken (Fig. 4—8, Tafel XI) und das Pflaster an die

Schiene stösst. Die Strassenbahnschienen sind gewöhnlich nur mit versenkten Nägeln befestigt.

Zur Erhaltung der Spurweite sind bei den Locomotivbahnen jedenfalls noch Querschwellen oder kräftige eiserne Spannstangen in 2—3 Meter Entfernung anzubringen. Auch bei Strassenbahnen hat man gewöhnlich noch Querschwellen angewendet, welche aber, wenn die Bahn gepflastert ist, allenfalls entbehrt werden können, da das Pflaster genügenden Widerstand gegen Spurveränderungen bietet.

Die Lang- und Querschwellen dieses Systems haben meist einen rechteckigen Querschnitt, bei den Strassenbahnen sind die obern Kanten der Langschwellen zuweilen gebrochen (Fig. 6 und 8, Tafel XI); die Hölzer werden meist aus dicken Tannenstämmen geschnitten und müssen genau auf Dicke abgerichtet sein, was dieselben mit Rücksicht auf ihre Länge sehr kostspielig macht. Bei dem auf der Great-Western-Bahn in England angewandten *Seaton'schen System* (Fig. 15, Tafel XI) haben Lang- und Querschwellen einen dreieckigen Querschnitt; bei gleicher Materialmenge bietet zwar der dreieckige Querschnitt eine breitere Basis; aber doch eine geringere Steifigkeit, als der rechteckige; ein Vortheil aber liegt in der bessern Abführung des Wassers. (Ueber dieses System vergl. ferner C. p. 168).

Ueber den Langschwellenoberbau der *Latrobe'schen Kanten- oder Z-Schienen* (Fig. 24, Tafel XI) ist ebenfalls auf S. 168 unter D. das Nöthige angeführt.

Aus den technischen Vereinbarungen des D. E. V. ist hier anzuführen: I. §. 29. Wo ausnahmsweise Langschwellen zur Anwendung kommen, sollen dieselben mindestens an den Stossverbindungen dergestalt mit einander verbunden werden, dass ihre gegenseitige Entfernung sich nicht verändern kann.

Die Verbindung der Langschwellen mit den Querschwellen wird auf mehrfache Art bewerkstelligt.

A. Durch Dübel von Eichenholz von etwa 25—35^{mm} Stärke; diese werden an beiden Enden gewöhnlich durch kleine Holzkeile gespalten, um einen festen Schluss zu bewirken.

B. Durch Holzschrauben von 15—20^{mm} Dicke, deren Köpfe gewöhnlich versenkt sind.

C. Durch Schraubenbolzen von ca. 20^{mm} Dicke. Die Langschwellen sind bei diesen Verbindungen in die Querschwellen entweder eingelassen, oder nicht. Ein geringes Einlassen (auf der äussern Seite ca. 2^{mm}, auf der innern, je nach der Neigung der Schienen etwas mehr) ist zu empfehlen, da sonst leicht Verschiebungen der Langschwellen vorkommen.

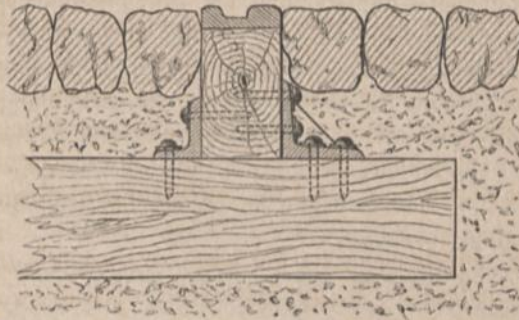
D. Durch Holzkeile. Zu diesem Zweck muss die Querschwelle fast auf die Hälfte ihrer Dicke eingeschnitten werden, so dass sie dadurch sehr geschwächt werden und an den Einschnitten bald ein Faulen eintritt. Insbesondere bei den Strassenbahnen ist diese Methode in Anwendung gekommen. Den Keil macht man oben etwas schmaler als unten, um ein Ausheben zu hindern; derselbe wird am besten auf der innern Seite angebracht, um bei etwaigem Losewerden keine Spurerweiterungen zu erhalten und um die Querschwellen etwas kürzer nehmen zu können.

E. Durch gusseiserne oder schmiedeeiserne Winkel, wobei ein Einschneiden der Querschwellen entbehrlich wird. Die Befestigung der Winkel erfolgt durch Nägel oder Schrauben an beiden Schwellen; die Winkel sind entweder nur auf der äussern Seite oder auf beiden Seiten der Langschwellen auf jeder Querschwelle angebracht, wie die nachstehende Befestigungsweise (Fig. 20) von dem Oberbau der Hamburger Pferdebahn zeigt. Dabei sind zweckmässig nach aussen grössere gusseiserne Winkel mit 4 Nägeln, und nach

innen kleinere Winkel mit 2 Nägeln angeordnet. Die Nägel haben etwa 12^{mm} Dicke. Die letztere Befestigungsweise verdient jedenfalls den Vorzug.

Die Länge der Langschwellen nimmt man gewöhnlich gleich der Länge der Schienen an, und ordnet die Schienenstösse, während die Langschwellen meist stumpf auf einer breitem Querschwellen oder durch Ueberblattung zusammengestossen sind, gewöhnlich über der nächstfolgenden mittleren Querschwellen an, so dass sich die Stösse der Langschwellen und Schienen jedesmal decken.

Fig. 20.



Als zweckmässige Dimensionen a. bei Locomotivbahnen sind etwa anzunehmen:

Breite der Langschwellen	= 250—280 ^{mm}
Höhe - - - - -	= 150—200 -
Länge der Querschwellen	= 2,50 ^m
Höhe - - - - -	= 130—170 ^{mm}
Breite der Stossschwellen	= 270—330 -
- - Zwischenschwellen	= 210—240 -

b. bei Strassenbahnen:

Breite der Langschwellen (je nach der Breite der angewandten Flachschiene)	= 80—127 ^{mm}
Höhe derselben	= 160—180 -
Länge der Querschwellen	= 2,40 ^m
Höhe - - - - -	= 130—160 ^{mm}
Breite - - - - -	= 130—160 -

Ausser den oben beschriebenen gewöhnlichen Langschwellensystemen sind noch einige abweichende Constructions in Anwendung gekommen, nämlich:

A. Anwendung von zwei Langschwellen mit dazwischen liegenden Querschwellen. Dieses System ist mehrfach in dem holzreichen Amerika, auch bei einer Bahn in England in Anwendung gekommen, um den dabei benutzten Flachschienen die abgehende Steifigkeit durch die doppelten Langschwellen zu ersetzen. Die untern Lang- und Querschwellen blieben oft unbeschlagen; der Verband wurde theils durch Einschneiden mit Holzkeilen, theils durch Einschlagen von Nägeln bewirkt.

Die obern Langschwellen hatten dabei meist 150—200^{mm} Höhe und Breite, die unteren Langschwellen 200—300^{mm} Breite und 130—300^{mm} Höhe, die Querschwellen 130—300^{mm} Stärke und 0,9—1,5^m Abstand.

B. Anordnung von Lang- und Querschwellen, wobei die Querschwellen über den Langschwellen liegen; diese Combination war früher bei dem Oberbau der Semmeringbahn in Anwendung gekommen, um die Vortheile des Querschwellensystems in Beziehung auf Erhaltung der Spurweite mit den Vortheilen des Langschwellensystems in Beziehung auf Steifigkeit zu vereinigen und den Druck auf eine möglichst grosse Fläche der Bettung zu vertheilen. Auf der Semmeringbahn hatten die Querschwellen eine Länge von 2,37^m, eine Breite von 230^{mm} und eine Dicke von 155^{mm}, die Langschwellen hatten den Querschnitt C (von Fig. 19 auf p. 212) die breite Seite nach oben gerichtet und mit den Querschwellen eingekämmt, die Breite der Langschwellen betrug oben 316^{mm}, unten 155^{mm} und die Höhe 211^{mm};

die Befestigung der Querschwellen auf den Langschwellen erfolgte mittelst schmiedeeiserner Winkel und der in Fig. 48, Tafel XIII dargestellten Schraubennägel. Wegen zu grosser Kostspieligkeit und der schwierigen Unterhaltung wurde dieses System aufgegeben, obwohl man wegen der scharfen Curven und der schweren Locomotiven der Semmeringbahn anfangs glaubte, ein solch complicirtes Schienenfundament nicht entbehren zu können. In Amerika ist aber dieses System auch öfters bei leichten Locomotiven angewendet worden und bestanden dort die Langschwellen meist nur in Bohlen von ca. 80—100^{mm} Dicke und 250—300^{mm} Breite.

Ferner werden Langschwellen bei dem Oberbau der Wegübergänge nach verschiedenen Constructionen noch vielfach verwandt; dieselben werden im X. Capitel besprochen.

§. 20. *Eiserne Einzelunterlagen.* — Die grosse Mangelhaftigkeit des bisherigen Bahnoberbaues, die ungleiche Unterstützung und unvollkommene Stossverbindung der Schienen, die wenig zuverlässige Befestigung auf den hölzernen Unterlagen, die trotz der Tränkung mit conservirenden Stoffen schnelle Vergänglichkeit derselben, die häufige Auswechslung der schadhaften Schwellen und die damit verbundenen ebenso häufigen Störungen für den Bahnbetrieb, sowie die davon unzertrennliche, sehr nachtheilige Lockerung des Unterbaues und endlich die von Jahr zu Jahr schwierigere und kostspieligere Beschaffung der Holzschwellen, haben schon längst auf den Gedanken geführt, dieselben durch eiserne Unterlagen zu ersetzen.

Bereits im Jahre 1844 wurde für die belgischen Bahnen eine Commission erwählt, um Versuche mit schmiedeeisernen oder gusseisernen Schwellen, statt der hölzernen, anzustellen³⁴⁾; das Resultat dieser Versuche ist aber nicht bekannt geworden.

Im Jahre 1846 wurden von Bessas, Lamézie und Henry mit gusseisernen Plattenunterlagen auf verschiedenen französischen Bahnen Versuche angestellt. Sie bestehen aus einer mit Rippen versehenen Platte, an welche der Schienenstuhl angegossen ist. Für die Unterlagen am Stoss sind diese Platten 400^{mm} lang und breit, die Zwischenplatten sind ebenfalls 400^{mm} lang, aber nur 300^{mm} breit; unterhalb sind dieselben mit 75^{mm} hohen, 200^{mm} langen kreuzförmigen Rippen versehen, welche zur festern Lage in der Bettung dienen. Ausserdem sind zur Sicherung der Spurweite jedes gegenüberliegende Plattenpaar durch runde eiserne Spannstangen mit T-förmigen Enden verbunden, welche in entsprechende Oeffnungen an den angegossenen Schienenstühlen eingesteckt und durch den Fuss der symmetrischen Schiene unverrückbar am Platz gehalten werden. Die Schienen wurden wie gewöhnlich durch hölzerne ausserhalb eingeschlagene Keile festgehalten.

Dieses System hat sich aber nicht sonderlich bewährt, weil der Frost leicht unter die zu wenig tief liegende Grundfläche der Platten dringt und so die Bettung zerstört, auch hatten die Platten ein zu geringes Gewicht und eine zu kleine Basis, wodurch sie nicht fest genug in der Bettung lagen.

Dagegen haben sich die gusseisernen schalen- oder glockenförmigen Unterlagen von Greave (Fig. 1 und 2, Tafel XIV), namentlich in tropischen Gegenden bei feinem Bettungsmaterial sehr gut bewährt. Dieselben kamen zuerst 1847 auf der Lancashire-Yorkshire-Eisenbahn in Anwendung. Diese Glocken, auch Calotten genannt, sind ebenfalls oberhalb mit den angegossenen Schienenstühlen versehen, in welchen die Schiene mit innerhalb eingeschlagenen Holzkeilen festgehalten wird. Jede Calotte ist mit zwei 60^{mm} weiten runden Löchern *a* zum Nachstopfen des Schotters und zum Heben der Calotten (mittelst eines kleinen Stumpfers, auf den man mit einem Hammer schlägt) versehen. Die gegenüberliegenden Calotten sind abwechselnd durch stehende Flacheisen *b* verbunden, die am besten zur Herstellung und sichern Erhaltung der Neigung der Calotten durch dieselben hindurch gehen, ausserhalb durch einen flachen Keil *c* und innerhalb durch einen runden Stift *d* festgehalten werden.

Auf eine ca. 6 Meter lange Schiene sind 7 solche Unterlagen angebracht; die ver-

³⁴⁾ Eisenbahnzeitung 1845 p. 119.

laschten Stösse werden jetzt meist als schwebende angeordnet, indem man zwei Calotten dicht nebeneinander legt; zuweilen bringt man auch auf einer etwas längern Calotte zwei Schienenstühle an, in denen die Schienenenden mit den Laschen eingekeilt sind.

Die mittleren Dimensionen einer gewöhnlichen Calotte sind: Durchmesser der Grundfläche = 550^{mm}, Höhe der Calotte = 190^{mm}, Dicke der Wandung = 13^{mm}, Gewicht = 72 Pfd.

Diese Unterlagen sind ausser auf einigen englischen Bahnen, namentlich in Aegypten (seit 1851), in Algier (seit 1852) und in Ostindien (seit 1862) in ausgedehntem Gebrauch. Sie bieten gegenüber den Plattenlagern den Vortheil, dass sie sich weniger leicht verrücken, weil sie mehr vom Schotter umgeben werden und der Schotter selbst in die Schalen eingreift, und dass sie weniger leicht zerbrechen; bei starkem Verkehr hat sich jedoch die Grundfläche der Calotten zu klein gezeigt, und kommen ungleichmässige Senkungen dabei vor, namentlich sind bei reinem abgerundeten Bettungskiese beständige Nachstopfungen erforderlich. Bei thonigem Bettungsmaterial soll aber das an den Stopflöchern eindringende Regenwasser durch Vermittelung des Eisenoxyds, welches sich an der innern Fläche der Calotte bildet, jenes Bettungsmaterial nach und nach in eine steinharte Masse verwandeln, wodurch dann die Bahn alle Elasticität verliert und ebenfalls Brüche von den Gussunterlagen vorkommen.

Ein anderes längst verlassenes System mit gusseisernen Plattenunterlagen ist das bei der South-Eastern-Bahn (1849) in Anwendung gekommene von Pet. Barlow. Die Platten sind zweitheilig, so dass durch die Verbindung beider Theile mittelst Schraubenbolzen durch 2—3 vorspringende stuhlartige Backen die symmetrischen Schienen festgehalten werden. Diese Platten haben an der untern Seite Rippen und 400^{mm} Breite, am Stoss eine Länge von 1,30^m und die Mittelplatten, deren je nach der Schienenlänge 2—3 angebracht werden, 1^m Länge. Die gegenüberliegenden Stuhlplatten waren anfangs durch gusseiserne Traversen von kreuzförmigem Querschnitt verbunden und als diese häufig brachen, wurden später flache schmiedeeiserne Spannstangen (ähnlich denen in Fig. 1 und 2, Tafel XIV) angebracht. Das ungleichmässige Senken ist zwar durch die grosse Länge vermindert und durch das grössere Gewicht dem Verrücken mehr vorgebeugt; dagegen sind diese Platten durch die geringe Tiefenlage in der Bettung der schädlichen Wirkung des Frostes und bei dem Unterstopfen leicht dem Zerbrechen ausgesetzt.

In ähnlicher Weise hatte auch Samuel gusseiserne Platten von 915^{mm} Länge und 508^{mm} Breite construirt, in welchen der Länge nach eine tiefe, ausserhalb durch 5 Querrippen verstärkte Rinne angebracht war; in dieser Rinne wurde die symmetrische Stuhlschiene durch von beiden Seiten eingeschlagene Holzkeile freischwebend getragen, so dass der untere Schienenfuss den Boden der Rinne nicht berührte. Auf eine Schienenlänge von 18' waren 4 solcher Unterlagen vorhanden, so dass die Schienen auf 450^{mm} Entfernung zwischen den Platten nicht unterstützt waren; der Schienenstoss war in gewöhnlicher Weise verlascht und freischwebend angebracht. Die beiden nächst dem Stosse liegenden Platten jeder Schiene waren mit den gegenüberliegenden Platten durch an die mittleren Querrippen angeschraubte Flacheisen-Stangen verbunden. Die Versuche mit diesen Unterlagen zeigten ganz dieselben Nachtheile wie die von Pet. Barlow, und fanden deshalb keine weitere Nachahmung.

Durch die oben angedeuteten Mängel des Greave'schen Systems wurde G. E. Griffin zu Anfang dieses Jahrzehnts veranlasst, diese Calotten wesentlich zu verbessern. Es sind ebenfalls schalenförmige gusseiserne Unterlagsplatten (Fig. 3 und 4, Taf. XIV) aber von ovaler oder rechteckiger Grundfläche, an ihrer Oberfläche zur Verstärkung wellenförmig gerippt, und an ihrer Basis mit einer Verbreiterung versehen, um die aufliegende Fläche zu vergrössern. Diese Calotten werden für Bahnen mit starkem Verkehr 760^{mm} lang und 458^{mm} breit, für Bahnen mit mässigem Verkehr 712^{mm} lang und 406^{mm} breit gemacht; grosse Lagerfläche und hinreichendes Gewicht der Platten sind die Grundbedingungen für die Anwendbarkeit des ganzen Systems. Die Schiene ruht auf der gan-

zen Länge der Unterlage in einer stuhlförmigen Vertiefung, der an der äussern Seite des Schienenstuhls befindliche Backen des Schienenstuhls, welcher sich mittelst eines eingelegten elastischen Kissens von Teakholz *a* an die Schiene legt, hat die volle Länge der Schienenunterlage, während der innere Balken entweder an beiden Enden oder in der Mitte unterbrochen ist, um für 2 schmiedeeiserne Querstangen oder für 1 Querstange *b* und eine einfache Verlaschung *c* der Schienenstösse in der Mitte Raum zu lassen. Die letztere Construction ist jedenfalls vorzuziehen. Die eisernen Keile zum Festhalten der Schienen werden, abweichend von der in England üblichen Methode, an der innern Seite des Gleises angebracht. Der Keil selbst wird durch eine starke Stahlfeder, welche in dem Lager angebracht ist und auf denselben drückt, unbeweglich erhalten. Die schmiedeeiserne Querstange *b*, welche je 2 Schienenunterlagen paarweise verbindet und durch einen eisernen Keil *d* darin festgeklemmt wird, ist zugleich so angeordnet, dass sie ohne die Schiene loszunehmen, nicht herausgezogen werden kann. Dieser Umstand ist insofern von Wichtigkeit, als z. B. bei dem Greave'schen System, wo die Querstangen ganz durch die gusseisernen Calotten hindurchgehen, und nach Lösung eines Splintes jederzeit leicht losgenommen werden können, es sehr schwer gefunden hat, diese Querstangen vor Entwendung zu schützen. Auf eine Schienenlänge von 21' kommen 5 solcher Unterlagen.

Dieser Oberbau bietet gegen die bisherigen gusseisernen Unterlagen folgende Vortheile:

a. Volle Stabilität der Bahn, genügendes Auflager, ruhiges Fahren.

b. Er kann selbst bei schlechter thoniger Bettung angewendet werden, wie es auch wirklich in den Pampas der Central-Argentinischen Eisenbahnen (deren Boden bis zu bedeutender Tiefe aus schwarzem Thon, Lehm und Mergel besteht) in einer Länge von 418 Kilometern geschehen.

c. Die Griffin'schen Calotten sind nicht so leicht als andere gusseiserne Unterlagen dem Zerbrechen ausgesetzt, das Legen geht viel rascher und die Unterhaltung ist leichter.

In Folge der günstigen Resultate, welche man mit diesem Oberbau seit 5 Jahren auf der Argentinischen Bahn erlangte, wurde derselbe auch für die Verlängerung der Westbahn von Buenos Ayres auf 80,5 Kilometer sowie für die Uruguay-Bahn und andere Eisenbahnen am Plata-Strom angenommen.

Ausserdem sind noch einige Systeme mit isolirten eisernen Unterlagen, die auf der Pariser Ausstellung von 1867 vorgeführt waren, kurz zu erwähnen:

A. Harel und Comp. aus Vienne (Isère) stellten eine Oberbau-Construction ganz aus Schmiedeeisen aus. Vignollesschienen ruhen auf Eisenblechplatten von 375^{mm} Länge und 275^{mm} Breite, an deren Aussenseite ein 50^{mm} breiter Streifen vertical abwärts gebogen ist. Die Querverbindungen sind Eisenstangen, welche unter die Platten angenietet sind. Die Befestigung der Schienen geschieht mittelst zweier auf die Blechplatte genietet Eisenstücke, von denen das eine den äussern Schenkel des Schienenfusses übergreift, das andere auf der andern Seite des Schienenfusses die Führung für einen flachen Keil bildet, der einen in einem länglichen Loeh der Blechplatte steckenden Kramphaken gegen den Schienenfuss antreibt und so die Schiene sicher festhält.

B. Richardson's Zellenplatten-System, welches kürzlich bei der unterirdischen Metropolitan-Bahn in London in Anwendung gekommen ist. Die Unterlagen sind gusseiserne, kreisförmige Scheiben von 500^{mm} Durchmesser, welche eine Anzahl Löcher oder Zellen enthalten; an der Auflagerfläche sind sie mit Verstärkungsrippen versehen, die sich in der Kiesbettung festsetzen; der Kies dringt zugleich in die Zellen ein, wodurch die Lagerung fester werden und zugleich das Regenwasser schnellern Abfluss erhalten soll. Oberhalb sind Schienenstühle angegossen, worin die symmetrischen Stuhlschienen mittelst Holzkeilen befestigt sind. Die Querverbindungen bestehen aus Winkelleisen, die zu beiden Seiten der Zellenplatten angeschraubt sind, aber nicht für jedes gegenüberliegende Paar erforderlich sind. Die Schienenstösse sind freistehend und verlascht.

Weitere Erfahrungen über beide letzteren Systeme müssen noch abgewartet werden. Bei beiden Constructionen kommen die Platten ganz an die Oberfläche der Bettung zu liegen und haben dieselben ein zu geringes Gewicht, so dass eine sichere, unverrückbare Lagerung nicht zu erwarten steht.

§. 21. *Eiserne Querschwellen.* — Schmiedeeiserne Querschwellen sind zuerst (1862) in Belgien, später auch in Frankreich und Portugal, nach verschiedenen Systemen zur Anwendung gekommen, und in neuester Zeit auch mehrfach in Deutschland versucht. Nach dem Profil dieser Querschwellen unterscheidet man:

A. Schwellen von liegendem I-förmigem Querschnitt (Fig. 11 und 12, Tafel XIV). Dieses erste eiserne Querschwellensystem von der Societé anonyme de Marcinelle et Couillet bei Charleroi kam daselbst (1862) auf einer kurzen Strecke in Anwendung und wurde auch in neuester Zeit auf der holländischen Staatsbahn versucht.

Doppelt T-förmige horizontal liegende gewalzte Eisenschwellen tragen zuerst eichene Polsterhölzer a , auf welchen die erforderliche Neigung eingeschnitten ist und auf diesen die Schienen. Zwei Schraubenbolzen (mit Unterlagsscheiben und Muttern oben auf) halten den Schienenfuss, indem sie durch das Polsterholz durchgreifen, an der Schwelle fest. An den Stössen c sind 4 Schraubenbolzen, 2 für jedes Schienenende vorhanden.

Die Höhe des Doppel-T-Eisens beträgt 180^{mm} , die Länge der Schwelle $2,50^{\text{m}}$, das Schwellengewicht 90 Pfd. und der Preis pro Stück (ohne Polsterhölzer) 7 Fres. 20 Cent.

Das in der Pariser Ausstellung befindliche Bruchstück dieses Oberbaues lag durch 5 Jahre in einer der Societé de Marcinelle et Couillet zum Betriebe ihrer Bergwerke gelegenen Bahnstrecke von 0,018 Steigung, woselbst schwere Züge mit Wagen von 200 Ctr. und vierrädrige Tenderlocomotiven von 447 Ctr. Gewicht verkehrten und beim Abwärtsfahren stets die Bremsen in Anspruch nahmen. So lange Holzschwellen daselbst in Gebrauch gewesen, lösten sich die Schienennägel nach kurzer Zeit, die Schwellen bekamen Sprünge und wurden längstens nach zweijährigem Gebrauch untauglich. Seit der Einführung der Eisenschwellen war die Bahn fortwährend in gutem Zustande. Heben und Nachstopfen war fast gar nicht erforderlich, und als die Schwellen aus dem Gleise gehoben wurden, bemerkte man nur unbedeutende Spuren von Rost. Die Schwellen könnten sogar, ohne der Stabilität Eintrag zu thun, etwas leichter gehalten werden.³⁵⁾

B. Querschwellen von trapezförmigem Querschnitt (Fig. 7—10, Tafel XIV). Dieser von Vautherin, Ingenieur der Eisenwerke der Franche-Comté (Ménans und Comp.) zu Fraisans (Jura) construirte eiserne Oberbau besteht aus Querschwellen von Halbröhren in trapezoidaler Form, welche in die Kiesbettung eingelegt, den Schotter in ihren hohlen Raum aufnehmen. Der Erfinder ist bei dieser Form davon ausgegangen, dass die Schwelle eine ebene Oberfläche zum sichern Auflagern des Schienenfusses haben muss, dass ferner die Höhe gross genug sein muss, um dem eingeschlossenen Bettungskörper die nöthige Stärke zu geben, und dass das Material zwischen Scheitel und Fuss in einer Weise vertheilt sein muss, welche die neutrale Achse durch den Schwerpunkt gehen lässt. Dabei soll das Eisen stark genug sein, um bei etwa mangelhafter Füllung des Innern mit Stopfmateriale unter der Last der Züge nicht zu brechen.

Versuche, welche bei der französischen Ostbahn gemacht sind, ergaben, dass derartige Schwellen, welche bei $1,5^{\text{m}}$ freiem Auflager in der Mitte mit 70—74 Ctr. belastet wurden, unter diesem Gewichte nur ihre Form veränderten, ohne zu brechen. Die trapezoidale Form soll ausserdem den Vortheil bieten, dass die Schwelle, indem sie sich unter dem Gewichte der Züge senkt, kräftig den Ballastkern umschliesst und entlang der Seitenwände eine energische Reibung verursacht, welche sich in wirksamer Weise einer seitlichen Verschiebung der Schwellen in den Curven entgegenstemmt.

³⁵⁾ Die Verkehrsmittel auf der Weltausstellung in Paris im J. 1867. Oesterr. officieller Ausstellungsber. 2. Lief. S. 98.

Die Neigung der Schienen (von $\frac{1}{20}$) kann auf 2 Arten erzielt werden, entweder durch entsprechend geformte Unterlagsplatten *e* (Fig. 7—9, System der Lyoner Bahn), oder durch Krümmung der Schwellen nach dem entsprechenden Kreisbogen (Fig. 10, System der französischen Nord- und Westbahn). Einer allfalsigen Ungenauigkeit, die bei der Abkühlung entsteht, wird mittelst einer Presse abgeholfen. Je nachdem von dem einen oder andern Mittel Gebrauch gemacht wird, ist auch das zur Befestigung der Schienen auf den Schwellen dienende kleine Eisenzeug ein verschiedenes. Im Allgemeinen läuft es dabei auf die Anwendung von Kramphaken *a*, *b* und Keilen *c* hinaus. Es ist jedoch festgehalten, dass ein Ersatz einzelner Stücke möglich ist, ohne die Schwelle heben zu müssen, dass ferner zur Erleichterung der Ueberwachung das Anziehen der Befestigungsstücke nur auf der innern Seite der Schiene, stattfindet und dass der ebenso leicht anzuziehende als zu lösende Keil das Schlussmittel bildet. Dabei ist die Klemme *b*, gegen welche der Keil wirkt, nach abwärts in die Kiesbettung verlängert, um den hinter ihr befindlichen Keil vor einem Herausgleiten zu schützen, das durch das Nachstopfen verursacht werden könnte. Der hakenförmige Gegenkeil *d* bei dem System der französischen Nordbahn hat den Zweck, den Keil *c* gegen das Lockerwerden in Folge des federnden Auf- und Niedergehens der Schwellen beim Passiren der Züge zu sichern.

Die Schwellen der Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn haben folgende Dimensionen und Gewichte:

Länge = 2,40^m, Breite des Schwellenfusses = 260^{mm}, Breite der Schwellendecke von der Mittelschwelle = 80^{mm}, desgl. von der Stossschwelle = 130^{mm}; Gewicht der Mittelschwelle = 78 Pfd., Gewicht der Schwelle neben der Stossschwelle = 80 Pfd., Gewicht der Stossschwelle = 108 Pfd.; Preis der Mittelschwelle 10 Fres. 50 Cent., Preis der Schwelle neben der Stossschwelle = 10 Fres. 60 Cent., Preis der Stossschwelle = 14 Fres.

Die wichtigste Frage ist eben der Kostenpunkt; die Auslagen für die erste Herstellung kann man aber bedeutend mindern, indem man die Schwellen kürzer hält. Das Hinausragen der Holzschwellen ausserhalb der Schienen ist hauptsächlich aus dem Grunde ein Erforderniss, damit die Schienennägeln keine Sprengung der Holzfasern verursachen; diese Rücksicht fällt hier weg, und in der That haben die schweizerische Westbahn und die belgische grosse Centralbahn mit Schwellen von nur 2,0^m Länge gute Erfolge erzielt.

Die erste Anwendung der Vautherin'schen eisernen Schwellen wurde von der Paris-Lyoner Bahn schon im Jahr 1864 in der Nähe der Station Byane auf der Linie Besançon-Lons le Saulnier mit 600 Stück gemacht. Nach Ablauf eines Jahres constatirte der Bahningenieur Tardieu, dass


- a. die Schwellen nicht oxydirt seien;
- b. die Verlegung viel genauer und die Unterstopfung leichter, als bei Holzschwellen erfolge;
- c. das Bettungsmaterial in der Höhlung der Schwellen zu einer festen Masse geworden sei;
- d. die Stabilität und Regelmässigkeit des daraus gebildeten Gestänges Nichts zu wünschen übrig lasse, obwohl die Schwelle in einer Curve von 38^m Radius und einer Steigung von $\frac{1}{55}$ liegen;
- e. eine Abnutzung des kleinen Eisenzeugs (Keile, Klemmen etc.) nicht stattgefunden habe.

Nach einigen Veränderungen in den Befestigungsstücken³⁶⁾ sind demnächst auf besonders exponirten Strecken der genannten Bahn 9000 Schwellen verlegt und zwar zum Theil auf

³⁶⁾ Bei der ersten Construction waren die Unterlagsplatten auf den Schwellen ausser der Befestigung durch die Klemmen noch festgenietet.

einer Bettung aus Steinschlag, 20,000 Schwellen sind in Folge der günstigen Erfolge für die algerischen Bahnen bestellt. Auch die französische Nordbahn besitzt bereits auf 5 Kilometer derartige Schwellen; und auf der Ost- und Westbahn sind Versuchsstrecken gelegt.

Anfangs 1868 wurden ebenfalls auf verschiedenen preussischen Staatsbahnen (der Saarbrücker, hannoverschen, westfälischen, preussischen Ostbahn) Versuche mit eisernen Schwellen nach dem System Vautherin gemacht, die sich bis jetzt im Allgemeinen sehr gut bewährt haben sollen, namentlich wurden auf der Saarbrücker Bahn so günstige Resultate damit erzielt, dass die Direction kürzlich bei der benachbarten Burbacher Eisenhütte wiederum 15,000 Stück dieser eisernen Querschwellen zum Ersatz von abgängigen Holzschwellen bestellt hat. Dieselben wiegen incl. Befestigungskloben und Keilen ca. 60 Pfund pro Stück und kommen nur auf ca. 1 Thlr. 25 Sgr. pro Stück zu stehen, sind daher bei der ersten Anschaffung schon nicht theurer als eichene Querschwellen sammt Nägel und Unterlagsplatten, versprechen aber mindestens eine dreifache Dauer, da bei keiner eisernen Querschwelle bis jetzt ein Lockerwerden der Keile und Kloben oder sonst ein Uebelstand eingetreten ist.

C. Querschwellen von -förmigen Walzeisen. System Le Crenier. (Fig. 5 und 6, Tafel XIV.) Bei demselben sind die ca. 300^{mm} breiten Schwellen an ihrer obern Decke auf 250^{mm} Breite flach und an den Seitenwänden nach Kreisbögen gekrümmt. Die Neigung wird der Schiene durch eine Vertiefung in der Schwellendecke gegeben. Die Befestigung der Schienen geschieht mittelst Deckplatten *a* und Schraubenbolzen. Die freischwebenden Stösse sind mit Wiikellaschen *b* verbunden, von welchen Fig. 17, Tafel XIII einen Querschnitt giebt, und die auf S. 186 bereits besprochen wurden. Ausserdem ist die Kiesbettung in der Gleisachse ausgespart und das Regenwasser folgt dem so gefurchten Längengraben, um transversal in gewissen Entfernungen abzufließen; dadurch sind die Schwellen in ihrer Mitte freischwebend, was nicht vortheilhaft erscheint. Ein diesem ähnliches Bahnsystem ist seit 1860 auf der portugiesischen Südbahn mit Schwellen von nur 4^{mm} Dicke, 25^{mm} Breite und 2,40^m Länge, sowie von 50 Pfd. Gewicht pro Stück in Anwendung und sollen dieselben seit dieser Zeit keine Veränderung erlitten haben, auch von den Schrauben noch keine ausgewechselt, und überhaupt nur die gewöhnlichen Rectificationsarbeiten der Gleise erforderlich gewesen sein.

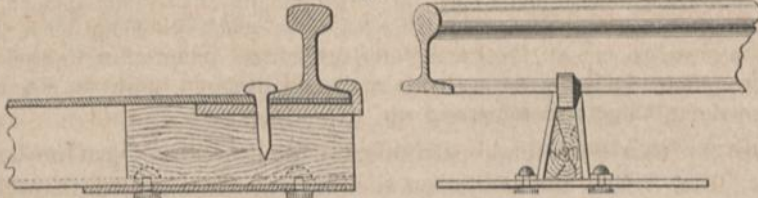
D. Schwellen von T-förmigem Querschnitt sind von dem österreichischen Ingenieur Theod. Steinmann (bereits 1866) und in neuester Zeit auch von der belgischen Société anonyme des hauts-fourneaux, usines et charbonnages de Sclessin (près Liège) vorgeschlagen, scheinen jedoch weniger vortheilhaft, da die Form der Schwelle keinen Bettungskörper umschliesst und stärkere Dimensionen erfordert, so dass die T-förmigen Schwellen viel zu theuer kommen. Die belgische Gesellschaft giebt das Gewicht ihrer 220^{mm} breiten Schwellen zu 100—120 Pfd. pro Stück und Steinmann selbst 284 Pfd. pro Stück bei 2,11^m Länge und 250^{mm} Breite der obern Flansche an.

Die Befestigung der Schienen auf den Schwellen soll bei beiden Constructionen mittelst Schraubenbolzen und über die Schienenfüsse greifender Deckplättchen geschehen; die Neigung der Schienen wird von Steinmann durch schräge Unterlagsplatten und von der belgischen Gesellschaft durch entsprechendes Aufbiegen der Schwellen an den Enden bewirkt.

E. Querschwellen von Zoréseisen. System Langlois. Dasselbe ist auf der Eisenbahn nach den Schlachthäusern von La Villette bei Paris angewendet. Die Schwellen von Zoréseisen (von der Form eines umgekehrten V) haben 110^{mm} Höhe und nur 120^{mm} Basis, der laufende Meter wiegt 21 Pfd. Die Auflagerfläche ist durch aufgenietete Blechplatten von 5^{mm} Dicke, 350^{mm} Länge und Breite vergrössert. In die somit geschlossene Höhlung ist von jeder Seite her ein Klotz von conservirtem hartem Holz geschoben, je 300^{mm} lang, in welchen die Hakennägel wie gewöhnlich eingreifen oder es wird nur ein einziger Nagel, Fig. 21, im Innern des Gleises, welcher durch einen von

aussen eingeschobenen Haken durchgreift, in den hölzernen Klotz eingeschlagen. Um der Schiene die übliche Querneigung zu geben, ist ein (in der Zeichnung nicht deutlich angegebener) dreieckiger Einschnitt in die Oberfläche der Eisenschwelle eingehobelt. Die Länge der Schwellen kann bei der Construction Fig. 21 bis $1,60^m$ reducirt werden. Der Preis pro Schwelle beträgt ca. 12 Fres. Uebrigens dürfte diesem Oberbau keine besondere Zukunft bevorstehen, da besonders die Form der Schwelle nicht entsprechend erscheint.

Fig. 21.



§. 22. *Eiserne Langschwellen.* — Da bei dem eisernen Langschwellenoberbau die in Fig. 19 gerügten Nachteile des hölzernen Langschwellsystems im Allgemeinen nicht zu erwarten sind, und ausserdem das Langschwellsystem manche andere Vortheile bietet, so waren die Bemühungen der deutschen Ingenieure zur Herstellung eines ganz eisernen Oberbaues in den letzten Jahren vorzugsweise dem Langschwellsysteme zugewandt, und es sind eine Anzahl verschiedener Constructionen zur Ausführung gekommen, welche meist ganz günstige Resultate geliefert haben. Dieselben lassen sich in das eintheilige, zweitheilige und dreitheilige eiserne Langschwellsystem mit verschiedenen Unterabtheilungen eintheilen.

I. Von dem eintheiligen System sind folgende zwei Constructionen bemerkenswerth:

A. Barlow-Schiene (Fig. 13, Tafel XIV). Durch dieselbe hat William Barlow die erste Anwendung des Principes der eisernen Langschwellen (1849) gegeben; dabei sind Schiene und Unterlage zu einer einzigen Schiene mit $280-330^m$ breiter Basis verbunden. Festgenietete Laschenbleche a von $600-760^m$ Länge verbinden mit je $8-12$ Nieten die Schienen an den Stössen. Da die Bettung in die Höhlung der Schiene eintritt und sehr bald einen festen Kiesrücken bildet, so sind nur an den Stössen (in Entfernungen von $5,50-6,0^m$) Querverbindungen durch Winkeleisen b , die an jeder Schiene durch zwei Nieten verbunden sind, erforderlich.

Die Barlowschiene wurde auf verschiedenen Bahnen in England (Midland, Dublin-Belfast, Dublin-Ulster), auf der Französischen Midibahn (Linie Bordeaux-Cette und Narbonne-Perpignan) und in neuester Zeit auch auf der Buenos-Ayres-Südbahn in Anwendung gebracht.

So sehr sich dieses System durch Einfachheit in der Construction, Festigkeit an den Stössen, Sicherheit und Regelmässigkeit in der Lage der Bahn auszeichnet, so ungünstig waren die Erfahrungen, welche man hinsichtlich der Dauer der Barlowschienen gemacht hat, indem sich sehr häufig, sowohl bei den in England, als auch bei den in Frankreich erzeugten Schienen der Art, Längsrisse in der Mitte des Schienenkopfs zeigten und sich in höchst eigenthümlicher Weise ein im Querschnitt dreieckiger, mit der Basis nach Oben gekehrter Spahn ablöste. Es scheint dies daher zu kommen, dass bei dieser Schienenform und wegen der geringen Wandstärke, sich für den Kopf kein härteres, feinkörniges Eisen verwenden lässt, sondern die ganze Schiene nur aus dem zum Fusse nöthigen sehnigen

Eisen gewalzt werden kann, welches nicht die gehörige Dauer gegen die Einwirkungen der Räder bietet.

Ausserdem hat diese Schiene noch den Nachtheil, dass nach Abnutzung des Kopfes eine zu grosse Menge Eisen den Werth alten Eisens erhält, und dass das Hantiren mit diesen schweren Schienen sehr beschwerlich ist.

B. Hartwich-Schiene (Fig. 16, 17 und 26, Tafel XIV). Das vom Herrn Oberbaurath Hartwich gewählte System unterscheidet sich von allen übrigen eisernen Langschwellsystemen dadurch, dass die Schiene lediglich durch Vermehrung ihrer Höhe eine Tragfähigkeit erhält, bei welcher die Last jedes Rades in der Schienenrichtung auf eine solche Länge vertheilt wird, dass die gewöhnliche Fussbreite von 105—125^{mm} ausreicht, um die nöthige Unterstützung auf der Bettung zu gewähren. Da bei dieser Construction die Vermehrung der Unterstützungsfläche im Quadrate der Höhe wächst, so lässt sich bei der gewöhnlichen breitbasigen Schiene durch die wenig kostspielige Vermehrung der schwachen hohen Rippe die nöthige Tragfähigkeit leicht herstellen.

Die ersten Versuche stellte Hartwich (1865) mit einer 288^{mm} hohen Schiene auf den Linien Coblenz-Oberlahnstein und Mechernich-Call (Eifelbahn) an, wobei es sich ergab, dass die Höhe der Schienen noch bedeutend reducirt werden könnte; es wurde darauf (1867) die 2½ Meilen (18830 Meter) lange Linie von Kempen nach Kaldenkirchen mit einer 235^{mm} hohen, 59^{mm} am Kopf, 124^{mm} am Fuss breiten und 11^{mm} im Stege starken und pro laufenden Meter 86,82 Pfd. schweren Schiene (Fig. 16 und 26, Tafel XIV) ausgeführt.

Zur Verbindung der 7,53^m langen Schienen an den Stössen dienen zwei hohe Laschen *a a* von 392^{mm} Länge, welche durch acht Schraubenbolzen von 26^{mm} Stärke fest gegen die Schienen gezogen werden. Unter den Stössen liegen Unterlagsplatten *b* von 484^{mm} Länge und 222^{mm} Breite, sowie 17^{mm} Dicke (in der Mitte). Diese sind durch acht Schraubenbolzen von 23^{mm} Dicke mittelst besonderer Deckleisten *c* gegen die Füsse der Schienen geschraubt. Zur Verbindung der beiden Schienen eines Gleises unter einander, sowie zur Sicherung und genauen Adjustirung der Spurweite dienen die Querstangen *d* und *e* von 26^{mm} Durchmesser, welche an den Enden mit Schrauben und Unterlagsplatten versehen, und in Entfernungen von 0,50—1,60^m theils oberhalb, theils unterhalb am Steg angebracht sind.

Zur festen Lagerung des Gleises werden im Planum zwei 470^{mm} tiefe, im Mittel 630^{mm} breite Gräben ausgehoben und diese mit grobem Kies oder Steinschlag gefüllt, welcher nass gestampft und gewalzt wird. Die darauf gelegten Schienen werden durch die Querstangen auf genaue Spurweite mit einander verbunden, in ihrer Lage vollständig ausgerichtet, gut unterstopft und dann mit gewöhnlichem Kiese bis unter die Köpfe verfüllt. (Siehe nachstehenden Holzschnitt Fig. 22.)

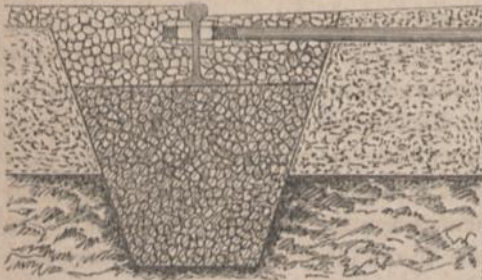
Die mit diesem Oberbau erzielten Resultate sind so günstig, dass die Direction der Rheinischen Eisenbahn die Anwendung dieses Systems auch für die 5,83 Meilen lange Strecke Neuss-Düren, sowie für die rechts-rheinische Bahn von Ehrenbreitenstein nach Siegburg beschlossen hat.

Die Köln-Mindener Eisenbahn-Gesellschaft hat mit dem Hartwich'schen System (im Sommer 1868) auf der Linie Deutz-Mühlheim einen Versuch mit einer nur 210^{mm} hohen Schiene ausführen lassen, welcher sich bis jetzt ebenfalls ganz gut bewährt hat, und wovon der laufende Meter fertiges Gleise mit Unterbettung nur 7 Thlr. 11¼ Sgr. kostet; also bei der ersten Anlage schon bedeutend billiger als Schwellen- oder Steinwürfeloberbau kommt, indem daselbst der gewöhnliche Oberbau mit 134^{mm} hohen 72 Pfd. pro Meter schweren Schienen und eichenen imprägnirten Querschwellen ca. 10 Thlr. pro laufenden Meter kostet.

Dieses günstige Resultat ist hauptsächlich durch die einfachere und solidere Stossverbindung und durch die verminderte Höhe der Hartwich-Schiene erlangt, indem die von der Rheinischen Bahn früher versuchten Profile dieses Systems bedeutend kostspieliger herzustellen kamen. Von dem 235^{mm} hohen Profil der Linie Kempen-Kaldenkirchen kosteten die 1000 Pfd. noch 37 Thlr., während die 210^{mm} hohen Schienen der Köln-Mindener Bahn nur 31½ Thlr. herzustellen kosteten, also nicht theurer sind, als die gewöhnlichen eisernen 130^{mm} hohen Schienen.

Die Hartwich-Schiene der Köln-Mindener Bahn (Fig. 17 und 17^a, Tafel XIV) hat eine Länge von 6,59^m und ein Widerstandsmoment = 17,021, die Aussenlaschen *a* ein solches = 17,474 und die Innenlaschen *b* = 5,283. Der Schwerpunkt der Schiene liegt 122^{mm} über der Unterkante des Fusses, also etwas über der Mitte der Schiene. Die Laschen sind 628^{mm} lang und durch je acht Laschenbolzen von 26^{mm} Stärke verbunden. Die Schraubenmutter sind 38^{mm} hoch und haben zwölf Schraubengänge. Die Köpfe der Schrauben sind länglich viereckig und legen sich zur Verhinderung des Drehens mit der

Fig. 22.



einen Ecke an die vorspringenden Rippen der Aussenlaschen. Bei der kräftigen Verlaschung werden die kostspieligen Unterlagsplatten, wie bei der Hartwich-Schiene der Rheinischen Bahn, ganz entbehrlich.

Auf eine Schienenlänge sind sechs Verbindungsstangen von 26^{mm} Durchmesser, an den beiden Enden mit je zwei solchen Muttern wie bei den Laschenschrauben versehen, angebracht, wovon vier oberhalb in Entfernungen von 1,64^m angeordnet sind, und eine ausserdem noch durch die obere Laschenbolzenlöcher am Stosse geht, sowie eine andere noch in der Mitte der Schiene unterhalb über dem Fusse angeordnet ist. Die Löcher in den Schienen für die Laschenbolzen sind oval, 33^{mm} lang und 28^{mm} breit, die Löcher in den Schienen für die Verbindungsstangen sind kreisförmig, 28^{mm} im Durchmesser.

Die Gewichte der einzelnen Theile des Hartwich'schen Oberbaues von der Köln-Mindener Bahn betragen:

1 Aussenlasche = 47,63 Pfd., 1 Innenlasche = 31,89 Pfd., 1 Laschenbolzen = 1,9 Pfd., 1 Verbindungsstange mit Muttern = 15,17 Pfd.

Dieselben Theile des Oberbaues der Art von der Rheinischen Bahn wiegen:

1 Lasche = 14,78 Pfd., 1 Unterlagsplatte = 25,93 Pfd., 1 Deckleiste = 4,78 Pfd., 1 Verbindungsstange mit 4 Muttern und Scheiben = 16,63 Pfd., 1 Laschenbolzen = 1,47 Pfd., 1 Schraubenbolzen für die Unterlagsplatten = 0,95 Pfd.

Die Direction der Rheinischen Eisenbahn-Gesellschaft hat jetzt auch (6'') 157^{mm} hohe Hartwich-Schienen zu einem Gewicht von 72,2 Pfd. pro Meter anfertigen lassen, welche in den Nebengleisen der Bahnhöfe ebenfalls ohne Schwellenunterlage verlegt werden sollen. Dabei werden, ebenso wie bei den neuen im Bau begriffenen Bahnstrecken der Rheinischen Bahn, die Unterlagsplatten am Stoss nicht zur Anwendung kommen, dagegen sollen die Laschen unter Beibehaltung des bisherigen Schienenprofils (Fig. 16, Tafel XIV) 628^{mm} lang und an jedem Schienenende mit 6 Schrauben befestigt werden.

Den von der abstracten Theorie dem Hartwich'schen Systeme vorgeworfenen Mängeln:

- a. dass beim Schadhaftwerden der Schienen die ganze Eisenmasse verworfen werden müsse, und

b. dass die Tragfläche eine zu geringe sei, lässt von der andern Seite sich entgegenstellen :

ad a. dass man dagegen durch Verwendung bessern Materials sich schützen könne und dass die schadhafte gewordenen Hartwich-Schienen sich vielfach als Tragbalken zu Bauzwecken verwenden lassen, und

ad b. dass bei genügend consolidirtem Planum durch geeignetes Bettungsmaterial eine genügende Tragfähigkeit sich schaffen lasse, und ferner

c. dass die Einfachheit ein grosser, vielleicht entscheidender Vortheil des Systems ist.

II. Von dem zweitheiligen ganz eisernen Oberbau sind bis jetzt folgende zwei Constructionen zur Ausführung gekommen :

A. System Mc. Donnell (Fig. 14, Tafel XIV). Dasselbe wurde in den Jahren 1853—1860 mit verschiedenen Modificationen auf der Eisenbahn von Bristol nach Exeter und der Bahn von Bredport versucht.

Die gewöhnlichen Brückschienen *a* sind auf plattenförmigen Langschwellen *b*, zu beiden Seiten mit zwei angewalzten Leisten *c c*, die der Breite des Fusses von der Oberschiene entsprechen, sowie in der Mitte mit einer Rippe *d* versehen, welche in die Höhlung der Schiene eintritt. Am Stosse ist noch eine ebenfalls durch eine Rippe verstärkte Unterlagsplatte *f* von 205^{mm} Breite angebracht, während die Langschwelle eine Breite von 370^{mm} erhielt. Die Rippe von der Unterlagsplatte ist in der Bettung versenkt; zur Sicherung des Spurhaltens sind ausserdem in Entfernungen von 3,65^m Querverbindungen *g* zwischen beiden Schienenreihen angebracht, die unter den Langschwellen liegen und angeschraubt sind. Das Ganze ist durch Schraubenbolzen mit den Muttern obenauf verbunden; vier Bolzen sind am Stoss der Langschwellen an jeder Unterlagsplatte angebracht und acht Bolzen dienen ausserdem zur Befestigung der Schienen und Verbindungsstangen. Futterstücke von creosotirtem Tannenholz *e* liegen zwischen den Schienenfüssen und Langschwellen, um eine gewisse Elasticität zu erzielen.

Bei den verschiedenen Modificationen dieses Systems sind theils die Langschwellen schmaler (nur 280^{mm} breit); theils schwach gewölbt, theils mit einer Längsrippe in der Mitte nach unten gekehrt versehen und dann eine durchlaufende Unterlagsplatte mit wechselndem Stoss und einer in die Höhlung der Schiene eingreifenden Rippe zwischen Schiene und Langschwelle mit den gewöhnlichen Befestigungsschrauben angeordnet; auch wurden bei einer Construction ausser den oben erwähnten Querverbindungen in Entfernungen von 7,30^m Zugstangen zwischen den beiden Gleisen angebracht, wodurch die Seitensteifigkeit vermehrt werden sollte.

Alle diese Constructionen haben sich aber nicht bewährt, indem theils durch das geringe Eingreifen der Langschwellen in die Bettung der ganze Oberbau zu wenig fest gelagert und den Einwirkungen des Frostes zu sehr ausgesetzt war; ausserdem war die Fabrikation der Langschwellen sehr schwierig, wodurch die Herstellung des Oberbaues sehr theuer kam.

B. System Hilf (Fig. 15—15^b, Tafel XIV). Dem Princip dieser Construction liegen hauptsächlich folgende Bedingungen zu Grunde :

a. Die Langschwelle soll eine solche Form haben, dass sie gut zu walzen ist, sicher und fest in der Bettung liegt.

b. Die Langschwelle in Verbindung mit der Oberschiene soll eine ausreichende Stabilität besitzen, um die vorkommende Belastung sicher und dauernd tragen zu können; auch muss die Tragfläche der Langschwelle möglichst gross sein.

c. Die Oberschiene muss von bestem Material leicht herzustellen sein, eine kräftige Laschenverbindung ermöglichen und darf nur entsprechend wenig Material erfordern, damit auch die Ersatzschiene nicht schwer wird und billig zu liefern ist.

d. Die Verbindung der Oberschiene mit der Langschwelle muss eine einfache und

solide sein und bei Auswechslung einer Oberschiene muss die Langschwelle selbst unverrückt liegen bleiben.

e. Die Querverbindungen sollen möglichst einfach und regulirbar, die Spurweite sicher erhalten und bei Auswechslung der Oberschiene leicht gelöst und wieder befestigt werden können.

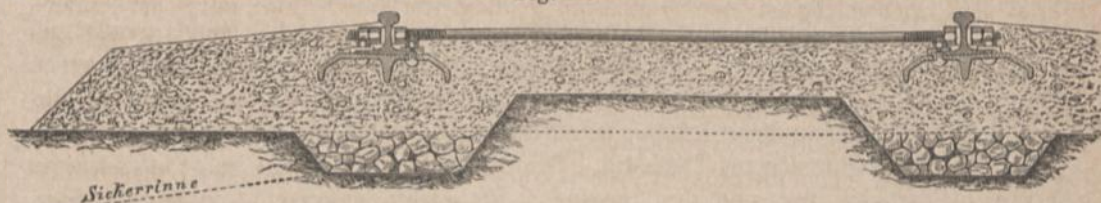
Zur Oberschiene ist eine breitbasige Schiene von 108^{mm} Höhe mit scharf unterschnittenem Kopfe gewählt, welche eine kräftige Laschenverbindung (Fig. 15^a) zulässt. Das Gewicht der Schiene beträgt 50,8 Pfd. pro laufenden Meter, demnach ca. 33 % weniger wie das der gewöhnlichen Schiene. Ausser dieser guten Laschenverbindung ist noch eine zweite solide Stossverbindung am Fuss der Schiene durch die Langschwelle selbst hergestellt, indem die Stösse jedesmal 750^{mm} von dem einen Ende der Langschwelle entfernt liegen. Die Oberschiene hat eine Länge von 6,0^m und für Curven theilweise 5,9^m. Zwei halbrunde Einkerbungen an der mittleren Befestigungsstelle dienen zur Verhinderung der Längenverschiebungen der Schienen. Die Verbindung der Oberschiene mit der Langschwelle geschieht mittelst 18 Schraubenbolzen; dieselben haben mit den Deckplättchen *a* (Fig. 15 und 15^b) ein Gewicht von 21,2 Pfd. Bei den Curvengleisen werden die Bolzenlöcher nach den entsprechenden Radien in die Langschwellen gebohrt und genügen für Curven von 300—2000 Meter Radius hierzu fünf verschiedene Schablonen (und zwar nach den mittleren Radien von 330^m, 420^m, 600^m, 850^m und 1500^m) zur Aufzeichnung der Bolzenlöcher. Die kleinen Unrichtigkeiten, die hier entstehen können, von nicht ganz 1½^{mm} in dem mittleren Pfeil einer Schiene, werden nicht wahrgenommen; nur bei den Schienenstössen ist bei Legung des Gleises die der Curve genau entsprechende Lage zu geben. Man erhält auf diese Weise, ohne die Oberschiene vor dem Verlegen biegen zu müssen, eine bleibende richtig gekrümmte Form der Schiene, indem sie durch die Schrauben leicht in die richtige Krümmung gebracht werden und durch die festliegende, der seitlichen Verschiebung entgegenwirkende Langschwelle wird ein unverrückbares Curvengleise hergestellt, was auch bei Auswechslung einer Oberschiene erhalten bleibt, da hierbei die Langschwelle nicht verrückt zu werden braucht. Eine Curvenschiene, welche auf ihrer innern Kopfseite gelitten hat, kann so auf derselben Langschwelle leicht herumgedreht und mit der entgegengesetzten Krümmung solid befestigt werden, ohne dass eine besondere vorherige Biegung nothwendig geworden wäre.

Die 330^{mm} breiten und 10^{mm} starken Langschwellen, welche sich nach der hier dargestellten Form erfahrungsgemäss ohne Schwierigkeit walzen lassen, haben alle eine gleiche Länge von 5,86^m und wiegt der laufende Meter 79,70 Pfd. Die Tragfähigkeit der Langschwelle in Verbindung mit der aus feinkörnigem Eisen hergestellten Oberschiene beträgt bei einer freien Lage von 1 Meter ca. 360 Ctr. Nach den angestellten Versuchen trägt der Oberbau diese Belastung in der Mitte zwischen den Stützpunkten, ohne Ueberschreitung der Elasticitätsgrenze. Durch die Form der Langschwelle werden an deren Basis zwei hohle Räume gebildet, welche ein festes und geschlossenes Unterstopfen des Bettungsmaterials wesentlich erleichtern. Das Material kann nicht ausweichen und wird bei der Belastung nur noch mehr zu einem festen Körper zusammengedrückt. Gleichzeitig wirkt die gewählte Querschnittsform einer seitlichen Verschiebung der Langschwelle kräftig entgegen, wodurch die Regulirungsarbeiten bedeutend reducirt werden.

Auf eine Schienenlänge von 6,0^m sind bei geraden Strecken und bei Curven 3 Querverbindungen *b* von 25^{mm} Stärke angenommen; dieselben haben alle eine gleiche Länge von 1,68^m und mit den Unterlagsplättchen *c c* und Muttern ein Gewicht von 48,36 Pfd. Die Unterlagsplättchen bewirken einestheils ein gleichmässiges Anliegen der Muttern, andertheils tragen sie zur Erhaltung der Neigung der Schienen bei. Die Stärke und Zahl

der Querverbindungen hat sich als vollkommen ausreichend erwiesen, die Doppelmuttern sind eigentlich nur in sehr scharfen Curven nöthig. Im Allgemeinen ist dafür zu sorgen, dass die Querverbindungen im Kiesbett kein festes Auflager erhalten. Die Lage dieses Oberbaues in der Bettung zeigt der nachstehende Holzschnitt Fig. 23.

Fig. 23.



Der laufende Meter des vollständig fertigen Oberbaues wiegt 279,0 Pfd. und kostet derselbe incl. Legen und Unterstopfen, jedoch excl. Beschaffung des Bettungsmaterials pro Meter 9 Thlr. 26 Sgr. Das Legen auf der Bahnstrecke, besonders in den Curvengleisen, wird sehr erleichtert, wenn vorher an dem Orte, wo das Bohren der Löcher in den Langschwellen vorgenommen wird, die Schienen auf den Langschwellen befestigt werden. Das Unterstopfen der Langschwellen und Reguliren der Gleise geschieht dann sehr leicht, vollkommen und mit geringen Kosten.

Im Jahre 1867 wurde die erste Versuchsstrecke von 450 Meter Länge mit diesem Oberbau im Bahnhofe Asmannshausen der Nassauischen Bahn gelegt; bei diesem Versuch waren jedoch die gewöhnlichen Bahnschienen von 70,5 Pfd. pro Meter beibehalten, auch der schwebende Stoss angewandt und die Oberschienen mit den Langschwellen zum Theil durch Niete verbunden. Diese Gleisstrecke liegt auf 348^m Länge in einer Curve von 348 und 600^m Radius und wird täglich von acht Zügen befahren. Es sind bis jetzt weder Niete noch Schrauben lose geworden und liegt das Gleis auf der Kiesbettung noch ganz unverrückt; auch ist die Fahrt auf demselben ruhig und namentlich an den Schienenstössen sanft.

In Folge dieser günstigen Resultate wurde das 1,7 Meilen (12570^m) lange zweite Gleis zwischen Oberlahnstein und Ems der Nassauischen Bahn genau nach der oben beschriebenen Construction (Anfang 1868) ausgeführt. In dieser Bahnstrecke kommen mehrere Curven von 300^m Radius vor. Der neue Oberbau befährt sich ruhiger und geräuschloser, als ein Gleis mit hölzernen Querschwellen, auch liegt derselbe unverrückbarer. Selbst nach dem Lösen der Querverbindungen zeigten die Schienen nach dem Befahren mit voller Geschwindigkeit nicht die geringste Aenderung der Lage; man wird deshalb auch anstandslos, besonders in geraden Strecken, die Querverbindungen auf zwei Stück pro Schienenlänge reduciren können; nur bei neuen Bahnen mit noch nicht consolidirten Dämmen wird man besser überall drei Querverbindungen anwenden. Ein Hauptvorteil dieses Oberbausystems ist die maschinenmässige Genauigkeit, mit welcher das Gleise gelegt und die Sicherheit, mit welcher es in der richtigen Lage erhalten werden kann. Nach den bisherigen Erfahrungen scheint es, als ob die Regulirungsarbeiten bei Einschnitten und Dämmen, die sich nicht mehr setzen, sich nahezu auf Null reduciren.

Neuerdings hat die Direction der Nassauischen Bahn für die im Bau begriffenen Zweigbahnen der Lahnbahn (Westerwälder- und Aarthalbahn) wiederum die Lieferung von 9719 Stück eisernen Unterlagern mit stählernen Oberschienen nach dem Hill'schen System auf eine Bahnlänge von ca. 29000 Meter ausgeschrieben.

III. Bei dem dreitheiligen, eisernen Langschwellensystem war man besonders bemüht, das verschleissbare Material der Oberschienen auf ein Minimum zu reduciren und die Verbindung zwischen Ober- und Unterschienen so einzurichten, dass die Befestigung sicher genug und

auch leicht lösbar ist. Erfahrungen liegen bis jetzt über folgende fünf Constructionen vor:

A. System Scheffler (Fig. 18 und 19, Tafel XIV). Diese Construction kam in drei verschiedenen Modificationen auf der Braunschweigischen Staatsbahn (1864) zur Ausführung. Die beiden Unterschien bestehen aus 10^{mm} starkem Winkelleisen, von welchen die horizontalen Schenkel 137^{mm} und die verticalen Schenkel 162^{mm} breit sind; letztere haben an der obern Kante einen seitlichen Ansatz, um sich leichter gerade und scharf auswalzen zu lassen und dem Kopf der Oberschiene ein besseres Auflager zu geben. Die gussstählerne Oberschiene liegt mit dem Steg zwischen der Unterschiene und wird durch keilförmige Schraubenbolzen *a*, behuf festern Aufziehens der erstern auf das Unterlager, auf den Unterschien befestigt. Die Stossfugen der Ober- und Unterschien liegen auf Verband und sind die Stossfugen der letztern durch ein untergeschraubtes Blech *b* verstärkt. Zur Querverbindung beider Stränge sind in Entfernungen von 1,57^m \square förmige Eisen *c* von 105^{mm} Höhe und 65^{mm} Breite mit an den Enden umgebogenen Flantschen (Fig. 19) zwischen die verticalen Schenkel der Unterschien angeschraubt.

Bei den beiden anfänglichen etwas abweichenden Constructionen bestehen die Unterschien aus gewöhnlichem gleichschenkligen Winkelleisen von 130 und 150^{mm} Breite, die Oberschien aus Feinkorneisen sind mittelst gewöhnlicher Schraubenbolzen zwischen den Unterschien befestigt. Die Querverbindungen bestehen theils aus Flacheisen von 75^{mm} Höhe und 11^{mm} Dicke, die mittelst an den beiden Enden angeschweisster T-Stücke in Entfernungen von 785^{mm} an die verticalen Schenkel der Unterschien angenietet sind, theils auch aus Doppel-T-Eisen von 131^{mm} Höhe, die in Entfernungen von 1,41^m unter die horizontalen Schenkel der Unterschien angenietet sind. Das ganze Gewicht der Construction mit breitem Unterschien beträgt pro Meter 354 Pfd. und der andern = 296 Pfd., das der Oberschiene allein pro Meter 37,43 Pfd.

An den drei (zwischen Braunschweig und Wolfenbüttel) ausgeführten Versuchsstrecken von 3450^m Gesamtlänge haben sich Uebelstände bis jetzt nicht gezeigt; ausser einem wiederholten Nachstopfen der Gleise sind Unterhaltungsarbeiten, mit Ausnahme der Auswechslung einiger (wahrscheinlich durch das Lochen des Steges veranlasster Brüche) von gussstählerner Oberschien nicht vorgekommen. Die Gleise haben durchweg eine befriedigende Lage behalten und genauen Beobachtungen zu Folge keine grössere Kosten für die Unterhaltung erfordert, als die Gleise gewöhnlicher Construction. Ein Einfluss des Frostes auf die Lage der Gleise, sowie ein starkes Rosten der Unterschien ist nicht beobachtet. Das Lösen der Schraubenbolzen, welche zur Befestigung der Oberschien auf den Unterschien dienen, ist nicht stärker aufgetreten, als bei den Laschenverbindungen gewöhnlicher Construction.

Nach den bisherigen Erfahrungen scheint der fest comprimirte Kiesrücken, welcher durch das fortwährende Unterstopfen direct unter der Basis der Schienengestänge gebildet wird, die Entwässerung der Bettung etwas zu hemmen und soll deshalb der Versuch gemacht werden, durch Einlegung von Röhren quer durch den Kiesrücken diesem Uebelstande abzuhelfen. Die letztern beiden Constructionen liegen in gerader Linie, die erstere zur Hälfte in einer Curve. Beim Legen dieser Curve ist die Beobachtung gemacht, dass es für die gute Ausführung und Erhaltung der Curve sich empfiehlt, nicht blos die Stösse der Ober- und Unterschien, sondern auch die Stösse der beiden Unterschien desselben Gestänges in Verband zu legen. Für starke Curven ist ein Biegen der einzelnen Theile bei der Fabrikation erforderlich.

Der Preis des vollständig fertigen Oberbaues nach der erstern Construction (excl. Bettung) beträgt pro laufenden Meter 15,66 Thlr. mit Oberschien von Gussstahl und 14,3 Thlr. mit Oberschien von Feinkorneisen, und das ganze Gewicht pro Meter ist = 300 Pfd.

B. System Köstlin & Battig (Fig. 20, Tafel XIV). Dasselbe ist auf der Württembergischen Staatsbahn auf eine Länge 2387^m (im Frühjahr 1867) zur Ausführung gekommen. Die beiden 6 Meter langen Unterschienien bestehen aus zwei ungleichschenkligen Winkleisen, deren kürzere Schenkel vertical stehen und am Ende mit einer Verstärkung nach Aussen versehen sind. Dieselben fassen die Fahrchiene zwischen sich und sind mit ihr mittelst Schrauben derart verbunden, dass die Fahrchiene mit ihrem Kopfe auf den verstärkten Enden der Winkelschiene aufsitzt und somit keinen Druck auf die Bolzen der Verbindungsschrauben ausübt. Die liegenden Schenkel der Unterschienien haben eine geneigte Lage um das Wasser besser abzuführen und durch das Eingreifen des Schotters einem Verrücken mehr vorzubeugen. Zur Querverbindung sind in Entfernungen von 2^m unter die Unterschienien T-Eisen (von 122^{mm} Breite, 470^{mm} Höhe), deren Enden einen Sattel bilden, geschraubt.

Bei einem Theil der obigen Versuchsstrecke sind ebenfalls in 2^m Entfernung stehende Flacheisen von 46^{mm} Breite und 14,3^{mm} Dicke, mit Flantschen an den Enden, an den aufrechtstehenden Theil der innern Winkelschiene angeschraubt. Ausserdem sind sattelförmige Unterlagsplatten aus 122^{mm} breitem und 70^{mm} hohem T-Eisen in Entfernungen von 2^m unter die Unterschienien angeschraubt.

Der Preis des vollständig fertigen Oberbaues, exel. Bettung, beträgt pro laufenden Meter 13,6 Thlr. (resp. 13 Thlr. bei der abgeänderten Construction)³⁷⁾ und das Gewicht = 272 resp. 260 Pfd. pro Meter, und zwar wiegt die Oberschiene pro Meter = 37,4 Pfd., jede Unterschiene = 40,4 Pfd. pro Meter, 1 Querverbindung = 32 Pfd., 1 Schraube zum Befestigen der Oberschiene = 0,74 Pfd., 1 desgl. für die Querverbindungen = 0,36 Pfd.

Die Probestrecke liegt in dem zweiten Gleis zwischen Aalen und Goldshöfe in einer Steigung von 1:100 mit Curven von 286,5^m Radius und 52^m Länge, sowie 859,5^m Radius auf 216,6^m Länge. Bei dem Legen dieses nicht mit der gehörigen Genauigkeit ausgeführten Oberbaues machte sich der Uebelstand bemerkbar, dass der Schienenstrang schwierig in die genaue Richtung zu bringen und darin zu erhalten ist, namentlich nächst den Uebergängen zwischen Geraden und Curven. Ausserdem zeigte sich eine mangelhafte Beweglichkeit bei der Dilatation; auch sind bereits 28 Stück Verbindungsschrauben abgesprungen. Im Princip steht indess die Köstlin'sche Construction der Schreffler'schen nicht nach.

C. Construction der Hannoverschen Staatsbahn (Fig. 21 und 22, Tafel XIV). Nach dieser wurde in gerader, zweigleisiger, freier Bahn zwischen Göttingen und Bovenden (1866) eine 1500^m lange Gleisstrecke ausgeführt. Die Unterschienien bestehen aus 6^m langen Winkleisen mit 165^{mm} hohem verticalen und 140^{mm} breitem untern Schenkel, der mit dem erstern einen stumpfen Winkel bildet, so dass die untern Schenkel der beiden zusammengehörigen Winkel einen hohlen Raum von 314^{mm} Breite und 68^{mm} Höhe begrenzen. Zur Verstärkung der Unterschienien und um eine Längenverschiebung zu verhüten, sind in ihrer Mitte Sättel aus gebogenen T-Stücken *a* untergenietet, und sind die Stösse der Unterschienien durch gebogene Flacheisen mit aufgenieteten Winkleisen verlascht. Die Oberschiene und verticalen Schenkel der Unterschienien haben eine ähnliche Form wie bei dem Scheffler'schen und Köstlin-Battig'schen System. Zur Befestigung der Oberschiene an den Unterschienien dienen 22^{mm} starke runde Schraubenbolzen *b* und Keilschrauben *c*, die mit erstern in Abständen von 500^{mm} abwechseln. Auf eine Schienenlänge (von 6^m) sind 2 Querverbindungen *d* aus Flacheisen mit an den beiden Enden angeschweisstem T-förmigen Stücke angeschraubt.

³⁷⁾ Es ist indess dieser hohe Preis zum Theil in localen Verhältnissen begründet.

Der Preis dieses Oberbaues stellt sich excl. Bettung und Verlegen pro laufenden Meter auf 16 Thlr. mit Oberschienen aus Feinkorneisen, und 18 Thlr. mit Oberschienen von Gussstahl; das Gesamtgewicht pro Meter beträgt 336 Pfd.

Dieser Oberbau hat bei höherer Temperatur durch die mangelhaften Längenausdehnungen Ausbiegungen nach der Seite gezeigt, das Gleis lag daher im Sommer sehr schlecht. Die Oberschienen von Gussstahl sind mehrfach zerbrochen, vier Schienen sind ein Mal, vier Schienen zwei Mal und eine ist drei Mal zerbrochen und zwar meist an den rechteckigen Keillöchern. Bei den Oberschienen aus Feinkorneisen sind zwar keine Brüche vorgekommen, doch zeigen sie mehrfach kleine Verticalrisse. Ferner sind während der Zeit des Betriebes zwei Querverbindungen zerbrochen und ausgewechselt. Im Uebrigen hat sich der eiserne Oberbau gut gehalten.

D. System Daelen (Fig. 23—25 auf Tafel XIV). Diese Construction von dem Oberingenieur R. Daelen in Hörde kam im Frühjahr 1868 bei dem zweiten Gleise zwischen Kreiensen und Holzminden auf eine Länge von 19600^m zur Ausführung, wobei Steigungen im Maximum von 1:80 und Curven von 550^m Radius vorkommen. Die beiden Unterschienenschenkel bestehen aus Winkelleisen von 130^{mm} breiten Schenkeln, deren Winkel 96° beträgt; der Zwischenraum zwischen beiden Winkelschienen ist = 36^{mm}. Die Oberschiene liegt mit dem Steg dazwischen und hat an beiden Seiten desselben eine angewalzte Nuth, in die entsprechend angewalzte Rippen an der innern Seite der verticalen Schenkel der Unterschienenschenkel eingreifen und neben der sichern Auflage der Oberschiene eine einfache und solide Befestigung mittelst an den verticalen Schenkeln unterhalb der Oberschiene durchgehender Keilbolzen *a* ermöglichen. Zur Begrenzung der Entfernung beider Winkelschienen ist zwischen jedem Verbindungsbolzen nach unten noch ein Stehbolzen *b* mit Hülsen angebracht. Unter jedem Stosse der Unterschienenschenkel sind 370^{mm} lange Unterstüßungsplatten von Blech *c* mittelst acht Schraubenbolzen befestigt. Zur Verhinderung der Längenschiebung der Oberschienen sind an den Enden unterhalb am Stege Auskerbungen angebracht (Fig. 24), in welche der etwas höher sitzende Keilbolzen *a* eingreift. Auf eine Schienenlänge sind vier Querverbindungen von 100^{mm} breitem Winkelleisen mit angeschweissten Endlappen *d* mittelst der Keilbolzen *a* und gewöhnlicher Schraubenbolzen *e* an den verticalen Schenkeln der Unterschienenschenkel befestigt.

Der Preis des fertigen Oberbaues beträgt pro Meter excl. Legen 13,44 Thlr. mit Gussstahlüberschiene und 12,81 Thlr. mit Oberschiene von Feinkorneisen, das Gesamtgewicht ist pro Meter = 271 Pfd. und die Oberschiene allein wiegt 36,5 Pfd.

Dieser Oberbau befährt sich ausserordentlich sanft und ruhig und hat sich bis jetzt in allen Theilen vorzüglich bewährt.

E. System Paulus. Dasselbe ist nur auf einer ganz kurzen Probestrecke von 19,92^m im Bahnhofshauptgleise zu Graz (Oesterreichische Südbahn) zur Anwendung gekommen und ist zum grössten Theil aus alten breitbasigen Schienen zusammengefügt, indem zwei soleher flach liegende Schienen die Unterschienenschenkel bilden, deren Füße die zum Einlegen der T-förmigen Oberschiene dienende Rinne bilden. Letztere ist aus Bessemerstahl gewalzt und wird durch Schraubenbolzen mit den verticalen Füßen der alten Schienen verschraubt. Die Querverbindungen sind durch auf den Kopf gestellte alte Schienen hergestellt, deren Füße mit den Stegen der flachliegenden Unterschienenschenkel durch Schraubenbolzen verbunden sind.

Das Gesamtgewicht dieses Oberbaues pro Meter beträgt 281 Pfd. und das Gewicht der Oberschiene allein 60,7 Pfd.; der Preis berechnete sich excl. Bettung 8,06 Thlr., wobei der Centner alte Schienen zu 1 Thlr. 12½ Sgr. angenommen ist.

Diese kurze Versuchsstrecke hat sich bis jetzt gut bewährt, selbst die Schrauben-

holzen waren nicht nachzuziehen. Ausser dem anfänglichen Nachstopfen von Kies war keine Nachhilfe nöthig. Wegen mangelhaften Materials mussten aber drei Oberschienen ausgewechselt werden.

§. 23. *Schlussbemerkungen.* — So wichtig auch die Ergebnisse sind, welche durch die vielfachen Versuche mit dem eisernen Oberbau in den letzten Jahren erlangt wurden, — indem jetzt schon mehrere Constructionen vorliegen, die hinsichtlich der Genauigkeit in der Ausführung, der Dauerhaftigkeit, der Sicherheit und der Annehmlichkeit beim Befahren alle bisherigen Oberbauconstructionen mit hölzernen oder steinernen Unterlagen weit übertreffen und dabei auch schon bei der ersten Anlage nicht wesentlich theurer, ja zum Theil selbst billiger als diese letztern ältern Oberbaue kommen, so dass mit Sicherheit angenommen werden kann: die solideren Eisenconstructionen werden nach und nach auch in diesem Zweige des Bahnbaues die Oberhand gewinnen, — so sind die bisherigen Erfahrungen doch noch nicht ausreichend, um das eine oder andere System vorzugsweise zur Anwendung zu empfehlen. Aus diesem Grunde wurde bei der Ende September 1868 in München abgehaltenen Eisenbahn-Techniker-Versammlung, woselbst auch die meisten der vorstehend beschriebenen Versuche mit dem ganz eisernen Oberbau besprochen wurden, folgender Beschluss gefasst:

»Die vorliegenden Erfahrungen über das Verhalten des eisernen Oberbaues sind noch nicht geeignet, dem einen System vor dem andern einen entschiedenen Vorzug zuzusprechen, es muss vielmehr eine weitere Fortsetzung der Versuche dringend empfohlen werden.«

Soviel scheint festzustehen, dass von den verschiedenen, oben beschriebenen eisernen Oberbauen, die vorzugsweise in Deutschland cultivirten eisernen Langschwellsysteme als die rationellsten bezeichnet werden können und unter diesen werden wahrscheinlich nur die bereits am meisten ausgebildeten Constructionen (namentlich die von Hartwich, Hilf und Daelen) für die nächste Zeit in Concurrenz treten können; während von den besonders in Frankreich vielfach versuchten eisernen Querschwellsystemen unstreitig das Vautherin'sche System den Vorzug verdient und unter gewissen Umständen z. B. beim Legen des Oberbaues bei noch nicht consolidirten Dämmen, oder zum Ersatz der abgängigen Holzschwellen bei der noch guten Beschaffenheit der gewöhnlichen Bahnschienen dem eisernen Langschwellsystem vorzuziehen sein wird. Dagegen werden die vorzugsweise von den englischen Ingenieuren construirten und empfohlenen eisernen Einzelunterlagen, die Systeme von Greave und Griffin, bei besonders schlechtem Bettungsmaterial in tropischen Gegenden wahrscheinlich mit Vortheil anzuwenden sein, im Uebrigen aber nicht mit den besseren eisernen Quer- und Langschwellsystemen in Concurrenz treten können.

Literatur.³⁸⁾

a. Ueber Schienenformen.

Zweitheilige Bahnschienen. Pol. Centralbl. 1852 S. 1113.

Clauss, über die zweckmässigste Form der Lauffläche der Schienen. Scheffler's Organ 1863 S. 279.

Coste, Léon, über die Form der Schienen. Journ. de l'industr. No. 4. p. 187—196; Pol. Centralbl. 1836 S. 690—93.

³⁸⁾ Da die Literatur über Eisenbahnoberbau ausserordentlich reichhaltig ist, viele der betreffenden Artikel aber sich auf blosse Projecte und auf veraltete Constructionen beziehen, so führen wir nachstehend ausser den in den Anmerkungen bereits genannten Titeln nur die folgenden bemerkenswertheren Artikel an.

- Crelle, A. C., über verschiedene Arten von Eisenbahnschienen und deren Fundamentirung. Journ. f. d. Bauk. 1837. Dingler's polyt. Journ. 68. Bd. S. 11. Pol. Centralbl. 1838 S. 184—92.
- * Daelen, R., Beitrag zur Feststellung einer zweckmässigen Bahnschienenform und deren Verbindung an den Stössen. Eisenbahnzeitung 1850 S. 209; Polyt. Centralbl. 1851 S. 133.
- Einfluss der Form der Schiene und des Radreifens auf die Wirkung der Centrifugalkraft gegen einen in einer Curve laufenden Eisenbahnwagen. Eisenbahnzeit. 1849 S. 259, 298.
- Ueber zwei- und dreitheilige Eisenbahnschienen. (Patent compound Rail.) Zeitschr. des österr. Ingen.-Ver. 1852 S. 122, 137; Polyt. Centralbl. 1852 S. 1113, 14.
- Symmetrische Eisenbahnschienen mit gewalzten Winkellaschen und Mittelstählen. Erbkam's Zeitschr. 1856 S. 409—13; Heusinger v. W., Organ 1856 S. 58—63.
- Form der Schienenköpfe. Zeit. des Vereins deutscher Eisen.-Verw. 1862 S. 881.
- Hager, über endlose Schienen in den vereinigten Staaten. Dingler's pol. Journ. 145. Bd. S. 241.
- * Heusinger v. Waldegg, die neuesten Oberbau-Constructionen der dem Vereine deutscher Eisenbahn-Verwaltungen angehörenden Eisenbahnen. Nach officiellen Angaben zusammengestellt auch u. d. Titel: Organ etc. II. Supplem. gr. 4. mit 79 Taf. Zeichnungen. Wiesbaden 1867.
- G. Krauss, Eisenbahnschienen und rollende Reibung, mit Abb. Organ f. Eisenb.-W. 1866 S. 56.
- Profile der Schienen und deren Verbindung für die Schweizerische Nordost- und die Schweizerische Südostbahn, mit Bezug auf ihre Gewichte vergleichend zusammengestellt. Heusinger v. W., Organ 1855 S. 33.
- Die Schienen der österreichischen Eisenbahnen. Zeitschr. des österr. Ingen.-Vereins 1849 S. 193—199, 201—208, 1850 S. 11—16.
- * Die Wahl der Schienenform für die k. preuss. Ostbahn. Eisenbahnzeitg. 1850 S. 73, 74. Polyt. Centralbl. 1850 S. 1367.
- Auszug aus dem Promemoria über die Constructionen eines neuen Schienenprofils für die Köln-Mindner Eisenbahn; Eisenbahnzeit. 1853 S. 117; Pol. Centralbl. 1853. S. 1101.
- * Weishaupt, das neue Schienenprofil der Niederschles.-Märkischen Eisenbahn. Zeitschrift f. Bauwesen 1851 S. 160—161.
- * Wöhler, A., über den Einfluss der Form des Schienenkopfs und der Radreifens auf deren gegenseitige Abnützung und auf die Bewegung der Eisenbahnfahrzeuge. Erbkam's Zeitschr. 1859 S. 359; Pol. Centralbl. 1859 S. 1319.

b. Ueber stählerne Schienen.

- Bessemer'schienen und die Verwendung des Bessemerstahles in der Eisenbahntechnik. Zeit. des Ver. deutscher Eisenb.-Verw. 1865 S. 257.
- Bessemer'schienen, Anwendung derselben auf englischen Eisenbahnen. Organ f. Eisenb.-W. 1866 S. 529. Zeit. d. Vereins deutscher Ingen. 1866 S. 185.
- Eisenbahnschienen von Bessemerstahl. Organ f. Eisenb.-W. 1865 S. 217.
- Eisenbahnschienen aus Bessemerstahl in Oesterreich. Organ f. Eisenbahn-W. 1867 S. 24. Dingler's Polyt. Journ. 181. Bd. S. 74.
- Ueber die Anwendung gussstählerner Eisenbahnschienen. Zeitschr. des Oesterr. Ingen.-Ver. 1858 4. Heft. Scheffler's Organ 1859 S. 256—260.
- Eisenbahnschienen mit Stahlkappe und verbessertem Nagel, mit Abb. Organ f. Eisenb.-W. 1865 S. 72. Scientific American 1864.
- Jackson; Gebr., über die Anwendung gussstählerner Eisenbahnschienen. Génie industr. Dec. 1857 p. 304; Pol. Centralbl. 1858 S. 312.
- * Profil, das neue österreichische für Eisenbahnschienen aus Bessemer-Stahl. Zeit. des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1865 S. 353.
- * A. Prokesch, über die vortheilhafte Verwendung der Stahlschienen für den Oberbau der Eisenbahnen. Organ f. Eisenb.-W. 1866 S. 169.
- * Schienen mit Bessemerstahlköpfen auf der österr. Südbahn. Organ f. Eisenb.-W. 1867 S. 25.
- Schienen aus Bessemerstahl in Amerika. Zeit. d. Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1866 S. 104.
- Schienen aus Bessemerstahl. Dauerhaftigkeit derselben. Zeit. d. Vereins deutscher Eisenbahn-Verw. 1856 S. 313.
- * Schwarz, der Stahlschienenoberbau der Kaiser-Ferdinands-Nordbahn. Geschichtlicher Ueberblick der stufenweisen Entwicklung des Oberbaues dieser Bahn von der Zeit der Erbauung bis zum gegenwärtigen Standpunkt, mit Abb. Organ f. Eisenb.-W. 1867 S. 26. Zeitschr. d. österr. Ingenieur- u. Archit.-Ver. 1866 S. 135.
- Verwendung des Bessemerstahls zu den Schienenköpfen der Oesterr. Südbahn. Zeitung des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1866 S. 445.
- Strecker, über Gussstahl-Schienen. Zeit. des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1864 S. 266.
- Titan-Eisenbahnschienen. Organ f. Eisenb.-W. 1866 S. 128. Builder, 6. Mai 1865.

c. Ueber Oberbau mit breitbasigen und Stuhlschienen.

- Beil, J. A., über Cubitt's Verbesserungen in der Construction des Oberbaues der South-Eastern-Bahn zwischen London und Dover. Verhandl. des Vereins zur Bef. des Gewerbl. in Preussen 1844 S. 118—124 u. Polyt. Centralbl. 1844. 4. Bd. S. 294—302.
- Clauss, Oberbau auf englischen Eisenbahnen. Scheffler's Organ 1862 S. 264.
- Neue Construction von Schienenprofilen. Organ f. Eisenb.-W. 1864 S. 61. mit Abb.
- Eisenschienen, Ausbreitung des Systems der breitbasigen. Zeit. des deutschen Eisenb.-Vereins 1861 S. 156.
- La Chatelier, über den Oberbau auf den englischen Eisenbahnen bis zum Jahr 1851. Annales des mines T. I. 1852; Notizbl. des Hannov. Archit.-Vereins II. Bd. S. 21; Heusinger v. W., Organ 1853 S. 16.
- Liegen die englischen Eisenbahnen besser als die des Continents und namentlich die deutschen? Zeit. des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1863 S. 521.
- * Malberg, das Gestänge der schlesischen Gebirgseisenbahn, mit Abb. Organ f. Eisenb.-W. 1865. S. 213. Erbkam's Zeitschr. f. Bauwesen 1865 S. 127.
- Oberbau der Bahn von Palencia nach Ponferrada. Organ f. Eisenb.-W. 1867 S. 150. Revista de obras publicas 1865 No. 4. Zeitschr. d. hannov. Archit.- u. Ingen.-Vereins 1866 S. 116.
- Der Oberbau der Eisenbahn von Rugby nach Leamington. Heusinger v. W. Organ 1849 S. 64—71.
- Oberbau der Preussischen Ostbahn. Organ f. Eisenb.-W. 1866 S. 223. Jahresh. über d. Verw. der Ostbahn 1865 S. 4 u. 20.
- * Oberbausystem für die französischen Orleans-Centralbahnen. Zeitschr. des Hannov. Archit.- u. Ingen.-Vereins 1861 S. 128; Scheffler's Organ 1862 S. 128.
- Oraviezza-Steierdorfer Gebirgsbahn, Oberbau derselben, mit Abb. Organ f. Eisenb.-W. 1866 S. 66. Zeitschr. d. österr. Ingen.- u. Archit.-Vereins 1865 S. 208.
- Tellkamp, Oberbau der holsteinischen Eisenbahnen mit Abb. Organ f. Eisenb.-W. 1865 S. 240.
- Vignoles, Charles, über den Oberbau der Eisenbahnen. Mech. Mag. 1837 No. 700 p. 257—61; Pol. Centralbl. 1837 S. 337—39.
- Oscar Vug, über den Umbau der Strecke von 3½ Zoll hohen 18flüssigen Schienen zu 5 Zoll hohen 21flüssigen Schienen mit Schwebestoss. Organ f. Eisenb.-W. 1867 S. 156.

d. Ueber Stossverbindungen, Laschen und schwebende Stösse.

- Henz, Stossverbindung beim Oberbau der westphälischen Eisenbahn. Eisenbahnzeit. 1851 S. 53; Pol. Centralbl. 1851 S. 648.
- Heusinger v. Waldegg, über verschiedene neue Stossverbindungen der Schienen. Organ f. die Fortschr. des Eisenbahnw. 1852 S. 174—177 u. 204—209; Pol. Centralbl. 1853 S. 131 u. 726.
- Keeling's, Laschenverbindung (durch Vernietung). Nouv. Annales de la construct. 1857. Decbr.
- Kirchweyer, Stossverbindungen, Weichen und Signale der amerikanischen Eisenbahnen, mit Abb. Organ f. Eisenb.-W. 1867 S. 20.
- * C. Koepké, über Stossverb. der Schienenestänge. Organ f. Eisenb.-W. 1864 S. 2, mit Abb.
- Kranke, Bemerkung über die Schienenstossverbindung der Hannoverschen Eisenbahnen. Notizbl. des Hannov. Archit.-Vereins II. Bd. S. 389. Pol. Centralbl. 1853 S. 732.
- Die Laschenverbindung der Schienen auf der Köln-Mindener, Düsseldorf-Elberfelder und Westphälischen Eisenbahn. Heusinger v. W. Organ 1851 S. 153—155.
- Laschenschrauben, Befestigung derselben mit Stiften und Differenzialbewegung, mit Abb. Organ f. Eisenb.-W. 1867 S. 203. Portefeuille écon. des machines. Avril 1867 p. 51.
- Malberg, über Laschenverbindungen der Eisenbahnschienen in den Stössen und Verwendung von Stahl zu denselben. Erbkam's Zeitschr. f. Bauwes. 1853 S. 109.
- Paget's-Methode, um das Loswerden von Schraubenmutter, Laschenbolzen etc. zu verhindern, mit Abb. Mech. Magaz., Mai 18. 1866 p. 310. Organ f. Eisenb.-W. 1867 S. 23.
- Notiz über Puddelstahl-Laschen von der Köln-Mindener Bahn. Heusinger v. W. Organ 1855 S. 110.
- Richardson's Laschenverbindung. Nouv. Annales de la construction 1857 Decbr.
- Rührig, E., Notiz über die Schienenstossverbindung durch Laschen. Notizbl. des Hannov. Archit.-Vereins III. Bd. S. 245; Polyt. Centralbl. 1854 S. 275.
- Schwebende Stossverbindung der Schienen auf der Altona-Kieler Bahn. Zeit. des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1864 S. 341.
- Schwebende Stossverbindung der Schienen auf der Leipzig-Dresdener Bahn. Zeit. des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1864 S. 298.
- Seidler, Schwebende Stossverbindung der Schienen (auf der Nordtiroler Linie nicht bewährt). Zeit. des Ver. deutscher Eisenb.-Verw. 1864 S. 452.
- Stossverbindung, schwebende, auf der Leipzig-Dresdener u. Altona-Kieler Bahn. Organ f. Eisenb.-W. 1864. S. 206.

- Stossverbindung der Schienen mittelst Seitenlaschen auf der Köln-Mindener Bahn. Heusinger v. Waldegg, Organ 1851 S. 19, 20; Polytechn. Centralbl. 1851 S. 649.
- Strauch, Laschenschrauben. Organ f. Eisenb.-W. 1864 S. 38. Mit Abb. Polytechn. Centralbl. 1862 S. 500.
- Stuhllaschen bei dem Oberbau der französischen Bahnen, mit Abb. Organ f. Eisenb.-W. 1866 S. 25. Ch. Goschler, Traité prat. de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer. Paris 1865 T. I p. 327 et 336.
- Tauberth's, V., patentirte Schienenkupplung. Heusinger v. W. Organ 1. Bd. S. 198, 199. Eisenbahnzeit. 1846 S. 112, 113.
- Verhinderung des Losgehens der Schraubenmutter an der Laschenverbindung. Zeit. des deutschen Eisenb.-Ver. 1861 S. 329.
- Wild, Ch. H., über Schienenstossverbindung durch Laschen. London Journ. March. 1854 p. 179; Polytechn. Centralbl. 1854 S. 1173.
- With, Emile, Recherches sur les rails (über Laschenverbindungen). Journ. des chem. de fer. 1854 p. 535—537.

e. Ueber Schienenstühle und Befestigungsmittel der Schienen.

- Barberot und Freret's neues System von Schienenhaltern. Baier. Kunst- u. Gewerbebl. 1858. S. 140.
- Befestigung der plattförmigen Schienen mit Schraubennägeln. Zeitschr. des österr. Ingen.-Vereins 1849 No. 16; Polytechn. Centralbl. 1850 S. 198—200; Heusinger v. W. Organ 1850 S. 18, 19.
- Chairsnägel, hölzerne. Organ f. Eisenb.-W. 1864 S. 73, mit Abb. Zeitschr. des österr. Ingenieurvereins 1863 S. 135.
- M'Conochie's, J., verbesserte Schienenstühle. Civ.-Engin. a Arch.-Journ. Apr. 1853 S. 145; Heusinger v. W. Organ 1853 S. 231.
- M'Conochie's Stühlchen. Mechan. mag. V. 58. p. 222. — London Journ. C. S. V. 42. p. 295. — Civil eng. 1853. p. 145.
- Cubitt's Verbesserungen im Bau der Eisenbahnen (Stühle, Bolzen, Nägel). Dingler's pol. Journ. 89. Bd. S. 81. — Hessler's Jahrb. 1843 S. 77.
- Desbrière's Nagelung der Schwellen. Annales des mines 1863 S. 147. Zeit. des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1864 S. 143 u. 223.
- Desbrière, über die Anwendung gusseiserner Ringe bei der Befestigung der breitbasigen Eisenbahnschienen. Organ f. Eisenb.-W. 1864 S. 112, m. Abb.
- *Funk, A., über die Haltkraft der Schienennägel. Zeitschr. des Hannov. Archit.- und Ingen.-Vereins 1860 S. 41. Scheffler's Organ 1860 S. 275—82. Pol. Centralbl. 1860 S. 873.
- Ueber die Haltkraft der Schienennägel. Versuche gegen das Ausziehen derselben. Zeitschr. des Hannov. Archit.- u. Ingen.-Vereins 1860 Heft 1. Zeit. d. deutschen Eisenb.-Vereins 1861 S. 272.
- Harrison's, John, Maschine zum Bearbeiten von Holznägeln für Schienenstühle. Mech. Magaz. 1843 XXXIX p. 33. Polytechn. Centralbl. 1849 S. 1245.
- May, Ch. und P. Prince, die Herstellung hohler Nägel. Pol. Centralbl. 1855. Scheffler's Organ 1856 S. 264—66.
- Moschitz, Schraubennägel-Fabrikation für Eisenbahnen. Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen 1855 No. 46; Dingler's Journal 139. Bd. S. 245.
- Beschreibung der Nagelwalzen zum Anfertigen von Schienenkloben. Von H. Wies u. A. Gradmann. Bayer. Kunst- u. Gewerbebl. 1854 S. 577; Heusinger v. W. Organ 1855 S. 24.
- Rank's Eisenbahn-Chair mit Abb. Organ f. Eisenb.-W. 1865 S. 73. Scientific American 1864.
- Ransome's hölzerne Schienennägel. Organ f. Eisenb.-W. 1865 S. 74. Engineer Aug. 5 1864.

f. Ueber Steinunterlagen.

- *Buresch, über Bahnoberbau. Organ f. Eisenb.-W. 1864 S. 29, 52, 152 u. 251, mit Abb.
- Chevreusse und Bouvert's künstliche Steine als Ersatzmittel des Eichenholzes beim Eisenbahnbau. Comptes rendus. Juli 1848 No. 4. Heusinger v. Waldegg Organ 1848 S. 148.
- Erfahrungen mit dem Oberbau der Taunusbahn. Organ f. die Fortschr. des Eisenb.-W. 1854 S. 131
- Heusinger v. Waldegg, Edm., u. Pet. Anger, Beobachtungen und Erfahrungen über Stein- und Holzunterlagen bei der Taunusbahn, sowie Beschreibung der Construction u. Ausführung des Oberbaues dieser Bahn. Heusinger v. W. Organ 1. Bd. S. 107—118.
- Heusinger v. Waldegg, über die Steinunterlagen bei der Taunusbahn. Organ f. Eisenbahnw. 1852 S. 208, 209.
- Hunt, Maschine, Steinblöcke für die Bahnen zu bearbeiten. Meg. magaz. Vol. 29 p. 258.
- Kullmann, über d. ausgedehntere Anwendung d. Steinwürfel-Unterlagen. Scheffler's Organ 1858 S. 15.
- *Referat über A. No. 8 von der Dresdener Technikerversammlung in den »Fortschritten der Technik«. Wiesbaden 1866.

- Der Steinwürfel-Unterbau auf den königl. bayerischen Staatsbahnen. Zeit. des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1863 S. 677.
- Wernher, über das Verhalten des Steinwürfel-Fundamentes auf der Taunusbahn, mit Abb. Organ f. Eisenb.-W. 1867 S. 185.

g. Ueber Holzschwellen im Allgemeinen und Oberbau mit hölzernen Langschwellen.

- Constructionssystem beim Legen des zweiten Geleises auf der Baltimore-Ohio-Bahn. Förster's Bauzeit. 1841 S. 152—53. Pol. Centralbl. 1842 S. 234. 35.
- Ueber Brückschienen und die Art der Ausführung des Oberbaues nach diesem System auf verschiedenen Bahnen. Heusinger v. Waldegg, Organ 1848 S. 35—38 u. 72—74.
- Brunel's Bericht über den Oberbau der Great-Western-Bahn. Nach Civ. Eng. a. Arch. Journ. in Dinger's Journ. 69. Bd. S. 81—83; 70. Bd. S. 266—75; Pol. Centralbl. 1838 S. 1039—42; 1839 S. 70—76.
- Eisenbahnschwellen in Ostindien. Organ f. Eisenb.-W. 1865 S. 217. Romberg's Zeitschrift f. practische Baukunst 1864 S. 295. Zeit. des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1865 S. 111.
- Ueber Eisenbahn-Systeme mit hölzernen Längsbalken als Unterlage (var. coll. von Vignoles, Parkins, Curtis, Jopling, Thorold). Mech. magaz. Vol. 26 p. 258. 290, 300, 329, 376; Dinger's polyt. Journ. 64. Bd. S. 1—12.
- Construction des Oberbaues der Great-Western-Eisenbahn. Civ., Eng. a. Arch. Journ. Febr. 1838 p. 105; Dingl. Journ. 68. Bd. S. 339. 40; Pol. Centralbl. 1838 S. 784—86.
- Laignel, über die Unterstüzung der Schienenstühle durch Längenschwellen. Förster's Bauzeit. Ephem. 1848 S. 115. Bullet. de la société d'encour. 1846 p. 484.
- Niensen, John, Beschreibung des Oberbaues eines Theils der Baltimore-Ohio-Eisenbahn zwischen Harpers-Ferry und Cumberland. Förster's allgem. Bauzeit. 1843 S. 31—34 u. Polyt. Centralbl. 1843. 1 Bd. S. 527—535.
- Oberbau, Richtige Zeit zur Fällung des Holzes zu demselben. Zeit. des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1864 S. 397.
- Eigenthümlicher hölzerner Oberbau der Verbindungsbahn in Paris. Zeitschr. f. Bauwesen 1854 S. 539; Heusinger v. W. Organ 1855 S. 66.
- Pouillet's Oberbausystem für Eisenbahnen. Heusinger v. W. Organ 1852 S. 222. Bulletin de la soc. d'enc. 1851. Juin p. 306; Polyt. Centralbl. 1852 S. 549. 50.
- Schwellen von Rothbuchen. Zeit. des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1867 S. 635.
- Seaton's Eisenbahnschwellen mit dreiseitigem Querschnitt. Notizbl. zu Förster's Bauzeit. 1856. S. 28. Polyt. Centralbl. 1857 S. 507.
- W. Seaton's, neues Oberbausystem. Organ f. Eisenb.-W. 1864 S. 73, mit Abb. Zeitschr. des österreichischen Ingenieurvereins 1863 S. 157.

h. Ueber ganz eiserne Oberbaue.

- Eiserne Bahnschwellen (aus Doppel-T-Eisen in Belgien). Zeit. des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1864 S. 266.
- Barlow's, W. H., schmiedeeiserner Bahnoberbau auf der Hauptlinie der North-Midland-Eisenbahn. The Civ. Engin. and Arch.-Journ. 1850 June, p. 204; Heusinger v. W. Organ 1851 S. 51, Polyt. Centralbl. 1851 S. 131. 32.
- Barlow's, W., Eisenbahnoberbau. Förster's Bauzeit. 1853 S. 136; Eisenbahnzeit. 1853 S. 23.
- Barlow's Eisenbahn-Oberbausystem. Zeit. d. Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1863 S. 257, 297 u. 310.
- Barlow's, P. W. u. W. H., Verbesserungen in dem Oberbau von Eisenbahnen. Rep. of pat. ind. 1850. Nov. p. 278; Polyt. Centralbl. 1851 S. 129—131.
- *Buresch, Oberbau, mit Abb. Organ f. Eisenb.-W. 1865 S. 49.
- Couche, Urtheile über die Barlow-Schiene. Zeit. des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1863 S. 383.
- Daelen, R., Beitrag zu den Entwürfen eines eisernen Oberbaues für Eisenbahnen. Mit Abb. Scheffler's Organ 1864 S. 189.
- Daelen's eisernes Oberbausystem, mit Abb. Organ f. Eisenb.-W. 1867 S. 254. Engineering 1867 S. 120.
- Greave's schalenförmige gusseiserne Unterlagen für Eisenbahnschienen. Mining-Journal 1851. No. 845 p. 531; Heusinger v. W. Organ 1852 S. 188; Polyt. Centralbl. 1852 S. 795.
- Greave's schalenförmige gusseiserne Unterlagen für Eisenbahnschienen, in Anwendung bei dem Oberbau der ägyptischen Eisenbahn. Heusinger v. W. Organ 1853 S. 245 u. 25.
- Gusseiserne Schienen-Unterlagen, über die Anordnung derselben in Indien. Organ f. Eisenb.-W. 1867 S. 252. Engineering 1867, S. 73.

- Goldschmidt, Th. v., die eisernen Oberbau-Systeme auf der Pariser Ausstellung von 1867, im officiellen Oesterreich. Ausstellungsberichte. 2. Lief. S. 93.
- Hartwich-Schiene, eiserner Oberbau mit der 11" hohen Schiene auf der Rheinischen Eisenbahn, mit Abb. Organ f. Eisenb.-W. 1866 S. 123. Ed. Maurer, die Formen der Walkkunst, S. 152.
- Hartwich's eiserner Oberbau mit der 11 Zoll hohen Schiene. Zeit. des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1866 S. 14, 28 u. 265.
- *Hartwich's eiserner Oberbau ohne Schwellen mit 9 Zoll hohen Schienen, mit Abb. Organ f. Eisenb.-W. 1867 S. 229.
- Heusinger v. Waldegg, über die seitherigen Bestrebungen, die hölzernen Unterlagen bei dem Eisenbahn-Oberbau zu beseitigen und den Schienenstoss auszugleichen. Zeit. des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1862 S. 701.
- Heusinger v. Waldegg's, E., eiserner Oberbau ohne Schwellen. Zeit. des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1862 S. 861.
- Heusinger v. Waldegg, E., die eiserne Eisenbahn. gr. 4. mit 12 Taf. Zeichnung. Hannover 1863.
- Hoffmann's neuerfundenes Eisenbahnprincip mit Ersetzung des Holzunterbaues durch gewalztes Eisen. Eisenbahnzeit. 1854 S. 207.
- Jordan's Oberbau-System ohne Holz mit dreitheiligen Schienen. Zeit. des Vereins deutscher Eisenbahn.-Verw. 1863 S. 145.
- Jordan's, W., Oberbausystem ohne Holz mit dreitheiligen Schienen. Zeit. des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1863 S. 389.
- Küstlin und Battig's Oberbausystem in Württemberg bewährt. Zeit. des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1867 S. 198.
- Küstlin, A., u. A. Battig's Eisenbahnoberbau ohne Holz. Zeitschr. des österr. Ing.-Vereins 1862 S. 155. Polyt. Centralbl. 1862 S. 1393. Zeit. des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1863 S. 1.
- Küstlin und Battig, Ueber die Verwendung doppelköpfiger Schienen beim ganz eisernen Oberbau. Zeitschr. des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1863 S. 337.
- Leerenier's Querschwellen von Eisenblech. Zeitschr. d. Hannov. Arch.- und Ingen.-Vereins 1867 S. 117; Revista de obras publicas 1865, No. 5; Organ f. Eisenb.-W. 1867 S. 159.
- Nördlinger, W., Ersetzung der Holzschwellen durch gusseis. Stuhlplatten. Eisenbahnzeit. 1851 S. 13.
- Nördlinger, W., das Geleisesystem der französischen Midibahn (System Brunnel und Barlow) Zeitschr. des Hannov. Archit.- und Ingen.-Vereins 1855 S. 217; Heusinger v. W. Organ 1855 S. 100; Polyt. Centralbl. 1856 S. 65 und 437.
- Eiserner Oberbau ohne Querschwellen. Zeit. des Vereins deutsch. Eisenb.-Verw. 1866 S. 247 u. 691.
- Oberbau, neuer eiserner auf eisernen Querschwellen. Organ f. Eisenb.-W. 1864 S. 72, mit Abb.; Annales du Génie civil, Juli 1863 p. 181.
- Eiserner Oberbau, Versuche mit demselben auf der Paris-Lyon-Mittelmeer-Eisenbahn, m. Abb. Organ f. Eisenb.-W. 1867 S. 22. Goschler, Traité prat. de l'entretien des chemins de fer. Tome II p. 501.
- Paulus' eiserner Oberbau. Zeitschr. des Oesterr. Ing.- und Archit.-Vereins 1866 Heft IV. Zeit. des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1866 S. 302 u. S. 116 und 1867 S. 182.
- Pini, über einen eisernen Oberbau für Eisenbahnen vom Oberingenieur A. Küstlin. Mit Abbild. Scheffler's Organ 1863 S. 74.
- *Scheffler, Dr. H., über einen eisernen Oberbau. Scheffler's Organ 1862 S. 1.
- Th. Steinmann's Oberbausystem mit Schwellen von Walzeisen und breitbasigen Schienen, mit Abb. Organ f. Eisenb.-W. 1867 S. 202. Zeitschr. d. österr. Ing.- u. Archit.-Vereins 1866 S. 133.
- Vauvillier's Bericht über das von Bessas-Lamézie u. Henry angegebene System von gusseisernen Schienenstählen mit Schmiedeeisenverbindung, das die hölzernen Querschwellen bei Eisenbahnen ersetzen soll. Bull. de la Soc. d'Encour. Nov. 1846 S. 585 ff.; und Heusinger v. W. Organ 2. Bd. S. 70—73. Dingler's polyt. Journ. 103. Bd. S. 241.
- Vorschlag, die ausrangirten Eisenbahnschienen als Schwellen zu benutzen. Zeit. d. Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1867 S. 115.
- Eiserner Oberbau auf der Württembergischen Staatsbahn und der österreichischen Südbahn, mit Abb. Organ f. Eisenb.-W. 1867 S. 118. Verhandl. u. Mittheil. d. Niederösterr. Gew.-Vereins 1867, No. 7 S. 83.
- Eiserner Oberbau von der Württembergischen Bahn und von Duméry, mit Abb. Organ f. Eisenb.-W. 1866 S. 122. Civil-Engineer- and Architects Journal. Sept. 1863 S. 283.

VII. Capitel.

Festigkeitstheorie der Schienen.

Bearbeitet von

Dr. E. Winkler,

Professor des Eisenbahn- und Brückenbaues am k. k. Polytechnicum in Wien.

§. 1. *Bruchfestigkeit der Schienen mit einzelnen Stützpunkten.* — Die Grundformel für die Bruchfestigkeit gerader Träger, welche nur durch Lasten belastet sind, die senkrecht auf die Achse des Trägers wirken, ist bekanntlich

$$1. \begin{cases} K W = M a, \\ \mathfrak{K} W = M a, \end{cases}$$

wenn M das grösste statische Moment der äussern Kräfte, W das Trägheitsmoment des Querschnittes für eine auf der Kraftebene senkrechte Schwerachse, a , a , den grössten Abstand der Fasern von dieser Achse auf der ausgedehnten und zusammengedrückten Seite und K , \mathfrak{K} den grössten vorkommenden Zug und Druck pro Flächeneinheit bedeutet. Diese Regel ist unter der Annahme entwickelt, dass die Längenänderung proportional der Spannung ist, sie gilt also nur innerhalb der Elasticitätsgrenze. Da bei den Eisenbahnschienen die Elasticitätsgrenze nicht überschritten wird, so sind diese Formeln zur Berechnung der Tragkraft der Schienen oder der Dimensionen der Schienen für eine gegebene Tragkraft anwendbar, wenn man für K , \mathfrak{K} den grössten zulässigen Zug und Druck pro Flächeneinheit oder den sogenannten Sicherheitsefficienten für Zug und Druck setzt.

Wir wollen nun die in diesen Formeln auftretenden Grössen einzeln in Betracht ziehen.

1. *Querschnittsgrössen.* Sowohl für die Gewichtsrechnung, als für die Bestimmung des Schwerpunktes unsymmetrischer Schienen ist zunächst die Berechnung des Flächeninhaltes F nach bekannten geometrischen Sätzen erforderlich. Bei unsymmetrischen Schienen bestimmt man sodann das statische Moment S des Querschnittes für irgend eine Achse (bei breitbasigen Schienen am besten für die Basis), d. i. die Summe der Producte aus allen Flächentheilen und ihren Abständen von dieser Achse. Hierauf bestimmt man das Trägheitsmoment des Querschnittes, d. i. die Summe der Producte aus allen Flächentheilen und den Quadraten ihrer Abstände von der Achse. Bei symmetrischen Schienen, also insbesondere bei gleichköpfigen Stahlschienen, bestimmt man das

Trägheitsmoment direct für die Schwerachse; bei unsymmetrischen Schienen für die beliebig angenommene Achse (Basis der breitbasigen Schienen). Ist W' das Trägheitsmoment für die beliebige Achse, x der Abstand des Schwerpunktes von derselben, so ist das Trägheitsmoment W für die zu ihr parallele Schwerachse bekanntlich

$$2. \quad W = W' - F x^2.$$

Im Folgenden sind die Elementarformeln für die Bestimmung des Flächeninhalts, des statischen und des Trägheitsmomentes, die insbesondere bei Schienenprofilen Anwendung finden, zusammengestellt:



Fig. 1.



Fig. 2.

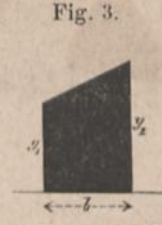


Fig. 3.

a. Rechteck (Fig. 1.) Achse der Seite b parallel.

$$3. \quad \begin{cases} F = b h, & S = \frac{1}{2} b (y_1^2 - y_2^2) = \frac{1}{2} b h (y_1 + y_2), \\ W = \frac{1}{3} b (y_1^3 - y_2^3) \end{cases}$$

b. Trapez (Fig. 2.) Parallele Seiten parallel zur Achse.

$$4. \quad \begin{cases} F = \frac{1}{2} (x_1 + x_2) h, & S = \frac{1}{6} h [(2x_1 + x_2) y_1 + (x_1 + 2x_2) y_2], \\ W = \frac{1}{12} h [(x_1 + x_2) (y_1 + y_2)^2 + 2x_1 y_1^2 + 2x_2 y_2^2]. \end{cases}$$

(Fig. 3.) Parallele Seiten senkrecht zur Achse.

$$5. \quad \begin{cases} F = \frac{1}{2} b (y_1 + y_2), & S = \frac{1}{6} b (y_1^2 + y_1 y_2 + y_2^2), \\ W = \frac{1}{12} b [y_1^3 + y_1^2 y_2 + y_1 y_2^2 + y_2^3] = \frac{1}{6} F (y_1^2 + y_2^2). \end{cases}$$

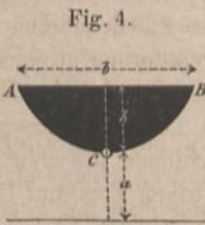


Fig. 4.

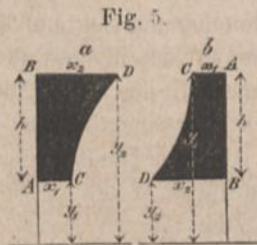


Fig. 5.

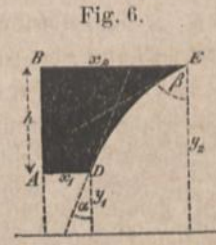


Fig. 6.

c. Parabel. C sei der Scheitel. (Fig. 4.) Achse und Sehne AB der Scheiteltangente parallel.

$$6. \quad \begin{cases} F = \frac{2}{3} b h, & S = \frac{2}{15} (5a - 3h) b h, \\ W = \frac{2}{105} (35a^2 - 42ah + 15h^2) b h. \end{cases}$$

Bei flachen Parabeln wird annähernd

$$7. \quad S = \frac{2}{3} a b h, \quad W = \frac{2}{3} a^2 b h.$$

(Fig. 5.) Sehne AB der Scheiteltangente parallel, Achse senkrecht zur Scheiteltangente.

$$8. \quad \begin{cases} F = \frac{1}{3} h (2x_1 + x_2), & S = \frac{1}{12} h [(5y_1 + 3y_2) x_1 + (y_1 + 3y_2) x_2], \\ W = \frac{1}{30} h [(9y_1^2 + 7y_1 y_2 + 4y_2^2) x_1 + (y_1^2 + 3y_1 y_2 + 6y_2^2) x_2]. \end{cases}$$

(Fig. 6.) Die Tangenten in D und E bilden mit der auf der Achse senkrechten Sehne AB den Winkel α und β .

$$9. \begin{cases} F = \frac{1}{2} h (x_1 + x_2) + \frac{1}{12} h^2 (\tan \alpha - \tan \beta), \\ S = \frac{1}{6} h [y_1 (2x_1 + x_2) + y_2 (x_1 + 2x_2) + \frac{1}{4} (y_1 + y_2) h (\tan \alpha - \tan \beta)], \\ W = \frac{1}{12} h [(x_1 + x_2) (y_1 + y_2)^2 + 2x_1 y_1^2 + 2x_2 y_2^2 + \frac{1}{4} (y_1 + y_2)^2 h (\tan \alpha - \tan \beta)]. \end{cases}$$

Fig. 7.

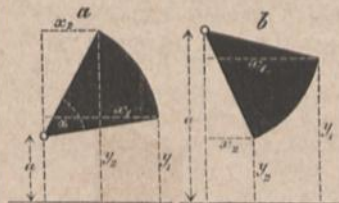
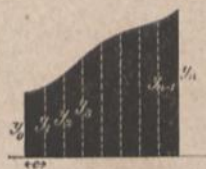


Fig. 8.



Fig. 9.



d. * Kreisbogen. (Fig. 7.)

$$10. \begin{cases} F = \frac{1}{2} r \operatorname{arcc} \alpha, & S = \frac{1}{6} r^2 [3 a \operatorname{arcc} \alpha + 2 (x_1 - x_2)], \\ W = \frac{1}{24} r^2 [3 (4 a^2 + r^2) \operatorname{arcc} \alpha + 13 a (x_1 - x_2) + 3 (x_1 y_1 - x_2 y_2)]. \end{cases}$$

Hierbei gilt das obere Vorzeichen für Fig. 7 a, das untere Fig. 7 b. Fläche Kreisbogen kann man annähernd als Parabeln behandeln.

e. Simpson'sche Regel für beliebige Begrenzung, wobei die Genauigkeit um so grösser ist, je enger man die Sehnen legt, unter Voraussetzung einer geraden Anzahl (n) von Theilen. (Fig. 8.) Sehnen der Achse parallel.

$$11. \begin{cases} F = \frac{1}{3} e [b_0 + b_n + 4 (b_1 + b_3 + \dots) + 2 (b_2 + b_4 + \dots)], \\ S = \frac{1}{3} e [b_0 y_0 + b_n y_n + 4 (b_1 y_1 + b_3 y_3 + \dots) + 2 (b_2 y_2 + b_4 y_4 + \dots)], \\ W = \frac{1}{3} e [b_0 y_0^2 + b_n y_n^2 + 4 (b_1 y_1^2 + b_3 y_3^2 + \dots) + 2 (b_2 y_2^2 + b_4 y_4^2 + \dots)]. \end{cases}$$

(Fig. 9.) Sehnen senkrecht auf der Achse.

$$12. \begin{cases} F = \frac{1}{3} e [y_0 + y_n + 4 (y_1 + y_3 + \dots) + 2 (y_2 + y_4 + \dots)], \\ S = \frac{1}{3} e [y_0^2 + y_n^2 + 4 (y_1^2 + y_3^2 + \dots) + 2 (y_2^2 + y_4^2 + \dots)], \\ W = \frac{1}{3} e [y_0^3 + y_n^3 + 4 (y_1^3 + y_3^3 + \dots) + 2 (y_2^3 + y_4^3 + \dots)]. \end{cases}$$

Ehe man zur Berechnung schreitet, müssen alle Dimensionen und Winkel des Profiles so festgestellt sein, dass kein Widerspruch zwischen ihnen stattfindet. Hierzu eignet sich entweder eine genaue Construction in übergroßem Maassstabe oder eine mit einer Rechnung verbundene Construction, indem man einzelne Grössen nach der Construction festsetzt und die übrigen von diesen abhängigen Grössen nach geometrischen Grundsätzen berechnet. Ein weiteres Eingehen würde uns hier zu weit führen.

Als Beispiel wählen wir das von uns vorgeschlagene Normalprofil für Schienen von Schmiedeeisen (Tafel XV, Fig. 1). Als Flächeninhalt ergibt sich $48,182 \square^{\circ}$, als statisches Moment in Beziehung auf die Basis $300,14$; folglich ist der Abstand x des

Schwerpunktes von der Basis $x = \frac{300,14}{48,182} = 6,229$ und der Abstand des Schwerpunktes von der oberen Fläche $13 - 6,229 = 6,771$. Das Trägheitsmoment des halben Profiles in Beziehung auf die Basis ergibt sich nun folgendermaassen:

Fläche.	Nach Formel.	A n s a t z.	Resultat.
a	6	$\frac{1}{105} \cdot [35 \cdot 13^2 - 42 \cdot 13 \cdot 0,083 + 15 \cdot 0,083^2] \cdot 1,818 \cdot 0,083$	16,87
b	4	$\frac{1}{12} \cdot 1,295 \cdot [(1,818 + 1,7) (12,917 + 11,622)^2 + 2 \cdot 1,818 \cdot 12,917^2 + 2 \cdot 1,7 \cdot 11,622^2]$	343,60
c	10	$\frac{1}{24} \cdot 1,3^2 \cdot [3 (4 \cdot 11,622^2 + 1,3^2) 1,48001 + 13 \cdot 11,622 (3,000 - 1,818) + 3\{(11,622 (3,0 - 1,7) - 12,917 (1,818 - 1,7))\}]$	184,91
d	8	$\frac{1}{30} \cdot 1,584 [(9 \cdot 11,622^2 + 7 \cdot 11,622 \cdot 10,068 + 4 \cdot 10,068^2) \cdot 3 + (11,622^2 + 3 \cdot 11,622 \cdot 10,068 + 6 \cdot 10,068^2) \cdot 2,736]$	543,20
e	4	$\frac{1}{12} \cdot 0,631 [(10,068 + 9,437)^2 (2,736 + 1,472) + 2 \cdot 10,068^2 \cdot 2,736 + 2 \cdot 9,437^2 \cdot 1,472]$	127,12
f	9	$\frac{1}{12} \cdot 0,474 [(1,067 + 1,472) (8,963 + 9,437)^2 + 2 \cdot 1,067 \cdot 8,963^2 + 2 \cdot 1,472 \cdot 9,437^2 + \frac{1}{3} (8,963 + 9,437)^2 \cdot 0,474 (0,3175 - 2)]$	48,42
g	8	$\frac{1}{30} \cdot 2,047 [(9 \cdot 4,916^2 + 7 \cdot 4,916 \cdot 8,963 + 4 \cdot 8,963^2) \cdot 0,75 + (4,916^2 + 3 \cdot 4,916 \cdot 8,963 + 6 \cdot 8,963^2) \cdot 1,067]$	110,82
h	3	$\frac{1}{3} \cdot 0,75 (6,916^3 - 4,516^3)$	59,67
i	8	$\frac{1}{30} \cdot 2,047 [(9 \cdot 4,516^2 + 7 \cdot 4,516 \cdot 2,469 + 4 \cdot 2,469^2) \cdot 0,75 + (4,516^2 + 3 \cdot 4,516 \cdot 2,469 + 6 \cdot 2,469^2) \cdot 1,067]$	21,22
k	9	$\frac{1}{12} \cdot 0,474 [(1,067 + 1,472) (2,469 + 1,995)^2 + 2 \cdot 1,067 \cdot 2,469^2 + 2 \cdot 1,472 \cdot 1,995^2 + \frac{1}{3} (2,469 + 1,915)^2 \cdot 0,474 (0,3175 - 2)]$	2,82
l	4	$\frac{1}{12} \cdot 0,648 [(2,771 + 1,472) (1,347 + 1,995)^2 + 2 \cdot 2,771 \cdot 1,347^2 + 2 \cdot 1,472 \cdot 1,995^2]$	3,74
m	4	$\frac{1}{12} \cdot 0,379 [(5,081 + 2,771) (0,968 + 1,347)^2 + 2 \cdot 5,081 \cdot 0,968^2 + 2 \cdot 2,771 \cdot 1,347^2]$	1,95
n	4	$\frac{1}{12} \cdot 0,493 [(5 + 5,081) (0,475 + 0,968)^2 + 2 \cdot 5 \cdot 0,475^2 + 2 \cdot 5,081 \cdot 0,968^2]$	1,35
o	10	$\frac{1}{24} \cdot 0,5^2 [3 (4 \cdot 0,475^2 + 0,5^2) \cdot 1,4086 + 13 \cdot 0,475 (5,5 - 5,081) + 3(0,475 \cdot (5,5 - 5) - 0,968 (5,081 - 5))]$	0,08
p	3	$\frac{1}{3} \cdot 5,5 \cdot 0,4753^3$	0,20
Summe			1465,97

Trägheitsmoment der ganzen Fläche für die Basis $W' = 2931,94$.

Demnach wird das Trägheitsmoment W für die horizontale Schwerachse nach 2

$$W = 2931,9 - 48,182 \cdot 6,229^2$$

$$= 2941,9 - 1869,5 = 1062,4$$

In gleicher Weise ergibt sich für das von uns vorgeschlagene Normalprofil für Stahlschienen (Tafel XV, Fig. 2):

$$F = 37,476, \quad x = 5,443, \quad W = 629,5.$$

Etwas schneller gelangt man zum Ziele durch Anwendung der Simpson'schen Regel, wobei man Fuss, Steg und Kopf einzeln in eine gerade Anzahl gleich breiter Streifen zerlegt, wobei man die Breite im Stege grösser annehmen kann, als im Fusse und Kopfe. Jedoch ist die Genauigkeit eine geringere und der Gewinn an Zeit nicht sehr bedeutend.

In folgender Weise lässt sich aber eine einfache Näherungsformel ermitteln. Es bezeichne b_1, b_2, b_3 die Breite, h_1, h_2, h_3 die Höhe des Fusses, Steges und Kopfes und h die Gesamthöhe. Ist h_1 und h_3 unendlich klein und geht die Schweraxe durch die Mitte der Höhe, so ist $W = (\frac{1}{3} b_1 h_1 + \frac{1}{2} b_2 h_2 + \frac{1}{3} b_3 h_3) h^2$. Diese Formel lässt sich aber auch anwenden für wirkliche Schienenprofile, wenn man statt der Coefficienten $\frac{1}{3}, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}$ andere setzt, welche der speciellen Schienenform Rechnung tragen. Für die jetzt übliche Form ergibt sich annähernd

$$13. \quad W = (0,20 b_1 h_1 + 0,04 b_2 h_2 + 0,15 b_3 h_3) h^2,$$

wenn h_1 die Höhe des Fusses am Uebergange in die Anschlussfläche, h_3 die Höhe des Kopfes bis zur Mitte der Anschlussfläche, h_2 die Höhe des Steges zwischen den Anschlussflächen bedeutet. Bei Stahlschienen mit niedrigen Köpfen setzt man besser 0,18 und 0,17

statt $0,20$ und $0,15$. Für unsere Normalprofile ergibt sich hiernach $W = 1064$ und 690 , was mit den genauen Werthen nahe übereinstimmt. Setzt man für Eisenschienen $h_1 = 0,10 h$, $h_2 = 0,57 h$, $h_3 = 0,25 h$, so wird

$$14. W = (0,020 b_1 + 0,020 b_2 + 0,039 b_3) h^3.$$

Der Abstand x des Schwerpunktes von der Basis ist bei den Schienen mit gekrümmter Anschlussfläche nahe $0,5 h$, bei denen mit ebener Anschlussfläche aber $0,47 h$ bis $0,49 h$; im vorgeschlagenen Normalprofile ist $x = 0,479 h$.

Als Trägheitsmoment für die verticale Symmetrieachse ergibt sich für das Normalprofil für Eisenschienen 224 , für das Normalprofil für Stahlschienen 152 .

2. Aeussere Kräfte. Wenn ein Stab an den Enden frei auf den Stützen liegt, so findet bei einer beweglichen isolirten Last das grösste Moment in der Mitte statt, wenn auch die Last in der Mitte liegt. Ist G die Last, l der Abstand der Stützen, so ist bekanntlich das grösste Moment $M = \frac{1}{4} G l = 0,250 G l$. Ist dagegen der Stab an den Enden horizontal eingespannt, so findet das grösste Moment an einem Ende statt, wenn die Last um $\frac{1}{3} l$ von diesem Ende absteht; dasselbe ist $M = \frac{4}{27} G l = 0,148 G l$. Ist der Stab an einem Ende horizontal eingespannt, am andern Ende frei aufliegend, so ist das Moment am grössten, wenn die Last $0,423 l$ vom eingespannten Ende entfernt ist und zwar ist alsdann $M = 0,193 G l$.

Die Schienen befinden sich jedoch in keinem dieser Fälle, sondern sind als sogenannte continuirliche Träger, d. h. als auf mehr als 2 Stützen ruhende Träger anzusehen. Wir haben folgende Fälle zu unterscheiden. (Hierzu Tafel XVI.)

a. Mittelfelder. Das grösste Moment findet in der Mitte des Feldes statt, wenn auch die Last in der Mitte des Feldes liegt; wenn aber ausserdem die übrigen Felder abwechselnd so belastet sind, dass die Lasten um $0,380 l$ von den dem fraglichen Felde am nächsten liegenden Stützen abstehen (Fig. 1). Die im betreffenden Felde liegende Last erzeugt das Moment $0,1708 G l$; jede der nächsten Lasten das Moment $0,00534 G l$, jede der übernächsten Lasten das Moment $0,00060 G l$ u. s. f. Somit erzeugt sich in der Mitte des fraglichen Feldes das Moment

$$15. M = 0,189 G l.$$

Durch die Eindrückung der Schwellen in die Bettung wird M noch etwas vergrössert. Jedoch können wir diesen Werth von M annehmen, wenn wir für l nicht den lichten Abstand der Schwellen, sondern den Abstand von Mitte zu Mitte annehmen. Wegen der Nachgiebigkeit des Holzes würde die anzunehmende freie Spannweite l etwas grösser sein, als der lichte Abstand der Schwellen.

Das Moment über einer Stütze wird am grössten, wenn die beiden anstossenden Felder und die übrigen Felder abwechselnd belastet sind und zwar so, dass die Lasten um $0,380 l$ von den der betreffenden Stütze am nächsten liegenden Stützen abstehen (Fig. 2). Dasselbe ist $-0,183 G l$, also fast so gross als das vorige, nur ist der Sinn der Drehung ein entgegengesetzter. Da indessen der Radstand grösser als $2 \cdot 0,380 l$, d. i. grösser als etwa $0,76^m$ ist, so kann dieses theoretische Maximum in Wirklichkeit nicht eintreten. Ist der Radstand gleich der Entfernung der Schwellen, so würde das grösste negative Moment $-0,172 G l$ werden. Ist der Radstand grösser als $1,38 l$, so wird das grösste negative Moment nur $-0,098 G l$.

b. Endfelder für ruhende Stösse ohne Laschen. Die Länge des Endfeldes sei l_1 . Das Moment wird am grössten in der Entfernung $0,44 l$ vom freien Ende, wenn hier eine Last ruht und wenn die übrigen Felder abwechselnd so belastet sind, dass die Lasten $0,380 l$ von den dem Ende am nächsten liegenden Stützen entfernt sind (Fig. 3).

Die im ersten Felde liegende Last erzeugt das Moment $0,212 G l_1$, $0,209 G l_1$, $0,207 G l_1$, $0,205 G l_1$, je nachdem $\frac{l_1}{l} = 0,7, 0,8, 0,9, 1,0$ ist, so dass wir das Moment allgemein $0,209 G l_1$ annehmen können; die nächste Last erzeugt das Moment $0,0093 G l_1$, die übernächste das Moment $0,0007 G l_1$ u. s. f. Somit ist das grösste Moment

$$16. M = 0,219 G l_1.$$

Damit die Beanspruchung in den Mittel- und Endfeldern gleich wird, muss $0,219 l_1 = 0,189 l$ oder

$$17. l_1 = 0,863 l$$

sein.

Sind Laschen vorhanden, so werden unter der Annahme einer vollkommenen Continuität (die allerdings nicht streng erreicht wird) die Momente in den Endfeldern kleiner, als in den Mittelfeldern, wenn die Längen derselben kleiner sind.

Die für die grössten Momente angegebenen Werthe können allerdings nur bei einer ganz bestimmten Entfernung der Räder eintreten. Da dieselbe aber variabel ist, so wird es doch rathsam sein, diese Werthe den Berechnungen zu Grunde zu legen.

c. Einfluss der Geschwindigkeit. Durch die Geschwindigkeit der Wagen werden die Momente vergrössert, indem in Folge der Durchbiegung die Räder einen Centrifugaldruck ausüben und durch das Herabfallen um die Höhe der Durchbiegung stossend wirken. Es bezeichne γ das Verhältniss, in welchem das Moment durch die Geschwindigkeit c vergrössert wird, g die Beschleunigung der Schwere, E den Elasticitätscoefficienten, so ist nach den zuerst von M. Phillips (1855) angestellten theoretischen Untersuchungen für einen an den Enden auf Stützen liegenden Stab

$$\gamma = 1 + \frac{G l c^2}{3 E W g}$$

und für einen an den Enden horizontal eingespannten Stab

$$\gamma = 1 + \frac{G l c^2}{8 E W g}.$$

Für Eisenbahnschienen können wir hiernach ungefähr

$$18. \gamma = 1 + \frac{G l c^2}{6 E W g}$$

setzen. Setzen wir $G = 130$ Centner, $E = 40800$ Centner pro \square^c , $g = 981^c$, $l = 100^c$, $W = 1000^c$, so wird für $c = 5, 10, 15, 20$ Meter bezüglich

$$\gamma = 1,014, 1,054, 1,122, 1,217,$$

so dass der Einfluss der Geschwindigkeit nicht unbedeutend ist. Durch die Eindrückung der Schwellen wird der Einfluss etwas vermindert, weil die Last nicht so hoch herabfällt, indem die Schwellen, wenn über ihnen das Rad liegt, stärker eingedrückt sind, als wenn das Rad die Mitte des Feldes erreicht hat.

Wir werden in der Folge voraussetzen, dass man dem Einflusse der Geschwindigkeit durch die Wahl des Sicherheitscoefficienten Rechnung trage.

3. Festigkeitscoefficienten. Wählt man als grösste Spannung einen bestimmten Theil der Spannung an der Elasticitätsgrenze, oder des sogenannten Grenzcoefficienten, so können zur Bestimmung von K Versuche mit beliebig geformten Stäben dienen. Durch Zug- und Biegungsversuche hat sich der Grenzcoefficient für Schmiedeeisen zu $17-57$ Centner, im Mittel zu 31 Centner, für Stahl im Mittel zu 60 Centner pro \square^c ergeben. Jedoch ist der Grenzcoefficient immer etwas sehr Unbestimmtes, da die Grenze, bei welcher die Formveränderungen beginnen, bleibend zu werden, nicht genau markirt ist.

Bis zum Bruche gilt die Festigkeitsformel 1 nicht. Jedoch kann sie auch für den Bruch angewendet werden, wenn man für K , \mathfrak{R} nicht den Festigkeitscoefficienten für Zug und Druck einsetzt, sondern einen durch besondere Bruchversuche zu bestimmenden Bruchcoefficient. Derselbe ändert sich aber alsdann mit der Querschnittsform des Stabes, er ist also hier besonders durch Versuche mit Schienen zu ermitteln. Es fehlt nicht an derartigen Bruchversuchen; leider werden sie theils gar nicht, theils nicht mit allen erforderlichen Angaben mitgetheilt. In folgender Tabelle sind einige derartige Versuche zusammengestellt, bei welchen die Schiene auf zwei Stützen ruhte und in der Mitte belastet wurde. Hierbei sind indess nur Mittelwerthe angegeben.

B a h n .	Höhe.	Abstand d. gesp. Faser.	Fläche.	Trägheitsmoment.	Entfern.d. Stützen.	Last		Durchbiegung		Grenzcoefficient.	Bruchcoefficient.
						an der Elast.-Grenze	am Bruche	an der Elast.-Grenze	am Bruche		
Magdeburg-Leipzig (Brückschienen)	5,4	3,1	25,6	122	94,1	31	147	0,176	—	19	88
Niedersch.-Märk. B. (Brückschienen)	5,7	3,1	29,8	100	94,1	50	155	0,254	—	36	114
Berlin-Anhalt (Stuhlschienen)	11,8	6,1	37,3	538	94,1	92	346	0,142	11,6	26	92
Westphälische B. (Stuhlschienen)	11,8	6,6	37,8	552	94,1	111	318	0,162	15,9	32	90
Berlin-Potsdam-Magdeburg (Stuhlschienen)	11,8	6,3	38,7	579	94,1	140	463	0,163	22,8	36	118
Niedersch.-Märk. B.	11,8	6,2	42,5	735	94,1	124	423	0,154	15,7	25	84
Dsgl.	11,8	6,2	42,5	735	94,1	172	514	—	—	33	99
Dsgl. verkehrt	11,8	6,2	42,5	735	94,1	174	511	—	—	35	102
Dsgl. seitlich	9,6	4,8	42,5	198	94,1	85	298	—	—	53	129
Preuss. Ostbahn	11,8	6,3	42,6	774	94,1	154	526	0,166	14,4	33	100
Thüringer Bahn	11,1	5,7	42,6	623	94,1	120	488	0,160	9,4	26	104
Berlin-Hamburg	10,5	5,8	42,8	553	94,1	105	478	0,133	13,0	26	119
Stargard-Posen	11,8	6,3	44,1	797	94,1	143	512	0,147	8,0	27	95
Anhalt'sche Bahn	12,4	6,2	46,0	877	94,1	268	649	—	—	45	108
Dsgl. verkehrt	12,4	6,2	46,0	877	94,1	195	516	—	—	33	86
Dsgl. seitlich	9,6	4,8	46,0	164	94,1	65	190	—	—	45	132
Niedersch.-Märk. B.	13,1	6,6	47,0	1065	94,1	225	602	—	—	33	88
Dsgl. verkehrt	13,1	6,6	47,0	1065	94,1	216	588	—	—	32	86
Oesterreich. Südbahn	12,2	6,1	47,0	832	94,8	260	—	—	—	45	—
Dsgl. Stahlschienen (mit 0,25 Kohlengehalt)	12,2	6,1	47,0	832	94,8	346	—	—	—	60	—
Dsgl. Stahlschienen (mit 0,54 Kohlengehalt)	12,2	6,1	47,0	832	94,8	424	—	—	—	74	—

Hiernach würde für Eisenschienen im Mittel der Grenzcoefficient 34 Centner, der Bruchcoefficient 103 Centner pro \square Centim. sein. Beim Stahle können die Coefficienten bis über das Doppelte steigen. Der Einfluss des Gefüges, Kohlenstoffgehaltes, sowie der Herstellungsweise ist bereits in Capitel IV besprochen.

Die Beziehung zwischen den Grenzcoefficienten, zwischen Zug und Druck ist noch nicht genau festgestellt, ein grosser Unterschied findet nicht statt. Den Festigkeitscoefficient für Druck nimmt man gewöhnlich etwas kleiner, als den für Zug an, etwa $\frac{7}{8}$ so gross. Beim Zerbrechen von Schienen erfolgt der Bruch durch Zerreißen der untern Fasern.

Die Bruchversuche mit Hilfe eines Fallklotzes geben wohl über den Grad der Zähigkeit, nicht aber über den Grenz- und Festigkeitscoefficienten Aufschluss. Nimmt man an, dass die ganze lebendige Kraft, welche eine Last G beim Herabfallen von der Höhe h erhält, zur Biegung verwendet wird, so ergibt sich als grösste Spannung

$$K = \sqrt{\frac{E G h a^2}{W l}}$$

z. B. ist bei der Oesterreichischen Südbahn für den Bruch und für $G = 20$ Centner und für Eisenschienen $h = 948^\circ$, für Stahlschienen mit 0,27 Kohlengehalt $h = 853$, mit 0,54 Kohlengehalt $h = 379$. Hiernach würden sich die viel zu grossen Bruchcoefficienten 1477, 1401, 934 Centner pro \square° ergeben. Obige Formel ist aber unter der Voraussetzung ermittelt, dass die Durchbiegung nach derselben Curve erfolge, wie bei ruhender Last, was unbedingt falsch ist, aber zu um so richtigeren Resultaten führt, je kleiner die Fallhöhe ist.

Die Wahl des Sicherheitscoefficienten ist Sache der Erfahrung. Eine Menge von Einflüssen, wie die Vermehrung der Beanspruchung durch seitliche Stösse, durch die Geschwindigkeit, durch das etwaige Senken einzelner Schwellen, durch Fehler beim Walzen, durch das Bremsen, durch den Einfluss der Zeit u. s. w. entziehen sich der Rechnung. In folgender Tabelle ist die Berechnung der grössten Spannung für einige neuere Schienenprofile, deren Zweckmässigkeit für den jetzigen Betrieb durch die Erfahrung festgestellt ist, zusammengestellt.

B a h n .	Höhe.	Entfernung der gesp. Faser.	Entfernung l der Schwellen.	Last G	Trägheits- moment.	Sicherheits- coefficient.
Niederländ. Rheinbahn	13,0	6,5	92,0	107	1088	11,1
Altona-Kiel	11,4	5,8	95,2	72	665	11,4
Oppeln-Tarnowitz	13,1	5,6	96,7	130	1048	12,7
Bairische Ostbahn	12,4	6,5	87,5	115	882	13,9
Bebra-Hanau	13,3	6,9	97,5	130	1186	14,0
Taunusbahn	12,9	6,6	90,0	130	1031	14,1
Hessische Nordbahn	12,7	6,5	86,4	130	946	14,5
Böhmische Westbahn	12,5	6,3	100,0	120	932	15,2
Niederl.-Schles.-Märk. Bahn	13,1	6,5	99,4	130	1051	15,2
Grossh. Badische Bahn	12,9	6,6	96,0	130	1016	15,3
Rhein-Nahe Bahn	13,1	6,7	99,0	138	1115	15,4
Frankfurt-Hanau	11,5	5,9	84,0	115	680	15,8
Magdeburg-Halberstadt	13,2	6,9	100,0	130	1068	15,8
Sächsische Albertsbahn	11,8	5,9	100,0	100	728	16,3
Hannoversche Staatsbahn	13,0	6,5	104,0	135	1037	16,6
K. Preuss. Ostbahn	13,1	6,9	90,0	150	1045	16,8
Main-Weser Bahn	12,7	6,5	100,4	130	956	16,9
Oester. Südbahn	12,2	6,1	101,2	130	832	18,2
Berlin-Stettin	13,1	6,9	100,4	146	1046	18,2
Lübeck-Büchen	12,1	6,2	100,0	130	835	18,2
Berlin-Hamburg	12,0	6,0	94,0	145	839	18,4
Kralup-Turnau	10,8	5,4	100,1	100	544	18,7
Bergisch-Märkische Bahn	13,1	6,7	94,1	170	1046	19,3
Aachen-Mastricht	11,5	5,9	100,0	130	736	19,7
Berlin-Anhalt	12,4	6,2	100,0	150	877	20,0
Sächs. östliche Staatsbahn	11,8	5,9	104,5	127	740	20,0
Glückstadt-Elmshorn	11,4	5,9	97,0	125	674	20,2
Halle-Cassel	13,1	6,8	102,0	180	1045	22,6
Leipzig-Dresden	11,7	6,1	107,1	140	740	23,3
Mittel.						16,9

Hierbei ist $M = 0,189 G l$, also

$$19. K = 0,189 \frac{G l a}{W}$$

gesetzt. Als Abstand a ist der grössere der beiden Abstände der Schwerachse von den oberen und unteren Fasern eingeführt.

Wir glauben als Sicherheitscoefficient vorschlagen zu sollen

für Schmiedeeisen $K = 15$ Centner pro \square°

- Stahl $K = 20$ - - -

Dies würde ungefähr einer 2,3fachen Grenzsicherheit und einer 6,9fachen Bruch-sicherheit entsprechen.

Bei geringer Geschwindigkeit kann man K noch etwas höher annehmen. Bei Pferdebahnen würde man für Eisenschienen $K = 18$ Centner pro \square^c annehmen können.

Die Wahl eines noch kleineren Coefficienten (so schlägt z. B. Herr Oberingenieur H. Schmidt in Wien für Schmiedeeisen $K = 10$ Centner, für Bessemerstahl 16 Centner pro \square^c vor) würde allerdings den günstigen Erfolg haben, dass durch die geringere Einbiegung der Einfluss der Geschwindigkeit (Schwankungen, Stösse etc.) noch vermindert würde. Die directe Abnutzung des Kopfes, die für die Dauer der Schienen besonders maassgebend ist, wird dadurch indess nicht stark vermindert werden können. Will man die hierdurch nöthige grössere Eisenmenge verwenden, so würde es gewiss zweckmässiger sein, zum eisernen Langschwellerbau zu greifen.

§. 2. *Schubspannungen.* Die in der Längsrichtung der Schiene wirkenden Spannungen, die wir auch Normal- oder Faserspannungen nennen, sind nicht die einzigen auftretenden Spannungen. Es wirken vielmehr noch sogenannte Schubspannungen, d. s. Spannungen, welche in verticalen Querschnitten und in horizontalen Schnitten in der Ebene des Schnittes wirken und die Materialtheilchen auf beiden Seiten des Schnittes übereinander zu verschieben suchen. Die in den verticalen und horizontalen Schnitten wirkenden Spannungen pro Flächeneinheit sind, wie die Theorie zeigt, in demselben Punkte des Stabes einander gleich.

Es bezeichne nun N die Normal- oder Faserspannung, T die Schubspannung in einem um v von der horizontalen Schwerachse abstehenden Punkte eines beliebigen Querschnittes, b die Länge der horizontalen Sehne des Querschnittes an dieser Stelle, S das statische Moment des über oder unter dieser Sehne liegenden Flächenstückes für die horizontale Schwerachse und Q die Summe aller auf der einen Seite des Querschnittes wirkenden Verticalkräfte oder der sogenannten Transversalkraft. Alsdann ist

$$20. N = \frac{Mv}{W}, \quad T = \frac{QS}{Wb}.$$

S lässt sich leicht für beliebig angenommene Sehnen nach Formel 2—11 (§. 1) berechnen.

Diese Spannungen erzeugen in allen Richtungen Längenänderungen. Bezeichnen wir mit R die Spannung, welche die grösste dieser Längenänderungen erzeugen würde, wenn nur in der Richtung dieser Längenänderung eine Spannung vorhanden wäre, oder die sogenannte ideale Hauptspannung, so ist

$$21. R = \frac{1}{3} N + \frac{1}{3} \sqrt{\frac{1}{4} N^2 + T^2}.$$

Die theoretische Bestimmung von Q und M , welche nach der Theorie der continuirlichen Träger erfolgen muss, würde uns hier zu weit führen. Als Resultate führen wir Folgendes an, wobei mit x die Entfernung des Querschnittes von einer Stütze bezeichnet ist.

Für $x = 0$ wird R in den von der Achse entfernten Fasern zum Maximum, wenn die Last bei $x = 0,37 l$ liegt, im Stege aber, wenn die Last dicht neben der Stütze liegt. Von $x = 0,1 l$ an wird S in einem beliebigen Querschnitte zum Maximum, wenn die Last an diesem Querschnitte liegt, weil alsdann sowohl Q als M zum Maximum wird. Auf Tafel XVI sind in Fig. 11, 12 und 13 die betreffenden Werthe von Q und M für ein Mittelfeld, für ein Endfeld bei ruhenden Stössen und für ein Endfeld bei schwebenden Stössen graphisch dargestellt. In Fig. 14 sind für ein Mittelfeld und zwar für die Querschnitte bei $x = 0$, $x = \frac{1}{4} l$ und $x = \frac{1}{2} l$ die Werthe von R in den verschiedenen Punkten der Querschnitte graphisch dargestellt.

Hieraus geht hervor, dass im Stege R zum Maximum für $v=0$ und für $x=0$ wird, d. h. in der Schwerachse eines über einer Stütze liegenden Querschnittes, wenn die Last dicht neben dieser Stütze liegt (Fig. 4). Und zwar ist, wenn S_1 das statische Moment des Flächenstückes über oder unter der Schwerachse für die Schwerachse, d die Stegdicke in der Schwerachse bedeutet,

$$22. \max R = \frac{4 Q S_1}{3 W d}.$$

Q ist in Folge der dicht neben der Stütze liegenden Last $= G$; die Belastung der übrigen Felder nach Fig. 4 vermehrt Q noch um $0,154 G$, so dass $Q = 1,154 G$ zu setzen ist. Als Festigkeitsbedingung ergibt sich somit, wenn wir $\max R = K$ setzen,

$$23. K W d = 1,539 G S_1.$$

Setzen wir $K W = M a = 0,189 G l a$, so wird

$$24. l a d = 8,143 S_1.$$

§. 3. *Anwendungen.* Im Folgenden wollen wir die hauptsächlichsten Anwendungen der entwickelten Regeln besprechen.

1. Vergleich der Schienenformen. Damit die Schiene eine möglichst geringe Querschnittsfläche erhält, muss die Masse möglichst weit von der neutralen Achse entfernt werden. Die Schiene soll also aus zwei durch einen schwachen Steg verbundenen Gurten bestehen. Je höher man die Schiene annimmt, desto kleiner ergibt sich die Querschnittsfläche, jedoch nur bis zu einer gewissen Grenze, da man mit den Dicken der Gurte und des Steges praktisch nicht unter eine gewisse Grenze herabgehen kann. Auch würde bei zu grosser Höhe die Stabilität zu gering werden. Diese zweckmässigste Höhe ist durch die Erfahrung festzustellen. Da die Festigkeit gegen Zug und Druck nahe gleich gross ist, so soll die neutrale Achse nahezu in der Mitte der Höhe liegen; da aber das Schmiedeeisen beim Zerbrechen leichter durch Zerreißen bricht, und im mittleren Theile der einzelnen Felder, wo das Moment am grössten wird, die ausgedehnten Fasern unten liegen, so kann die Schwerachse allerdings etwas unterhalb der Mitte liegen, wie es bei den jetzigen breitbasigen Schienen der Fall ist, jedoch nur wenig, da sonst der Kopf, der ohnehin schon directen Beanspruchungen ausgesetzt ist, zu stark beansprucht werden würde. Aus diesem letzten Grunde könnte es allerdings vielleicht räthlich scheinen, die Schwerachse etwas über die Mitte zu legen; die bisherige Praxis giebt darüber aber noch keinen genügenden Aufschluss und würde diese Bedingung bei den breitbasigen Schienen nur durch einen breiteren Kopf zu erfüllen sein.

Die Brückschienen stehen den breitbasigen Schienen nach, weil sie zwei Stege haben; obwohl man theoretisch beide Stege zusammen nicht stärker zu halten braucht, als bei den breitbasigen Schienen, so geht dies praktisch nicht an; eine grosse Höhe würde ebenfalls praktische Schwierigkeiten bieten.

Die symmetrischen Stuhlschienen stehen ebenfalls einigermaassen den breitbasigen nach, weil die Bedingung der möglichsten Entfernung des Materials von der Schwerachse im Fusse besser erfüllt ist, als im untern Kopfe.

Die zusammengesetzten Schienen mit verticaler Trennungsfläche sind fast in gleicher Weise zu beurtheilen, wie die Brückschienen, weil sie ebenfalls zwei Stege haben; jedoch haben sie den Vortheil, dass man sie höher halten kann.

Die zusammengesetzten Schienen mit getheilter Höhe würden sich wie ganze Schienen verhalten, wenn die gegenseitige Verschiebung der einzelnen Theile durch Vernietung etc. verhindert werden könnte. Da dies aber des Temperatureinflusses wegen nicht angeht, so ist die Tragkraft der zusammengesetzten Schienen gleich der Summe der

Tragkräfte der einzelnen Theile, d. i. bedeutend geringer, als die Tragkraft der aus dem Ganzen gedachten Schiene.

Im Folgenden sind zum Vergleiche die Höhen und Gewichte verschiedener Schienen für eine Tragkraft von 130 Centner zusammengestellt.

P r o f i l f o r m.	Höhe.	Gewicht pro Met.	Horizontal- Tragkraft.
	Centim.	Pfd.	Cent.
Breitbasige Schienen	12,2	72	50
Symmetrische Stahlschienen	12,9	76	36
Unsymmetrische Stahlschienen	15,4	77	20
Brückschienen	12,0	79	60
Vertical getheilte Schienen	12,0	79	40
Rechteckiges Profil von 6 ^c Breite	11,9	110	60
Horizontal getheilte Schienen	13,5—16,3	100—150	—

2. Berechnung der Dimensionen für eine gegebene Tragkraft. Eine directe Berechnung ist wegen der Complicirtheit der Form unmöglich. Am besten kommt man zum Ziele, wenn man zunächst die Dimensionen annimmt, wobei die bisherigen Ausführungen genügend Anhalt bieten und nun nach Construction des Profiles nach §. 1 die Tragkraft G' berechnet. Setzt man in 1 $M = 0,189 G' l$, so ergibt sich

$$25. G' = 5,261 \frac{K W}{l a}.$$

Wenn sich dieselbe grösser oder kleiner ergibt, als die gegebene Tragkraft G , so wird man ein zweites Profil mit geänderten Dimensionen construiren und abermals die Tragkraft G'' berechnen. Die Unterschiede der anzunehmenden Dimensionen gegen die angenommenen müssen sich alsdann wie $G - G' : G'' - G$ verhalten, so dass sich das richtige Profil leicht durch eine Interpolation-ergibt.

In dieser Weise sind die vorgeschlagenen Normalprofile für eine Tragkraft von 130 Centner, für einen Sicherheitscoefficienten von 15 und 20 Centner und eine Schwellenentfernung von 95^c entstanden.

Bei ähnlichen Querprofilen würde für Eisenschienen $W = 0,03718 h^4$, $a = 0,521 h$, daher wenn man $M = 0,189 G l$, $K = 15$ setzt,

$$26. h = 0,561 \sqrt[3]{G l}, \quad F = 0,285 h^2 = 0,0897 \sqrt[3]{G^2 l^2}.$$

Für Stahlschienen würde $W = 0,03695 h^4$, $a = 0,535 h$, daher für $K = 20$:

$$26^a. h = 0,515 \sqrt[3]{G l}, \quad F = 0,274 h^2 = 0,0727 \sqrt[3]{G^2 l^2}.$$

Die Stegdicke ist nach 24 zu bestimmen. Zwar hängen W und S_1 einigermaassen von der Stegdicke ab, jedoch nur wenig. Für unsere Normalprofile ergibt sich $S_1 = 105,2$ und $74,8$; daher wird nach 24, wenn wir $l = 95^c$ und bezüglich $a = 6,77$ und $6,26$ setzen, $d = 1,33$ und $d = 1,03$. Der Steg unterliegt ausser den in Rechnung gebrachten Beanspruchungen noch einer directen verticalen Zusammenpressung, deren genaue Bestimmung aber zur Zeit noch nicht gelungen ist, obwohl sich nachweisen lässt, dass sie gegen die Schubspannungen klein ist. Daher ist es zweckmässig, die Dicke etwa 1,2 mal so gross anzunehmen. Wir haben daher 1,5 und 1,3^c als Stegdicke angenommen. Bei Profilen, welche am Fusse und Kopfe ähnlich sind, wird nahezu $S_1 = 0,0479 h^3$, $0,0467 h^3$, daher, wenn wir d 1,2 mal grösser nehmen

$$27. \begin{cases} \text{Eisen: } d = 0,00946 h^2, \\ \text{Stahl: } d = 0,00902 h^2. \end{cases}$$

§. 4. *Festigkeit der Laschenverbindungen.* Zuerst ist es nöthig, das am Stosse wirkende Moment zu bestimmen, wobei wir voraussetzen, dass durch die Laschen eine vollkommene Continuität erreicht werde. Hierbei bezeichne l_1 die Längen der Felder am Stosse, l die Längen der Mittelfelder und ε das Verhältniss $\frac{l_1}{l} = \varepsilon$, M_1 das Moment am Stosse.

a. *Ruhende Stösse.* Das Moment am Stosse wird am grössten, wenn neben dem Stosse in der Entfernung $0,36 l_1$ bis $0,38 l_1$ eine Last liegt (Tafel XVI Fig. 5), vorausgesetzt, dass der Radstand $> 1,46 l_1$ bis $1,38 l_1$ ist; und wenn ausserdem die übrigen Felder in der in der Figur angegebenen Weise belastet sind. Für die Verhältnisse $\varepsilon = 0,6, 0,8, 1,0$ wird $M = 0,058 G l_1, 0,078 G l_1, 0,098 G l_1$ und allgemein annähernd

$$28. M_1 = 0,0974 \varepsilon G l_1 = 0,0974 \varepsilon^2 G l.$$

b. *Schwebende Stösse.* Das Moment am Stosse wird am grössten, wenn eine Last direct über dem Stosse liegt und wenn die übrigen Felder in der in Figur 6 angegebenen Weise belastet sind. Für die Verhältnisse $\varepsilon = 0,4, 0,6, 0,8$ wird $M = 0,217 G l_1, 0,204 G l_1, 0,195 G l_1$ und allgemein annähernd

$$29. M_1 = \frac{\varepsilon + 1,047}{7\varepsilon + 404} G l_1.$$

Es bezeichne nun W, W_1 die Trägheitsmomente, a, a_1 die Abstände der gespanntesten Fasern von der horizontalen Schwerachse, K, K_1 die grössten Spannungen in der Schiene und in der Lasche. Alsdann ist

$$W W = M a, \quad W_1 W_1 = M_1 a_1.$$

Sollen die Laschen dieselbe Festigkeit bieten wie die Schienen, so ist bei gleichem Materiale $K = K_1$, also

$$\frac{M_1}{M} = \frac{W_1 a}{W a_1}.$$

Nehmen wir für Eisenschienen das auf Tafel XV in Fig. 3 dargestellte Laschenprofil an, so wird $W_1 = 166, a_1 = 4,297$; setzen wir ausserdem $W = 1062, a = 6,229$, so wird

$$M_1 = 0,227 M.$$

Setzen wir $M = 0,189 G l$, und für M_1 die Ausdrücke 28 und 29, so giebt die Reduction auf ε für ruhende Stösse $\varepsilon = 0,664$ und für schwebende Stösse $\varepsilon = 0,186$, während man in der Praxis bezüglich etwa $\varepsilon = 0,8$ und $0,6$ macht. Alsdann aber wird

$$30. \frac{K_1}{K} = \frac{M_1 W a_1}{M W_1 a} = 4,41 \frac{M_1}{M}.$$

Bei ruhenden Stössen wird für $\varepsilon = 0,8, M_1 = 0,078 G l_1 = 0,0624 G l, M = 0,189 G l$:

$$K_1 = 146 K.$$

Bei 6,9facher Bruchsicherheit der Schienen würden Schmiedeeisenlaschen eine etwa nur 4,7fache Bruchsicherheit, Stahllaschen aber eine mindestens 6,3fache Sicherheit haben.

Bei schwebenden Stössen wird für $\varepsilon = 0,6, M_1 = 0,204 G l_1 = 0,122 G l, M = 0,189 G l$, daher

$$K_1 = 2,85 K.$$

Bei 6,9facher Bruchsicherheit der Schienen würden daher Schmiedeeisenlaschen eine etwa 2,4fache, Stahllaschen aber eine mindestens 3,2fache Sicherheit bieten.

Hierbei ist die Entfernung der Mitten der Schwellen als freie Spannweite angenommen, was nicht ganz richtig ist. Indess darf man wegen der Nachgiebigkeit des Holzes auch nicht die lichte Entfernung der Schwellen als Spannweite annehmen. Thut man dies indess, so ergiebt sich bei ruhenden Stössen $K_1 = 0,95 K$, also bei Schmiedeeisen-

laschen 7,3, bei Stahllaschen 9,7fache Sicherheit und bei schwebenden Stössen $K_1 = 2,21 K$, also bei Schmiedeeisenlaschen $= 3,1$, bei Stahllaschen 4,2fache Sicherheit. Durch das Eindrücken der Schwellen wird die Beanspruchung der ruhenden Stösse noch etwas vermindert, die der schwebenden Stösse aber etwas erhöht. Somit bieten die Laschen bei ruhenden Stössen wohl eine genügende Sicherheit, besonders die Stahllaschen, während bei schwebenden Stössen eine Verstärkung der Laschen erwünscht ist, weil ein genügendes Näherrücken der Schwellen am Stosse des Unterstopfens wegen nicht thunlich ist.

Herr Oberingenieur H. Schmidt schlägt vor, die Stösse dorthin zu legen, wo das Moment M am kleinsten ist, d. i. nach seiner Rechnung in der Entfernung $0,21 l_1$ bei doppelgleisigen Bahnen, $0,13 l_1$ bei eingleisigen Bahnen von den Enden der freien Spannweite des Feldes. Hierdurch erhalten die Laschen allerdings eine viel grössere Sicherheit. Ob aber noch der der Anwendung der schwebenden Stösse zu Grunde liegende Zweck erreicht wird, ist durch die Erfahrung noch nicht nachgewiesen.

§. 5. *Durchbiegung.* Wenn ein Stab an den Enden auf Stützen liegt und in der Mitte mit G belastet ist, so ist die Durchbiegung y :

$$y = \frac{G l^3}{48 E W},$$

wenn E den Elasticitätscoefficienten bezeichnet. Für Schmiedeeisen und Stahl ist nahezu $E = 40800$ Centner pro \square^c . Hiermit stimmen auch die in §. 6 zusammengestellten Versuchsergebnisse nahe überein.

Wenn der Träger an beiden Enden horizontal eingespannt ist, so ist

$$y = \frac{G l^3}{192 E W},$$

also nur $\frac{1}{4}$ so gross, als im vorigen Falle. Bei den Schienen, welche sich in einem mittleren Zustande befinden, wird

$$31. y = 0,0093 \frac{G l^3}{E W}.$$

Setzen wir $K W = M a = 0,189 G l a$, so können wir auch setzen

$$32. y = 0,0492 \frac{K l^2}{E a}$$

und für $K = 15$, $E = 40800$

$$33. y = 0,0000181 \frac{l^2}{a}.$$

Für $l = 95^c$ und $a = 6,229$ wird $y = 0,0262$ Centim. $= 0,00028 l$. Diese Senkung, obwohl an sich kaum wahrnehmbar, ist immerhin so bedeutend, dass sie durch das regelmässige Wiederholen in den einzelnen Feldern starke Schwankungen der Fahrzeuge hervorbringen kann.

Durch die Geschwindigkeit der Fahrzeuge wird die Durchbiegung nahezu in demselben Verhältnisse vergrössert, wie die Momente nach §. 1 (Formel 18).

§. 6. *Beanspruchung der Befestigungsmittel.* Die Befestigungsmittel der Schienen werden durch folgende Kräfte in Anspruch genommen:

1. Eine vertical aufwärts gerichtete Kraft D in Folge des bei Belastung einzelner Felder zum Theil nach oben gerichteten Stützendrucke. Dieser nach oben gerichtete Druck ist für eine bestimmte Stütze am grössten, wenn die Felder abwechselnd in der auf Tafel XVI Fig. 7–10 dargestellten Weise belastet sind, wobei die Lasten von

der der fraglichen Stütze am nächsten liegenden Stütze die Entfernung von $0,350l$ haben. Wir unterscheiden folgende Fälle.

a. Der Druck auf eine mittlere Stütze (Fig. 7) ist

$$34. D = 0,274 G.$$

b. Der Druck auf eine Endstütze, wenn keine Laschen vorhanden sind (Fig. 8), ist, wenn die Länge der Endfelder $= \varepsilon l$ ist, für $\varepsilon = 0,7, 0,8, 0,9, 1,0$ bezüglich $D = 0,134 G, 0,111 G, 0,093 G, 0,079 G$ oder allgemein

$$35. D = \frac{0,170}{\varepsilon(1+1,155\varepsilon)} G.$$

c. Bei ruhenden Stößen mit Laschen (Fig. 9) wird der Druck von der Stossschwelle für $\varepsilon = 0,7, 0,8, 0,9, 1,0$ bezüglich $D = 0,454 G, 0,377 G, 0,319 G, 0,274 G$ oder allgemein

$$36. D = \frac{0,510}{\varepsilon(1+0,8660\varepsilon)} G.$$

d. Bei schwebenden Stößen mit Laschen (Fig. 10) wird der Druck an einer Stossschwelle für $\varepsilon = 0,6, 0,8, 1,0$ bezüglich $D = 0,409 G, 0,325 G, 0,274 G$ und allgemein annähernd

$$37. D = \frac{0,212}{\varepsilon(1-0,226\varepsilon)} G.$$

An den Stossschwellen ist daher der nach oben gerichtete Druck am grössten. Er wird für $G = 130$ Centner an den Mittelschwellen 36 Centner, an den Stossschwellen bei ruhenden Stößen 49 Centner, an den Stossschwellen bei schwebenden Stößen 53 Centner. Durch die Eindrückung der Schwellen wird dieser Druck allerdings vermindert, durch die Geschwindigkeit des Fahrzeuges aber wiederum etwas vermehrt. Diese grössten Drücke setzen zwar einen ganz bestimmten Radstand voraus, die wirklich entstehenden Drücke werden aber immerhin nicht viel kleiner sein, als die angegebenen Werthe.

2. Ausserdem entsteht eine horizontale seitlich wirkende Kraft in Folge der Seitenbewegungen der Fahrzeuge. Da diese Kraft am Schienenkopfe wirkt, so setzt sich diese Kraft durch die Wirkung der Schienen als Winkelhebel auch in eine Verticalkraft um. Endlich entstehen durch mehrere Ursachen Kräfte, welche in der Längsrichtung der Schiene wirken. Da indessen diese Kräfte sich einer theoretischen Bestimmung entziehen und vielmehr durch practische Versuche festgestellt werden müssen, so wollen wir nicht weiter auf dieselben eingehen.

§. 7. *Langschwelligensystem.* Die Langschwellen biegen sich durch die ungleichmässige Eindrückung in die Bettung wellenförmig und werden dadurch ebenfalls auf Bruchfestigkeit beansprucht. Eine Theorie ist nur möglich unter Annahme eines Gesetzes für die Abhängigkeit der Eindrückung und des Druckes. Man wird zwar wenig fehlen, wenn man die Eindrückung dem Drucke pro Flächeneinheit proportional annimmt, jedoch fehlt es noch an einer empirischen Bestimmung des betreffenden Coefficienten. Wir wollen daher auch von einer Aufstellung der nicht ganz einfachen Theorie absehen.

Literatur.

Ausser den theoretischen Werken über die Lehre von der Elasticität und Festigkeit, welche die Schienen berücksichtigen (Rebhann, Theorie der Holz- und Eisenconstructions, 1856, und Winkler, die Lehre von der Elasticität und Festigkeit, 1868) ist zu nennen:

- Barlow, Versuche mit Eisenbahnschienen. (1835.) Mechan. magaz. V. 23, p. 76. V. 24, p. 366. — Repert. of pat. ind. N. 5. V. 3, p. 368. — Dingler's pol. Journ. 57. Bd., p. 415. 60. Bd., p. 260.
- Barlow, über die Tragfähigkeit der eisernen Schienen. Karsten's Archiv 1836. Bd. 9, p. 516. — Polyt. Centralbl. 1836 p. 839.
- Vergleichende Versuche über Eisenbahnschienen, welche in verschiedenen Ländern erzeugt wurden. Wiener polyt. Journ. 1843 p. 422. — Eisenbahnzeit. 1843 p. 130, 31. — Polyt. Centralbl. 1843. 2. Bd., p. 186. — Dingler's pol. Journ. 89. Bd., p. 405.
- Weishaupt, Untersuchungen über die Tragfähigkeit verschiedener Eisenbahnschienen, 1852. (In §. 1 benutzt.)
- Malberg, Versuche über die Elasticitätsgrenze und Tragfähigkeit verschiedener Arten Eisenbahnschienen. Erbkam's Zeitschr. f. Bauw. 1859 p. 264. — Polyt. Centralbl. 1859 p. 772. — Dingler's pol. Journ. 152. Bd., p. 157. (In §. 1 benutzt.)
- Winkler, Vorträge über Eisenbahnbau. I. Heft, 1867, worin sich auch eine Näherungstheorie des Langschwelligensystems findet.
- H. Schmidt, Vorschlag zu allgemeinen Profilen für Eisenbahnschienen. — Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architektenvereins. 1868.

VIII. Capitel.

Bettung, Legen des Oberbaues, Oberbau-Geräthe.

Bearbeitet von

Baurath Sonne,

Professor am Polytechnicum zu Stuttgart.

§. 1. *Einleitung.* — Während die vorhergehenden Capitel einer Besprechung der beim Eisenbahnoberbau benutzten Materialien gewidmet waren, haben wir es nunmehr vorzugsweise mit der Erörterung der bei Herstellung des Oberbaues vorkommenden Arbeiten zu thun, zuvor aber einen Blick auf einen wesentlichen Theil des Oberbaues zu werfen, welcher als Zwischenglied zwischen dem Schienengestänge mit seinen Unterlagen und dem Erdboden auftritt: auf die sogenannte Unterbettung. Wir werden dann zunächst die verschiedenen Arbeiten untersuchen, welche als Vorbereitungen zur Herstellung des Oberbaues erforderlich sind, sodann diese Herstellungsarbeiten selbst — und zwar zunächst ohne Berücksichtigung der in Curven zu beachtenden Eigentümlichkeiten derselben — besprechen. Hiëran werden sich einige Bemerkungen über die bei den fraglichen Arbeiten benutzten Geräthe knüpfen. Die Auseinandersetzung der besondern Rücksichten, welche man bei der Herstellung des Oberbaues in Curven zu nehmen hat, und einige Bemerkungen über die Organisation der Oberbauarbeiten werden folgen, worauf Notizen über Preise und Literatur den Beschluss des Capitels machen.

Da in Deutschland das Oberbausystem der breitbasigen Schienen auf Querschwellen entschieden vorwaltet, so erscheint es angezeigt, das Augenmerk vorwiegend auf dies System zu richten.

Es mag zunächst im Allgemeinen bemerkt werden, dass die bei der Herstellung des Oberbaues vorkommenden Arbeiten, so einfach dieselben auch auf den ersten Blick scheinen, dennoch ein sorgfältiges Studium und die grösste Aufmerksamkeit erfordern. Die Rücksichten, welche bei diesen Arbeiten zu nehmen sind, lassen sich wohl mit denjenigen vergleichen, welche bei der fabrikmässigen Herstellung irgend eines Gegenstandes ihr Recht fordern. Es handelt sich darum, grosse Massen schnell, billig und solid herzustellen. Hierbei darf auch die allerunscheinbarste Kleinigkeit nicht unbeachtet bleiben. Eine Ersparung von einigen Groschen bei jeder Schienenlänge Gleis entspricht einer Ersparung von hundert Thalern und mehr für die Bahnmeile. Kleine Versehen in Betreff

der Lage und der Befestigung der Schienen haben grossen Einfluss auf die ruhige Bewegung der Fahrzeuge, somit auf die Unterhaltungskosten derselben und auf die Unterhaltungskosten des Oberbaues selbst. Durch richtige Bemessung der Ueberhöhung der äusseren Schiene in den Curven können die gefürchteten Curvenwiderstände auf ein Minimum reducirt werden u. s. w.

Es ist somit vollkommen gerechtfertigt, wenn seitens aller Ingenieure, die sich mit den Oberbauarbeiten beschäftigt haben, denselben eine grosse Bedeutung beigemessen wird.

§. 2. *Unterbettung.* — Die Unterbettung bildet das Fundament für den Eisenbahnoberbau und es ist von vornherein nicht ausgeschlossen, dies Fundament unter gewissen Verhältnissen in ähnlicher Weise herzustellen, wie das Fundament einer Brücke oder eines Hauses.¹⁾ In den meisten Fällen wird aber von der Unterbettung mehr verlangt, wie von einem gewöhnlichen Fundamente. Diesen vermehrten Anforderungen ist um so schwieriger zu entsprechen, als gleichzeitig, wie bei allen Oberbauconstructions, der Anforderung der Oekonomie genügt werden muss.

Die Unterbettung ist nämlich der directen Einwirkung des Windes und des Regens ausgesetzt, das Bettungsmaterial darf deshalb nicht allzufein sein und muss das Wasser rasch ableiten.

Noch mehr ist zu beachten, dass jeder schärfere Frost bis zu den tragenden Partien der Bettung sich erstreckt, während man doch das Fundament des kleinsten Hauses frostfrei zu legen pflegt. Es ist demnach eine wesentliche Bedingung, dass das Bettungsmaterial frostbeständig ist und erscheint rasche Ableitung des Wassers aus demselben namentlich auch deshalb erforderlich, damit der Frost durch Ausdehnung der gefrierenden Wassertheilchen jene tragenden Flächen nicht allzusehr auflockere.

Auf die so eben hervorgehobenen wichtigen Punkte wird mit Recht in §. 36 der Grundzüge besonders aufmerksam gemacht.

„Das Bettungsmaterial soll eine solche Beschaffenheit haben, dass es weder bei anhaltender Nässe durchweicht, noch durch Frost zerstört wird.“

Die Unterbettung erleidet ferner durch die Unterlagen der Schienen Pressungen, welche den Pressungen im Fundament eines gewöhnlichen Hauses mindestens gleichkommen, oft dieselben übertreffen. Das Bettungsmaterial muss nach gehöriger Comprimirung durch das Stopfen diesen Pressungen widerstehen können.

Berücksichtigt man endlich die Erschütterungen, welche von den Zügen herrühren, das Sacken der frisch angeschütteten Dämme, wodurch in der ersten Zeit nach der Vollendung des Baues ein fortgesetztes Unterfangen der Schwellen, eine Ergänzung ihres Fundamentes erforderlich wird, die Einwirkungen der sonstigen Unterhaltungsarbeiten auf die Bettung u. s. w., so erhellt, wie zahlreich die Anforderungen sind, welche man an die Bettung stellt und wie schwer es oft werden muss, auf allen Stellen der Bahn ein einigermaassen genügendes Bettungsmaterial zu mässigen Preisen zu beschaffen.

Es ist bekannt, dass man den aus den Flüssen gewonnenen Kies (kleine Steine mit grobem Sande untermischt) allen andern Materialien zur Herstellung der Unterbettung vorzieht. Grubenkies enthält nicht selten zu viele thonige und lehmige Beimengungen, deren Nachtheile namentlich bei der Unterhaltung der Bahnen hervortreten, wenn die Bettung mehr und mehr verunreinigt wird. Steinschlag (Schotter) aus frostbeständigen

¹⁾ Auf den Württembergischen Bahnen hat man bei Steinwürfeloberbau probeweise, „um eine möglichst starre Unterlage zu erhalten, die einzelnen Steine auf Beton gesetzt und die Entwässerung durch besondere unter der Bettung durchgeführte Sickerschlitze bewirkt.“

Steinen giebt keine schlechte Bettung, die Steine müssen aber mit derselben Sorgfalt zerschlagen werden, wie beim Chausseebau²⁾, einen Ring von 0,06^m Durchmesser passiren können und von Gruss und Staub gereinigt werden. Schlacken hat man hie und da mit Erfolg zur Anwendung gebracht.³⁾

In Ermangelung der genannten Materialien wird man beim Bau oft zu andern, weniger empfehlenswerthen greifen müssen, zu Sand, größerem Gerölle, zerschlagenen Ziegelsteinbrocken u. s. w., selbst zu nicht frostbeständigen Steinen, welche wohl als Packlage (Vorlage) verwendet werden und entsteht dann für die Bahnunterhaltung die wichtige Aufgabe, durch geschickte Verwendung der mit Eröffnung des Betriebes sich ergebenden Hilfsmittel auf Verbesserung dieser Arten von Bettungen hinzuwirken, während seitens des Baues ein Augenmerk auf möglichste Einschränkung der Massen des schlechteren Materiales und auf Verwendung desselben an geeigneten Stellen zu richten ist.

In solchen Fällen wird man in der Regel das weniger gute Material in die untern Lagen der Bettung verweisen, ausserdem aber Rücksicht darauf nehmen, dass die Streifen neben den Schwellen einen andern Zweck zu erfüllen haben, wie die Bettung im unmittelbaren Bereich des Gleises. Es wird somit Kies und Steinschlag ganz gut so vertheilt, dass man den letztern neben und den erstern unter den Schwellen verwendet. Vermischungen dieser Materialien haben, soviel bekannt, günstige Resultate nicht ergeben.

Bei Bestimmung der Dicke der Unterbettung sind in erster Reihe entscheidend: die Qualität des Bettungsmateriales, die Beschaffenheit des Untergrundes und bei Dämmen die Höhe der Aufschüttung.⁴⁾ Auf Dämmen von leichtem, sandigen Boden darf man die Mächtigkeit der Unterbettung ziemlich einschränken, während in wasserhaltigen Einschnitten, namentlich bei schlechterem Bettungsmaterial, grosse Massen desselben erforderlich sind.

Es sind indess die Grenzen in Betreff des fraglichen Maasses ziemlich eng gesteckt:

„Das Bettungsmaterial soll, sowohl unter den Schwellen, als unter den Steinunterlagen wenigstens 0,2^m stark sein“ (§. 35 der Grundzüge),

andererseits wird man demselben nur ausnahmsweise mehr wie 0,3^m Dicke unter den Unterlagen geben.

Schliesslich ist noch eines die Unterbettung betreffenden Punktes zu gedenken, hinsichtlich dessen die Ansichten der Techniker auseinander gehen. Man findet auf vielen, man kann wohl sagen auf der Mehrzahl, der Bahnen eine Bedeckung der Schwellen mit Bettungsmaterial, während auf andern Bahnen die Bettung in der Höhe der Oberkante der Schwellen aufhört. Zu den letzteren gehören namentlich auch die von Etzel ausgeführten.⁵⁾

Für die Bedeckung der Schwellen wird angeführt, dass die Abwässerung befördert werde, dass die Schwellen länger conservirt würden⁶⁾, dass die Bahn in Folge der Belastung der Schwellen fester liege. Nach Ansicht des Verfassers lässt sich über die beiden

²⁾ In neuerer Zeit macht man zur Herstellung des Schotters für Eisenbahnen nicht selten von Steinbrechmaschinen Gebrauch. Man vergl. über dieselben: Eb. V. Z. 1864 p. 185, ferner Zeitschr. d. hann. Arch.- und Ing.-Vereins 1865 p. 483.

³⁾ Die verschiedenen Arten künstlichen Schotters werden Couche „Voie“ etc. p. 209 ausführlicher besprochen. Eine interessante Notiz über gebrannte Lehmstücke s. Organ 1851 p. 155.

⁴⁾ Man vergl.: Allgemeine Vorschriften für die Verlegung des Oberbaues auf der Schlesischen Gebirgsbahn. Zeitschr. f. Bauw. 1865 p. 201 und 202.

⁵⁾ Noch sparsamer geht man in Amerika mit dem Bettungsmaterial um. Man vergl. die Skizze Organ 1867 p. 21.

⁶⁾ Man vergl. u. A. Organ 1866 p. 28.

erstgenannten Punkte streiten. Dagegen dürfte es wohl keinem Zweifel unterliegen, dass die Bedeckung der Schwellen zu einer festen Lage der Bahn oft wesentlich beiträgt. Es scheint indess dieser Erfolg der Bedeckung nicht sowohl in der auf den Schwellen ruhenden Last seinen Grund zu haben, sondern darin, dass bei bedeckten Schwellen die Zwischenräume, welche gern zwischen den Seiten der Schwellen und dem Bettungsmaterial entstehen, durch Nachstürzen des letztern sich von selbst wieder ausfüllen. Wenn dem so ist, so folgt aber weiter, dass der genannte Vortheil nur bei feinerem Bettungsmaterial zu erwarten ist, nicht aber bei gröberem Gerölle oder gar bei Steinschlag. Ein anderer sehr wesentlicher Vortheil wird mit dem Bedecken der Schwellen nach Ansicht des Verfassers dadurch erreicht, dass der Frost, der schlimmste Feind des Eisenbahnoberbaues, von der Unterkante der Schwellen merklich abgehalten wird. Da nun aber das Bedürfniss hierzu hauptsächlich wieder bei feinerem und weniger reinen Bettungsmaterial hervortritt, während die gröbern Sorten dem Auseinanderfrieren weniger ausgesetzt sind, weil sie das Wasser rascher ableiten, so scheint es kein Fehler zu sein, wenn man bei jedem gröbern Bettungsmaterial und namentlich bei Steinschlag von der Bedeckung der Schwellen absieht.

Man vergl. über diese interessante Frage: v. Weber, Die Technik des Eisenbahnbetriebes in Bezug auf die Sicherheit desselben p. 38.

§. 3. *Vorbereitende Arbeiten für die Herstellung des Oberbaues.* — Die Arbeiten, welche als Vorbereitungen zum Oberbaulegen erforderlich sind, bestehen in einer zweckmässigen Vertheilung der Materialien an der Bahn, einer erneuten Auspfählung der Bahnachse und in verschiedenartigen Zurichtungen an den Oberbaumaterialien. In Betreff des erstgenannten Punktes dürfen wir wohl eine Stelle aus einer vom Ober-Inspector R. Paulus zu Wien verfassten Abhandlung entnehmen, welche den Oberbau betrifft. Die bei Vertheilung der Oberbaumaterialien zu berücksichtigenden Punkte können schwerlich in mehr zutreffender Weise hervorgehoben werden, wie es im Nachstehenden geschieht:

»Die Manipulationen der Lagerung, Magazinirung und Vertheilung des Oberbaumaterials hängen von verschiedenen Umständen ab und werden sehr häufig von der Dringlichkeit des Bahnbauens und von dem muthmaasslichen Fortschritte der Unterbauarbeiten, der Brücken und Durchlässe so influirt, dass die Sparsamkeit in engem Sinne schwer durchzuführen ist.

Je schneller der Bau vollendet werden muss und je näher die Vollendung grosser Einschnitte, Aufdämmungen, Tunnels, Brücken oder anderer bedeutender Objecte sich bis an die Zeit erstreckt, wo der Betrieb der Bahn beginnen soll, desto grösser wird die Anzahl der Lagerplätze für Oberbaumaterialien oder also der Angriffspunkte für das Legen des Oberbaues sein müssen.

Im Durchschnitt sind die Lagerplätze auf $1\frac{1}{2}$ Meile Entfernung von einander und im Allgemeinen so anzulegen, dass die Oberbaumaterialien auf den Gefällen der Bahn abwärts transportirt werden.

Die Bestimmung der Lagerplätze hängt aber auch von der Lage der Bahn zu einer fahrbaren Strasse, von den Hauptbezugsorten der Schwellen und der Schienen ab, so dass es oft zur Nothwendigkeit wird, da wo es nicht mit unverhältnissmässigen Kosten verbunden ist, Nothbrücken und Nothgleise herzustellen.

Sehr häufig muss auch der Oberbau zur Beschaffung des Schotter dienen und deshalb oft viele Meilen lang sehr frühzeitig noch vor dem Einbringen des Schotterbettes gelegt werden.

Es kann also die Lagerung, Magazinirung und Vertheilung der Oberbaumaterialien nur nach einem gründlichen Studium der allgemeinen Verhältnisse einer Bahnlinie festgestellt werden und ist es oft trotz aller Vorsicht nicht zu vermeiden, dass die festgesetzten Lagerplätze später, wenn das Legen des Oberbaues beginnen soll, theilweise dem Zwecke nicht ganz gut entsprechen, weil während der Zufuhr dieser Oberbaumaterialien und während der Ausführung des Unterbaues sich die Verhältnisse ändern und Arbeiten hinter andern zurückbleiben, bei welchen voranzusetzen war, dass sie früher vollendet sein würden.«

Die Absteckung der Mittellinie der Bahn, welche der Herstellung des Oberbaues voranzugehen hat, ist mit besonderer Sorgfalt vorzunehmen. Es dient zur Erleichterung dieser Arbeit, wenn man während des Baues möglichst viele Punkte der Bahnachse nach Lage und Höhe conservirt hat. Zu diesem Zweck ist zu empfehlen, schon beim Beginn der Erdarbeiten über Stationspfählen, bei denen die Aufträge mässige Höhen haben, stark verstreute und sehr kräftige Pfähle aufzurichten, welche bis zum Schienenkopf oder bis zu einem bestimmten Maass unter dieser Höhe reichen. Von diesen Pfählen ausgehend wird alsdann nach gehöriger Justirung derselben die Aussteckung der Bahnachse vorgenommen.

Man verwendet hierzu eichene Pfähle von etwa 1,2^m Länge und 0,1^m Seite, welche für gerade Linien in 100^m, für Curven je nach der Krümmung derselben in 50^m oder 25^m Abstand gesetzt werden. Die Mittellinie der Bahn wird auf demselben durch einen Sägeschnitt, durch ein eingebohrtes Loch oder durch einen starken Stift bezeichnet. Die Verwendung von Stiften wird beispielsweise in Curven zweckmässig sein, um eine Schnur an ihnen zu befestigen. Von der Schnur aus können dann die Schienen nach Stichmaassen leicht richtig gelegt werden.

Es ist namentlich auf frischgeschütteten Dämmen zweckmässig, wenn man die Pfähle nicht auf Schienenkopfhöhe abschneidet, sondern durch einen horizontal geführten Sägeschnitt und Abspalten eines Stückes des Pfahles einen Absatz an demselben herstellt, durch welchen die Schienenkopfhöhe markirt wird. Man hat alsdann nicht nöthig bei vorkommenden Sackungen der Dämme sofort einen neuen Pfahl zu schlagen, auch lassen sich an Pfähle, die in beschriebener Weise zugerichtet sind, die Richtscheite bequem legen.

Ausser den bereits erwähnten Punkten sind die Anfangspunkte der Curven und die Knickpunkte des Längenprofils (Neigungswechsel, Visirbrüche) durch Pfähle zu markiren.

„Die Gefällwechsel sind zur Gewinnung sanfter Uebergänge mittelst Kreisbogen von möglichst grossem Radius abzurunden.“ (§. 3 der Grundzüge.)

Die Gründe der genannten Anordnung liegen auf der Hand. »Betrachtet man eine Horizontale und ein schärferes Gefälle (etwa 1:50) an einander gesetzt, so sieht man, dass der Winkel bedeutend genug ist, um die Mittelachse an einem dreiaxigen Fahrzeuge fast ganz zu entlasten, die Vertheilung der Last auf die Triebräder der Locomotive gänzlich umzukehren und Wirkungen zu erzeugen, die schon mehr wie einen Bruch herbeiführt haben« (Zeitschr. f. Bauw. 1868 p. 101).

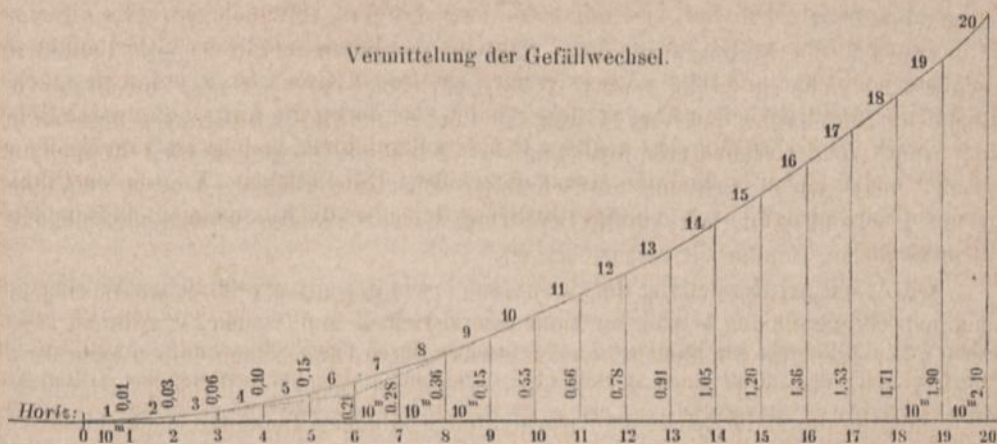
Obwohl es nun keine Schwierigkeit haben würde, für die einzelnen Fälle der Ausführung die Berechnung der Höhenpunkte unter Annahme eines bestimmten Radius für den zur Abrundung verwendeten Kreisbogen (5000 bis 10000^m) vorzunehmen, so giebt man doch für die Ausführung behuf Zeitersparung einfachere Regeln.

Für Bahnen mit schwachen Steigungen genügt die Angabe eines bestimmten Maasses, um welches das Gleis beim Neigungswechsel in die Höhe zu ziehen ist. Dies Maass ist beispielsweise bei der schlesischen Gebirgsbahn auf 5,24^{cm} (2 Zoll) festgesetzt, wenn an eine Horizontale eine Steigung von 10^{mm} sich anschliesst und auf 2,62^{cm} (1 Zoll), wenn die Steigung 5^{mm} oder geringer ist (Zeitschr. f. Bauw. 1865 p. 202).

Kommen dagegen verschiedenartige und starke Neigungen in Frage, so kann man von nachstehendem Schema Gebrauch machen, welches aus einer für die Orleans-Centralbahnen erlassenen Instruction entnommen ist.

Fig. 1.

Vermittlung der Gefällwechsel.



Man sieht aus der Figur, dass von 10^m zu 10^m das Steigungsverhältniss um 1^{mm} zunimmt. Das dargestellte Polygon ist einer Parabel umschrieben, deren Gleichung $y = \frac{x^2}{2 \cdot 10000}$ ist und deren Scheitel 5^m links von dem mit 0 bezeichneten Punkte liegt.⁷⁾

Aus der Figur lassen sich sowohl die Längen, über welche die Vermittlung der Gefälle sich erstreckt, wie die Erhöhung jedes Zwischenpunktes in allen Fällen sofort entnehmen.

Es sei z. B. eine Steigung von $3,7^{mm}$ in eine Steigung von $9,3^{mm}$ überzuführen. Man wird alsdann so verfahren, als ob es sich um Steigungen von 3 und resp. 10^{mm} handelte. Das einzulegende Polygon wird 7 Ecken, den Punkten 3 und 9 obiger Figur entsprechend, erhalten. Die Ordinate jedes Endpunktes erhält man, indem man von den in der Figur angegebenen Ordinaten diejenige des Anfangspunktes 3 ($= 0,06$) abzieht. Die Länge der Vermittlungsstrecke ist 60^m . Die Beseitigung der Brüche der Zahlen 3,7 und 9,3 hat lediglich zur Folge, dass der Uebergang am Anfang und am Ende des Polygons um so sanfter wird.

Es muss hier besonders hervorgehoben werden, dass bei starken Steigungen die Veränderungen in der Höhenlage der Bahn, welche Folge der Vermittlungen der Gefälle sind, schon bei den speciellen Vorarbeiten, den Erdarbeiten und unter Umständen selbst bei den Kunstbauten berücksichtigt werden müssen, und ferner, dass bei Auspählung der Bahnachse zum Zweck des Oberbaulegens in der Regel auf Anordnung von Uebergangscurven (s. §. 10) Bedacht zu nehmen ist.

§. 4. *Vorbereitende Arbeiten.* (Fortsetzung.) — Die Schwellen und Steinwürfel⁸⁾ bedürfen in der Regel, die Schienen ausnahmsweise einer Zurichtung bevor sie verbaut werden können. Die betreffenden Arbeiten sollen im Nachstehenden kurz erörtert werden.

Einschneiden der Schwellen. Die Herstellung der Einschnitte in die Schwellen, durch welche die richtige Neigung der Schienen hervorgerufen wird, wird hier da von den Lieferanten verlangt, an andern Orten beschafft man die Schwelleneinschnitte auf den Hauptdepots mittelst besonderer Vorkehrungen (Schwellenhobelbänke, Schwellenhobelmaschinen), ein drittes Verfahren besteht darin, dass man die Einschnitte

⁷⁾ Man vergl. auch Zeitschr. f. Bauwesen 1868 p. 433.

⁸⁾ Für die Schweizerische Centralbahn hat Etzel auch die Stossplatten besonders vorrichten lassen, indem er die Nagellöcher nachfeilen und namentlich die Auflagerflächen mit der Feile genau eben arbeiten liess.

nicht lange vor dem Verlegen der Schwellen von Arbeitern mit gewöhnlichem Handwerkszeug machen lässt.

Die für die Braunschweigschen Bahnen construirten, mit Dampf betriebenen Maschinen, welche im Organ 1862 p. 107 beschrieben sind, besorgen sowohl die Herstellung der Einschnitte, wie das Bohren der Löcher für die Befestigungsschrauben und sind, wenn sie mit einer Dampfmaschine in Verbindung gesetzt werden können, für Bahnen, auf denen die Schienen mit Schrauben befestigt werden, gewiss zu empfehlen. Dagegen erscheint es fraglich, ob die Benutzung der sogenannten Schwellenhobelbänke⁹⁾ der gewöhnlichen Handarbeit vorzuziehen ist.

Die Arbeit bei Herstellung der Schwelleneinschnitte mit gewöhnlichen Werkzeugen ist einfach. Man giebt den Arbeitern genaue eiserne Schablonen, welche, wie die Fig. 1—4, Tafel XVII zeigen, für die Mittelschwellen etwas andere Dimensionen haben, wie für die Stossschwellen, lässt mit der Säge einschneiden und mit Dechsel und Hobel nacharbeiten.

Statt der durch die Zeichnung dargestellten Schablonen kann man vielleicht mit Vortheil auch solche verwenden, welche nur das Längenprofil der eingeschnittenen Schwellen zeigen, unter Zuhülfenahme von zwei kurzen Richtscheiten, durch welche man den Parallelismus der untern Kanten der Einschnitte prüft.

Durch die Schwellenhobelbänke wird nur scheinbar ein Vortheil erzielt, der in einer geringen Ersparung bei den Kosten der Herstellung der Schwelleneinschnitte besteht. Dagegen ist in Anschlag zu bringen, dass durch gewöhnliche Handarbeit die Einschnitte solider hergestellt werden, weil die Arbeiter die Tiefe derselben der Beschaffenheit der einzelnen Schwellen leichter anpassen können und dass bei Ausführung der Einschnitte auf den Lagerplätzen an der Bahn, also nach dem Präpariren, ein nachträgliches Werfen der Schwellen weniger zu fürchten ist. Hierin sind vielleicht die Gründe zu suchen, weshalb die Schwellenhobelbänke sich bis jetzt keineswegs allgemeinen Eingang verschafft haben.

Es ist hie und da üblich die eingeschnittenen Stellen der Schwellen zu theeren, eine Maassregel, deren geringe Kosten sich wohl bezahlt machen dürften.

Das Bohren der Steinwürfel ist hier zu erwähnen, insofern dasselbe nicht selten getrennt von der Lieferung der Würfel auf den Lagerplätzen der Verwaltungen ausgeführt wird. Man hat verschiedene Versuche gemacht, diese Arbeit durch mechanische Vorkehrungen zu erleichtern.

Schon im polyt. Centralblatt 1838 p. 959 findet man eine Maschine zum Ebenen und Bohren von Grundsteinen für Eisenbahnen. Etwas vollkommener erscheinen die Vorrichtungen, welche im Organ 1868 p. 73 und p. 175 (letzteres nach polyt. Centralblatt 1867 p. 1171) erwähnt werden. Bei der zuletzt citirten Maschine, welche durchgehende Löcher für Schraubenbefestigung bohrt, wirken die Bohrer in verticaler Stellung von unten. Nach Angabe des Oberbauraths Morlok ist ferner für die Württembergischen Bahnen eine Maschine construirte, bei welcher rotirende Bohrer in schräger Stellung von unten wirkend, durchgehende Löcher bohren. Bei dieser Stellung der Bohrer wird auch das Aufbringen der Steine auf das Bohrergerüste erleichtert.

Weitere Verbesserungen dieser Bohrmaschinen sind eingeleitet. Vielleicht liesse sich auch eine Vervollkommnung derselben erreichen, wenn man für Ausspülen des Bohrmehls durch Wasserstrahlen sorgen könnte.

Biegen der Schienen. Ein sorgfältiges Biegen der Schienen vor dem Verlegen derselben in die Bahn ist eines der besten Mittel, um eine genaue und unwandelbare Lage der Gleise in den Curven zu erzielen.

⁹⁾ Zeichnung und Beschreibung in: „Beschreibung der Bauwerke der Herzogl. Braunschweigschen Südbahn“. Braunschweig, Vieweg und Sohn.

Vorrichtungen zum Biegen der Schienen sind in grosser Anzahl construirt. Von den sogenannten Schienenbiegmaschinen sind auf Tafel XVII zwei Arten dargestellt. Diejenige von Köhler¹⁰⁾ (Fig. 5 bis 7) wird einer Beschreibung kaum bedürfen. Die Fig. 5 und 6 stellen die Hälfte der Seitenansicht und des Grundrisses dar. In den Fig. 8 und 9 ist in grösserm Maassstabe die am Ende des Baumes *AA* angebrachte Vorkehrung gezeichnet, welche zur richtigen Normirung des Maasses der Durchbiegung dient. Detaillirte Angaben über diese ziemlich verbreitete Vorrichtung findet man E. V. Z. 1864 p. 324 (auch Organ 1865 p. 25). Die Fig. 10 zeigt die Unterstützung der Schienen durch die Vorsprünge *B*.

In Fig. 11 ist ein skizzirter Durchschnitt der Schienenbiegmaschine dargestellt, welche u. A. auf den von Etzel ausgeführten Bahnen zur Anwendung gekommen ist (vergl. Eb. Z. 1847 p. 199). Die Walzen *W*, und *W*., ruhen in festen Lagern, die Walze *W*., ist verstellbar. Durch die punktirten Linien sind die Räder und Triebe angedeutet, durch welche die Walzen in Bewegung gesetzt werden. Auf verwandten Principien beruhen die Schienenbiegmaschinen, welche Organ 1864 p. 187 und 1868 p. 156 beschrieben und abgebildet sind.

Die verschiedenen sonstigen Verfahren Schienen zu biegen — welche nebenbei gesagt auch zum Geraderichten verbogener Schienen Anwendung finden — alle hier ausführlich zu besprechen, würde zu weit führen. Es mögen noch erwähnt werden: das Biegen mit der Schraubenzwinde (vergl. Goschler, „Traité etc.“ p. 379), das Biegen mit Wagenwinden (auf den Hannoverschen Bahnen gebräuchlich), das Biegen mit Hülfe eines Ballhammers (s. Paulus, der Eisenbahn-Oberbau p. 132) und das Biegen durch Fallenlassen der Schienen auf Bahnschwellen.

Man wird im Allgemeinen, wenn Schienen in geringerer Anzahl und unmittelbar vor dem Verlegen zu biegen sind, mit einfachen Vorkehrungen und namentlich mit dem Biegen der Schienen durch Fallenlassen sich begnügen, wobei ein Apparat nicht erforderlich ist. Wenn dagegen die Schienen in grösseren Massen auf den Depots gebogen werden, so dürften die Schienenbiegmaschinen den Vorzug verdienen.

Ausklinken der Schienen. Abhauen derselben. Bohren von Löchern für die Laschenschrauben. Diese Arbeiten kommen beim Neubau der Bahnen nur ausnahmsweise, z. B. bei der Herstellung von Curven vor, eine grössere Rolle spielen dieselben bei der Unterhaltung des Oberbaues.

Beim Einhauen neuer Klinkstellen gebraucht man mit Vortheil einen sogenannten Klinkambos (Tafel XVII, Fig. 12 und 13 — unten links), mit dessen Anwendung unter Zuhilfenahme eines Setzhammers die Klinkstellen rascher und besser hergestellt werden, wie mit einem Meissel.

Dagegen hat man beim Abhauen der Schienen zum Meissel zu greifen, indem man mit demselben eine Vertiefung rings um das ganze Schienenprofil herstellt, dann das zu beseitigende Ende abschlägt und die Bruchfläche mit dem Meissel und der Feile nacharbeitet.

Namentlich bei abgehauenen Schienen ist es zu empfehlen, die obern Kanten des Schienenkopfes mit der Feile zu brechen. Einige Verwaltungen haben ein solches Abfasen der Schienenköpfe allgemein eingeführt, weil dadurch das schädliche Auswalzen von Eisenblättern von einer Schiene auf die benachbarte, wie man es bei stark befahrenen Bahnen nicht selten beobachtet, verhindert wird.

Zum Bohren neuer Laschenschraubenlöcher bedient man sich am besten des auf

¹⁰⁾ Ganz ähnlich ist die bereits früher vom Eisenbahndirector von Weber construirte Maschine, welche im polyt. Centralblatt 1848 p. 273 beschrieben ist. Man vergl. auch Dingler's polyt. Journal 167. Bd. p. 412.

Tafel XVII, Fig. 14 in der Ansicht dargestellten eisernen Bügels und einer gewöhnlichen Bohrratsche, eine Vorrichtung, welche auch sonst vielfach benutzt wird und weiterer Erläuterung nicht bedarf.

Die Verwendung complicirterer Apparate (über welche Goschler I p. 379 und Couche I p. 263 zu vergl.) erscheint gerechtfertigt, wenn bei nachträglicher Verlaschung von Schienengestängen die Löcher in grösserer Anzahl anzufertigen sind.

§. 5. *Anordnung der Schienenstösse und Lage der Querswellen.* — Man pflegt den Lieferanten der Schienen in der Regel zu gestatten, ausser den Schienen von normaler Länge (21' oder 6^m) auch kürzere Schienen von 18' und 15' (oder von 5^m und 4^m) in beschränkter Anzahl zu liefern, weil man bei geeigneter Disposition die letztern ganz wohl verwenden kann.

Im Allgemeinen wird man die kürzeren Schienen den Bahnhöfen und den Gleisen in der Nähe der Bahnhöfe zuweisen, überhaupt also den Stellen, auf denen langsamer gefahren wird. Eine Ausnahme machen indess die stark befahrenen Gleise grosser Bahnhöfe, welche mitunter mehr in Anspruch genommen werden, wie die Gleise der freien Bahn.

Man wird indess auch an einzelnen Stellen der letztern kürzere Schienensorten mit Vortheil verwenden. So muss man nicht selten vor einer kleinen Brücke eine Anzahl kürzerer Schienen verlegen, um eine der Construction günstige Lage der Schienenstösse auf der Brücke zu erhalten. Es dürfte ferner unbedingt zu empfehlen sein, durch ein gleiches Verfahren die Schienenstösse aus den Ueberfahrten (Niveauüberführungen) zu entfernen, wenn anders die Breite der Fahrbahn derselben dies überhaupt gestattet. Die wunden Stellen des Oberbaues in den Ueberfahrten sind in der Regel die Schienenstösse und erreicht man durch jene einfache und kostenlose Maassregel eine merkliche Verbesserung des Oberbaues.

Eine Verwendung kürzerer Schienen, um die Verluste durch Verbau möglichst einzuschränken, wird ferner am Platze sein, wenn zwei an verschiedenen Stellen in Angriff genommene Gleisstrecken zusammentreffen, wenn man in Curven eine Versetzung der Stösse will eintreten lassen (s. §. 9) u. s. w. Man muss indess für diese und ähnliche Fälle auch eine Minimallänge der ausnahmsweise zu verwendenden Schienen feststellen. Bei guter Construction der Stossverbindungen kann man wohl unbedenklich bis auf 2,5^m hinabgehen. Manche Verwaltungen schreiben indess ein grösseres Maass (bis 12' = 3³/₄^m) vor.

Die normale Lage und Anordnung der Bahnschwellen ist bei 21' und 6^m langen Schienen bekanntlich der Art, dass ausser der Stossschwelle 6 Mittelschwellen gelegt werden. Den Abstand zwischen der Stossschwelle und der benachbarten Mittelschwelle pflegt man 0,1^m bis 0,2^m kleiner zu machen, wie die Abstände von Mittelschwelle zu Mittelschwelle. Manche Verwaltungen lassen die letztgenannten Abstände vom Ende der Schienen nach ihrer Mitte allmählich wachsen. 5^m lange Schienen erhalten 5 Mittelschwellen, bei 4^m langen sind drei allenfalls ausreichend. Beim Verlegen der Schwellen bedient man sich besonderer Maasslatten, auf denen die Lage der Schwellen deutlich verzeichnet ist. (Vergl. Schluss des §. 18 von Capitel VI.)

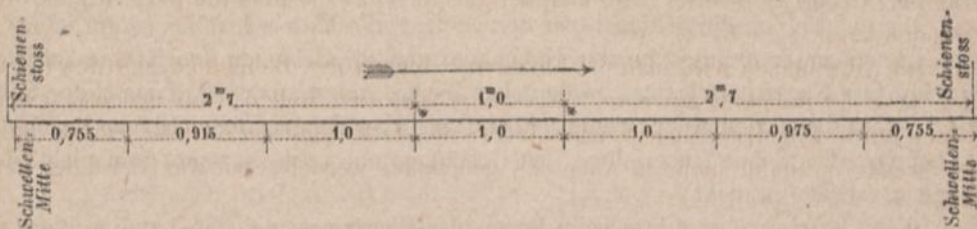
Als Ausnahme von vorstehender Regel sind folgende Fälle namhaft zu machen:

1. Bei schwebenden Stössen legt man die Schwellen rechts und links vom Stoss so nahe, wie die Rücksichten auf das Unterstopfen irgend gestatten (in 0,55^m bis 0,65^m Abstand) und wendet im Uebrigen gleichmässige Abstände an.

2. Eine eigenthümliche Anordnung der Schwellen findet man auf den neueren zweigleisigen Strecken der Hannoverschen Bahnen. In Rücksicht auf die Verschiebungen der

Schienen in der Längenrichtung der Bahn, welche sich schwer ganz beseitigen lassen, legt man daselbst die Schienenstösse in $0,03^m$ Entfernung von den Mitten der Stoss-schwellen und zwar in der Weise, dass die Enden der Schienen, von welchen die Räder ablaufen, auf eine etwas geringere Länge unterstützt sind, wie diejenigen, auf welche die Räder auflaufen. Um aber auch bei dieser Lage die in der Fabrik eingestanzten, neben der Mitte der Schienen befindlichen vier Klinkstellen beibehalten zu können, ordnet man die Schwellen bei $6,4^m$ langen Schienen so an, wie nachstehender Holzschnitt (Fig. 2) zeigt.

Fig. 2.



An den mit einem Doppelkreuz bezeichneten Plätzen befinden sich die Klinkstellen.

3. Auf den Linien der Oesterreichischen Südbahngesellschaft kommt für Strecken, welche ungünstige Steigungs- und Krümmungsverhältnisse haben, eine Vermehrung der Anzahl der Schwellen in der Weise zur Anwendung, dass die Schienen von $21'$ österr. ($6,636^m$) Länge eine Stossschwelle und 7 Mittelschwellen erhalten. Dieselbe Anordnung ist auch auf den Orleans-Centralbahnen für stark geneigte Strecken getroffen.

§. 6. *Legen des Oberbaues, namentlich in gerader Bahn.* — Ueber den Gang der Arbeiten beim Legen des Oberbaues geben die hierüber veröffentlichten Instructionen

(Hannov. Instruction. Organ 1855 p. 34 — auch Eb. Z. 1855 p. 45. — Instruction der Schlesischen Gebirgsbahn. Zeitschr. f. Bauw. 1865 p. 194 — auch Organ 1865 p. 250. — Instruction für die Linien der Oesterreichischen Südbahngesellschaft in Paulus »Der Eisenbahn-Oberbau« u. A.)

den besten Aufschluss.

Die ältern Instructionen empfehlen der Hauptsache nach nachstehende Reihenfolge der Arbeiten:

- Herstellung der Bettung, nahezu bis Schwellenunterkante,
- Auslegen der Schwellen, thunlichst in die richtige Lage,
- Auslegen der Stossplatten und der Schienen,
- Vorläufiges Anbringen der Laschen (nur zwei Schrauben, lose angezogen),
- Nageln der Stösse und vorläufiges Anstopfen der Stosschwellen auf richtige Höhe,
- Nageln der Mittelschwellen, wobei dieselben mit Wuchtbäumen angehoben werden,
- Unterstopfen der Schwellen. (Die Mitten derselben sind nicht so fest zu stopfen, wie die Enden.)
- Nachrichten des Gestänges, Festschrauben der Laschen,
- endlich, einige Zeit nach Vollendung der übrigen Arbeiten, Ueberdecken der Schwellen, sofern diese Arbeit überhaupt vorgenommen wird.

In einzelnen Punkten hiervon abweichend sind die Vorschriften der Oesterreichischen Südbahngesellschaft, in welchen eine weitere Ausbildung des von Etzel bei der Schweizerischen Centralbahn eingeführten Verfahrens sich kund giebt.

Es werden zunächst nur die Stossschwellen ausgelegt und zwar etwa $0,03^m$ über ihrer normalen Höhe und hohl in der Mitte. Sodann werden die Stossplatten und die Schienen aufgebracht und richtig gelegt, worauf den Stossschwellen durch Schläge mit der Handramme auf die Stösse der Schienen die richtige Höhe gegeben wird. Nachdem auch die Richtung der Schienenlage controlirt ist, werden alle Stösse der Schienen genau nachgesehen, es wird untersucht, ob die Köpfe der Schienen genau zusammenpassen, die Füsse derselben auf den Bodenflächen und an den äusseren Rändern der Unterlagsplatten vollkommen dicht anliegen u. s. w. Zeigen sich hierbei Mängel, so werden dieselben durch Meisseln und Feilen an den Schienenfüssen beseitigt.

Hierauf werden die Schienen zur Seite gelegt, die Mittelschwellen sofort beim Einbringen derselben in ziemlich genaue Höhenlage und die Schienen von Neuem zur Stelle gebracht. Das Nageln erfolgt in gewöhnlicher Weise (zuerst am Stoss), das Unterstopfen der Art, dass die Schienen ein wenig (ca. $0,015^m$) über dem richtigen Niveau liegen, so dass beim schliesslichen Nachrichten des Gestänges nur noch gerammt und nicht mehr gestopft zu werden braucht.

Wenn man erwägt, dass beim Legen des Oberbaues auf eine bündige Lage der Schienenköpfe an den Stössen und auf eine gleichmässige Neigung der Laufflächen sehr grosser Werth zu legen ist, dass aber die Schienen weder ganz genau übereinstimmende Höhen, noch vollkommen gleiche Form haben können, so erscheint die besondere Sorgfalt, welche bei dem beschriebenen Verfahren auf die Schienenstösse verwendet wird, durchaus motivirt.

Es sind nunmehr noch einige andere Punkte in Betreff des Legens des Oberbaues hervorzuheben.

1. »Die Befestigung der Stossverbindung muss den erforderlichen Spielraum für Temperaturveränderungen gestatten.«

(§. 21 der Grundzüge.)

Als geringstes Maass für den genannten Spielraum kann bei Frostwetter 6^{mm} , bei heissem Wetter 3^{mm} angenommen werden (oder unter Voraussetzung 6^m langer Schienen bei kaltem Wetter 1^{mm} für jeden Meter der Schiene). Es ist indess zu empfehlen, den Spielraum eher etwas grösser wie kleiner zu nehmen und in drei oder vier Abstufungen von 4 bis 8^{mm} fortzuschreiten. Die hohe, die Luftwärme weit übersteigende Temperatur, welche die Schienen im Sonnenschein annehmen und die Rücksicht auf die bei Abnahme der Schienen hinsichtlich ihrer Länge übliche Toleranz rechtfertigen die grösseren Spielräume. ¹¹⁾

Zur Herstellung des richtigen Abstandes der Schienen bedient man sich kleiner Bleche (Dilatationsbleche), von denen in den Fig. 16 und 17, Tafel XVII zwei Arten dargestellt sind. Die einfache viereckige Form dürfte vorzuziehen sein.

An dieser Stelle sind noch die Vorrichtungen zu erwähnen, welche man bei grossen eisernen Brücken zur Ausgleichung der Längenveränderungen des Schienengestänges anzuwenden pflegt, welche Folge der Ausdehnung und Zusammenziehung der Brückenträger sind. Bei Brücken von mittlerer Grösse ist die Anwendung solcher Dilatationsplatten kaum erforderlich. In den Fig. 18 bis 20, Tafel XVII ist die Dilatationsplatte der Orientbahn dargestellt. Diejenige der Kölner Rheinbrücke findet man Zeitschr. f. Bauw. 1863 Blatt 39.

2. Beim Auslegen der Schienen ist das Schriftzeichen der Fabrik (Fabrikstempel und Jahreszahl) in der Regel der Innenseite des Gleises zuzukehren, an derselben Seite ist Jahr und Monat der Verlegung der Schienen mit Punzen zu markiren, wenn anders,

¹¹⁾ Man vergl. hierüber auch Couche »Voie etc.« I p. 150.

wie jetzt vielfach gebräuchlich, während einer bestimmten Reihe von Jahren die Fabrik für die Schienen Garantie leisten muss. Die bezeichnete Maassregel dient zur leichtern Auffindung der Zeichen, welche im Laufe der Jahre leicht undeutlich werden.¹²⁾ Hier und da werden auch die eingepunzten Marken unter den Laschen angebracht, um sie besser zu conserviren.

Die Muttern der Laschenschrauben wendet man jetzt häufig der Innenseite des Gleises zu, damit die Wärter das Festsitzen derselben besser controliren können. (Vergl. VI. Capitel §. 12 sub e.)

3. Ein Vorbohren der Schwellen wird bei gutem Material in der Regel nicht erforderlich sein. Wo dasselbe stattzufinden hat, muss das Bohrloch kleiner gemacht werden, wie der Nagel stark ist. Beim Eintreiben der Nägel sind schwere Hämmer und kräftige Schläge zu verwenden, weil die Haltkraft des Schienen nagels auf einem Hinunterziehen der benachbarten Holzfasern zum guten Theil beruht. Bei Frostwetter verhütet man das Spalten der Schwellen mit Erfolg durch Anwärmen der Nägel.

4. Der allgemeine Grundsatz der technischen Vereinbarungen (I §. 10)

»Die Oberflächen der beiden Schienen sollen in geraden Strecken genau in gleicher Höhe liegen«

erleidet eine Ausnahme in Betreff der erstmaligen Herstellung des Gleises auf frisch geschütteten Dämmen, woselbst es zweckmässig ist, die der Böschungskante zugekehrten Schienen Anfangs etwas höher zu legen, weil statt der Ueberhöhung doch in kurzer Zeit eine Senkung dieser Schienen eintritt.

5. Wenn die Gewinnungsstellen des Bettungsmaterials sich in sehr grosser Entfernung von den Verbrauchsstellen befinden, so kann es mitunter geboten sein, das Gleis ohne Bettung oder auf eine unvollständige Bettung zu verlegen und dasselbe zum Transport des Bettungsmaterials zu benutzen. Man wird aber in solchen Fällen stets zu berücksichtigen haben, dass durch eine derartige Verwendung der Oberbau trotz aller Vorsichtsmaassregeln leidet und demnach das genannte Verfahren nur dann eintreten lassen, wenn erhebliche Ersparungen damit verbunden sind. Jene Vorsichtsmaassregeln bestehen etwa im Folgenden: Locomotiven dürfen so wenig wie möglich auf dem unfertigen Gleise fahren; das provisorische Legen des Gleises ist mit Sorgfalt vorzunehmen; das Bettungsmaterial wird auf einmal für eine grössere Strecke angefahren, worauf dann das Heben des Gleises auf volle richtige Höhe, aber unter Inangriffnahme längerer Strecken und vorsichtiger Hebung derselben erfolgt; an den Stellen, woselbst mit dem Heben angefangen und aufgehört wird, müssen die Laschen gelöst sein, auch dürfen daselbst die Schienen-nägel nicht zu fest sitzen u. s. w.

6. Bei regelrechtem Gange der Arbeit werden die Schwellen und Schienen in Quantitäten, welche dem Fortschritte der Arbeiten während eines oder zweier Tage entsprechen — wenn thunlich des Nachts — auf Transportwagen bis ans Ende des fertigen und unterstopften Gleises gefahren und von da bis zur Verbrauchsstelle getragen. Diese Regel gilt indess nur für die sorgsam ausgeführten europäischen Bahnen und es ist interessant, hiermit das Verfahren zu vergleichen, wie es z. B. in Amerika bei der Pacificbahn üblich und im *Organ* 1868 p. 114 lebhaft geschildert ist.

§. 7. *Geräthe, welche bei den vorhin beschriebenen Arbeiten benutzt werden.* —

Nachstehend folgt eine Uebersicht der beim Oberbaulegen gebrauchten Werkzeuge und

¹²⁾ Abweichend hiervon ist für die Schlesische Gebirgsbahn angeordnet, dass die Schriftseiten der Schienen nur dann nach Innen zu legen sind, wenn nicht eine vorherige Untersuchung ergeben hat, dass für das bessere Passen der Schienen eine Umwechslung der Schriftseiten stattfinden muss.

Geräthe, soweit dieselben eigenthümlicher Art sind. Eine Kenntniss derselben ist erforderlich, weil gute Geräthe viel zu rascher Förderung der Arbeit beitragen und weil dieselben in vielen Fällen und namentlich für die Zwecke der Bahnunterhaltung direct seitens der Eisenbahnverwaltungen angeschafft werden. Ueber die für Curven gebrauchten Geräthe vergl. §. 8.

Hier sind zu nennen:

1. Die Schienenzange. Das Tragen der Schienen auf der Schulter ist erfahrungsmässig gefährlich, wegen der beim Abwerfen vorkommenden Beschädigungen der Arbeiter. Es sollte deshalb die Benutzung einer sogenannten Schienenzange beim Transport einzelner Schienen den Arbeitern zur Pflicht gemacht werden. Ausser der durch Fig. 15, Taf. XVII dargestellten Form giebt es noch verschiedene andere, worüber Goschler »Traité« etc. I p. 462 und Organ 1863 p. 271 zu vergleichen.

2. Fig. 21, Tafel XVII zeigt die gewöhnliche Stopfhacke (Kramphaue) in weit verbreiteter Form. Das in Fig. 22 abgebildete Werkzeug vereinigt Stopfhacke und Bickel in sich und wird bei der Unterhaltung der Bahnen der Oesterreichischen Südbahngesellschaft ausschliesslich benutzt.

3. Den Wuchtbaum (Fig. 23 und 24) gebraucht man zum Anheben der Schwellen beim Stopfen, zur Unterstützung derselben beim Nageln u. s. w.

4. Der Lascenschraubenschlüssel (Fig. 25 und 26) ist ein gewöhnlicher Schraubenschlüssel mit langem Griff, dessen Maul verstäht und gehärtet sein muss. Für den Gebrauch bei der Bahnunterhaltung ist lediglich die gezeichnete Form zu empfehlen, während man beim erstmaligen Anbringen der Lascenschrauben auch Schlüssel mit kurzem Griff und geschlossenem sechskantigen Maul verwenden kann.

5. Die in Fig. 27 dargestellte Schablone kann man zur vorläufigen Controlirung der richtigen Neigung der Schienen gebrauchen.

6. Der Geissfuss dient zum Herauswuchten der Schienennägel. In den Figuren 28 und 29 ist der sogenannte lange Geissfuss abgebildet, den man gebraucht, um Nägel, welche schon etwas gelockert sind, vollends auszuziehen. Vorher bedient man sich eines kürzern und stärkern Werkzeugs von derselben Form (kleiner Geissfuss), dessen Klaue man unter die Ansätze des Hakennagels steckt, um durch einen kräftigen Schlag auf das hochstehende Ende den Nagel etwas anzuheben. Man wirft den Geissfüssen mit Recht vor, dass sie die Schienennägel stark beschädigen. Zur Vermeidung dieses Uebelstandes hat man verschiedene andere Werkzeuge zum Nagelausziehen construirt, die aber zum Theil etwas schwerfällig sind. (Man vergl. Organ 1857 p. 146 und 1855 p. 65). Fig. 33 zeigt die Nagelzange der Oesterreichischen Südbahn, welche unter Zuhülfnahme eines Hebeeisens und Benutzung der Schienen als Stützpunkt für letztere gebraucht wird.

7. In Fig. 31 ist ein gewöhnliches unverstellbares Spurmaass abgebildet, wie es für die gerade Bahn gebraucht wird. Wenn man, was zu empfehlen ist, die Spurmaasse beim Nageln der Schwellen in der Nähe derselben auf den Schienen liegen lässt, so kann dies Werkzeug etwas schwerer construirt und an jedem Ende mit zwei Ansätzen versehen werden.

Abbildungen der übrigen Werkzeuge (Hämmer verschiedener Art, Bohrer, Dechsel, Visirständer u. s. w.) findet man unter Angabe der Gewichte, der Preise, der für eine Arbeitercolonne erforderlichen Stückzahl u. s. w. in »Paulus, der Eisenbahn-Oberbau« und weiter in sehr vollständiger Zusammenstellung in »Etzel's Oesterr. Eisenbahnen«.

Die verschiedenen grössern und kleinern Transportwagen für Oberbaumaterialien werden im 2. Bande besprochen werden.

Im Allgemeinen wird man dahin zu streben haben, dass die Oberbaugeräthe, soweit sich dies mit ihrem Zweck vereinigen lässt, so einfach und so leicht wie möglich gemacht werden, weil das Fortschaffen derselben auf grössere Entfernungen, wie es namentlich bei den Unterhaltungsarbeiten oft vorkommt, nicht unbedeutende Arbeitskräfte erfordert.

§. 8. *Spurerweiterung und Ueberhöhung des äussern Schienenstranges in Curven.*

— 1. *Spurerweiterung.* Es ist ziemlich allgemein üblich, in schärfern Curven eine Vergrösserung der normalen Spurweite von 1,436^m eintreten zu lassen, über die Gründe dieser Maassregel aber herrschen verschiedene Ansichten.

Man führt für die Spurerweiterung an, dass durch dieselbe die Conicität der Radreifen besser zur Wirkung komme. Indem in Folge der Spurerweiterung und des Spielraums zwischen Schiene und Spurkranz die beiden Räder eines Räderpaares mit verschiedenen Durchmessern auflaufen, soll das Schleifen derselben vermindert und der Centrifugalkraft entgegengewirkt werden. Wenn man auch nicht in Abrede stellen kann, dass bei neuen Rädern eine derartige Wirkung in beschränktem Maasse eintritt, so ist andererseits nicht zu verkennen, dass bei abgenutzten Rädern das Gleiche fast gar nicht der Fall ist und ferner, dass ein grosser Theil der Räder eines Zuges an den erwähnten Wohlthaten der Spurerweiterung nicht Theil nehmen kann, weil die hintern Räder des Wagens in den Zügen nicht selten mehr dem innern wie dem äussern Schienenstrange der Curven zustreben.

Es wird ferner zur Motivirung der Spurerweiterung angeführt, dass sie erforderlich sei, um die Schienenkanten vor einem Anschneiden der Spurkränze an dieselben zu schützen. Wenn man die Annahme macht, dass in Curven der Spielraum zwischen den Spurkränzen und den Schienen derselbe sein müsse, wie in freier Bahn, so lässt sich aus der angegebenen Rücksicht ein merkliches Maass für die Spurerweiterung unter Einführung bestimmter Radstände und bestimmter Dimensionen der Räder berechnen. (vergl. *Couche »Voie«* etc. p. 241). Dies Maass wird aber sehr unbedeutend, wenn man eine mässige Verringerung jenes Spielraumes in den Curven für zulässig erklärt, was wohl kein Bedenken haben dürfte. Die specielle Besprechung dieser Verhältnisse muss dem ersten Capitel des zweiten Bandes vorbehalten bleiben.

Der Hauptgrund für die Spurerweiterung muss somit wohl in der Construction und der Verwendung der sechsrädrigen Fahrzeuge, namentlich in der Verwendung von Locomotiven mit sechs und mehr Rädern und Kuppelung der Achsen gesucht werden. Es bedarf keines nähern Nachweises, dass dergleichen Fahrzeuge eine Spurerweiterung des Gleises in den Curven erfordern.

Dabei darf aber nicht übersehen werden, dass für vierrädrige Fahrzeuge die Spurerweiterung bei geringem Nutzen einen erheblichen Uebelstand mit sich bringt. Es wurde schon vorhin erwähnt, dass beim Passiren eines Zuges durch Curven die hintern Räder der Wagen oft mehr dem innern, wie dem äussern Schienenstrange zustreben. Je grösser also die Spurerweiterung ist, desto grösser kann auch der Winkel werden, welchen eine vom Vorderrade nach dem Hinterrade gezogene Linie mit einer bei der Berührungsstelle des Vorderrades an die Curve gelegten Tangente einschliesst. Wenn nun (wie p. 182 der »Fortschritte« auseinandergesetzt ist) die Vergrösserung dieses Winkels die Zugwiderstände vermehrt, so folgt, dass es zweckmässig ist, die Spurerweiterung innerhalb möglichst enger Grenzen zu halten.

Der hierher gehörige §. 17 der Grundzüge erscheint somit durchaus sachgemäss gefasst zu sein:

„In Curven, welche mehr wie 2000' (600^m) Halbmesser haben, tritt keine Erweiterung des Spurmaasses ein. In Curven von 600' (180^m) Halbmesser darf die Erweiterung bis höchstens 1 Zoll (25^{mm}) betragen.“

Die Bestimmungen über das Maass der Spurerweiterung sind bei verschiedenen Bahnen, wie leicht erklärlich, sehr verschieden ausgefallen und wird hierbei auch die Beschaffenheit des Betriebsmaterials, namentlich das Vorkommen von sechsrädrigen Wagen und von Locomotiven mit grossen Radständen Einfluss gehabt haben.

Bei 500^m Radius der Curven haben.

die Oesterreichischen Südbahnen	15 ^{mm}	Spurerweiterung,
die Hannoverschen Bahnen	14 ^{mm}	-
die Orleans-Centralbahnen	10 ^{mm}	-
die Französischen Nordbahnen	5 ^{mm}	-
die Schlesische Gebirgsbahn	0 ^{mm}	-

ferner bei 300^m Radius :

die Bayrischen Bahnen	21 ^{mm}	-
die Oesterreichischen Südbahnen	19 ^{mm}	-
die Schweizerische Centralbahn und die Orleans-Centralbahnen	15 ^{mm}	-
die Französischen Nordbahnen	10 ^{mm}	-
die Schlesische Gebirgsbahn	5 ^{mm}	-

Die Französischen Westbahnen machen von einer Spurerweiterung überall keinen Gebrauch.

Berücksichtigt man nun, dass bei 6^m Radstand die Spurerweiterung, welche zum freien Lauf der Mittelräder dreiachsiger Locomotiven unbedingt erforderlich ist, sich bei 500^m und 300^m Radius auf 2, 5 und resp. 4^{mm} berechnet und dass für den nöthigen Spielraum der mittlern Räder in der Regel durch die Verschiebbarkeit der Mittelachse (vergl. §. 113 der Grundzüge) gesorgt wird, so erscheint eine Einschränkung der Spurerweiterung für 300^m Curven auf 5 bis 10^{mm}, wie bei der Schlesischen Gebirgsbahn und beziehungsweise bei der Französischen Nordbahn üblich, gewiss unbedenklich.

Die Weichencurven werden, wie hier bemerkt werden mag, eine grössere Spurerweiterung, etwa bis 20^{mm} erfordern.

Der Uebergang von der normalen Spurweite in die vergrösserte wird in der Weise bewerkstelligt, dass man am Tangentialpunkte der Curven die erstere beibehält und den Uebergang in einigen Schienenlängen vermittelt. Der äussere Schienenstrang behält seine normale Lage, die Spurerweiterung wird somit durch Verschiebung des innern Stranges nach dem Mittelpunkt der Curven zu Wege gebracht.

2) Ueberhöhung des äussern Schienenstranges. Wenn in neuerer Zeit eine gewisse Tendenz unverkennbar sich kundgegeben hat, die Spurerweiterung in den Curven einzuschränken, so muss in Betreff der Ueberhöhung des äusseren Schienenstranges das Gegentheil gesagt werden, man macht dieselbe jetzt vielfach grösser, wie früher.

Bekannt sind die einfachen theoretischen Untersuchungen, welche auf die Formel führen

$$h = \frac{s \cdot v^2}{g \cdot R}$$

(h Ueberhöhung, s Entfernung von Schienenmitte zu Schienenmitte = 1,5^m, v Geschwindigkeit des Zuges, $g = 9,81$, R Radius der Curve).

Seit man gesehen hat, dass die angegebene einfache Formel Resultate für die Ueberhöhung giebt, welche keineswegs zu gross, vielmehr mitunter noch zu klein sind, sieht man von einer Berücksichtigung der Reibung der Räder auf den Schienen und der Conicität der Radreifen ab, durch deren Einführung jene Formel nur unnöthiger Weise complicirter gemacht werden würde.

Es liegt auf der Hand, dass bei Bestimmung der Ueberhöhung die Geschwindigkeit der Schnellzüge berücksichtigt werden muss. Durch Einführung einer bestimmten Geschwindigkeit nimmt aber die obige Formel die einfachere Form $h = \frac{a}{R}$ an und

erhält man:

für $v = 15$	(7,2	Ml. pro Stunde)	$a = 34,4$
- $v = 16,25$	(7,8	- - -)	$a = 40,3$
- $v = 17,5$	(8,4	- - -)	$a = 46,8$.

(in Hunderten)

Durch Benutzung eines der beiden letzten Coefficienten ergeben sich Resultate, welche für gewöhnliche Verhältnisse brauchbar sind. Beispielsweise wird in der neuesten Instruction der Orleans-Centralbahnen (Zeitschr. f. Bauwesen. 1868 p. 106) die Ueberhöhung nach der Formel $h = \frac{45}{R}$ berechnet, was bei 300^m Curven eine Ueberhöhung von 15^{cm} und bei 500^m Curven eine solche von 9^{cm} ergibt.

Auf den meisten deutschen Bahnen nimmt man indess die Ueberhöhung nach altem Herkommen etwas geringer an (5 bis 8^{cm} bei 500^m Curven und selbst bei sehr scharfen Curven selten mehr, wie 10^{cm}).¹³⁾ Es haben aber mehrere Bahnen angefangen, auch in dieser Hinsicht die ältern Regeln zu prüfen und durch neue zu ersetzen. Namentlich die Main-Weser-Bahn hat werthvolle Versuche angestellt, indem sie die Ueberhöhung so lange vermehrte, als die mit Kreide bestrichenen Innenseiten der Schienen noch ein Anlaufen der Räder beim Durchfahren mit Maximalgeschwindigkeit zeigten.¹⁴⁾ Auf Grund dieser Untersuchungen werden für genannte Bahn die Ueberhöhungen nach der empirischen Formel $\frac{6000 - R}{1000}$ (wohl für hessisches Maass, 1 Fuss = 0,2877^m geltend) berechnet, wobei davon ausgegangen ist, dass Curven über 6000' gleich geraden Linien zu achten sind. Diese Formel ergibt für 500^m Curven 0,124^m, für 300^m Curven 0,143^m, überhaupt für scharfe Curven nahezu dieselben, für solche mit mässiger Krümmung aber grössere Resultate, wie die Formel $\frac{45}{R}$.

Für eine kräftige Ueberhöhung sprechen somit alle neuern Erfahrungen, namentlich aber auch der Umstand, dass das beim Stopfen des Gleises hergestellte Maass beim Befahren der Bahn sich sehr bald vermindert, namentlich bei denjenigen auf Dämmen liegenden Curven, deren convexer Strang der Böschung zunächst liegt.

Einige französische Bahnen setzen in der Formel $h = \frac{a}{R}$ den Coefficienten a gleich der Geschwindigkeit der Schnellzüge in Kilometern pro Stunde und erhalten dadurch Resultate, welche jedenfalls ausreichend genannt werden können. Am weitesten geht die Paris-Mittelmeer-Bahn, welche in den äussersten Fällen (für Strecken mit sehr rasch fahrenden Zügen) die Formel $h = \frac{70}{R}$ anwendet (vergl. Couche »Voie etc.« I p. 248).

¹³⁾ Man vergl. u. A. die Berechnung Organ 1865 p. 159, welche für 500^m Curven 8,5^{cm} und für 300^m Curven 10^{cm} Ueberhöhung ergibt.

¹⁴⁾ Hierbei ist das Referat A Nr. 9 für die 1868^{er} Techniker-Conferenz benutzt.

In den technischen Vereinbarungen (§. 16 der Grundzüge) ist folgender Grundsatz aufgenommen:

„In Curven soll die äussere Schiene mit Berücksichtigung der Fahrgeschwindigkeit um so viel höher gelegt werden, als die innere, dass die Schienenkante möglichst wenig von den Spurkränzen nachtheilig angegriffen wird.“

Es ergibt sich aus Obigem, dass man keine allgemein gültige Formel zur Ermittelung der Ueberhöhung aufstellen kann, es wird vielmehr Folgendes zu beachten sein:

1. Weil grosse Radien der Curven mit mässigen Steigungen Hand in Hand zu gehen pflegen, so ist für Curven mit grossen Radien der Coefficient a in der mehrfach erwähnten Formel in der Regel höher anzusetzen, wie für scharfe Curven (vergl. Organ 1865 p. 159). Andererseits wird man auch auf die Art des Verkehrs Rücksicht zu nehmen haben und beispielsweise für secundäre Bahnen andere Bestimmungen treffen, wie für Hauptbahnen.

2. In Curven, die unmittelbar vor Bahnhöfen liegen, kann die Ueberhöhung ermässigt werden. Auf den Linien der Oesterreichischen Südbahngesellschaft kommt in diesem Falle die Hälfte der normalen Ueberhöhungen zur Anwendung.

3. Auf stark ansteigenden Strecken doppelgleisiger Bahnen muss auf die verschiedene Geschwindigkeit der Züge bei der Bergfahrt und bei der Thalfahrt Rücksicht genommen werden. Man wird für die bergabwärts befahrenen Gleise um so mehr starke Ueberhöhungen anzuwenden haben, weil beim Bremsen der Züge durch das Zusammendrücken der Buffer eine Kraft resultirt, welche die Wagen in merklicher Weise nach aussen treibt.

In der Regel wird man dem innern Schienenstrange die normale Höhe geben und die Ueberhöhung durch Hebung des äussern Schienenstranges bewerkstelligen, bei zweigleisigen Bahnen hat man indess hiervon eine Ausnahme zu machen, wenn Ueberfahrten für Wege von Bedeutung in der Curve vorkommen. In diesem Falle ist es besser, die beiden Schienenstränge, welche der Mitte der Bahn zunächst liegen, in die normale Höhe der Bahn zu bringen und in dem einen Gleise die Höhendifferenz durch Senkung des concaven Schienenstranges zu bewerkstelligen.

Die Oberschlesische Bahn lässt in genannter Weise auf zweigleisigen Strecken durchweg verfahren.

Wegen des Ueberganges von der Höhenlage der Schienen in gerader Bahn zur Höhenlage derselben in Curven vergl. §. 10.

Die im Vorstehenden besprochenen Anordnungen erfordern für den Bau der Curven einige besondere Constructionen der Geräthe.

Ein verstellbares Spurmaass (Fig. 32 Tafel XVII) dient zur Abmessung und Controlirung der vergrösserten Spurweite in den Curven.

Zur Bestimmung der richtigen Ueberhöhungen kann man sich der in Fig. 30 und in Fig. 34 bis 36 dargestellten Apparate bedienen. Das Werkzeug Fig. 30 wird unter Zuhülfeaufnahme einer Wasserwaage gebraucht, welche man auf eine über den gezackten Theilen befindliche Platte setzt. Dasselbe ist insofern empfehlenswerth, als es keine beweglichen Theile hat. Dagegen hat das Richtscheid mit Wasserwaage, Fig. 34, dessen Details aus den Figuren 35 und 36 zu ersehen sind, den Vortheil, dass es sowohl für die gerade Bahn, wie für die Curven gebraucht werden kann.

Das Spurmaass von Ilse (Organ 1865 p. 62) vereinigt die in den Figuren 32 und 34 dargestellten Vorrichtungen in sich. Die Universalgeleis- und Räderspurlere von Obermayer (Organ 1864 p. 44, ausführlicher: Zeitschr. des österr. Ingenieur-Vereins 1863 p. 21) ist ausserdem mit Schablone zur Nachmessung der Radreifen und zur Prüfung des Grades ihrer Abnutzung versehen. Die beiden letztgenannten Vorrichtungen

werden namentlich für die Aufsichtsbeamten gute Dienste leisten, in deren Händen sich feinere und genauere Instrumente zur Controlirung der Gleislage befinden sollten. Auch bei Untersuchungen über Entgleisungen u. s. w. können dergleichen oft mit Vortheil verwendet werden.

Man vergl. auch »Rollmaass zum Untersuchen der Gleisweite« Polyt. Centralblatt 1839 p. 841.

Es macht die Unterhaltungsarbeiten leichter und sicherer, wenn man bei jeder Curve eine erhöhte Tafel anbringt, auf welcher der Radius der Curve, die Spurweite und die Ueberhöhung verzeichnet sind.

§. 9. *Ausgleichung der Längendifferenz zwischen den innern und dem äussern Schienenstrange in Curven. Mittel gegen seitliche Verschiebungen.* — Ausser der Spurweiterung und der ungleichen Höhenlage der Schienen hat der Oberbau in Curven noch manche andere Eigenthümlichkeiten. Es handelt sich hierbei indess nur um schärfere Curven, in flacheren Curven (von etwa 1000^m Radius und darüber) weicht die Inanspruchnahme des Gleises so wenig von der Inanspruchnahme desselben in gerader Linie ab, dass besondere Anordnungen nicht erforderlich sind.

Zunächst ist in Betreff der Länge der zu verwendenden Schienen zu bemerken, dass man bei Curven mit grossen Radien die Längendifferenz zwischen dem innern und dem äussern Schienenstrange ganz einfach dadurch herstellen kann, dass man aus einem grössern Vorrathe von Schienen für den äussern Strang diejenigen aussucht, welche etwas länger und für den innern Strang diejenigen, welche etwas kürzer sind wie das normale Maass.

Für Curven mit kleinen Radien müssen einzelne Schienen von ungewöhnlicher Länge (Curvenschienen) in den innern Strang verlegt werden. Die Längendifferenz zwischen den Curvenschienen und den gewöhnlichen Schienen wird ohne Zweifel am besten gleich dem Abstände zwischen den Mitten zweier Löcher für die Laschenschraubenbolzen gemacht. Man pflegt zwar in der Regel die Curvenschienen in den Fabriken ablängen zu lassen. Bei der genannten Anordnung hat man aber den Vortheil, dass man dieselben auch durch Abhaten gewöhnlicher Schienen ohne grosse Mühe herstellen kann, weil in den gekürzten Schienen ein Laschenschraubenloch beibehalten wird und nur ein neues gebohrt zu werden braucht.

Besondere Sorgfalt ist darauf zu verwenden, dass in schärferen Curven die normale Lage des Gleises auf die Dauer erhalten wird. Hierzu ist vor allen Dingen erforderlich, dass der Oberbau in den Curven mit besonderer Sorgfalt, sowohl hinsichtlich der Materialien, wie hinsichtlich der Arbeiten behandelt wird. Gute Abwässerung und reines, grobes Bettungsmaterial, solide (wenn irgend möglich eichene) Schwellen, sorgfältige Behandlung der Ueberhöhung und des Biegens der Schienen vor dem Verlegen derselben u. s. w. sind die besten Mittel zur Erhaltung der Lage des Gleises in den Curven.¹⁵⁾ Die nachstehend zu erwähnenden besondern Vorkehrungen haben, wenn die Curven nicht allzu scharf sind, in der Regel erst unter besondern Verhältnissen (bei schlechtem Bettungsmaterial, in feuchten Einschnitten u. s. w.) Platz zu greifen.

Als dergleichen Mittel sind nun folgende namhaft zu machen:

1. Die Verwechslung der Stösse in den Curven. Bei dieser Anordnung geht man von der Voraussetzung aus, dass am meisten an den Stössen des äussern Stranges eine Verschiebung zu befürchten sei. Indem man nun dieselben gegen die Schie-

¹⁵⁾ Hierbei und bei dem Folgenden ist ein Referat für die 1868^{er} Techniker-Conferenz benutzt.

nenmitten des innern Stranges treffen lässt, hält man sie durch Vermittelung der Schwellen an den vollen Schienen fest. Es wird indess von diesem Mittel keineswegs allgemein Gebrauch gemacht, weil die Seitenschwankungen der Wagen auf Strecken mit verwechselten Stössen sehr merklich sind und sprechen sich verschiedene Verwaltungen entschieden gegen die bezeichnete Maassregel aus. Es scheint sonach dieselbe zu den empfehlenswerthen kaum zu gehören und kann deshalb davon abgesehen werden, die Modificationen in der Schwellenlage, welche Folge der verwechselten Stösse sind, näher zu besprechen. Vorkommenden Falls würden in dieser Hinsicht die Anordnungen der Hannoverschen und Oldenburgischen Bahnen zu Rathe gezogen werden können.

2. Ausser den Unterlagsplatten unter oder (bei schwebenden Stössen) neben den Schienenenden, welche in Curven noch allgemein gebräuchlich sind, wendet man nicht selten andere, schmalere Platten (Curvenplatten) für die Schienenmitten an, und zwar gewöhnlich zwei Stück unter einer Schiene, mitunter aber auch mehr. Beispielsweise hat die Semmering-Bahn bei 190^m Curven Platten auf allen Schwellen. Durch diese Platten wird der innere Nagel in Verbindung mit dem äussern gebracht und somit einem Hinaustreiben der Schienenstränge entgegengewirkt. Bei Schwellen von weichem Holz scheint ihre Anwendung unbedingt erforderlich zu sein. Behuf grösserer Sicherheit kann man die Einschnitte für die mit Curvenplatten versehenen Schwellen etwas tiefer machen, wie die übrigen, wodurch die Platte ihrerseits wieder einen Stützpunkt erhält. Auf den Linien der Oesterreichischen Südbahngesellschaft wird ein solcher Stützpunkt für die Stossplatten durch Anbringung einer Rippe an der unteren Seite der Platte beschafft. (Fig. 19, Tafel XII.)

3. Verschiedene Bahnen lassen bei Curven mit 300 und 400^m Radius auf den Schwellen, welche nicht mit Curvenplatten versehen sind, mit fünf Nägeln nageln, so zwar, dass an die Aussenkante der äussern Schiene zwei Nägel treffen. Namentlich bei schwebenden Stössen ist in den Curven eine Verstärkung der Nagelung vorzunehmen und verdient in dieser Beziehung das Arrangement der Magdeburg-Halberstädter Bahn Beachtung, welche in Curven rechts und links neben dem Stoss des äussern Stranges eine mit vier Nägeln befestigte Stossplatte legt, während der innere Strang auf jeder neben einem Stoss liegenden Schwelle drei Nägel (ohne Stossplatten) erhält.

4. Die Altona-Kieler Bahn wendet zur Stützung des convexen Stranges ihrer Curven eichene, auf die Schwelle befestigte Knaggen mit Erfolg an. Dieselben haben die Höhe der Schienen und sind in die Schwelle eingeblettet.

5. Wenn gegen Verschiebung der Schwellen in der Bettung Maassregeln getroffen werden müssen, so kann unter Umständen das Anbringen kurzer, verholzter Langschwellen unter den Mitten der Zwischenschwellen zweckmässig sein. Auf diese Weise hat man die schärferen Curven der Bahn Oravicza-Steierdorf ausgerüstet. Man hat auch wohl Pfähle vor die Schwellenköpfe geschlagen, eine Maassregel, deren Erfolg schwerlich mit ihren Kosten in richtigem Verhältniss steht.

6. Bei Würfelbahnen wendet man in Curven wohl stets Querverbindungen an, wenn dieselben in gerader Bahn auch nicht unbedingt erforderlich erscheinen. Dieser Punkt ist in den Grundzügen (§. 32) besonders hervorgehoben. Vergl. p. 209 unten.

Für die Württembergischen Bahnen werden diese Verbindungen in zweierlei Weise ausgeführt, entweder durch zwei runde Stangen von 25^{mm} Durchmesser für jede Schienenlänge, welche an jedem Ende ein Gewinde und zwei Muttern haben, oder durch ein unter dem Stosse liegendes T-Eisen von 123^{mm} Breite, auf welchem jeder Schienenstoss mit vier Schraubenhaken befestigt ist.

Auch bei Schwellenbahnen sind Bolzen, welche von Schiene zu Schiene durch-

gehen, auf einigen Bahnen (so z. B. auf den Bayrischen Ostbahnen) für Curven mit kleinen Radien in Gebrauch.

Man sieht aus Obigem, dass es nicht an Mitteln fehlt, um der seitlichen Verschiebung des Gleises in Curven und der Spurerweiterung desselben entgegenzuarbeiten. An den ersten Blick erscheint es nun auffallend, dass nicht allein Vergrößerungen, sondern auch Verminderungen der Spurweite in den Curven vorkommen. Diese Erscheinung ist eine Folge des Umstandes, dass in Curven sich der innere Schienenstrang gern stärker in der Längenrichtung der Bahn verschiebt, wie der äussere. Hierdurch nehmen die Schwellen eine etwas schräge Lage an und ziehen dabei die Schienen näher zusammen. Der erwähnte auffallende Umstand lässt sich nach Ansicht des Verfassers in folgender Weise erklären.¹⁶⁾

Die Verschiebungen der Schienen in der Längenrichtung der Bahn treten um so stärker auf, je loser die Schwellen in der Bettung liegen.

Bei einem Gleise, dessen Schwellen zum Zweck der Reparatur an den Seiten blossgelegt sind, verschieben sich die Schienen am stärksten. Auch bei lockerem und nachgiebigem Bettungsmaterial beobachtet man starke Verschiebungen. Es ist ferner Thatsache, dass bei zweigleisigen Bahnen in geraden Strecken der zunächst der Böschung liegende Schienenstrang stärker verschiebt, wie der der Bahnachse zugekehrte, wenn die Schwellenköpfe in der Nähe der Böschungskante nicht gehörig fest liegen.

In Curven wird nun die äussere Schiene leicht kräftiger unterstopft wie die innere, um die Ueberhöhung zu erzielen. Ferner werden über auch die Schwellen in Folge des stärkeren Sackens des äussern Schienenstranges unter demselben besonders fest in die Bettung eingedrückt. Unter dem innern Strange werden somit die Schwellen vergleichsweise lose liegen, die Schienen müssen also daselbst eine vermehrte Tendenz zum Vorwärtsgleiten haben.

Es folgt hieraus, dass man besonders in den Curven grossen Werth auf Alles legen muss, wodurch die Verschiebung der Schienen in der Längenrichtung der Bahn verhindert wird, namentlich also auf solide Herstellung und Unterhaltung der Ausklinkungen der Schienen, auf festes Stopfen der Schwellen mit gutem Bettungsmaterial, auf Entwässerung, Ueberdecken der Schwellen u. s. w.

§. 10. *Uebergangscurven.* — Der Uebergang von der horizontalen Lage der Schienen in gerader Bahn zu der Schienenlage der Curve erfordert eine besonders sorgfältige Behandlung. Es ist zunächst hervorzuheben, dass dieser Uebergang sehr allmählich stattfinden muss. Wenn derselbe innerhalb einer zu kurzen Strecke bewerkstelligt wird, so sind die Höhenverhältnisse der so entstehenden windschiefen Fläche der Art, dass einzelne Räder der Locomotiven eine merkliche Entlastung erfahren, es macht sich auch für die Reisenden die plötzliche Aenderung in der Stellung des Wagens in unangenehmster Weise fühlbar und sind die Stösse, welche bei derartiger fehlerhafter Lage des Gleises entstehen, im höchsten Grade nachtheilig für die Fahrzeuge.

Man wird deshalb die relative Neigung der schiefen Ebene, welche den an den äussern Curvenstrang sich anschliessenden Schienen zu geben ist, ziemlich klein annehmen haben, manche Verwaltungen schreiben für dieselbe sogar 0,001 vor, während andere 0,002, 0,003 und ähnliche Werthe annehmen. Bezeichnet man diese Neigung mit $\frac{1}{z}$, so ergibt sich die Länge der Uebergangsstrecke bei einer Ueberhöhung = h_1 sofort zu $h_1 z$.

¹⁶⁾ Eine andere Erklärung der namhaft gemachten interessanten Thatsache werden wir im 1. Capitel des zweiten oder im 1. Capitel des vierten Bandes erwähnen.

Es war seither ziemlich allgemein gebräuchlich, diese Uebergangsstrecke in der geraden Linie anzubringen, so dass man am Tangentialpunkte der Curve bereits die volle Ueberhöhung des äussern Schienenstranges erhielt.

Diese Anordnung und die verschiedenen Modificationen derselben, auf welche hier nicht näher eingegangen werden soll, ist indess durchaus nicht rationell. Die einzige empfehlenswerthe Construction ist die, zwischen dem Kreisbogen und der sich anschliessenden geraden Linie eine Curve einzulegen, deren Krümmungshalbmesser in dem Maasse abnimmt, wie die Ueberhöhung wächst.

Dergleichen Uebergangscurven werden in der technischen Literatur schon seit Jahren anempfohlen. Bereits die Eisenbahnzeitung vom Jahre 1854 enthält (auf p. 173) einen dieselben betreffenden Aufsatz Pressel's. Dass die fragliche höchst zweckmässige Anordnung¹⁷⁾ zur Zeit nur bei einzelnen Verwaltungen Eingang gefunden hat, ist wohl dem Umstande zuzuschreiben, dass man erst in neuerer Zeit einfache Regeln aufgestellt hat, welche die Aussteckung von Uebergangscurven ohne allzu Zeit raubende Rechnungen ermöglichen.

Man gelangt zu der Gleichung der Uebergangscurve durch folgende Ableitung, welche wir aus Couche »Voie« etc. p. 251 entnehmen.

Auf die Länge $h_1 i$ (s. oben) muss ein Theil des Kreisbogens mit dem Radius R ,

in welchen man einlaufen will, und ein Theil der anschliessenden geraden Linie durch eine Curve ersetzt werden, deren Krümmungshalbmesser von einem unendlich grossen Werthe allmählich bis R abnimmt, und zwar in der Weise, dass derselbe an jeder Stelle die Grösse hat, welche der daselbst stattfindenden Ueberhöhung entspricht.

Der Anfangspunkt O der Coordinaten (s. nebenstehende Fig. 3) falle mit dem Anfangspunkt der Uebergangscurve OB zusammen, die Ueberhöhung an einem beliebigen

Punkt der Uebergangscurve sei gleich h , der Krümmungshalbmesser an diesem Punkte $=r$.

Man hat alsdann

$$h = \frac{s \cdot v^2}{g \cdot r} \text{ (vergl. §. 8) und } h = \frac{x}{i}$$

woraus folgt:

$$\frac{g \cdot x}{s \cdot i \cdot v^2} = \frac{1}{r} = \frac{\frac{d^2 y}{dx^2}}{\left\{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right\}^{\frac{3}{2}}}$$

Da man aber bei der geringen Entfernung der Curven von der Abscissenachse $\left(\frac{dy}{dx}\right)^2$ gegen 1 vernachlässigen kann, so erhält man genau genug für die Anwendung

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{g \cdot x}{s \cdot i \cdot v^2}$$

und hieraus

¹⁷⁾ Gelegentlich der Ausführung einer Interimsbrücke neben einer zu reparirenden Brücke hat der Verfasser Gelegenheit gehabt zu erproben, wie sanft sich Gleise mit Uebergangscurven selbst bei ziemlich nahe liegenden, scharfen Contrecurven fahren.

$$y = \frac{g x^3}{6 s i v^2},$$

wofür man, da g , s , i und v gegeben sind, setzen kann

$$y = \frac{x^3}{6 \cdot P}.$$

Setzt man beispielsweise (vergl. Zeitschr. für Bauwesen 1868 p. 106) $\frac{s v^2}{g} = 45$ und $\frac{1}{i} = 0,00375$, so erhält man

$$y = \frac{x^3}{6 \cdot \frac{45}{0,00375}} = \frac{x^3}{6 \cdot 12000}.$$

Nach dieser Gleichung werden die Uebergangscurven für die Orleans-Central-Bahnen bestimmt.

Die Länge, welche man der Uebergangscurve zu geben hat, folgt direct aus der Gleichung $x_1 = \frac{12000}{R}$ und vertheilt dieselbe sich in der Weise, dass der Punkt A (s. obige Figur) mitten zwischen dem Anfangspunkt und dem Endpunkt der Curven liegt. Für die Ausführung darf man $DB = OB = OB_1$ setzen.

Die Tangente OU liegt von der Tangente TD des Kreisbogens seitwärts um ein gewisses Maass, welches gleich dem dritten Theil des leicht zu berechnenden Abstandes AE (s. Figur) und gleich dem vierten Theil der äussersten Ordinate y_1 ist. Dies Maass DO erreicht bei 300^m Curven einen Werth von 0,222^m.

Aus Vorstehendem gehen nur die Grundzüge wegen Anordnung der Uebergangscurven hervor. Wegen weiterer Einzelheiten müssen wir auf den bereits citirten Aufsatz in der Zeitschrift für Bauwesen verweisen.¹⁵⁾ Es ist daselbst auch der Fall erörtert, wenn eine Uebergangscurve eingelegt werden soll, ohne dass eine Verschiebung der geraden Linie TD möglich wäre. Bei neuen Bahnen findet indess eine solche Beschränkung nicht statt und sollte bei ihnen schon während der Detailtracirung auf die Herstellung dieser Curven Bedacht genommen werden, zum wenigsten in Strecken mit ungünstigen Krümmungsverhältnissen.

Die besprochene Behandlung der Uebergangscurven erscheint so einfach und praktisch, dass wir in Betreff der ältern Untersuchungen uns darauf beschränken können, die Quellen anzugeben.

Es sind dies, ausser dem bereits erwähnten Aufsätze von Pressel:
Ueber bewährte Verbindungscurven für Eisenbahngleise v. Baumeister Ilse. Organ 1865 p. 13.

Thommen's Uebergangscurven. Daselbst 1866 p. 158.

Note sur le raccordement rationnel des voies courbes et des voies droites von Chavès.

Mémoires de la société des ingénieurs civils. 1865 3. Hft. p. 339.

Es mag noch erwähnt werden, dass man beim Traciren der Bahnen in den Fall kommen kann, den Uebergangscurven eine grössere Ausdehnung zu geben, wie vorhin als erforderlich nachgewiesen. Man wird durch allmähliche Ueberführung der geraden Linien in die Kreisbogen nicht selten einen bessern Anschluss der Bahnlinie an das Terrain erreichen können. In diesem Falle ist es angezeigt, der Trace die Form eines Korbbogens mit allmählich abnehmenden Radien zu geben. Hierüber vergl. man Zeitschrift für Bauwesen 1861 p. 512.

§. 11. *Allgemeine Bemerkungen.* — Es ist bereits in der Einleitung zu diesem Capitel angedeutet, dass es keine ganz leichte Aufgabe ist, den Oberbau einer Bahn schnell, solide und billig auszuführen. Zur Erreichung dieses Zweckes ist namentlich auf

¹⁵⁾ Man vergl. auch Zeitschr. f. Bauwesen 1868 p. 433.

Heranziehung tüchtiger Aufsichtsbeamter und geschickter Arbeiter Bedacht zu nehmen. Während man nun Maurer und Zimmerleute so ziemlich überall findet, wo Bahnen gebaut werden, müssen Leute, die das Handwerk des Oberbaulegens verstehen, meistens erst herangebildet werden. Es ist hierbei von Nutzen, wenn man mit Herstellung des Oberbaues an geeigneten Stellen so früh wie möglich anfangen lässt, fast unerlässlich aber, dass die Aufseher für die Oberbauarbeiten Erfahrung haben. Paulus empfiehlt mit gutem Grunde, für das Legen des Oberbaues besondere Aufsichtsbeamte anzustellen, welche die Arbeit unausgesetzt überwachen. Wenn man in der Lage ist, hierzu aus dem Betriebe gute Bahnmeister heranzuziehen, denen später die Unterhaltung der neuen Strecken zu übertragen ist, so wird man sich wohl in den meisten Fällen am besten stehen. Die Betriebsbeamten pflegen aus eigener Erfahrung zu wissen, wie schwer sich anscheinend kleine Fehler und Versehen beim Oberbaulegen rächen und namentlich mit welcher ängstlichen Genauigkeit man auf Herstellung einer ganz bündigen Lauffläche an den Schienenstößen Bedacht nehmen muss.

Da es ferner angezeigt ist, die meisten der zum Oberbaulegen erforderlichen Geräthe direct seitens der Verwaltung anzuschaffen, weil dieselben für die Bahnunterhaltung ohnehin erforderlich sind (vergl. §. 7), so scheinen für die Herstellung des Oberbaues, dessen Materialien ohnehin durchweg von den Verwaltungen beschafft zu werden pflegen, alle Elemente gegeben zu sein, welche auf Ausführung desselben in sogenannter Regie hinweisen, ein Verfahren, welches sowohl von Etzel, wie von Goschler empfohlen wird und auch das am weitesten verbreitete sein dürfte.

Hier haben wir indess vorzugsweise die Verhältnisse deutscher Bahnen vor Augen, welche als Ergänzung eines im Betriebe befindlichen Netzes aufzutreten pflegen. Es kann unter gewissen Verhältnissen auch die Vergebung des Oberbaulegens an einen Unternehmer zweckmässig sein. Alsdann dürfte es sich aber empfehlen, dem Unternehmer die Herstellung des Oberbaues auf einer grössern Strecke zu übertragen und seinen Contract auch auf andere, mit der Herstellung des Oberbaues in Verbindung stehende Arbeiten auszudehnen. Diesem Princip entsprechend empfiehlt Paulus, den Transport der Oberbaumaterialien von den Hauptdepots (den Ablieferungsstellen der Lieferanten) nach den Lagerplätzen an der Bahn womöglich dem Unternehmer des Oberbaues zu übertragen. Es wird dadurch eine doppelte Uebergabe des Materiales (erst an einen Fuhrunternehmer und dann an den Unternehmer des Oberbaues) vermieden und an Kosten für Magazine und Bewachung gespart. »Der Unternehmer des Oberbaues hat dagegen den Vortheil, die Oberbaumaterialien immer nur da abladen zu können, wo er dieselben entsprechend dem täglichen Fortschritte der Unterbauarbeiten unmittelbar gebraucht, wovon er jederzeit am besten und schnellsten unterrichtet ist.«

Es wird ferner nicht selten zweckmässig sein, dem Unternehmer des Oberbaues die Beschaffung eines Theils des Bettungsmateriales zu übertragen und nur dasjenige Material, welches gelegentlich der Herstellung der Einschnitte gewonnen werden kann (namentlich Steinschlag) an den Unternehmer der Erdarbeiten zu veraccordiren.

Der beschränkte Raum gestattet nicht, an dieser Stelle auf die Bedingungen, welche den Oberbauunternehmern aufzuerlegen sind, näher einzugehen. Man findet ein musterhaftes Bedingniss in Paulus, der Eisenbahn-Oberbau. Auch Goschler (Tome I, p. 527) giebt einen Auszug aus einem solchen.

§. 12. *Kosten.* — Die nachstehenden Notizen, welche wir über die Kosten der Oberbauarbeiten gesammelt haben, geben wir grösstentheils in der Form, wie sie in den Quellen vorkommen, und ohne allgemeine Ergebnisse aus denselben zu ziehen. Bei den sehr verschiedenen Verhältnissen, unter denen die Beobachtungen gemacht sind, namentlich bei der Verschieden-

artigkeit des Geldwerthes in den in Frage kommenden Ländern, wird diese Art der Darstellung die richtigste sein.

a. Bettung. Die Kosten für Gewinnung und Transport des natürlichen Bettungsmateriales sind nach den für Erdarbeiten geltenden Regeln zu berechnen und können hier nicht speciell erörtert werden. Einige Notizen findet man in Plessner, Anleitung zum Veranschlagen der Eisenbahnen p. 184.

Ueber die Transportkosten des Bettungsmateriales auf definitiver Bahn (mit Pferden und mit Menschen und auf Hilfsbahnen) vergl. Goschler Tome I, p. 545.

In Betreff der Leistung von Steinbrechmaschinen sind in Württemberg für den Strassenbau eingehende Beobachtungen gemacht, aus denen Folgendes hervorzuheben ist. Eine Maschine zerkleinert täglich 500 Centner Steine und hat die Beschaffenheit der letztern auf die Massen, welche zerkleinert werden, wenig Einfluss. Der Preis pro 10 Centner (eine sogenannte Rosslast) stellt sich bei allen Steinsorten ziemlich gleich und durchschnittlich auf 4,57 gr. (16 kr.). Hierbei ist indess für Amortisation und Verzinsung des Anlagecapitals nichts gerechnet. Für den genannten Preis kann auch ein gleiches Quantum Kalksteine durch Handarbeit zerkleinert werden. Dagegen stellen sich diese Kosten (pro 10 Centner) bei Rothem Todtliegenden auf 6 gr. (21 kr.), bei Basalt und verwandten Gesteinsarten auf 12 gr. (42 kr.) und darüber.

Es erscheint somit die Verwendung der Steinbrechmaschinen gerade bei den Sorten, welche die meiste Handarbeit erfordern, vortheilhaft, nicht aber bei weichen Steinen. Bei letztern fällt auch der Schotter nicht besonders gut aus und ist die Reihenfolge verschiedener Steinsorten nach der Güte des Schotters: Basalt, Granulit, Todtliegendes, Granit, Kalkstein.¹⁹⁾

b. Legen des Oberbaues. Hauptarbeit. In »Organisation des Baudienstes bei der Schweiz. Centralb. Band II« findet sich folgende werthvolle Notiz:

Eine Arbeitergruppe von 46 Mann legt in 11 Arbeitsstunden und bei strenger Aufsicht des Tages mindestens 90^m fertiges Gleise.

Eine solche Arbeitergruppe ist folgendermaassen zusammengesetzt:

Vorarbeiter	1 Mann
Vorleger (vergl. §. 6)	5 -
Zwischenschwellenleger	
2 Abtheilungen à 5 Mann	10 -
Bohrer und Nageler	
2 Abtheilungen à 6 Mann	12 -
Kramper	14 -
Zum Anbringen der Laschen	2 -
Schmiedebub	1 -
Bauwächter	1 -
	46 Mann.

In den Kostenanschlägen liess Etzel ansetzen:

Legen des Oberbaues

für Unterhaltung der Werkzeuge und Geräthe	pro 0,3 ^m = 0,05 fr. (pro M = 1,33 gr.)
für Materialverbrauch	- - = 0,05 fr. (- - = 1,33 gr.)
für Handlöhne	- - = 0,40 fr. (- - = 10,67 gr.)
Summa	pro 0,3 ^m = 0,50 fr. (pro M = 13,33 gr.)

Auf den neuern Linien der Oesterreichischen Südbahngesellschaft ist (nach Paulus) das Oberbaulegen pro lf. Fuss österr. am Unternehmer mit folgenden Preisen bezahlt:

unter günstigen Verhältnissen mit

17 bis 19 kr. (macht 10,67 bis 12 gr. pro M),

unter den sehr ungünstigen Verhältnissen der Brenner-Bahn mit

22 bis 30 kr. (macht 13,9 bis 19 gr. pro M),

18 - 24 - (- 11,4 - 15,2 - -)

Anschlagspreis.

¹⁹⁾ Einen vollständigeren tabellarischen Nachweis, welcher durch die Güte des Baurathes Schenck in Stuttgart dem Verfasser vorliegt, aufzunehmen, gestattet der Raum nicht. Fachgenossen, welche sich für den fraglichen Gegenstand interessiren, steht derselbe gern zu Dienste.

Ferner sind bezahlt:

für das Legen und Befestigen eines jeden Fusses Oberbau auf Langschwellen bei Brücken und Entleerungsgruben incl. des Drehens der Köpfe der Schienen-nägel (Zulage) 30 kr. (19 gr. pro Meter),

für das Legen und Befestigen eines jeden Fusses Oberbau auf die schon vorgelegten Querschwellen bei Brücken incl. des Dechseln dieser Querschwellen (Zulage) 24 kr. (15,2 gr. pro Meter).

Auf einer der Orleans-Centralbahnen (Länge 35 Kilom.) ist der Anschlagspreis pro Meter Oberbaulegen 1 fr. 75 (14 gr.). Hierin sind alle Nebenarbeiten inbegriffen, sowie die Kosten des Transports der Materialien mit der Bahn, nur für Transport mit Landfuhrwerk wird eine besondere Vergütung bezahlt. Auf Brücken, bei Niveauübergängen etc. werden 3 fr. (24 gr.) pro Meter Zulage gerechnet.

Man vergl. auch Plessner, Anleitung zum Veranschlagen p. 185.

c. Legen des Oberbaues. Nebenarbeiten.

Anschlagspreise der Schweizerischen Centralbahn:

für die Pacht von Lagerplätzen der Schwellen, deren Uebernahme, Aufsichtigung und Beaufsichtigung pro Stück	0,10 fr. (0,8 gr.)
für das Einschneiden der Schwellen von gewöhnlichen Dimensionen	0,04 - (0,32 -)
für das Verführen von den Lagerplätzen an die Bahn und zwar:	
für Auf- und Abladen	0,08 - (0,64 -)
für Transport auf je 300 ^m Entfernung	0,008 - (0,064 -)

Weiter sind zu berechnen:

für die Lagerung der Schienen an der Hauptniederlage pro Centner	0,02 - (0,16 -)
für die Magazinirung der Schienenbefestigungsmittel an der Hauptniederlage pro Centner	0,04 - (0,32 -)
für das Biegen der Schienen mit Halbmessern von 600 ^m und weniger pro Centner	0,10 - (0,80 -)
für das Verführen von Schienen und Schienenbefestigungsmitteln aus der Hauptniederlage an die Bahn und zwar:	
für Auf- und Abladen pro Centner	0,05 - (0,40 -)
für Transport auf je 300 ^m Entfernung	0,005 - (0,04 -)

Für Abhauen von Schienen und Nachbohren des einen Laschenloches wird ein Accordpreis von ca. 0,50 fr. (4 gr.) pro Stück genehmigt.

Während der Bahnunterhaltung sind auf Hannoverschen Bahnstrecken folgende mässige Preise gezahlt:

1 Schiene an 4 Stellen klinken und die obere Kante des Kopfes abfasen	1 gr.
1 Schiene abhauen	2,1 -
1 Laschenschraubenloch bohren	0,6 -
1 Schiene aufladen	0,3 -
1 - abladen	0,3 -

Nach Goschler kostet das Krümmen oder Geraderichten einer Schiene 0,15 bis 0,20 fr. (1,2 bis 1,6 gr.).

Nach v. Weber (Polyt. Centralbl. 1848 p. 273) biegen 4 geübte Arbeiter in einem Tage von 12 Stunden 80 Schienen, eine Schiene kostet 0,72 gr.

Ueber die Kosten des Hobelns und Bohrens der Schwellen auf den Braunschweigschen Bahnen vergl. Organ 1862 p. 107, auch Polyt. Centralblatt 1862 p. 1069.

d. Angaben über Kosten der Oberbau-Geräthe findet man sehr vollständig in Paulus, der Eisenbahn-Oberbau. Auch Goschler (Tome I, p. 570) giebt eine Uebersicht derselben.

Literatur.

Die wichtigsten Arbeiten über das Legen des Oberbaues und die damit in Verbindung stehenden Arbeiten sind folgende:

- *Organisation des Baudienstes bei der Schweizerischen Centralbahn. II. Band. Oberbau.
- *Paulus, Der Eisenbahn-Oberbau.
- *Goschler, Traité pratique de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer. Paris. Noblet et Baudry. Tome premier.
- *Couche, Voie, matériel roulant et exploitation technique des chemins de fer. Paris. Dunod. Tome premier.
- *Ueber die Vermittelung der Gefälle, sowie der geraden und gekrümmten Strecken auf Eisenbahnen. Zeitschr. f. Bauw. 1868 p. 101.
- *Vermittelung des Gefällwechsels und des Curvenanschlusses auf Eisenbahnen. Dasselbst p. 433 (nach Annales des ponts et chaussées. 1867 p. 312).

Man vergleiche ferner:

- Baggermaschine zur Gewinnung des Bettungsmaterials der Sächsisch-Böhmischen Staatsbahn. Eb. Z. 1849 p. 217.
 - Geiduschek, Ueber Erweiterung und Erhöhung der Schienen in Krümmungen. E. V. Z. 1861 p. 421.
 - Garcke, Bestimmungen über das Maass der ungleichen Schienenlage in den Bahncurven. Zeitschr. f. Bauwesen. IV. Jahrg. Auch Organ 1854 p. 159 und Polyt. Centralblatt 1854 p. 1034.
 - Bedingungen für das Legen der Schienen von der Frankfurt-Hanauer Bahn. Organ, Beiblatt 1849 p. 27.
 - Bedingungen für die Anfuhr der Schienen etc. auf obiger Bahn. Dasselbst p. 30.
-

IX. Capitel.

Ausweichungen und Gleiskreuzungen.

Bearbeitet von

Baurath Sonne,

Professor am Polytechnicum zu Stuttgart.

§. 1. *Einleitung und Uebersicht.* — Auf Wasserstrassen und auf Landwegen können die Schiffe, die Wagen einander ausweichen, einander überholen, wenden und umkehren, wie und wo sie wollen, wenn anders nur das Wasser tief und die Strasse breit genug ist, Schiff und Wagen bewegen sich frei und ungehindert, wie Ruder und Zügel es vorschreiben. Andern Verhältnissen unterliegen die Eisenbahnen und ihre Fahrzeuge. Auf den schmalen Schienen würden Locomotiven und Eisenbahnwagen festgebannt und dazu verdammt sein, sich nur vorwärts und rückwärts zu bewegen, wenn nicht besondere Vorkehrungen behuf des Ausweichens, Ueberholens und Wendens der Eisenbahnfahrwerke getroffen würden.

Diese Vorkehrungen sind verschieden, je nach den Wegen, welche Locomotive und Wagen machen sollen, und je nachdem einzelne derselben oder ein ganzer Zug ausweichen oder wenden muss. Für einzelne Fahrzeuge und plötzliche Richtungsveränderungen kommen Drehscheiben und Schiebebühnen zur Anwendung, deren Besprechung einem der folgenden Capitel vorbehalten ist. Bei allmählichen Richtungsveränderungen dagegen und für die Manipulationen mit ganzen Zügen sind diejenigen Anordnungen zu benutzen, deren Besprechung wir nunmehr in Angriff nehmen: die *Weichen* (Ausweichungen, Wechsel).

Die Weichen sind in gewisser Beziehung vollkommener, wie die Drehscheiben und Schiebebühnen, weil sie sowohl für einzelne Fahrwerke, wie für ganze Züge zu gebrauchen sind; sie sind andererseits unvollkommener, weil man mit ihrer Hilfe ein *Umwenden* nicht erreichen kann, wenigstens nicht ohne Gleisanlagen von übermässiger Ausdehnung und wiederholtes Anhalten der Züge. Es kann sein, dass dieser Uebelstand noch eine neue Constructionsform neben den genannten ins Leben ruft.¹⁾

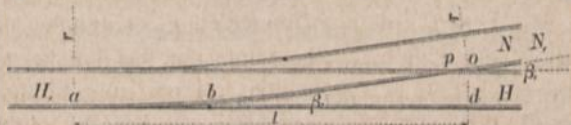
¹⁾ Man vergl. die Gleisanordnung auf dem Bahnhofe zu Baltimore, welche das Wenden der Locomotiven ohne Drehscheiben ermöglicht, in Perdonnet's *Traité* 2. Bd. p. 355. Ferner Scheffler's Project einer Drehbahn in *Zeitschrift für Bauwesen* 1866 p. 547.

Wir werden zunächst die Anordnung der einfachen Weiche, welche die Theilung eines Gleises in zwei unter einem spitzen Winkel liegende Zweige ermöglicht, mit ihren Einzelheiten zu betrachten haben. Die Construction ist von grosser Wichtigkeit für die Eisenbahnen, wie alle in grosser Anzahl vorkommenden Formen und erscheint es somit angezeigt, auch in Betreff der historischen Entwicklung der jetzt ziemlich allgemein gebräuchlichen Anordnung und in Betreff der seltener auftretenden Formen der Weichen wenigstens eine Uebersicht zu geben.

An die Besprechung der Weichen schliesst sich sodann die Besprechung der Gleiskreuzungen. — Wie die Bahnen der Schiffe und der Landfuhrwerke vielfach übereinander hinweggehen, so kommt auch bei den Eisenbahnanlagen nicht selten der Fall vor, dass ein Gleis andere durchsetzen muss. Alsdann entstehen Ueberschneidungen, Gleisdurchkreuzungen. — Am Schluss des Capitels haben wir einen Blick auf die mancherlei Formen zu werfen, welche bei Anwendung einer Anzahl von Weichen, sowie durch Combinationen von Weichen mit Gleisdurchkreuzungen zum Vorschein kommen (Weichenverbindungen, Weichenstrassen, Kreuzweichen u. s. w.) und werden wir uns damit den Untersuchungen nähern, deren weitere Ausführung dem Capitel über Anlage der Gleise auf Stationen vorbehalten ist.

§. 2. *Ältere Formen der Weichenconstruction: Schleppweichen und Weichen mit festen Spitzen.* — Eine Weiche soll nach Obigem eine Verbindung zwischen zwei unter einem spitzen Winkel zusammenlaufenden Gleisen *H* und *N* (s. nachstehenden Holzschnitt Fig. 1) herstellen. Die Eisenbahnfahrzeuge können ihre Bewegungsrichtung nicht

Fig. 1.



plötzlich ändern, es ist somit behuf Ablenkung der Wagen aus der Richtung *NN*, in die Richtung *HH*, eine Curve einzulegen, welche bei *a* das Hauptgleis *H*, bei *O* das Nebengleis *N* tangirt. Ferner muss in dem System von Schienen, welches sich auf diese Weise bildet, Platz für die Spurkränze der Räder geschaffen werden. Auf diesen einfachen Grundlagen beruhen sämtliche Weichenconstructionen.

Soweit die Wege für die Spurkränze der Räder, welche in der Figur durch Schraffage bezeichnet wurden, getrennt von einander laufen, sind wesentliche Abweichungen von der gewöhnlichen Oberbauconstruction nicht geboten, hingegen werden sowohl da, wo die beiden Gleise anfangen, sich von einander zu trennen (bei *a*), wie am Ende der Weiche, wo ein Schienenstrang den andern durchschneidet, besondere Anordnungen zu treffen sein. Die Ausweichung zerfällt somit in drei Theile: die eigentliche Weiche (Auslenkung), die Weichencurve und die Durchkreuzungsstelle der Schienen.²⁾ Die Weichencurve findet sich in ziemlich gleicher Weise bei allen Ausweichungen, die Auslenkvorrichtung und die Durchkreuzungsstelle sind in verschiedener Weise construirt.

²⁾ In Betreff der Nomenclatur der Weichen herrscht noch nicht die nöthige Uebereinstimmung und Klarheit. Wir werden uns möglichst an die Bezeichnungen der technischen Vereinbarungen halten. Dasselbst scheint man die gesammte Anordnung, welche zur Ablenkung der Züge dient, mit »Ausweichung«, den vordern Theil derselben aber, in welchem die Trennung der Gleise beginnt, mit »Weiche« zu bezeichnen. Für den Theil, welcher sich an der Durchkreuzungsstelle der Schienenstränge bildet, scheint der Name »Herzstück« oder »Herz« den Vorzug vor allen andern zu verdienen.

Unter den ältern, hierher gehörigen Anordnungen sind zunächst zwei hervorzuheben:

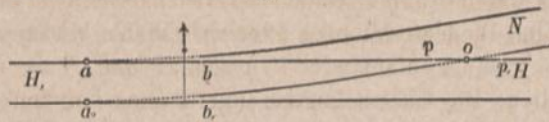
1. Die Schleppweiche mit Drehschiene an der Durchkreuzungsstelle, bei der man am Anfang und am Ende der Ausweichung die Schienen des Nebengleises ganz beseitigt und die Schienen des Hauptgleises bald für die eine, bald für die andere Fahrriichtung gebraucht.

2. Die Weiche mit festen Spitzen und Herzstück, bei welcher man sich darauf beschränkt, die Schienentheile da, wo sie den Spurkränzen in den Weg treten, ohne Weiteres zu beseitigen.

Die beiden genannten Formen verdienen Beachtung, weil sie, wie alle primitiven und einfachen Anlagen, eine besondere Lebenskraft zeigen und noch heut zu Tage, namentlich für untergeordnete Zwecke zu gebrauchen sind.

1. Bei der Schleppweiche (s. Holzschnitt Fig. 2) werden die Schienen ab und $a, b,$, welche abwechselnd für das Hauptgleis und für das Nebengleis dienen, um die Punkte a und a , drehbar gemacht, mit einer oder zwei Verbindungsstangen versehen und bei einfachster Anordnung mit einer Kette oder mit einem leichten Hebelwerk bewegt. In ganz ähnlicher Weise lässt sich auch die Drehschiene op construiren, indem man einen

Fig. 2.



Drehpunkt bei o anordnet. Es ist jedoch solider und bequemer, wenn man das Schienenstück pp , um den in seiner Mitte liegenden Punkt o beweglich macht. Eine beachtenswerthe Variante erhält man, wenn man den convexen Strang des Nebengleises um ca. $0,1^m$ in die Höhe zieht. Alsdann kann für das Hauptgleis die Schienenlage bei o ganz unverändert bleiben. Beim Befahren des Nebengleises wird ein Schienenstück über die Schiene des Hauptgleises hingestreckt. —

Für Arbeitsbahnen u. s. w. sind die bezeichneten Constructionen ihrer Einfachheit und Billigkeit wegen sehr zu empfehlen. Sie haben aber den erheblichen Nachtheil, dass eine Entgleisung unvermeidlich ist, wenn ein Wagen, in der Richtung NH , kommend, die Weiche für das Hauptgleis gestellt findet. Man hat zwar diesen Uebelstand durch sinnreiche Constructionen zu heben gewusst, aber nur auf Kosten einer starken Inanspruchnahme der Fahrzeuge beim Passiren einer unrichtig gestellten Weiche. Es kommt somit die Schleppweiche sowohl in ihrer einfachen wie in ihrer verbesserten Form bei Locomotivbahnen nur selten noch vor (u. A. auf der Magdeburg-Leipziger und auf der Halle-Casseler-Bahn), obwohl sie einen sehr allmählichen Uebergang von einer Fahrriichtung in die andere ermöglicht.

Man vergl. auch den §. 66 der Grundzüge: „Ausweichungen mit beweglichen Schienen anstatt der Zungen sollen in Gleisen für durchgehende Züge nicht vorkommen.“ sowie Techn. Vereinb. IV, §. 10. ³⁾

³⁾ Detailzeichnungen und Beschreibungen von Schleppweichen findet man u. A.:

Eb. Z. 1847 p. 207 (Württembergische Doppelschleppweiche).

Perdonnet et Polonceau, Portefeuille de l'ingénieur des chemins de fer.

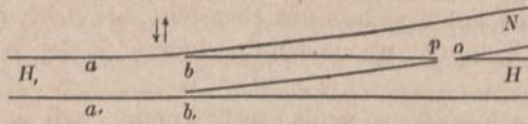
Couche, Voie etc. I, p. 348.

In neuerer Zeit fertigt Gruson in Buckau Schleppweichen mit Sicherheitsvorrichtung aus Hartguss an.

2. Die Ausweichung mit festen Spitzen und Herzstück entsteht, wie bereits angegeben, dadurch, dass man an allen Stellen, woselbst die Spurkränze der Räder mit Theilen der Schienen in Collision kommen würden, die letztern beseitigt.

Der nebenstehende Holzschnitt (Fig. 3) zeigt die Elemente dieser Weiche.

Fig. 3.



Bei b und b' , können die Räder ohne Anstand und ohne Verschiebung eines Theils der tragenden Schienen passiren, es ist aber erforderlich, dass denselben auf irgend eine Weise der Weg entweder in das Hauptgleis oder in das Nebengleis angewiesen wird. Bei schmalspurigen Materialtransportbahnen, welche mit sehr leichten Wagen (sogenannten Hunden) befahren werden, findet man wirklich noch heute die fragliche, höchst einfache Construction. Der Pferdeführer des Wagenzuges giebt nach Bedarf einem jeden Wagen einen leichten Stoss in angemessener Richtung und verhindert auf diese Weise, dass die Wagen sich verlaufen. Auch für Stadtbahnen genügen diese einfachen Weichen mit festen Spitzen. Für grössere Bahnen und Locomotivbetrieb musste eine besondere Vorkehrung getroffen werden, welche jedoch in ganz ähnlicher Weise wirkt, wie jener Stoss des Pferdeführers.

Man ordnete die in der nachstehenden Fig. 4 angedeuteten, bei a und a' , drehbaren Schienen an, welche in der gezeichneten Stellung beispielsweise die Räder zwingen, das Hauptgleis zu verfolgen, während sie nach angemessener Verschiebung die Wagen in das Nebengleis weisen. Dergleichen Schienen haben ihrer Wirksamkeit entsprechend den Namen Zwangschienen bekommen. Man hatte somit eine Weiche mit festen Spitzen und beweglichen Zwangschienen construiert.

Fig. 4.

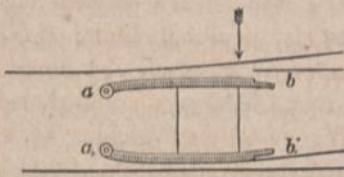
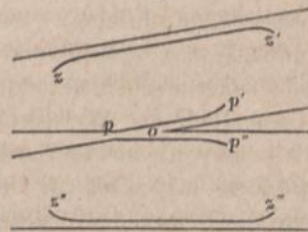


Fig. 5.



Ganz ähnlich wurde die Anordnung an der Durchkreuzungsstelle der Schienen getroffen. Es ward daselbst zunächst eine Verlängerung der Schienen über den Punkt p hinaus nach p' , und p'' , erforderlich, damit die Räder an dieser Stelle nicht jeder Unterstützung entbehrten. Die Radkränze sind bekanntlich erheblich breiter wie die Schienen und können somit die bezeichneten Flügel- oder Hornschienen den Rädern Unterstützung gewähren, bis die Spitze des Herzstücks ihnen zu Hülfe kommt. Ausserdem waren aber auch an dieser Stelle Zwangschienen ($z z'$, und $z'' z'''$) anzuordnen zum Ersatz der zwischen p und o wegfallenden Leitung der Räder. Diese Zwangschienen konnten unbeweglich mit den Schienensträngen verbunden werden.

Die Weiche mit festen Spitzen, deren Details man aus Perdonnet und Polonceau's Portefeuille studiren kann, ist für Locomotivbahnen längst verschwunden, unter

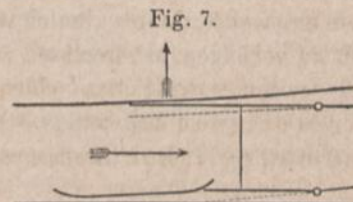
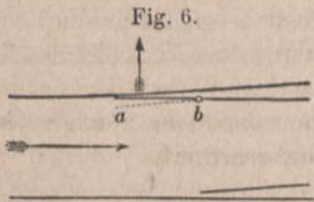
ihren zahlreichen Mängeln ist namentlich der hervorzuheben, dass die Zuschärfungen der Schienen unter dem wachsenden Gewicht der Fuhrwerke nicht Stand zu halten vermochten. Wir sehen also auch in Betreff dieser Construction ab von der Besprechung ihrer weitem Ausbildung behuf Sicherung der Fuhrwerke bei unrichtig gestellter Weiche. — Aber die erörterte Form des Herzstücks nebst seinem Zubehör hat sich im Wesentlichen bis auf den heutigen Tag erhalten und werden wir weiterhin nur die Ausbildung der beschriebenen Grundform zu untersuchen haben.

§. 3. *Weitere Ausbildung der Weichenconstruction. Weichen mit fester Zwangsschiene und beweglichen, ungleichlangen Spitzen. Weichen mit zwei gleichlangen Spitzen.* — Neben den vorhin besprochenen Weichenformen haben sich die Weichen mit beweglichen Spitzen ausgebildet.

So viel bekannt, kömmt die jetzt bei Hauptbahnen ziemlich allgemein gebräuchliche und weiter unten näher zu besprechende Weiche mit zwei gleich langen beweglichen Spitzen schon bei den älteren, von Stephenson erbauten Bahnen vor. Es dauerte aber lange Zeit, bevor sie allgemeinen Eingang fand.

Betrachten wir zunächst einige der wichtigeren Zwischenformen.

Das Bedürfniss einer bessern Unterstützung der Räder, wie die Weichen mit festen Spitzen solche hätten gewähren können, musste auf den Gedanken führen, die Lücken, welche die Spurkränze in die Schienen rissen, durch ein bewegliches zugeschärftes Stück auszufüllen, das seinen Drehpunkt bei *b* (s. nachstehende Figur 6) erhielt. Zur Noth genügte es, dergleichen »Weichenzungen« (Verschubschienen) nur in dem coupirten Stränge



des Hauptgleises anzubringen. Solche Weichen mit einer Zunge findet man noch für untergeordnete Zwecke. (Man vergl. Zeitschr. f. Bauw. 1860 Blatt 62 und 1861, Blatt 36.) — Vollkommener erscheinen natürlich die Weichen, welche zwei Zungen erhielten, es verdient namentlich die Weiche mit zwei ungleich langen Zungen und fester Zwangsschiene aus nachstehenden Gründen Beachtung. (Skizze Fig. 7 obenstehend, Detailzeichnung, s. Eb. Z. 1847 p. 191).

So lange die Details der Weicheneconstruction noch nicht bis zur jetzigen Vollkommenheit ausgebildet waren, musste sich beim Anschluss der Zunge an die »Backe« (Gegenschiene, Stockschiene) in der Flucht der Schieneninnenkante eine Unebenheit zeigen, sei es nun, dass man ausgeklinkte Backen anwendete oder dass man die Zunge, um sie nicht allzusehr zu verschwächen, an ihrem Ende ein wenig vor jener Flucht vortreten liess. Beim längern Gebrauch der Weiche konnte sich dieser Uebelstand durch Plattfahren der Schienen leicht vergrössern, ganz besonders musste derselbe aber fühlbar werden, wenn sich Sand oder Schnee zwischen den Zungen und den Backen einfand. Diese Umstände, welche noch heutigen Tages die grösste Beachtung erfordern, machten die Punkte, an denen der Anschluss der Zungen an die Backen stattfand, zu besonders gefährlichen.⁴⁾ Die somit entstehende Gefahr einer Entgleisung der Räder der Fuhrwerke

⁴⁾ Man vergl. die Motivirung von »Wild's Patentweiche« Eb. Z. 1847 p. 71.

ward aber merklich vermindert durch Anbringung einer Zwangsschiene gegenüber der Zunge des Hauptgleises, denn durch diese Zwangsschiene konnte ein angemessener Spielraum zwischen Rad und Zungenspitze gesichert werden.

Weil aber die Zwangsschiene mit zwei gleichlangen Zungen nicht vereinbar war, so machte man die eine, und zwar die Zunge des Nebengleises kürzer, wie die andere und erhielt so die oben bereits namhafte Form der Weiche. Dieselbe ist längere Zeit auf verschiedenen Bahnen mit Erfolg benutzt und jedenfalls zu den vollkommenen zu rechnen. Beachtenswerth sind die nähern Mittheilungen, welche Couche (Voie etc. I p. 349 ff.) über dieselbe macht, namentlich auch seine Besprechung der von den obigen abweichenden Ansichten Perdonnet's. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass die fragliche Construction in Betreff der Sicherheit mindestens dasselbe gewährt hat, wie die jetzt übliche Anordnung.

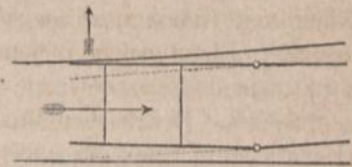
Die Weiche mit zwei langen Zungen (s. nachstehenden Holzschnitt Fig. 8) wurde erst von dem Augenblick an ebenbürtig der Weiche mit einer langen und einer kurzen Zunge nebst Zwangsschiene, als man in Betreff der Form des äussersten Theils der Zungen eine wesentliche Verbesserung einführte. Um den vorhin besprochenen grossen Uebelstand der Zungenweichen zu vermindern, gab man den Spitzen der Zungen eine doppelte Zuschärfung, man verringerte am Auslauf der Zunge nicht allein ihre Breite, sondern auch ihre Höhe, liess sie dadurch mit ihrer Spitze unter die Backe treten: man machte sie »unterschlagend«. Nachdem dies geschehen, schien die Zwangsschiene der vorhin besprochenen Weiche keine wesentlichen Vortheile mehr zu haben, im Gegentheil, es war ihre Beseitigung im Interesse der Vereinfachung der Construction und behuf Vermeidung der Seitenstösse auf die Räder, welche jene ziemlich kurze Zwangsschiene zur Folge haben musste, wünschenswerth. Weitere Vorzüge der Weiche mit gleich langen Zungen sind: Gleichmässigkeit der Spurweite im Bereich der eigentlichen Weiche und bei gewissen Formen derselben, die Möglichkeit, Rechtsweichen und Linksweichen⁵⁾ ohne wesentlichen Nachtheil verwechseln zu können.

Die Weichen mit langen Zungen haben in der Regel solche von gleicher Länge, nur ausnahmsweise kommen geringe Differenzen in den Längen der Zungen vor, wovon weiter unten die Rede sein wird.

§. 4. *Selbstwirkende Weichen. Stellvorrichtungen der Weichen.* — Die einfachen Vorrichtungen, deren man sich, wie oben (§. 2) erwähnt, zur Bewegung der verstellbaren Schienen der Weichen für untergeordnete Zwecke bedient, können bei Locomotivbahnen nicht genügen. Namentlich bei Zungenweichen muss die Stellung der Spitzen so sicher wie irgend möglich fixirt werden. Es geschieht dies, indem man mit dem Hebel, welcher die Zungen in Bewegung setzt, ein Gewicht, einen kurzen Cylinder von Gusseisen, in solcher Weise in Verbindung bringt, dass die Wirkung dieses Gewichts die Zunge in einer bestimmten Richtung gegen die Backe presst.

Die Anbringung eines solchen Gegengewichts am Hebel des Weichenbocks hat aber noch einen weitem Vortheil. Wenn eine Weiche für das Hauptgleis gestellt ist und in dieser Stellung durch das Gegengewicht des Weichenhebels festgehalten wird, so wird ein aus dem Nebengleise kommendes Fuhrwerk die Weichenzunge des Hauptgleises von

Fig. 8.



⁵⁾ Bei der Bestimmung, ob eine Weiche eine »Rechtsweiche« oder eine »Linksweiche« sei, hat man sich an die Spitze der Weichenzungen zu stellen, das Gesicht nach dem Herzstück gewendet.

der Backe entfernen: das Fuhrwerk wird ohne Zuthun eines Wärters aus dem Nebengleise auf das Hauptgleis übergehen können, »die Weiche wird aufgefahren«. Nachdem aber das Fuhrwerk passirt ist, bringt das Gegengewicht die Zunge in ihre frühere Lage zurück und die Weiche steht wieder recht für das Passiren der Fuhrwerke beider Richtungen des Hauptgleises. Die Weiche kann in vier verschiedenen Weisen durchfahren werden, im Hauptgleise vorwärts und rückwärts, vom Hauptgleise nach dem Nebengleise und umgekehrt. Das Gegengewicht am Weichenhebel ermöglicht, dass nur in einem dieser vier Fälle eine Bedienung der Weiche durch Menschenhand, das »Ziehen der Weiche«, unbedingt erforderlich ist. Diese Eigenschaft hat den üblichen Weichen den Namen »selbstwirkender Weichen« verschafft.

Bei zunehmender Ausdehnung der Bahnhofsanlagen wurde man indess darauf geführt, noch auf weitere Mittel zur Erleichterung der Bedienung der Weichen zu sinnen. In den Nebengleisen der Bahnhöfe kommen viele Stellen vor, bei denen man von einer Hauptfahrrihtung kaum sprechen kann. Für die betreffenden Weichen hat die Fixirung der Stellung des Gegengewichts keinen Zweck, es ist somit angezeigt, dasselbe bald an der einen, bald an der andern Seite des Weichenhebels wirken zu lassen oder einen Weichenbock mit verstellbarem Gegengewicht anzuwenden. Wegen der Details dieser Construction vergl. man §. 21.

Es sei hier noch erwähnt, dass man bei Weichenböcken mit festem Gegengewicht früher wohl Haken angebracht hat, um für einige Zeit die Wirkung des Gegengewichts aufzuheben. Einen gleichen Dienst versehen die Klötzchen oder Stützen, welche die Wärter wohl unter die Gegengewichte der Weichenböcke stellen, um sich ein Ziehen der Weiche zu ersparen. Dergleichen Maassregeln sind für Weichen in Hauptgleisen unstatthaft, ein wesentlicher Vortheil der selbstwirkenden Weiche: Sicherheit in Betreff der Stellung der Zungen, geht durch sie verloren. Man vergl. den §. 65 der Grundzüge: „Einfallhaken bei selbstwirkenden Weichen sind unzulässig.“ Für Weichen in Nebengleisen sind die Einfallhaken überflüssig, seit man für dieselben Weichenböcke mit verstellbaren Gegengewichten anwendet.

§. 5. *Bemerkungen über die Dimensionen der Räder, welche auf die Weichenconstruction Einfluss haben.* — Wir haben nun in kurzen Zügen die Entwicklung der Weichenconstruction skizzirt. Die selbstwirkende Weiche mit gleich langen (oder nahezu gleich langen) unterschlagenden Zungen, Weicheneurve und Herzstück ist die fast allgemein übliche Construction geworden, deren detaillirte Besprechung nunmehr zu folgen hat (s. Grundzüge §. 63 und 64. Für Ausweichungen, welche von ganzen Zügen befahren werden, sind sogenannte selbstthätige Weichen besonders zweckmässig. — Als eine zweckmässige Construction dieser Weichen werden solche mit beweglichen Zungen bezeichnet).

Bei der steten Wechselwirkung zwischen Fuhrwerken und Bahn ist es aber am Platze, hier zunächst auf diejenigen Dimensionen der Räder aufmerksam zu machen, welche auf die Anordnung der Weichen bestimmend einwirken. Behuf thunlichster Raumerparung beschränken wir uns auf ein Namhaftmachen der betreffenden Paragraphen der »Grundzüge«; es sind dies die §§. 112 (157), 113 (155), 114 (156), 115 (153) und 152.

Aus den Anhaltspunkten, welche die angeführten Paragraphen geben, berechnet sich, wie hier bemerkt werden muss, die normale Breite neuer Spurkränze der Räder zu 33^{mm} und die normale Breite abgenutzter Spurkränze zu 25^{mm}, wobei eine gleichmässige Abnutzung angenommen ist.⁶⁾

⁶⁾ Man vergl. auch die Zusammenstellung über die bei der Weichenconstruction zu beachtenden

§. 6. *Ermittelung der Weite der bei den Weichen vorkommenden Spurkranzrillen.* — Bei jeder Weiche sind eine Anzahl von Stellen vorhanden, an denen die Spurkränze der Räder zwischen zwei nahe neben einander liegenden Schienen hindurch, in »Spurkranzrillen« passiren müssen. Solche Stellen finden sich am Drehpunkt der Zungen, ferner bei den Zwangsschienen, endlich zwischen der Spitze und den Hornschienen der Herzstücke. Eine genaue und sachgemässe Feststellung der Weite der Spurkranzrillen ist ein Gegenstand von besonderer Wichtigkeit für die Weichenconstruction. Sind dieselben zu eng, so werden die Räder der Fuhrwerke auf eine höchst nachtheilige und namentlich für die Achsen schädliche Weise zur Seite gedrängt⁷⁾, sind sie zu weit, so entsteht bei den Zungen eine allplötzliche Richtungsveränderung der Fuhrwerke, bei den Herzstücken eine übermässige Ausdehnung der Lücke bei der Herzstückspitze u. s. w.

Betrachten wir zunächst die Weite der Spurkranzrille an der Wurzel (dem Drehpunkte) der Zungen. Man verlangt mit Recht, dass an dieser Stelle die innern Seiten der Räder die Aussenkanten der Zungen bei normaler Beschaffenheit der Räder nicht berühren sollen (vergl. §. 64 der Grundzüge). Es würde somit nicht genügen, wenn man die Weite der Spurkranzrille gleich der halben Differenz zwischen Spurweite und dem Minimum der

lichten Entfernung der Radreifen d. h. gleich $\frac{1436 - 1357}{2} = 39\frac{1}{2}$ oder abgerundet 40^{mm}

setzen wollte. Dies Maass ist indess das Minimum der Weite einer Spurkranzrille und hat als solches Bedeutung. Man muss vielmehr den ungünstigen Fall annehmen, dass ein Räderpaar mit abgenutzten Spurkränzen die Weichen passirt und mit einem Spurkränze hart an der einen Schiene des Fahrgleises anläuft. Da nun als Normalmaass für abgenutzte Spurkränze 25^{mm} anzunehmen ist, so erhält man die normale Weite der fraglichen Spurkranzrille gleich $1436 - (1357 + 25) = 54^{\text{mm}}$ oder $2\frac{1}{8}''$ engl.

Man findet bei ausgeführten Weichen nur geringe Abweichungen von der angegebenen Dimension.⁸⁾ Für eine mässige Vergrösserung derselben sprechen die Rücksichten auf die nicht zu vermeidende ungleichmässige Abnutzung der Räder, für eine Einschränkung der oben bereits hervorgehobene Gesichtspunkt. Man wird 50^{mm} (bei französischen Weichen wohl vorkommend) und 60^{mm} als die Grenzen bezeichnen dürfen, welche nicht überschritten werden sollten.

Andere Rücksichten sind in Betreff der Spurkranzrillen zwischen Zwangsschiene und Fahrschiene, sowie zwischen Hornschiene und Herzstückspitze zu nehmen. Hierbei hat man das Maximum des Abstandes zwischen den anstreifenden Flächen der Spurkränze in Betracht zu ziehen, welcher bei neuen Rädern (Spurkranzbreite 33^{mm}) mit grosser Entfernung (1363^{mm}) von Rad zu Rad stattfindet und die erwähnten Spurkranzrillen so einzurichten, dass unter den angegebenen Verhältnissen ein Aufsteigen der Spurkränze auf die Herzstückspitzen nicht stattfinden kann. Die Weite der fraglichen Spurkranzrillen würde somit sein $1436 - (1363 + 33) = 40^{\text{mm}}$ oder gleich dem oben nachgewiesenen

Dimensionen der Räder in dem Aufsätze von Redlich »Ueber Anlage von Gleisen und Gleisverbindungen auf Bahnhöfen« Organ 1859 p. 174 ff. und die zugehörige graphische Darstellung auf Tafel XIII des genannten Jahrgangs.

⁷⁾ Man vergl. v. Weber, Die Technik des Eisenbahn-Betriebes in Bezug auf die Sicherheit desselben p. 135.

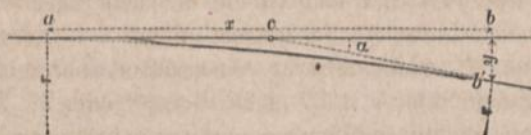
⁸⁾ Beispielsweise ist die Weite der Spurkranzrille an der Zungenwurzel bei den Weichen der Hamoverschen und der Württembergischen Bahnen = 55^{mm} , bei den Weichen der Oesterreich. Südbahn = 54^{mm} . Die Preuss. Ostbahn und die Niederländische Staatsbahn verwenden gekrümmte Zungen und haben die Weite der Rille an beiden Seiten ein und derselben Weiche verschieden normirt, und zwar am Stosse bei der geraden Hauptschiene auf 54 und resp. 46^{mm} , dagegen bei der gebogenen Hauptschiene auf 57 und resp. 63^{mm} .

Minimum für die Rillenbreite. Es ist indess nicht nöthig und nicht zweckmässig, bis auf dies Minimum hinabzugehen: nicht nöthig, weil die Form der Spurkränze neuer Räder ein Aufsteigen derselben auf die Herzstückspitzen ohnehin verhindert; nicht zweckmässig, weil man, wie oben erwähnt, die starken seitlichen Stösse vermeiden muss, welche eine Folge enger Spurkränzrillen sind. Man wird somit eine Weite von 45 bis 50^{mm} als angemessen für die fraglichen Rillen bezeichnen können.⁹⁾

§. 7. *Grundriss der Weichenzungen. Länge derselben. Abstand zwischen Zungenspitze und Backe.* — Wir wenden uns nun zu der Besprechung der Form und der Anordnung der Weichenzungen. Aus dem nachgewiesenen Abstände zwischen Backe und Zunge am Drehpunkt der letztern folgt zunächst (als ein für alle Weichenanlagen wichtiges Maass) der Abstand zwischen den Schieneninnenkanten von Backen und Zungen an genannter Stelle gleich $\pm 54^{\text{mm}}$ plus Breite des Schienenkopfs. Das letztgenannte Maass wollen wir zu 60^{mm} annehmen und demnach den fraglichen Abstand mit 114^{mm} in die nachfolgenden Rechnungen in der Regel einführen.

Auf den ersten Blick könnte es nun scheinen, als ob die Länge $a b$, der Weichenzunge (s. nachstehenden Holzschnitt Fig. 9) aus dem Radius der Weicheneurve und aus dem festen Maasse $b b_1 = 114^{\text{mm}}$ berechnet werden müsste. Die betreffenden Rechnungen, bei denen die bekannte Annäherungsformel $x = \sqrt{2 r y}$ verwandt werden kann, ergeben für grössere Radien eine unausführbare Länge der Weichenzunge (über 8^m bei 300^m Radius),

Fig. 9.

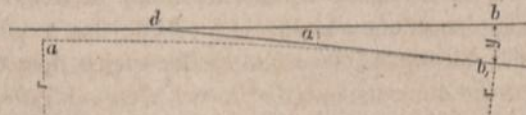


überhaupt aber Zungen von verschiedenen Längen bei verschiedenen Radien. Die Rücksicht auf Einfachheit der Bau- und Unterhaltungsarbeiten fordert aber, dass für alle Weichen, auch bei verschiedenen Radien der Weicheneurve, ein und dieselbe Form und Länge der Zungen eingeführt werde und ferner veranlasst die Rücksicht auf die Haltbarkeit der Zungenspitzen Abweichungen von den besprochenen mathematischen Linien.

Es ergeben sich zwei wesentlich verschiedene Auswege in Betreff der Anordnung der Zungen:

1. Man ordnet dieselben nach einer geraden Linie an, welche bei b , die Weicheneurve tangirt (s. nachstehenden Holzschnitt Fig. 10).

Fig. 10.



2. Man begrenzt dieselben durch einen Kreisbogen von constantem Radius, dessen Tangente am Drehpunkt der Zunge zugleich Tangente an der Weicheneurve ist.

Es kommen jedoch auch Zungen vor, welche zum Theil gebogen und zum Theil gerade

⁹⁾ Die Gruson'schen Hartgussherzstücke haben $1\frac{3}{4}''$ rheinl. = 46^{mm}, die Rheinische Bahn 43^{mm}, die Braunschweigschen Bahnen 47 $\frac{1}{2}$ ^{mm}, die Taunusbahn 42^{mm}, die Württembergischen Bahnen 49^{mm}, die Oesterreich. Südbahn 50 $\frac{1}{2}$ ^{mm} (Englische Bahnen 38 bis 47 $\frac{1}{2}$ ^{mm} s. E. V. Z. 1863 p. 36).

Die Spurkränzrille der Zwangsschienen misst bei der Oesterreich. Südbahn 41^{mm}, bei den Württembergischen Bahnen 52^{mm}.

sind. Im ersten Falle hat man ziemlich freie Wahl in Betreff der Länge der Zunge und dabei namentlich Rücksicht auf solide Herstellung aus bestem Material zu nehmen. Man wählt die Länge häufig gleich $4,5^m$.

Im zweiten Falle ist die ideale Länge der Weichenzunge, unter Annahme von 180^m Radius für die Krümmung derselben $= \sqrt{2 \cdot 180 \cdot 0,114} = 6,41$, wofür in der Ausführung wegen Abstumpfung der äussersten Spitze (s. die vorletzte Figur) etwa 5^m einzuführen sein würden.

In beiden Fällen spielt der Winkel α , welchen eine am Drehpunkt der Zungen die Weichencurve tangirende Linie mit der Backe einschliesst, eine grosse Rolle bei der Berechnung der Weichen. Im ersten Falle erhält man bei 5^m Zungenlänge $\operatorname{tg} \alpha = \frac{0,114}{5}$

$= 0,0227$; im zweiten (genau genug) $\operatorname{tg} \alpha = \frac{0,114}{\frac{1}{2} \cdot 6,41} = 0,0356$.

Auf den Linien der Oesterreichischen Südbahn-Gesellschaft werden die gekrümmten Zungen so angeordnet, dass der Kreisbogen (von beiläufig 175^m Radius), welcher dieselben begrenzt, die Innenkante der Backe überall nicht tangirt, sondern über dieselbe hinwegschneidet. Hierdurch erhält man ohne Weiteres eine ausführbare Spitze. Diese Anordnung der gekrümmten Zungen erscheint sehr beachtenswerth.¹⁰⁾

Die Weichenbacken sind etwa $0,5^m$ länger zu nehmen, wie die Zungen. Die angegebenen Maasse sind Mittelwerthe. Eine Abweichung von etwa $0,5^m$ darunter und darüber kommt vielfach vor, in neuerer Zeit haben verschiedene Verwaltungen die Längen der Zungen und Backen sogar namhaft (die Zungen auf $5,5^m$) vergrössert. Es ist fraglich, ob hiermit viel gedient ist. Paulus nennt in seiner Arbeit über den Eisenbahn-Oberbau (p. 50) eine Länge der Zungen von 5^m ($16'$) mehr als genügend.

Es fragt sich nun, ob die geraden oder ob die gekrümmten Zungen den Vorzug verdienen. — Die geraden Zungen sind, soviel dem Verfasser bekannt ist, die gebräuchlicheren; für sie spricht Einfachheit der Herstellung, Thunlichkeit einer gelegentlichen Verwechslung von Rechtsweichen und Linksweichen, drittens der Umstand, dass man nach Bedarf den Anfang der Weichencurve entfernt von der Wurzel der Zunge legen kann, auch dürften sie vielleicht haltbarer sein, wie die gekrümmten Zungen. Die letztern haben dagegen die Vortheile einer merklichen Verkürzung der Länge der Ausweichung und einer allmählicheren Ueberleitung der Räder in die gekrümmte Strecke, auch wird bei ihnen die Berührungsfläche zwischen Backe und Zunge länger ausfallen, wie bei geraden Zungen.

Die erwähnten Vortheile der einen und der andern Art sind schwer gegeneinander abzuwägen und muss die Frage, welche Form den Vorzug verdient, einstweilen und namentlich bis vergleichende Beobachtungen über die Haltbarkeit beider Arten von Zungen vorliegen, als unentschieden betrachtet werden.

Die Feststellung des Abstandes zwischen der äussersten Spitze der Zunge und der Backe (des Spielraums für die Zungenspitze) hat in der Weise zu erfolgen, dass die Räder die erstere niemals berühren können. Man wird in dieser Beziehung vollständig sicher gehen, wenn man die Weite der Spurkranzrille verdoppelt oder (abgerundet) jenen Abstand $= 0,1^m$ setzt. Vergl. §. 64 der Grundzüge:

„Die Spitzen der Weichenzungen müssen mindestens 100^{mm} ($4''$ engl.) weit aufschlagen und sind dieselben so zu construiren, dass die innere Seite des Radkranzes die Zungen niemals berühren kann.“

¹⁰⁾ Bei diesen Zungen ist $\operatorname{tg} \alpha = 0,0375$. Der grösste Werth von $\operatorname{tg} \alpha$, welcher dem Verfasser bekannt ist, kommt mit $0,04$ bei den Württembergischen Weichen vor.

Ueber einen gewissen Zusammenhang zwischen der Länge der Zungen und dem Radstand der Locomotiven vergl. man Zeitschr. f. Bauw. 1861 p. 549, woselbst ein interessanter Fall der Entgleisung einer Locomotive mitgetheilt ist, auf den wir im Folgenden noch einmal zurückkommen werden.

§. 8. *Profilirung der Weichenzungen und der Weichenbacken.* — Die Weichenzungen wurden früher stets aus Schienen gewöhnlichen Profils hergestellt. Es verschwindet dabei, wie der Grundriss der Zungen fordert, von der Wurzel nach der Spitze zu an beiden Seiten der Schiene allmählich ein Theil des Kopfes und an der einen Seite ein Theil des Fusses, so dass die Spitze als ein verlängerter und wegen des Unterschlagens der Zungen oben zugeschärfter Schienensteg mit einem halben Fusse erscheint. Der Kopf der Backe bleibt unverändert, vom Fusse derselben wird ein kleiner Theil weggenommen, um der Zunge Platz zu machen. Man vergl. Fig. 2—4 auf Tafel XVIII. Die Zunge erhält erst in ca. 0,5^m Entfernung von der Spitze eine Lauffläche, der vordere Theil der Zunge soll nur zum Führen, nicht zum Tragen der Räder dienen.

Diese Formen sind nicht frei von Uebelständen. Wenn ein Rad in die Weiche eintritt, so presst es zunächst nur die Backenschiene nieder, ohne auf die Zunge einen Druck auszuüben, die letztere hat somit bei der keilförmigen Form ihres obern Theils die Tendenz von der Backe sich zu entfernen. Ein solches Abdrängen der Zungen von den Backen wird namentlich stattfinden, wenn die Schwellenlage, auf welcher die Weiche ruht, nachgiebig ist. Es ist nicht anzunehmen, dass durch den besprochenen Umstand allein merkliche Nachtheile entstehen könnten. Es sind aber noch mancherlei andere Veranlassungen einer Entfernung der Zungenspitzen von den Backen vorhanden. Einige derselben sind bereits oben (§. 3) namhaft gemacht. Als weiter hierher gehörig, muss hervorgehoben werden, dass die Zungen in ihrer beschriebenen Form wenig Widerstandsfähigkeit gegen seitliche Inanspruchnahme haben, so dass sich merkliche Bewegungen der Zungenspitzen zeigen, wenn die Vorderräder schwerer Fuhrwerke sich scharf gegen die Stelle legen, an welcher die Zunge einer seitlichen Unterstützung durch die Backe entbehrt. Es ist ferner zu berücksichtigen, dass die Mittelachsen sechsrädriger Fuhrwerke, besonders die Mittelachsen mehrfach gekuppelter Locomotiven, das Bestreben haben, die Zungen zur Seite zu schieben, wenn sie in die Weichen eintreten, worüber die ausführliche Mittheilung Zeitschr. f. Bauw. 1861 p. 549 zu vergleichen ist. Alle diese Umstände können bei unglücklichem Zusammentreffen mehrerer ein merkliches Abschieben der Zungenspitzen von den Backen und hierdurch Entgleisungen namentlich der hintern Achsen sechsrädriger Fuhrwerke zu Wege bringen, selbst bei normaler Bedienung und Unterhaltung der Weichen.

Von der Sicherung der Fahrzeuge gegen die geschilderten Gefahren wird später wiederholt die Rede sein. Hier sind zunächst zwei Maassregeln zu erwähnen: die Anordnung einer Spurerweiterung in der Gegend der Zungenspitzen und die Anwendung von Zungen mit kräftigem Profil.

Eine Spurerweiterung von 15—20^{mm} am Anfang der Weiche ist bei verschiedenen Verwaltungen eingeführt, die Wurzel der Weiche muss selbstredend wieder die normale Spurweite aufweisen. Man entfernt durch dies einfache und kostenlose Mittel die Zungenspitze einigermaassen aus dem Bereich der Räder.

Eine kräftige Form der Zungen wird erreicht, indem man den Schienenfuss derselben etwas höher legt wie den Fuss der Backen und ein von der gewöhnlichen Schienenform abweichendes Profil wählt.

Von dergleichen Profilen giebt es eine Auswahl.

In Fig. 1, Tafel XVIII ist das glockenförmige Profil (Hut-Profil) der Köln-Mindener

Bahn dargestellt, die eine der ersten war, welche die verbesserten Zungen einführten (vgl. Eb. Z. 1855 p. 119).

Aehnlich ist das Weichenzungenprofil der Kreuz-Küstrin-Frankfurter Bahn (s. Zeitschr. f. Bauwesen 1860 p. 399), der Taunus-Bahn (s. Fig. 10, Tafel XVIII) und anderer Bahnen.

Die Thüringische Bahn hat eine vierkantige Zunge mit oben abgerundeter Kante (vgl. Zeitschr. f. Bauw. 1860 p. 399). Aus diesem Profil wird nur soviel weggearbeitet, dass die Spurkränze der Räder gerade Platz finden.

Die Oesterreichische Südbahn hat ein winkelförmiges Profil eingeführt (vgl. die Figuren 5, 7 und 8, Tafel XVIII und die schönen Zeichnungen in »Oesterr. Eisenbahnen« von Etzel, Band II, Blatt 7—9). Diese Form dürfte besondere Beachtung verdienen.¹¹⁾

Ein T-förmiges Profil findet man u. A. auf der Oldenburg-Bremer Bahn, wo, nebenbei gesagt, spitz gewalzte Zungen verwendet werden. Man vergleiche über dies Profil auch »Die eiserne Eisenbahn von Heusinger von Waldegg« p. 34.

Weitere Angaben über Weichenzungen-Profile findet man in den Verhandlungen der Münchener Techniker-Versammlung. Referat über die Frage A. No. 12.

Es muss noch bemerkt werden, dass man die Weichenbacken in der Regel vertical stellt und den Zungen eine horizontale Lauffläche giebt. Es sind indess auf der Thüringischen Bahn und auf der Niederländischen Staatsbahn schräg gestellte Backen eingeführt und dürfte sich diese Anordnung empfehlen. Auch würde es keine namhafte Schwierigkeit haben, die Zungen neuerer Profile mit schrägen Laufflächen zu versehen.

§. 9. *Weichenstühle. Verbindung der Weichenschienen unter einander und mit den benachbarten Schienen.* — Die Weiche muss sehr genau und fest liegen, die Weichenzungen müssen ein ebenes und zum Schmieren vorgerichtetes Unterlager haben, es reichen somit die gewöhnlichen Befestigungsmittel der Schienenstränge in gerader Bahn nicht aus.

Für untergeordnete Zwecke kann man sich mit kleinen Platten von Schmiedeeisen begnügen, welche auf die Schwellen befestigt werden. Wird ein solches Unterlager in soliderer Weise von Schmiedeeisen oder aus Gusseisen hergestellt, in welchem letztem Falle meistens an der Aussenseite der Hauptschiene ein in die Höhlung derselben reichender Ansatz angebracht wird, so entsteht der »Weichenstuhl«. An den gusseisernen Stühlen wird die Hauptschiene mit einer horizontalen Schraube, der Weichenstuhlsschraube, befestigt.

Die Weichenstühle (vergl. Fig. 5 und 6, Tafel XVIII) erhalten eine Breite von 0,1^m bis 0,15^m und sind gewöhnlich für sämtliche Schwellen bis zur Wurzel der Weiche von derselben Form. Die Stuhlschrauben zunächst der Weichenspitzen sind mit versenkten Köpfen zu versehen, diejenigen in der Nähe der Wurzel der Weiche erhalten hie und da wohl einen kräftigen, bis an die Zungen vorspringenden Kopf zur seitlichen Abstützung der letztern. Andere Verwaltungen versehen die Backe zu gleichem Zweck wohl mit besondern, eingeschraubten Ansätzen (Anschlagstiften). Die Ansichten über den Nutzen dieser Vorkehrungen sind getheilt. (Man vergl. u. A. Zeitschr. für Bauwesen 1860 p. 129.) Bei Zungen neuern Profils dürften die Anschlagstifte entbehrlich sein. Die Weichenstühle

¹¹⁾ Die fraglichen Weichen sind auch beachtenswerth, weil bei ihnen ungleich lange Zungen beibehalten sind. Auch die Carl-Ludwigsbahn und die Theissbahn haben solche; im Uebrigen kommen dieselben in neuerer Zeit selten vor. Bei dieser Anordnung fallen die Zungen des Nebengleises kürzer aus, wie diejenigen des Hauptgleises und lässt dieselbe allerdings sich dadurch motiviren, dass die erstern, indem sie die Ablenkung der Fuhrwerke besorgen, stärker beansprucht werden, also kräftiger construirt sein müssen, wie die letztern.

erhalten für dergleichen Zungen eine erhöhte Gleitfläche, welche nicht die ganze Breite des Stuhles zu haben braucht. Es ist ein wesentlicher Vortheil der fraglichen Zungen, dass die so liegenden Gleitflächen leicht rein gehalten werden können.

Die Weichenstossstühle sind kräftiger und namentlich auch breiter (ca. 0,17^m bis 0,20^m breit) zu construiren, wie die Mittelstühle, sie erhalten mindestens zwei Weichenstuhlschrauben, auch wohl einen durch die Stösse der Backe und der Zunge gehenden Bolzen, auf welchen zur Wahrung des Abstandes zwischen beiden eine Hülse geschoben ist. Wenn bei dieser Anordnung Zungen gewöhnlichen Schienenprofils benutzt werden, so kann man zur Verbindung der Backen und Zungen mit den benachbarten Schienen Laschen anwenden, wobei man indess darauf zu sehen hat, dass die Schrauben an der Wurzel der Zunge nicht zu fest angezogen sind. In der Möglichkeit einer wirksamen Verlaschung an der Wurzel der Zungen liegt ein Hauptvortheil des ältern Profils derselben dem neuern gegenüber. — Die Laschenverbindung macht einen verticalen Zapfen, wie er beim Drehpunkt der Zungen früher häufig zur Anwendung kam, entbehrlich. Dergleichen Drehzapfen kommen jetzt nur noch vereinzelt vor, so u. A. bei der Taunusbahn (s. Fig. 10 und 11, Tafel XVIII) und bei der Oesterreich. Südbahn (Fig. 9, Tafel XVIII). Bei der letztgenannten Construction trägt die Platte, auf welcher das Ende der Zunge befestigt ist, einen im Grundriss runden Ansatz *a b*, der in ein Loch der grössern Platte *c d* eingreift.

Gegen ungleichmässige Verschiebung der Schienenstränge in der Richtung der Gleise sichern die erwähnten Anordnungen nicht genügend. Man hat, um den zahlreichen Nachtheilen solcher Verschiebungen möglichst entgegen zu arbeiten, auf eine kräftige Verbindung zwischen Backe und Zunge Bedacht zu nehmen, was in zweckmässiger Weise durch einen zwischen ihnen liegenden Bügel geschieht. Diese Construction ist durch die Figuren 23 und 24, Tafel XIX dargestellt (Stossverbindung der Württembergischen Weichen).

Die Befestigung der Weichenstühle auf den Schwellen geschieht durch Schrauben oder Nägel. Wenn letztere verwandt werden, so giebt man ihnen einen vollständigen Kopf, wendet also keine Hakennägel an, auch werden die Weichenstühle hie und da an der untern Fläche mit Ansätzen versehen, welche in Nuthen der Weichenschwellen eingreifen. Nagelung und Weichenstühle mit ebenen untern Flächen dürften ausreichend sein. Die Stühle fressen sich bald etwas in das Holz ein und sind dann gegen seitliche Verschiebungen ziemlich gesichert.

Eine besonders solide Verbindung der einzelnen Weichenschienen unter einander und mit den Schwellen erhält man durch Anwendung von Blechplatten, welche unter je einer Zunge und Backe in angemessener Breite durchlaufen (Zeichnung s. Organ 1855, Tafel XIII, auch Tafel III d. Atlas der Referate zur Münchener Techniker-Versammlung). Das Aufbauen der Weichenschienen auf einem solchen gemeinsamen Fundament erleichtert zugleich die Herstellung der Weiche, sichert gegen das Verlorengehen von Verbindungsstücken u. s. w. und ist für wichtigere Weichen gewiss zu empfehlen.

Die Weichenzungen werden durch Verbindungsstangen an einander gekuppelt, welche man mit Scharnieren zu versehen pflegt, weil beim Verschieben der Zungen der Winkel zwischen ihnen und den Stangen sich ändert. Die letztern müssen kräftig construirt sein (ca. 35^{mm} Durchmesser), weil sie sonst leicht verbogen werden. In Gleisen, woselbst Rangirpferde gehen, wendet man wohl Bedeckung der Stangen mit Brettern an. — In der Nähe der vordersten Verbindungsstange und am besten dicht bei der Spitze der Weichenzunge, pflegt die Zugstange des Weichenbocks anzugreifen, welche man oft durch ein in der Weichenbacke befindliches Loch hindurchtreten lässt, besser aber unter derselben hinwegführt. Es ist zweckmässig die Anordnung so zu treffen, dass man bei

der Ausführung die Weichenböcke nach Bedarf an der einen oder der andern Seite der Gleise aufstellen, also eine Weiche »Bock rechts« in eine solche »Bock links« verwandeln kann. Es sind dem entsprechend beide Backen und Zungen für die Aufnahme der Weichenbockstange vorzurichten. Neuerdings bringt man auch zwischen den Hauptschienen der Weichen behuf Erhaltung der genauen Spurweiten Verbindungen an (Stangen, welche durch Löcher der Weichenzungen hindurchtreten — Bayrische Ostbahn —, Verbindungen zwischen den Unterlagsplatten — Preuss. Ostbahn —, durchgehende Platten von einem Stossstahl zum andern — Taunus-Bahn. Vergl. Fig. 10 und 11, Tafel XVIII — etc.)

§. 10. *Neigungsverhältnisse der Herzstücke.* — Von den Neigungsverhältnissen der Herzstücke gilt dasselbe, was oben von der Länge der Weichenzungen gesagt wurde: auf den ersten Blick hat es den Anschein, als folge unmittelbar aus dem Radius der Weichencurve der Neigungswinkel des Herzstücks. Im weitern Verlauf der Besprechung werden wir aber sehen, dass es zweckmässig ist, einige wenige bestimmte Neigungen für die Herzstücke anzunehmen.

Um indess die ersten Anhaltspunkte für die Neigungen der Herzstücke und zugleich für die Längen der Ausweichungen zu gewinnen, denke man sich die Weichencurve bis zur Herzstückspitze fortgesetzt (s. den ersten Holzschnitt in diesem Capitel). Bezeichnet man nun mit l die Länge $a d$ der Ausweichung und mit β , den Winkel, welche eine bei o an der Weichencurve gelegte Tangente mit der Schiene des Hauptgleises einschliesst, endlich mit r den Radius der Weichencurve, so hat man annähernd, aber für den vorliegenden Zweck genau genug:

$$l = \sqrt{2 \times 1,436 \times r} \text{ und}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{1,436}{\frac{1}{2} \cdot l}$$

Hieraus folgt beispielsweise für die nach §. 61 der Grundzüge ins Auge zu fassenden Radien 180^m und 300^m:

$$l_{(180)} = 22,7; \operatorname{tg} \beta_{(180)} = \frac{1}{7,89} = 0,127; \beta_{(180)} = 7^{\circ} 14'$$

ferner:

$$l_{(300)} = 29,4; \operatorname{tg} \beta_{(300)} = \frac{1}{10,3} = 0,097; \beta_{(300)} = 5^{\circ} 32'$$

Unter Berücksichtigung der Untersuchungen des §. 7 ergibt sich, dass die Längen der Ausweichungen etwas kürzer ausfallen werden, wie vorhin berechnet; sie sind in runden Zahlen zu 20 bis 25^m, bei grössern Radien auch zu 30^m anzunehmen. Die genauern Ermittlungen folgen in §. 16.

Dagegen wird man die Herzstückneigungen etwas flacher zu normiren haben, wie vorhin berechnet, denn die Weichencurve muss in einiger Entfernung von dem Herzstück aufhören, damit in demselben die Räder der Wagen sich nicht scharf an die Schieneninnenkante drängen, das Herzstück selbst muss schon in Rücksicht auf einfache Herstellung gerade Begrenzungen haben. Die Länge der sogenannten Herzstück-Geraden ist innerhalb gewisser Grenzen willkürlich. Man wird indess nicht gern unter das Maass des Radstandes kleiner vierrädriger Wagen (ca. 3^m) gehen. Da sich aber weder für die Annahme einer ganz bestimmten Länge der Herzstück-Geraden, noch für eine haarscharfe Festsetzung der Radien der Weichencurven Gründe angeben lassen, so steht nichts im Wege, die Neigung der Herzstücke nach abgerundeten Zahlen festzusetzen. Hierdurch lassen sich für die Ausführung Vortheile, namentlich Zeitersparniss bei der häufig wiederkehrenden Absteckung der in den Ausweichungen abzweigenden Gleise erreichen.

Es ist aber nicht einerlei, in welcher Art und Weise jene Neigung angegeben wird. Es ergeben sich drei Möglichkeiten: Angabe des Winkels nach Graden, Angabe der trigonometrischen Tangente desselben durch einen Bruch mit dem Zähler 1, Angabe derselben durch einen Decimalbruch. Die erste Art ist die am wenigsten empfehlenswerthe, weil sie keine Bequemlichkeit bei der Absteckung des Winkels der Herzstücke gewährt. Die zweite Art ist namentlich in Deutschland weit verbreitet, man bezeichnet die Herzstücke dem entsprechend als Herzstück 1:8, 1:10 etc. in ähnlicher Weise, wie man auch die Steigungen der Eisenbahnen bezeichnet. Aber in gleicher Weise, wie bei Angabe der Steigungsverhältnisse die französische Art der Bezeichnung in consequenter Durchführung des Decimalsystems als die empfehlenswerthere anerkannt wird, weil sie die kürzere ist und eine Vereinfachung der Rechnungen gestattet, so dürfte auch bei den Herzstücken die Angabe der Neigungen am besten durch einen Decimalbruch geschehen. Recht gut gestalten sich die Bezeichnungen bei den Herzstücken $tg\ 0,125$ (1:8), $tg\ 0,10$ (1:10) und $tg\ 0,08$ (1:12 $\frac{1}{2}$), weil bei ihnen die beiden zuletzt besprochenen Bezeichnungsweisen runde Zahlen ergeben. Die Herzstücke sollten durch Stempelung oder in ähnlicher Weise so markirt werden, dass man ihr Neigungsverhältniss auf den ersten Blick erkennen kann.

Die bisherigen Untersuchungen haben gezeigt, dass man bei den Herzstücken nicht, wie bei den Weichen, ein und dasselbe Modell für alle Fälle anwenden kann, man sollte aber die Anzahl der Modelle soweit wie irgend möglich einzuschränken suchen und in allen gewöhnlichen Fällen nur zwei Arten von Herzstücken construiren, dabei etwa noch zwei andere für aussergewöhnliche Fälle und die sogenannten Curvenweichen (s. §. 18) designiren. Man wird vielleicht für Bahnen im Flachlande bei Auswahl der Herzstücke wegen der dort gebräuchlichen grössern Radstände der Fuhrwerke anders verfahren, wie bei Bahnen im Hügellande. Es dürften entweder die Neigungen 1:10 und 1:12 (oder 1:12 $\frac{1}{2}$) als die normalen anzunehmen sein oder die Neigungen 1:8 und 1:10. Die letztern genügen wohl bei Verwendung gekrümmter Zungen. Fügt man jenen normalen Herzstücken noch ein spitzeres und ein stumpferes hinzu, so wird man für alle in grösserer Anzahl vorkommenden Weichen gesorgt haben.¹²⁾

Es ist hier noch eine die spätern Rechnungen betreffende Bemerkung zu machen. Fast alle Winkel, welche bei der Weichenconstruction vorkommen, sind sehr spitz (man vergl. die bis jetzt gemachten Zahlenangaben) und zwar in der Weise, dass man bei den betreffenden Berechnungen in der Regel für ihre trigonometrischen Functionen unbedenklich Annäherungswerthe einführen kann. Man darf also beispielsweise bei diesen Winkeln *sin.* und *tang.* verwechseln $tg\ \frac{1}{2}a = \frac{1}{2}tg\ a$ setzen etc. Die Resultate, welche man durch dergleichen annähernde Rechnungen erhält, genügen in den meisten Fällen für die Ausführung.

§. 11. *Herzstücke mit Auflauf und Herzstücke mit überhöhter Hornschiene.* — Aus der Weite der Spurkranzrille des Herzstücks und aus dem Neigungsverhältniss derselben ergibt sich die Länge $m n$ (s. Fig. 21, Tafel XVIII), auf welche die Räder beim Passiren des Herzstücks die gewohnte Art der Unterstützung verlieren. Vergrössert wird diese Strecke noch durch den Umstand, dass man die Herzstückspitze nicht in voller

¹²⁾ Eine allgemeine Uebereinkunft über die Herzstückneigungen, sowie über die Länge der Herzstücke (s. §. 11) würde den Fabriken gewiss willkommen sein. Wenn eine solche getroffen wäre, so könnten die Herzstücke in Vorrath hergestellt, sie könnten Handelsartikel werden. Auch würde an Modellkosten gespart werden. Es setzt dies allerdings eine Uebereinkunft über ein deutsches Schienenprofil voraus.

Schärfe ausarbeiten darf. Es ist demnach, wie hier bemerkt werden mag, zu unterscheiden zwischen der mathematischen Spitze des Herzstücks, welche den Rechnungen zu Grunde liegt, und der wirklichen (abgestumpften) Spitze desselben. Hier und da pflegt man die erstere durch einen Körnereschlag zu markiren und die Maassangaben auf dieselbe zu beziehen. Es ist vielleicht ebenso zweckmässig, die Lage der wirklichen Spitze vorzuschreiben. Jedenfalls hat man stets genau anzugeben, welcher Punkt des Herzstücks gemeint ist.¹³⁾

Wenn die Herzstückspitze 15^{mm} und die Spurkranzrille 50^{mm} breit angenommen wird, so ergibt sich die Länge, auf welche das Rad seine gewöhnliche Unterstützung verliert, bei einer Neigung von $0,1$ zu $0,65^{\text{m}}$. Man kann diese Länge in runden Zahlen zu $0,5^{\text{m}}$ bis 1^{m} je nach der Herzstückneigung annehmen. In diesem Umstande beruht eine Hauptschwierigkeit der Construction dauerhafter Herzstücke. Während das Rad die Strecke von m bis n (Fig. 21) passirt, kommen äussere Theile des Radkranzes, welche in Folge der Konicität desselben geringere Durchmesser haben, zum Tragen. Das Rad senkt sich, bei den angegebenen Zahlenwerthen und $1:17$ Neigung der Radkränze beispielsweise um nahezu 4^{mm} und muss alsbald um dasselbe Maass wieder gehoben werden. Gegen die hierdurch entstehenden, bei ältern Herzstücken oft sehr fühlbaren Schläge, hat man namentlich zwei Mittel angewandt: den Auflauf (Kreuzungsschemel) der Herzstücke und die Erhöhung der Hornschienen (Knieschienen), mitunter auch beide zusammen.

Bei Construction der Herzstücke mit Auflauf ging man von der Ansicht aus, dass das besprochene Sinken der Räder verhindert oder doch weniger schädlich gemacht werden könne, wenn man an der in Rede stehenden Stelle der Herzstücke die Tiefe der Spurkranzrille soweit verminderte, dass die Spurkränze der Räder zum Tragen kämen. Man legt somit in den Zwischenraum zwischen den Hornschienen und der Herzstückspitze eine gabelförmige Platte, deren Oberfläche von den beiden Enden des Herzstücks nach der Spitze desselben allmählich ansteigt und bemisst die Höhenlage des mittlern Theils dieser Platte nach dem Vorsprung der Spurkränze vor der Lauffläche der Räder (vergl. §. 157 der Grundzüge). Ein Schnitt bei der Herzstückspitze gestaltet sich demnach, wie Fig. 28, Taf. XIX zeigt.

Es ist ein principieller Uebelstand bei dieser Construction, dass der genannte Vorsprung sehr veränderlich ist und dass wegen des verschiedenen Durchmessers der Spurkränze und der Laufflächen der Räder ein Schleifen der erstern unvermeidlich wird. In Folge des letztern Umstandes nutzt sich der Auflauf rasch ab und versagt dann für eine grosse Anzahl von Rädern seinen Dienst. — Auf eine speciellere Besprechung dieser Anordnung glauben wir nicht eingehen zu sollen, zumal da dieselbe in der 1865er Techniker-Versammlung ausführlich erörtert ist. Das betreffende Protocoll (pag. 56 der »Fortschritte«) enthält ein langes Sündenregister der fraglichen Construction und hat die Versammlung beschlossen, dass Herzstücke, welche beim Uebergange der Räder ein Auflaufen der Spurkränze bedingen, nicht zu empfehlen seien. — Vielleicht sind indess die Herzstücke mit Auflauf unter Umständen doch nicht ganz zu verwerfen (vergl. Organ 1864 p. 115). Sie würden jedenfalls weniger nachtheilige Einwirkungen auf die Räder und Achsen zeigen, wenn man ihnen gegenüber zwischen Zwangsschiene und Fahrschiene gleichfalls einen Auflauf einlegte. (s. Organ 1852 p. 61.)

Das zweite Mittel gegen den oben erwähnten Uebelstand besteht in einer Erhöhung der Lauffläche der Hornschiene von dem Knickpunkt derselben an. Das Maass dieser

¹³⁾ Auch die Annahmen, welche behuf Definition der Länge der Ausweichungen gemacht werden, sind conventionell. Nach Ansicht des Verfassers ist es zu empfehlen, diese Länge vom Anfang der Backe bis zur wirklichen Spitze des Herzstücks zu messen.

Ueberhöhung berechnet sich aus der Konicität der Radreifen, es wird in runden Zahlen 5^{mm} betragen. Diese Anordnung ist rationell und soviel bekannt bereits ziemlich allgemein eingeführt. Sie lässt sich sowohl bei gegossenen, wie bei Schienenherzstücken herstellen, bei letztern aber nicht so gut. Man darf indess nicht etwa denken, dass mit ihr jede Veranlassung zu Stössen beim Passiren der Herzstücke beseitigt wäre. Bekanntlich zeigt die Mehrzahl der im Gebrauch befindlichen Räder durchaus nicht die ursprüngliche Konicität. Ein Rad mit stark ausgehöhlter Lauffläche wird aber bei Anwendung überhöhter Hornschienen fast noch kräftiger schlagen, wie bei horizontaler Lage derselben. Ein Hauptübelstand, darin bestehend, dass beim Passiren der Herzstücke die äussern Kanten der Radkränze, welche bei abgenutzten Rädern ziemlich scharf sind, zum Tragen kommen und noch dazu etwas schleifen, wird bei der fraglichen Construction nicht gehoben.

Die Lauffläche der Schienen wurde bei den ältern Herzstücken horizontal gehalten, bei neuern Constructionen ist in der Regel auf angemessene Neigung derselben Rücksicht genommen.

Es befindet sich nach Obigem bei jedem Herzstück eine Stelle in der Bahn, an welcher Stösse und ein Schleifen der Räder fast unvermeidlich sind; diese Stellen zählen nach Hunderten und Tausenden. Die hiermit verbundenen Nachtheile werden um so fühlbarer, je grösser die Belastung der Räder wird. Die Herzstücke sind noch immer einer der vergänglichsten Theile des Oberbaues. Das letzte Wort in Betreff ihrer Construction dürfte noch nicht gesprochen sein.

§. 12. *Material der Weichen und Herzstücke. Verschiedene Formen der Herzstücke.* — Es ist in einem der früheren Capitel schon nachgewiesen, dass bei besonders beanspruchten Stellen der Gleise frequenter Bahnen das Material der gewöhnlichen, durch Paquetirung von Eisenstäben hergestellten Schienen selbst für den Oberbau der freien Bahn nicht genügt und dass ein wesentlicher Fortschritt durch Verwendung von Stahl erreicht wird. Vergewärtigt man sich nun die überaus starke Inanspruchnahme der Weichenschienen und der einzelnen Theile der Herzstücke, so ist man von vornherein zu dem Schlusse berechtigt, dass für dieselbe die Verwendung eines bessern Materiales dringend geboten ist. Es ist schwer zu sagen, welche Theile der Weichen und Herzstücke am meisten zu leiden haben. Die Zungen und Herzstückspitzen zeigen eine erhebliche Reduction der tragenden Flächen, sie sind empfindlichen Stössen ausgesetzt und haben zum Theil auch durch scharfes Anlaufen der Spurkränze zu leiden. Scheinbar sind sie am schlimmsten situirt. Andererseits kommt bei den Backen und Hornschienen der schon berührte Punkt in Betracht, dass die Räder mit ihren scharfen Aussenrändern schräg über sie hinweglaufen und dabei nicht selten schleifen. Diese Umstände bedingen die Verwendung eines gleich guten, obwohl nicht immer desselben Materials für die Backen und Hornschienen einerseits, wie für die Zungen und Herzstückspitzen andererseits und zwar um so mehr, als jede Abnutzung der erstern bald auch eine Abnutzung der letztern zur Folge hat.

Nur ein Material, welches Gleichförmigkeit, Härte und Zähigkeit in sich vereinigt, kann für die fraglichen Constructionstheile genügen, man wird somit namentlich auf die Verwendung geeigneter Stahlsorten geführt werden, für die Herzstücke wird man aber auch den Hartguss als empfehlenswerth bezeichnen können. Die Verwendung von Stahl und Hartguss ist auf frequenten Bahnen bereits ziemlich verbreitet. Durch die Dresdener Conferenzen sind hierüber werthvolle Nachrichten geliefert (s. »Fortschritte« p. 52 ff.).

Bei den Weichen hat man ausser Schienen vom besten Walzeisen (Feinkorneisen) namentlich Puddelstahl und Gussstahl versucht, und zwar entweder für die Zungen allein

oder für Backen und Zungen. Die letztgenannte Anordnung dürfte die empfehlenswerthere sein. Wie aus dem angezogenen Protocoll hervorgeht, ist allerdings die Anzahl der Verwaltungen, welche Weichen aus Gussstahl oder Puddelstahl in ausgedehnterer Weise verwenden, nicht sehr gross; es haben sich indess je fünf Verwaltungen entschieden für die eine oder die andere Sorte ausgesprochen. Die K. Sächsische östliche Staatsbahn nimmt an, dass Gussstahlzungen etwa die vierfache Dauer der eisernen haben würden.

An andern Orten hat man eine gewisse Ungleichmässigkeit der Gussstahlzungen zu beklagen gehabt. Es kommen deren mitunter vor, welche auffallend spröde sind, und scheint somit die Fabrikation noch nicht allerorts auf dem erreichbaren Grad der Vollkommenheit angelangt zu sein.

Einen ausführlichen und sehr beachtenswerthen Nachweis über die günstigen Erfahrungen, welche mit stählernen Weichenschienen an der Kaiser-Ferdinands-Nordbahn gemacht sind, findet man Organ 1866 p. 169.

Aus den Erhebungen, welche gelegentlich der Münchener Techniker-Versammlung gemacht sind, geht hervor, dass die Verwendung von Stahl zu den Weichenschienen erheblich zugenommen hat (Einzelheiten s. in dem Referat A. No. 12).

Bei den Herzstücken hat sich namentlich der Hartguss eingebürgert, es sind indess auch zahlreiche Versuche mit Guss- und Puddelstahl gemacht. Unter 54 Eisenbahnverwaltungen erkennen 27 die Hartgussherzstücke als erprobt an, nur eine ist mit denselben nicht ganz zufrieden. Bei neun Verwaltungen hat sich Gussstahl, bei sechs Verwaltungen Puddelstahl zu den Herzen bewährt. Dem entsprechend hat die Dresdener Versammlung folgenden Beschluss gefasst:

»Herzstücke aus Gussstahl und Hartguss von guter Construction und vorzüglichem Materiale sind zu empfehlen. Für die freie Bahn sind Herzstücke aus Gussstahl vorzuziehen.«

Gelegentlich der Münchener Versammlung ist in dieser Beziehung Folgendes festgestellt:

a. Mit den aus einem Stück gegossenen Gussstahlherzstücken sind überall vorzügliche Resultate erzielt, vorausgesetzt, dass das Material ohne Fehler war und die Endzapfen zur Befestigung der Anschlussschienen nicht so schwach constrüirt waren, dass Querbrüche entstehen konnten.

b. Herzstücke mit Gussstahlspitzen und Leitschienen haben sich ebenfalls gut bewährt, vorausgesetzt, dass die Befestigung auf dem massenhafteren Gusskörper eine durchaus solide war und im Stahl keine Fehler sich fanden.

Die Verwendung verschiedener Materialien zu Weichenschienen und Herzstücken bedingt selbstredend auch mancherlei Modificationen in der Form derselben. Von den Formen der Weichenschienen ist oben (§. 8) bereits die Rede gewesen. Wir haben jetzt einen Blick auf die Constructionsformen der Herzstücke, deren es eine grosse Zahl giebt, zu werfen.

In den Zeichnungen sind mit Uebergang verlassener Constructions folgende Arten von Herzstücken dargestellt:

1. Ein Hartguss-Herzstück, wie es von Gruson in Buckau bei Magdeburg gegossen wird (s. Fig. 21 und 22, Tafel XVIII). Beachtenswerth sind die Verbindungen mit den benachbarten Schienen, auf welche wir im nächsten Paragraphen zurückkommen werden.

Nähere Angaben über die Hartguss-Herzstücke findet man u. A. Organ 1864 p. 76. — Auch von Ganz in Ofen, in Ilsenburg am Harz und an vielen andern Orten

werden Hartguss-Herze mit Erfolg hergestellt.¹⁴⁾ — Die Thüringische Bahn verwendet dergleichen mit untergelegter Blechplatte (Organ 1866 p. 163).

2. Ein sogenanntes Schienen-Herzstück (mit Auflauf) von den württembergischen Bahnen (Fig. 25—28, Tafel XIX). Ganz ähnlich sind die Herzstücke, welche auf den von Etzel ausgeführten Bahnen vielfach verwendet sind. Die Hornschienen werden schräg gestellt, was aus der Figur nicht deutlich ersichtlich ist. Die kleine Blechplatte unter den Schienen (s. Fig. 28) dient zur Ueberhöhung der Hornschienen.

Auf der Berlin-Anhalt'schen und auf andern Bahnen hat man wohl Laschen zur Verstärkung an die am meisten exponirten Stellen der Hornschienen genietet (Organ 1865 p. 250). — Die Schienenherze sind auch vielfach mit einer alle Theile verbindenden Unterlagsplatte ausgeführt, so unter Andern wenn wir nicht irren, auf der Köln-Mindener Bahn.

3. Ein Herzstück mit Gussstahlspitze von den Orleansbahnen (Fig. 25—27, Tafel XVIII). Aehnlich construirt sind die Herze mit Spitzen aus Bessemerstahl (die letztern zum Umlegen eingerichtet), welche auf den Linien der Oesterreichischen Südbahn-Gesellschaft vorkommen. — Verwandt mit der fraglichen Construction sind ferner die Schienenherzstücke mit Schaalengussstahlspitze der Tannusbahn (Organ 1867 p. 113).

4. Das Profil eines zum Umlegen eingerichteten Gussstahlherzstücks vom Bohumer Verein (Fig. 30, Tafel XIX), wie solche in neuerer Zeit vielfach zur Anwendung gekommen sind. — Solche Gussstahlherze werden mit untergelegter schmiedeiserner Platte auf der preussischen Ostbahn verwendet (Organ 1866 p. 224).

5. Das Profil der Herzstücke der Belgischen Ostbahn (Fig. 29, Tafel XIX): Gussunterlage mit Hornschienen und Spitzen von Stahl, beachtenswerth wegen der zweckmässigen Verbindung der einzelnen Theile (s. Organ 1866 p. 229).¹⁵⁾

Die bis jetzt vorliegenden Erfahrungen gestatten nicht irgend eine der aufgeführten Formen als die am meisten empfehlenswerthe zu bezeichnen. Für die ganz aus Hartguss hergestellten Herzstücke spricht mässiger Preis (s. §. 31) neben grosser Haltbarkeit; dagegen haben die Constructionen, bei denen Hornschienen und Spitzen getrennt sind, den namhaften Vortheil, dass die Theile, welche sehr oft einer ungleichmässigen Abnutzung unterliegen, einzeln ausgewechselt werden können.

§. 13. *Länge der Herzstücke und der Zwangschienen. Verbindung derselben mit den benachbarten Schienen. Krümmung der Zwangschienen. Höhe derselben.* — Die ältern Herzstücke wurden in der Regel von beschränkter Länge und isolirt hergestellt. Sie zeigten in Folge dessen bei einiger Abnutzung eine grosse Beweglichkeit, sie tanzten beim Passiren der Fuhrwerke. Man verlangt deshalb jetzt für alle stärker beanspruchten Stellen Herzstücke, welche eine gehörige Masse haben und kräftige Verbindung derselben mit den benachbarten Schienen. Ferner muss die Stelle, an welcher die Fahrachse in die Hornschiene übergeht (das Knie der Hornschiene), noch in das Bereich des Herzstücks fallen. Aus diesen Anforderungen lassen sich die Minimallängen der Herzstücke für die verschiedenen Neigungsverhältnisse ableiten. Einfache Rechnungen ergeben, dass dieselbe von etwa 2^m bei der Neigung 1:8 bis etwa 3^m bei der Neigung 1:14 variirt. Dergleichen Minimallängen wird man indess nur bei gegossenen Herzstücken antreffen, bei denen am Ende des Herzstücks ein Abstand der Kanten der Spitze = 0,16^m zur Herstel-

¹⁴⁾ Man vergl. Organ 1865 p. 160 und »Officieller Ausstellungs-Katalog, herausgegeben vom K. K. Central-Comité. Verkehrsmittel.« p. 109.

¹⁵⁾ Eine detaillirte und gründliche Besprechung der genannten und mehrerer anderer Arten von Herzstück-Constructionen findet man in der 2ten Lieferung des ersten Bandes von Couche, Voie etc.

lung einer kräftigen Verbindung genügt. Bei Schienenherzstücken ist eine etwas grössere Länge erforderlich, welche sich darnach bemisst, dass die Laschen nebst der zugehörigen Verschraubung an den Stössen angebracht werden können.

Man wird die Schienenherzstücke in der Regel nicht unter 3^m lang machen, es kommen indess auch dergleichen von gegen 4^m Länge vor. Es ist zweckmässig, den Schienenherzstücken auch bei verschiedenen Neigungswinkeln eine und dieselbe Länge zu geben und bei allen Herzstücken in der Regel die Längen nach vollen oder halben Metern abzurunden (die Gründe hierfür folgen in §. 16). Hierbei ist vorausgesetzt, dass die Normallängen nach Metern bemessen sind.

Die Innenkante der Hornschiene muss soweit parallel mit der Herzstückspitze laufen, wie es die Maximalbreite der Radkränze (s. §. 115 der Grundzüge) verlangt. Von der Stelle an, woselbst der Radkranz die Hornschiene verlässt, ist ein flacher Bogen anzuordnen, welcher mit einem Abstände von 0,1^m von der Herzstückspitze endigt. Dieser Bogen kann aus zwei Mittelpunkten beschrieben werden, um mit einem grössern Radius zunächst einen Abstand von ca. 0,6^m zu gewinnen und sodann mit einem kleinern den Abstand von 0,1^m. Je schmaler die Spurkranzrinne genommen wird, desto sanfter muss die Ausrundung am Ende der Hornschiene, desto grösser also auch die Länge der letztern sein.

Die Verbindung der Schienenherzstücke mit den benachbarten Schienen giebt zu besondern Bemerkungen keine Veranlassung. Bei den Schienenherzstücken mit massiver Stahlspitze tritt die letztere mit einem Zapfen zwischen die anschliessenden Schienen, wie aus Fig. 25, Tafel XVIII ersichtlich ist. Es wurde indess in der Figur der letzte Theil des Zapfens, welcher sich unter die Schienenköpfe verkriecht, des kleinen Maassstabes wegen nicht angedeutet. Bei den Herzen aus Hartguss sind die Enden zu Platten ausgebildet, welche die benachbarten Schienen aufnehmen (vergl. Fig. 21 und 22 auf Tafel XVIII). Ausserdem sind diese Herzstücke oft mit verjüngten Zapfen versehen, welche zwischen die Schienen treten und mit den an die Aussenseite derselben gelegten Laschen correspondiren. Man findet indess auch die genannte Platte am Ende des Herzstücks zu einem Schienenstuhl ausgebildet. Alsdann gestaltet sich jener Zapfen als ein Stück für sich, und wird durch eine horizontale in der Achse des Herzstücks liegende und mit demselben fest verbundene Schraube in den Zwischenraum zwischen die Schienen hinein gezwängt.

In ähnlicher Weise, wie die Länge der Herzstücke, wird man auch die Länge der Zwangschienen nach der Schienenlänge normiren, bei 6^m langen Schienen ist 3^m für die Zwangschienen ein angemessenes Maass. Die Mitten der Zwangschienen müssen den Herzstückspitzen gegenüber liegen; da es aber wünschenswerth ist, dass die Enden der Zwangschienen auf Schwellen treffen und mit je zwei an der Aussenseite des Schienenfusses angebrachten Nägeln genagelt werden, so wird man nöthigenfalls eine geringe Verschiebung der Zwangschienen nach der Weiche zu vornehmen. Ueber die Entfernung der Zwangschiene von der Fahrachse ist bereits oben (§. 6) das Nöthige gesagt. Eine sichere Herstellung dieses Abstandes wird durch horizontale Schrauben und Gussklötze, welche den Zwischenraum zwischen den Stegen der Fahrachse und der Zwangschiene füllen, oder durch Stehbolzen erreicht. Die zuerst genannte Anordnung dürfte vorzuziehen sein. Gewöhnlich findet man drei Gussklötze von gleichen Dimensionen angewendet und die Enden der Zwangschienen ähnlich behandelt, wie die Enden der Hornschienen. Hierüber ist auch §. 65 der Grundzüge zu vergleichen: „Zwangschienen sind mit einem möglichst schlanken Einlauf zu construiren.“ Bei den Orleansbahnen ist die beachtenswerthe Einrichtung getroffen, dass nur der mittlere Gussklotz eine Spurkranzrinne von 45^{mm} herstellt, während dieselbe bei den beiden äussern Gussklötzen auf 50^{mm} sich

erweitert. Es würde nicht allein unnütz, sondern auch schädlich sein, wollte man den Abstand des Endes der Zwangsschiene von der Fahrschiene merklich grösser machen, wie 0,1^m. Zu stark ausgebogene Zwangsschienen könnten mit herabhängenden Nothkettenhaken der Wagen, wenn die Ketten, wie es wohl vorkommt, eine vorschriftswidrige Länge haben, in Collision kommen (vergl. Organ 1859 p. 182).

Die Zwangsschienen werden in der Regel aus Schienen gewöhnlichen Profils hergestellt. Gruson fertigt Fahrschienen und Zwangsschienen aus einem gegossenen Stück an, dessen Verwendung an gewissen Stellen der Bahnhöfe wohl zu empfehlen ist.

Für besonders wichtige Stellen ist eine Verlängerung, namentlich aber eine Erhöhung der Zwangsschienen zu empfehlen. Die leitenden Seitenflächen der Zwangsschienen liegen bei manchen Schienenprofilen so tief unter dem Schienenkopf, dass der abgerundete Theil der Spurkränze mit ihnen in Berührung tritt. Sie wirken deshalb mit grösserer Sicherheit, wenn man sie ein wenig in die Höhe zieht, was mit starken Unterlagplatten oder durch Verwendung eines höheren Schienenprofils leicht zu erreichen ist.

Ueber eine beachtenswerthe Construction hochliegender Zwangsschienen von Scheffler vergl. Zeitschr. f. Bauw. 1866 p. 553.

§. 14. *Schwellenlage der Ausweichungen.* — Als Unterlage der Weichen, der Herzstücke und der Schienenstränge zwischen beiden dienen fast ohne Ausnahme zunächst Querschwellen, auf welchen, wie wir gesehen haben, die bezeichneten Theile direct oder mit Hilfe von Stühlen, seltener mit Hilfe von langen und breiten Unterlagsplatten befestigt werden. Man erhält auf diese Weise eine einfache und doch solide Construction, bei der sich namentlich auch die Vortheile des Systems der breitbasigen Schiene vor dem Stühlchensystem zeigen. Es erscheint gerade deshalb das Querschwellensystem bei den Weichen ganz an seinem Platze, weil es vermöge seiner Elasticität besonders geeignet ist, die beim Befahren der Weiche unvermeidlicher Weise entstehenden Stösse aufzunehmen und zu verarbeiten. Die Schienen ruhen gleichsam auf Holzfedern. Im Allgemeinen sind somit bei Anwendung der Querschwellen bei den Weichen befriedigende Resultate erreicht.

Die grössere Wichtigkeit der fraglichen Stellen der Bahn und ihre bedeutende Inanspruchnahme bringen es indess mit sich, dass die Querschwellen in gewöhnlicher Qualität für Weichen nicht ausreichen. Die »Weichenschwellen« müssen bei untadelhafter Beschaffenheit stärkere Dimensionen erhalten, wie die gewöhnlichen Bahnschwellen (vergl. Fig. 12, Tafel XVIII). Man verwendet deshalb an den wichtigsten Stellen vollkantiges Holz und im Uebrigen Schwellen mit einer grössern »Platte«. Es ist jetzt wohl allgemein gebräuchlich, die Weichenschwellen zwischen Weiche und Herzstück so lang zu nehmen, dass sämmtliche Stränge der Weiche auf ihnen ruhen können. Diese durchgehenden Schwellen erstrecken sich noch über das Herzstück hinaus und zwar in der Weise, dass die längsten etwa 4,5^m lang ausfallen.

Zur Erleichterung der Ausführung ermittelt man die Anzahl und die Längen der Weichenschwellen für die verschiedenen Herzstückneigungen zum Voraus und hat dann specielle Ermittlungen nur in Ausnahmefällen zu machen.

Die besondere Inanspruchnahme der Gleise bei den Weichen und bei den Herzstücken motivirt eine Verstärkung der Schwellenlage an diesen Stellen. Es ist zweckmässig, daselbst auf irgend eine Weise eine Anordnung zu treffen, welche die einzelnen Schwellen mit einander in Verbindung setzt, damit irgend ein Stoss von einer grössern Anzahl Schwellen aufgenommen wird. Dergleichen Anordnungen kommen indess bei den Weichen häufiger vor, wie bei den Herzstücken. Wofern demnach nicht etwa schmiedeiserne Unterlagsplatten üblich sind (s. o. §. 9 und §. 12), erscheinen an genannten Stellen

Langschwellen zur Herstellung eines Verbandes zwischen den Querschwellen an ihrem Platze. Man findet dieselben sowohl unter, wie über den Querschwellen angebracht. Auf den ersten Blick scheint die zuerst genannte Anordnung (s. Fig. 12, Tafel XVIII) die empfehlenswerthere zu sein. Wenn man durch dieselbe zugleich eine sehr wünschenswerthe tiefere Fundamentirung des Gleises erreichen könnte, so wäre die Anordnung gewiss nur zu loben. Es zeigt sich aber, dass die Stellen der Langschwellen, auf denen die Querschwellen ruhen, bald anfangen zu faulen, worauf die Langschwellen nicht mehr in beabsichtigter Weise wirken. In gewisser Hinsicht hindern die unter den Querschwellen liegenden Langschwellen sogar ein gutes Unterstopfen der erstern. Hierdurch dürfte die Anbringung von Langschwellen über den Querschwellen, mit denen sie durch Schraubbolzen zu verbinden sind, vorzuziehen sein, wenn für ein gehöriges Nachziehen der Bolzen Sorge getragen wird. In neuerer Zeit bürgert sich auch für die Lagerung der Weichenschienen das Eisen ein. Auf den württembergischen Bahnen kommen statt der besprochenen Langschwellen U-Schienen in Aufnahme. Die Niederschlesisch-Märkische Bahn baut die Weiche auf schmiedeisernen Unterlagsplatten auf (vergl. §. 9) und nietet unter dieselben fünf alte Schienen, so dass die Weiche ohne jede Anwendung von Holz hergestellt wird. (Referat über die Frage A. Nr. 42 der Münchener Techniker-Versammlung.)

§. 15. *Allgemeines über Weichencurven und Länge der Ausweichungen.* — Nach Besprechung der (eigentlichen) Weiche, des Herzstücks und der Schwellenlage haben wir nunmehr die Weichencurven und die Länge der Ausweichungen einer nähern Betrachtung zu unterziehen.¹⁶⁾

Behuf Einleitung derselben wird es dienlich sein, die hierher gehörigen, bereits besprochenen Punkte kurz zu recapituliren.

Behuf Construction einer Ausweichung sind als fest und unveränderlich gegeben anzusehen:

1. Die Weiche und namentlich der Winkel α (s. die Holzschnitte Fig. 9 und 10 oben), welchen die (gerade) Weichenbacke mit der Weichenzunge einschliesst. Bei gekrümmten Zungen ist unter α der Winkel zu verstehen, welchen eine an die Wurzel O , der Zunge gelegte Tangente mit der Backe einschliesst. In die Rechnungen wird zweckmässiger Weise die Tangente dieses Winkels eingeführt (vergl. §. 7).

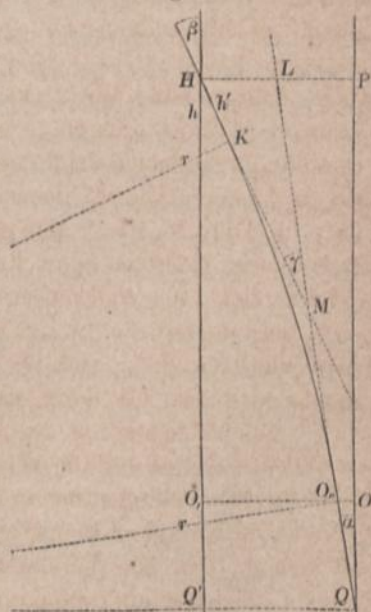
2. Das Herzstück, und zwar sowohl das Neigungsverhältniss ($\tan \beta$ s. nebenstehende Fig. 11), wie die Länge desselben. Es mögen h und h' die Stellen bezeichnen, an welchen die Enden des Herzstücks den benachbarten Schienen sich anschliessen.

Weiter sind folgende Anforderungen zu machen:

3. Dass die Krümmung der Weichencurve innerhalb gewisser Grenzen bleibe;

4. dass vor dem Herzstück eine gerade Linie (HK) liege;

Fig. 11.



¹⁶⁾ Bei den nachstehenden Untersuchungen wird als Constructionslinie für die Weichencurve die Schieneninnenkante des äussern (convexen) Stranges derselben in Betracht gezogen werden. Dies ist das gebräuchlichere Verfahren. Seltener wird die Mittellinie des Gleises als Constructionslinie betrachtet.

5: dass die Weiche, wenn irgend möglich, aus Schienen von normalen Längen gebaut werde.

Die letztgenannten drei Punkte, welche noch nicht besprochen sind, erfordern eine nähere Erörterung.

Die Radien der Weichencurven sind abhängig von dem Radstande und der Construction der Fuhrwerke, es ist jedoch auch die Geschwindigkeit zu berücksichtigen, mit welcher dieselben die Weichen passiren. Wir beabsichtigen, den Zusammenhang zwischen Radstand und Gleiskrümmung im ersten Capitel des 2. Bandes einer besondern Besprechung zu unterziehen. Hier genügt es, hervorzuheben, dass man erfahrungsmässig die Radien der Weichencurven etwa halb so gross annehmen kann, wie die Minimalradien häufiger vorkommender Curven in freier Bahn, und die betreffenden Bestimmungen der technischen Vereinbarungen namhaft zu machen. Es gehören hierher der §. 61 der Grundzüge: „Ausweichungen sollen in allen Gleisen, wo ganze Züge durchgehen, mit Radien von mindestens 600' (180^m) angelegt werden. Wünschenswerth ist es, die Endweichen der Bahnhöfe mit Radien von 1000' (300^m) zu construiren.“ — Ferner §. 4 der Einheitlichen Vorschriften für den durchgehenden Verkehr auf den Vereinseisenbahnen: „Für durchgehende Gleise wird die geringste Länge der Krümmungshalbmesser innerhalb oder in unmittelbarer Nähe der Stationen auf 600' (180^m) festgesetzt. Wo es unvermeidlich ist, sind zwar kleinere Radien gestattet, jedoch nicht unter 500' (150^m).“ Diese Vereinbarungen sind den zeitweiligen Constructionen des Betriebsmaterials angemessen.

Es ist zweckmässig, wenn die Weichen, durch welche ganze Züge passiren, einen grössern Radius haben, wie die übrigen Weichen des Bahnhofes, durch welche Zugtheile, einzelne Maschinen oder einzelne Wagen fahren. Dagegen erscheint es nicht gehörig motivirt, wenn einige Verwaltungen eine dritte, noch schärfere Krümmung für diejenigen Weichen zulassen, durch welche einzelne Wagen von Menschen geschoben werden. Die Erfahrung zeigt, dass durch dergleichen schärfer gekrümmte Weichencurven die neuern Fuhrwerke, namentlich die sogenannten Lastwagen nur mit einem verstärkten Arbeiterpersonal geschoben werden können. Man sollte deshalb auch für solche Weichen, die ohnehin nur selten vorkommen, 180—200^m Radius als normales Minimum festhalten.

Wenn sich somit gewisse Grenzen für die Krümmungshalbmesser der Weichencurven angeben lassen, so ist damit nicht gesagt, dass eine genaue Feststellung derselben nothwendig oder zweckmässig sei; wir werden weiter unten sehen, dass die oben aufgeführten Elemente die Constructionslinien der Ausweichungen ohnehin festlegen. Man sollte von einer Normirung der Radien der Weichencurven nach runden Zahlen principmässig absehen.¹⁷⁾ Auch ist es keineswegs unter allen Umständen erforderlich, dass die Weichencurve nach einem Kreisbogen geformt wird oder dass dieselbe, namentlich bei geraden Zungen, an die Wurzel derselben unmittelbar sich anschliesse.

¹⁷⁾ Wenn das zur Zeit noch gewöhnlichere Verfahren der Annahme eines bestimmten Radius der Weichencurve befolgt wird, so legen die Winkel α und β und der Radius der Weichencurve die Länge der Weiche fest. Die betreffenden Berechnungen werden trotz ihrer weiten Verbreitung hier übergangen. Am Schlusse des Capitels findet man Angaben über Quellen, aus denen dieselben studirt werden können.

Man könnte für eine Feststellung der Radien der Weichencurven in runden Zahlen anführen, dass dieselbe für die graphische Darstellung der Weichen wünschenswerth sei. Dieser Einwand ist wenig begründet. Wenn Weichenverbindungen gezeichnet werden, so ist vor allen Dingen auf ein genaues Auftragen der Winkel zu sehen, unter denen die Constructionslinien sich schneiden. Die Ausrundung der Winkel mit Hilfe von Curvenlinealen ist vergleichsweise Nebensache und kann man dazu auch Lineale gebrauchen, durch welche die Krümmungen nur annähernd wiedergegeben werden. —

Aehnlich liegen die Sachen in Betreff der Länge der geraden Linie beim Herzstück. Ein Minimalwerth für dieselbe (3^m) ist oben (§. 10) bereits angegeben. Als in der Regel einzuhaltender Maximalwerth kann etwa $7,5^m$ (halbe Herzstücklänge plus Schienenlänge) bezeichnet werden. Eine genaue Feststellung des Maasses für die Herzstückgerade würde durch Nichts motivirt sein und ist auch nicht gebräuchlich.

Wir haben somit in den Radien der Weichencurven und in der Länge der Geraden beim Herzstück Elemente, welche noch Spielraum bei Feststellung der Constructionslinien der Ausweichungen gestatten. Die letztern legen sich aber sofort fest, wenn man die Forderung stellt, dass die Weiche mit Schienen von normaler Länge gebaut werden soll. Sobald die genaue Feststellung der Längen der Ausweichungen in Rücksicht auf eine möglichst ökonomische Verwendung des Schienenmaterials erfolgt, fixiren sich unter Zuziehung der oben sub 1 und 2 aufgeführten Elemente sowohl die Krümmung der Weichencurve, wie die Länge der Herzstückgeraden.

Die fragliche Anordnung wird seitens der meisten Verwaltungen zur Zeit zwar nicht gemacht, sie dürfte aber allgemeine Beachtung verdienen. In der technischen Literatur findet man über dieselbe nur vereinzelte Andeutungen (so u. A. Zeitschr. f. Bauw. 1859 p. 377). Zur Ausführung ist die fragliche Construction auf der Oldenburg-Bremer Bahn gekommen. Ferner liegt dem Verfasser Nördlinger's Instruction über das Legen von Weichen vor, in welcher das namhaft gemachte Princip in consequenter Weise durchgeführt ist. Eine solche Durchführung verlangt aber auch, dass die Herzstücklängen sich den Schienenlängen accommodiren, also nach runden Zahlen bemessen werden (vergl. §. 13).

Die Vortheile der fraglichen Construction liegen auf der Hand. Indem man das Verhauen der Schienen vermeidet und das Abhauen derselben nur ausnahmsweise eintreten lässt, spart man in den meisten Fällen an Material, ferner an Arbeitslohn für das Hauen der Schienen und das Bohren neuer Lascenschraubenlöcher, man erleichtert die Ausführung durch Einschränkung der Abmessungen, man verringert die Anzahl der schlechten Stellen in den Gleisen, welche sehr oft eine Folge gehauener Schienen sind, man beschleunigt endlich, was sehr wesentlich ist, die Arbeiten bei Auswechslungen und Umbauten während des Betriebes.

Die Ersparungen, welche sich durch die fragliche Maassregel ermöglichen lassen, werden sich zwar bei der einzelnen Weiche nur auf einige Thaler belaufen, man hat aber hierbei nicht einen einzelnen Fall, sondern das Vorkommen der Weichen nach Tausenden und die häufige Erneuerung der Schienen derselben in viel befahrenen Gleisen zu berücksichtigen.

§. 16. *Bestimmung der Länge der Ausweichungen unter Berücksichtigung der Schienenlängen. Annähernde Ermittlung der Radien der Weichencurven und der Länge der Geraden beim Herzstück.* — Nach den Erörterungen des vorhergehenden Paragraphen stellt sich nun die Aufgabe bei Ermittlung der Constructionslinien einer Ausweichung in folgender Weise: Es sind die Winkel α und β , ferner die Länge des Herzstücks Hh (s. obige Figur) gegeben, die Länge des Gleisstücks zwischen O , und h soll unter Berücksichtigung der Längen der Schienen festgelegt und somit die Länge der Ausweichung bestimmt werden. Der Radius der Weichencurve und die Länge der Geraden beim Herzstück sind innerhalb gewisser Grenzen zu halten und (annähernd) zu ermitteln.

Es mag hier bemerkt werden, dass die Curvenlineale am besten eine concave Seite erhalten und dass es zweckmässig ist, an dem einen Ende derselben die Tangenten der Curven durch ein gerades Stück darzustellen.

Wenn das Normalmaass für die Schienenlänge = 6^m ¹⁸⁾ ist, so kann man bekanntlich auch auf das Vorhandensein von 5^m und 4^m langen Schienen rechnen. Den Lieferanten pflegt gestattet zu werden, kleinere Partien solcher kürzerer Schienen zu liefern. Dieselben werden namentlich bei den Gleiseanlagen der Bahnhöfe mit Vortheil verwandt, bei denen auch die während des Betriebes durch Abhaunng schadhafter Schienenenden gewonnenen, sogenannten gekürzten Schienen am besten eine Stelle finden. Aus den 6^m und 5^m langen Schienen kann man dergleichen von 3^m und $2,5^m$ Länge ohne Materialverlust herstellen und erhält somit Sortimente von 6^m , 5^m , 4^m , 3^m und $2,5^m$ Länge. Man hat nicht zu fürchten, dass die ohnehin nur ausnahmsweise vorkommende Verwendung der kürzeren Sorten der Weichenconstruction Eintrag thue. Es wird im folgenden Paragraph nachgewiesen werden, dass mit den bezeichneten Schienenlängen sich sehr solide bauen lässt.

Die Stellen der Ausweichungen zwischen den Weichen und den Herzstücken, welche mit den vorstehend namhaft gemachten Sortimenten auszubauen sind, haben nun aber Längen von 15^m und darüber und lässt sich leicht nachweisen, dass alle dies Maass übersteigenden und erforderlichen Längen, wenn man anders keine kleineren Abstufungen, wie von $0,5^m$ zu $0,5^m$ fordert, aus den angegebenen Sortimenten ohne jeden Verlust sich herstellen lassen. Es folgt hieraus, dass man die Länge O, h so zu normiren hat, dass sie durch volle oder durch halbe Meter ausgedrückt wird. Ersteres ist vorkommenden Falls vorzuziehen.

Bevor man indess zur genauen Feststellung dieser Länge schreiten kann, muss eine vorläufige Ermittlung der Länge der Ausweichung vorgenommen werden, wobei man entweder auf die Erörterungen, welche in den §§. 7 und 10 gemacht sind, zurückgehen oder aber die Ausweichungslänge einfach gleichsetzen kann der doppelten Spurweite mal Cotg. des Neigungswinkels des Herzstücks minus Differenz zwischen der idealen und der wirklichen Länge der Weichenzunge. Meistentheils werden auch schon Berechnungen der Ausweichungen nach ältern Methoden vorliegen, so dass es nur darauf ankommt, die Längen, welche durch solche Berechnungen ermittelt sind, in Rücksicht auf zweckmässige Schieneneintheilung zu modificiren. Eine erste Kenntniss des Werths von O, h kann somit als vorhanden betrachtet werden und braucht man nach Obigem nur eine Abrundung derselben auf volle oder halbe Meter vorzunehmen, um die Länge der Ausweichung festgestellt zu haben.

Hiernach folgt nun die Ermittlung des Radius der Weichencurve und der Länge der Geraden beim Herzstück. Annäherungswerthe genügen bei Beiden. Man darf sich somit mit rasch auszuführenden Rechnungen begnügen, deren Gang kurz angegeben werden mag.

In der Figur ist $OP = O, h + h H$ bekannt.

$$PL = O O,, + OP. \text{tg } \alpha$$

$$LH = 1,436 - PL$$

$$LM \text{ ist (genau genug) } = \frac{LH}{\text{tg } \gamma}$$

$\text{tg } \gamma$ kann, weil es sich um sehr spitze Winkel handelt = $\text{tg } \beta - \text{tg } \alpha$ gesetzt werden.

Wenn auf diese Weise der Punkt M festgelegt ist, so ergeben sich die Längen $O,, M$ und HK durch einfache Rechnungen, welche hier nicht näher bezeichnet zu werden brauchen.

¹⁸⁾ Wo die Normallänge der Schienen 21 Fuss ist, pflegen Schienen von $18'$ und von $15'$ vorhanden zu sein. Der Gang der obigen Untersuchung ändert sich durch diesen Umstand nicht.

Aus O, M folgt $r = \frac{O, M}{\frac{1}{2} tg \gamma}$ (vergl. §. 10).

Es sei beispielsweise eine Ausweichung mit Herzstück 1 : 10, deren Länge nach ältern Ermittlungen 24,6^m betrug, in Rücksicht auf ökonomische Schienenverwendung zu modificiren, die Weichenbacken seien 5^m, die (geraden) Zungen 4,5^m lang.

$$tg a \text{ sei gleich } \frac{0,120}{4,5} = 0,0267$$

$$H h = 1,205.$$

Man erhält $O, h = 24,6 - (5 + 1,205) = 18,4$ oder modificirt $= 18^m = 3$ Schienennlängen à 6^m.

$$P L = 0,120 + 19,2 \times 0,0267 = 0,632,$$

$$H L = 1,436 - 0,632 = 0,803,$$

$$L M = \frac{0,803}{(0,100 - 0,0267)} = 10,95,$$

$$O, M = 19,2 - 10,95 = 8,25,$$

$$r = \frac{8,25}{\frac{1}{2} \cdot 0,0733} = 225^m,$$

$$H K = 10,95 - 8,25 = 2,7^m. \text{ }^{19)}$$

§. 17. *Schieneneintheilung und Spurerweiterung der Weichencurve. Befestigung der Schienen derselben.* — Aus dem bislang Gesagten ergibt sich nur die Schieneneintheilung für das Hauptgleis, es hat aber auch dieselbe bei der Weichencurve keine Schwierigkeit. Man hat zu berücksichtigen, dass der äussere Strang der Curve etwas länger ist wie die Stränge des Hauptgleises, der innere aber etwas kürzer. Eine Ausgleichung der erstgenannten Längendifferenz mit Hilfe des Herzstücks (vergl. Zeitschr. f. Bauw. 1859 p. 378) ist ausführbar, aber nicht zu empfehlen, weil sich ein einfacheres Mittel hierzu bietet. Dasselbe besteht (s. Fig. 24, Tafel XVIII) darin, dass man die Stösse der Weichencurve und diejenigen des Hauptgleises versetzt. Hierbei wird es möglich, durch angemessene Eintheilung der Schienen sofort die fragliche Längendifferenz auszugleichen. Ausserdem gewinnt die Weichencurve durch das Versetzen der Stösse an Solidität. Diese bei den Orleansbahnen eingeführte elegante Construction ist, soviel dem Verfasser bekannt, in Deutschland noch nicht zur Anwendung gekommen.

Man kann, wie durch leichte Rechnungen sich nachweisen lässt, annehmen, dass bei Verwendung gerader Zungen der äussere Strang der Weichencurve durchschnittlich 0,08^m länger und der innere Strang 0,08^m kürzer ist wie der correspondirende Strang des Hauptgleises. Aus der Figur ist ersichtlich, dass diese Differenz an zwei Stellen mit je 0,04^m ausgeglichen wird und dass je zwei Stücke von 3,04^m und 2,96^m Länge ohne Verlust aus einer 6^m langen Schiene hergestellt werden können. Die Ausgleichung der feineren Differenzen kann unbedenklich durch den Spielraum an den Stössen stattfinden.

Die Durchführung der besprochenen Schieneneintheilung hat, wie Fig. 23, Tafel XVIII zeigt, auch dann keine Schwierigkeiten, wenn die Stränge des Hauptgleises beim Herzstück mit einer halben Schienennlänge endigen.

Die besprochene Construction bietet zugleich ein willkommenes Mittel, die Mitten der Schienen der Weichencurve abzusteißen. Zur Ausgleichung der Höhe der im Hauptgleise unter den Schienen liegenden Stossplatten müssen unter jene Schienenmitten Platten

¹⁹⁾ Rechnet man nach genauern trigonometrischen Formeln, so erhält man

$$r = 226,2^m$$

$$H K = 2,762^m.$$

gelegt werden, wie es auch bei schärferen Curven in freier Bahn vielfach mit Erfolg geschieht. — Man hat bis jetzt, wie hier bemerkt werden mag, in der Regel die Stossplatten bei den Ausweichungen beibehalten. Wenn an einigen Orten bei ihnen schwebende Stösse zur Ausführung gekommen sind, so wird dies nicht geschehen sein, ohne wenigstens die Schwellen neben den Stössen mit Platten auszurlisten.

Ueberhaupt sind bei den Weichencurven fast alle Regeln zu beachten, welche bei schärfern Curven in gerader Bahn üblich und im vorhergehenden Capitel bereits besprochen sind. Die Weichencurve unterscheidet sich indess insofern von der Curve in freier Bahn, als eine Ueberhöhung des äusseren Schienenstranges bei ihr nicht üblich und auch nicht wohl ausführbar ist. Die Spurerweiterung (bis zu 25^{mm}), das Biegen der Schienen vor dem Legen derselben u. s. w. ist bei den Weichencurven aus bereits besprochenen Gründen anzuwenden.

Vergl. §. 62 der Grundzüge: Die Ueberhöhung des äussern Schienenstranges kann bei den Ausweichungscurven unterbleiben. — Die Vergrösserung der Spurweite ist bis 1 Zoll (25^{mm}) zulässig.

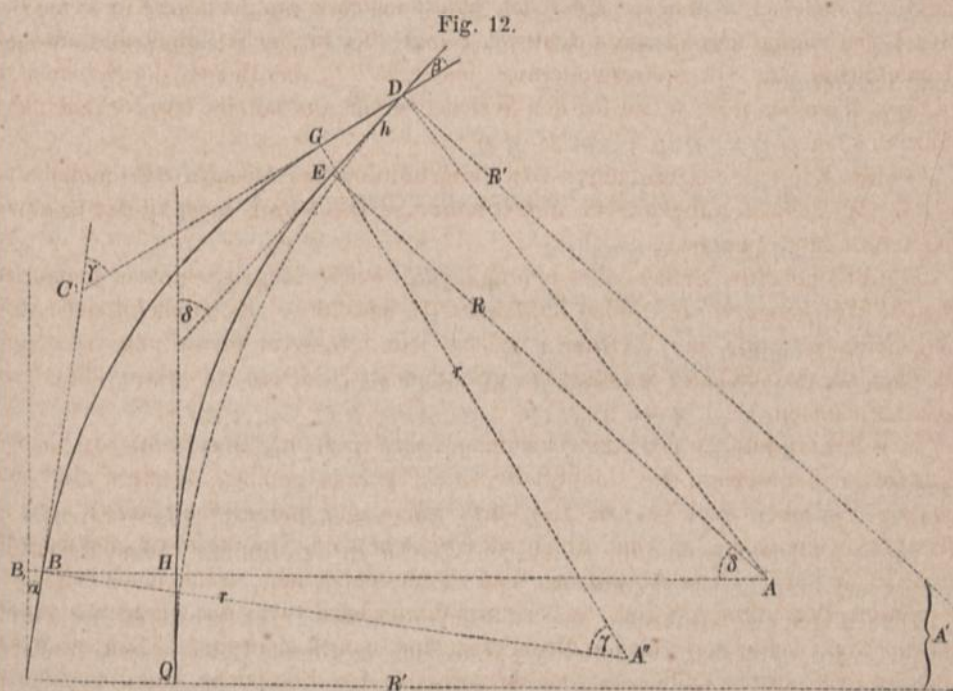
Die Pfeilhöhe der Schienenkrümmung beträgt bei 5^m langen Schienen, je nach dem Radius der Weichencurve, in runden Zahlen 10, 15 und 20^{mm}. Es empfiehlt sich, in den Normalzeichnungen für die Weichen, welche jede grössere Verwaltung herzustellen pflegt, über die Pfeilhöhen, welche den gekrümmten Schienen zu geben sind, einen Vermerk zu machen.

Man hat mitunter in den Ausweichungen behuf Erzielung einer sanftern Ablenkung der Fahrzeuge die Stränge des Hauptgleises nicht gerade geführt, sondern eine sanfte Krümmung zwischen Weiche und Herzstück eingelegt, indem man die Wurzel der Weichenbacke ein wenig aus der Flucht der Schienen des Hauptgleises rückte (vergl. Organ 1859 p. 181). Diese Anordnung mag zu empfehlen sein, wenn das abzweigende Gleis grössere Bedeutung hat und rascher durchfahren wird, wie das geradeaus gehende Gleis oder wenn beide von gleicher Bedeutung sind (vergl. Zeitschr. f. Bauwesen 1859 p. 379). In den meisten Fällen der Ausführung wird aber die übliche Anordnung mit unveränderten Linien des Hauptgleises den Vorzug verdienen.

§. 18. *Curvenweichen.* Die Erstreckungen derselben können nicht viel länger oder kürzer ausfallen, wie die Längen der Ausweichungen im geraden Gleise mit gleichen Herzstücken. — Wenn eine Ausweichung in ein gekrümmtes Hauptgleis eingelegt wird, so pflegt man derselben den Namen »Curvenweiche« zu geben. Die Curvenweichen unterscheiden sich von den Ausweichungen in geraden Gleisen im Wesentlichen nur durch ihre abweichende Länge. Wir werden zunächst behuf Darlegung der Principien, welche in Nördlinger's mehrfach erwähnter Instruction durchgeführt sind, versuchen, den Nachweis zu liefern, dass grosse Differenzen zwischen den Längen der Curvenweichen und den Längen der Ausweichungen im geraden Gleise mit derselben Herzstückneigung nicht vorkommen und sodann (im §. 19) erörtern, dass auch die fraglichen Weichen ohne Verlust an Schienenmaterial gebaut werden können.

Bei Anordnung einer Curvenweiche kommt zu den bereits ausführlich erörterten Elementen der Weichenconstruction noch der Krümmungshalbmesser des Hauptgleises hinzu, den wir im Nachstehenden mit R bezeichnen wollen. Wie nachstehende Fig. 12 zeigt, soll darunter der Krümmungshalbmesser des concaven Stranges verstanden werden. Dieser Radius ist merklich verschieden von dem Radius der Bahnachse. Die Weichenbacken und die Weichenzungen, welche in gerader Bahn gebraucht werden, müssen auch in gekrümmten Hauptgleisen zur Verwendung kommen, die Linie QH ist somit gerade. Nicht minder muss im Hauptgleise auch vor dem Herzstück eine gerade Linie DE von

angemessener Länge liegen. Hieraus folgt, wie hier bemerkt werden mag, dass das Hauptgleis weder bei der Weiche noch beim Herzstück einer Spurerweiterung bedarf, wenn auch die Krümmung desselben im Uebrigen eine solche verlangt. Man wird sich darauf beschränken können, die Spurerweiterung in der Mitte zwischen Weiche und Herzstück voll herzustellen und dieselbe nach den genannten Stellen zu allmählich verschwinden zu lassen. In derselben Weise wird ja auch bei den Weichencurven verfahren.²⁰⁾



Die Ermittlung des Radius R hat keine Schwierigkeit. Derselbe ist aus dem Radius R , (s. Figur) und der Länge der geraden Linien, welche nach Vorstehendem in das Hauptgleis eingeschaltet werden müssen, leicht abzuleiten. Der Winkel (δ) $E A H$ ist gleich dem Winkel $D A, Q$.

Zur vorläufigen Orientirung mag bemerkt werden, dass die Längen der Curvenweichen grösser ausfallen müssen, wie die Längen der Ausweichungen in geradem Gleise mit gleicher Herzstückneigung, wenn Weichencurven und Hauptgleis in demselben Sinne gekrümmt sind, dagegen kleiner, wenn die fraglichen Curven nach verschiedenen Seiten wenden. Ueber die Grösse der Längendifferenzen giebt nachstehende Untersuchung Aufschluss, welche der Verfasser in der Form, wie sie hier vorliegt, dem Professor Mohr in Stuttgart verdankt.

In der obigen Figur bezeichne:

B die Wurzel der Weichenzunge,

D die mathematische Spitze des Herzstücks,

$H A = A E$ sei der (reducirte) Radius R des concaven Stranges des Hauptgleises,

²⁰⁾ Anderes bestimmt die Braunschweigsche Instruction über Legen der Weichen Organ 1858 p. 252, woselbst Spurerweiterung beim Herzstück in Aussicht genommen ist.

C der Winkelpunkt der Weichencurve,
 ED sei gegeben = m Meter,
 GD gleichfalls = n Meter,
 die Tangenten der Winkel α und β sind bekannt,
 endlich ist BH = Spurweite minus Abstand zwischen den Innenkanten der
 Zunge und Baeke an der Wurzel derselben.

Man sieht leicht, dass aus den gegebenen Grössen die unbekanntes Tangenten der Weichencurve $BC = CG$ sich bestimmen lassen, denn in dem Viereck $ABCD$ sind zwei Seiten AB und AD , sowie zwei Winkel CBA und CDA bekannt, der Punkt C ist somit festgelegt.

Man hat:

$$AB = R + 1,436 - BB,$$

$$AD = \sqrt{R^2 + m^2} \text{ oder genau genug } = R + \frac{m^2}{2 \cdot R}.$$

$$\sphericalangle ABC = \text{compl. } \alpha$$

$$\sphericalangle ADC = 90^\circ + \beta - \frac{m}{R} \cdot \frac{180}{\pi}$$

$$\text{endlich } CD = BC + n.$$

Aus den Dreiecken ABC und ACD erhält man:

$$AC^2 = AB^2 + BC^2 - 2 \cdot AB \cdot BC \cdot \cos ABC$$

$$AC^2 = AD^2 + CD^2 - 2 \cdot AD \cdot CD \cdot \cos ADC$$

und somit

$$0 = AB^2 - AD^2 + BC^2 - CD^2 - 2 \cdot AB \cdot BC \cdot \cos ABC + 2 \cdot AD \cdot CD \cdot \cos ADC.$$

In diese Gleichung sind die gegebenen Werthe zu substituiren, behuf Ermittlung eines Ausdrucks für die Unbekannte BC .

Eine allgemeine Auflösung der Gleichung würde auf zu schwerfällige Formeln führen und wird es deshalb gestattet sein, sogleich bestimmte Zahlenwerthe in dieselbe einzusetzen.

Es ist beispielsweise:

$$\text{tg } \alpha = 0,023^m,$$

$$BB = 0,119^m,$$

$$\text{tg } \beta = 1 : 12 = 0,083,$$

$$m = 4 \text{ und } n = 3,$$

so erhält man nach gehöriger Reduction

$$BC = \frac{2,136 \cdot R + 0,74 - \frac{3,984}{R} + \frac{192}{R^2}}{0,212 \cdot R - 1,939 + \frac{1,328}{R} - \frac{64}{R^2}}$$

oder nach Beseitigung aller Glieder, welche auf das Resultat keinen merklichen Einfluss haben,

$$BC = \frac{2,136 \cdot R}{0,212 \cdot R - 1,94}.$$

Es kann aber R keinesfalls kleiner werden, wie 180^m , man erhält somit für $R = \infty$ und $R = 180$ die Grenzwerte $BC = 10,1$ und $10,7$.

Hieraus geht allerdings zunächst nur hervor, dass unter den vorstehend gemachten Annahmen bei einem Herzstück $1 : 12$ die Längen der Curvenweichen, bei denen beide Curven nach derselben Seite sich wenden, nur um ca. $2 \times 0,6 = 1,2^m$ von der correspondirenden Länge der Ausweichungen im geraden Gleise differiren. Die Annahmen von

anderen Werthen für α , β , BB , m und n und Rechnungen, welche hier nicht weiter aufgenommen werden können, haben aber insofern dasselbe Resultat ergeben, als bedeutende Abweichungen der Werthe von BC für die zulässigen Grenzen von R in keinem Falle zum Vorschein kamen, wie sich auch recht wohl denken lässt, weil alle gegebenen Zahlen nur zwischen engen Grenzen variiren.

Es kann somit der Nachweis des oben aufgestellten Satzes als einigermaassen beigebracht angesehen werden. Eine ausführlichere Auseinandersetzung würde an dieser Stelle zu viel Raum beanspruchen und mag vielleicht bei anderer Gelegenheit in einer technischen Zeitschrift eine Stelle finden.

§. 19. *Curvenweichen (Fortsetzung). Ermittlung der Radien der Weichencurven, wenn die Länge der Ausweichung und die Krümmung des Hauptgleises gegeben sind.* — Die im vorstehenden Paragraphen besprochene Eigenschaft der Curvenweichen gestattet nun in den häufiger vorkommenden Fällen der Anwendung eines normalen Herzstücks eine sehr einfache Behandlung derselben.

Wenn die Länge der Curvenweiche von der Länge der correspondirenden Ausweichung im geraden Gleise (der Länge der Normalweiche) sich nicht weit entfernen kann und wenn ferner in Rücksicht auf zweckmässige Schieneneintheilung die Vergrösserung der Weichenlänge sprungweise von $0,5^m$ zu $0,5^m$ zu geschehen hat (vergl. §. 16), so bleiben noch zwei Fragen zu beantworten:

1. Bei welcher Krümmung des Hauptgleises kann die Normalweiche in unveränderter Länge beibehalten werden?
2. In welchen Fällen ist eine Ausweichung zulässig, deren Erstreckung $0,5^m$ (oder 1^m u. s. w.) länger oder kürzer ist, wie die Normalweiche?

Die in Fig. 23, Tafel XVIII dargestellte Ausweichung ist beispielsweise bei den Orleansbahnen die Normalweiche Herzstück $0,10$ für gerade Bahn, sie ist aber auch brauchbar als Curvenweiche, wenn Hauptgleis und Weichencurve in verschiedener Richtung sich wenden, so lange das Hauptgleis 500^m Radius und darüber hat. Die Curvenweiche Fig. 24, welche $21,205^m$ lang, also $0,5^m$ kürzer ist, wie die Normalweiche, wird bei Yförmiger Gleislage verwendet, wenn das Hauptgleis 300 bis 400^m Radius hat. In einem dritten Falle (welcher nicht gezeichnet ist) erhält die Ausweichung mit Herzstück $1:10$ eine Länge von $25,205^m$ (also $0,5^m$ mehr wie die Normalweiche). Sie kann in dieser Form im geraden Gleise verwendet werden, ist aber hauptsächlich für den Fall bestimmt, wenn Hauptgleis und Weichencurve nach derselben Seite sich wenden. Sie ist alsdann ausführbar, so lange R grösser ist, wie 500^m , für ganze Züge aber nur dann practicable, wenn $R > 1000^m$. — In dieser Weise sind in Nördlinger's Instruction alle Ausweichungen durchgearbeitet. Die verschiedenen Fälle sind unter Angabe der Schieneneintheilung gezeichnet und ist hierdurch ein sehr brauchbares Hilfsmittel für Ausführung der normalen und der Curven-Weichen beschafft.

Will man nun für irgend eine Weichenconstruction ähnliche Anhaltspunkte herstellen, so würden die oben aufgeworfenen Fragen etwa in folgender Weise zu erledigen sein.

In vorhergehenden Paragraph sind die Abmessungen ermittelt, welche man einer Ausweichung unter Annahme einer bestimmten Länge für die Herzstück-Gerade zu geben hat. Man wird in Befolgung der im §. 16 aufgestellten Principien bei Feststellung der Normalweiche eine Modification jener Abmessungen in Rücksicht auf ökonomische Verwendung der Schienen vornehmen. Der dem entsprechend modificirte Werth von BC (s. Holzschnitt Fig. 12) sei $10,06^m$.

Man hat nun behuf Ableitung einer Formel, welche den Zusammenhang zwischen BC , dem Radius r der Weichencurve und dem Radius R des Hauptgleises darstellt, zunächst den Centriwinkel BA, G ($= \gamma$) der Weichencurve zu bestimmen. Derselbe ist bei einer Curvenweiche nicht allein abhängig von den Winkeln α und β , sondern auch von dem Winkel δ und zwar hat man im vorliegenden Falle $\gamma = \beta + \delta - \alpha$.²¹⁾ In Rücksicht darauf, dass sämmtliche in Frage kommende Winkel sehr spitz sind, kann man genau genug setzen:

$$\operatorname{tg} \gamma = \operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \delta - \operatorname{tg} \alpha.$$

Nun aber ist (ebenfalls genau genug)

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{HE}{R} \text{ oder, da im vorliegenden Falle}$$

$$HE = 2 BC + 3 - 4 = 0,08^{22)}$$

$$= 2 BC - 1,04$$

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{2 BC - 1,04}{R}.$$

Setzt man ferner für $\operatorname{tg} \alpha$ und für $\operatorname{tg} \beta$ die nach Maassgabe des vorhergehenden Paragraphen für unsern Fall anzunehmenden Werthe 0,023 und 0,083, so erhält man:

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{2 BC - 1,04}{R} + 0,06$$

Da ferner $\operatorname{tg} \gamma = \frac{2 BC}{r}$, so folgt nach einer kleinen Reduction:

$$r = \frac{2 BC \cdot R}{2 BC + 0,060 R - 1,04} \quad (1)$$

und endlich durch Einsetzung des Werths von $BC = 10,06$

$$r = \frac{20,12 R}{19,08 + 0,060 R}.$$

Diese Formel kann man zur Ermittlung der Grösse von r bei gegebenem Radius des Hauptgleises gebrauchen, wichtiger aber noch ist es, dass man mit ihrer Hülfe die oben aufgeworfenen Fragen sofort beantworten kann. Würde man beispielsweise verlangen, dass r grösser sein soll, wie 250^m, so folgt aus derselben, dass R nicht kleiner sein darf wie 900^m. Es würde demnach die als Beispiel benutzte Normalweise bei gekrümmten Hauptgleisen unverändert beizubehalten und auch für ganze Züge practicabel sein, so lange $R > 900^m$.

Hiernach würde man zu untersuchen haben, unter welchen Verhältnissen eine Verlängerung der Ausweichung zweckmässig und zulässig ist. Die Resultate, welche man erhält, je nachdem eine Verlängerung von 0,5^m oder 1,0^m angenommen wird, weichen nicht sehr weit von einander ab. Wir wollen beispielsweise eine Verlängerung von 1^m annehmen, was für jede Tangente der Weichencurve 0,5^m austrägt und BC demnach = 10,56 setzen.

Durch Substitution dieses Werths in die Formel (1) erhält man:

$$r = \frac{21,12 R}{20,08 + 0,060 R}$$

und folgt weiter,

21) Wenn Hauptgleis und Weichencurve nach verschiedenen Seiten sich wenden, so ist

$$\gamma = \beta - (\alpha + \delta).$$

22) Es werden 0,08 abgezogen wegen der Längendifferenz zwischen HD und BD , vergl. §. 17.

dass bei $r = 250^m$, R (abgerundet) $= 800^m$
 und bei $r = 180^m$, R - $= 350^m$

wird.²³⁾

Es ist somit die verlängerte Weiche für ganze Züge practicabel, so lange R grösser ist, wie 800^m und für einzelne Fuhrwerke, so lange $R > 350^m$.

Es hat demnach keine Schwierigkeit die oben aufgeworfenen Fragen zu beantworten und für jedes Weichensystem Normalien für Curvenweichen aufzustellen.

§. 20. *Vermeidung der Curvenweichen durch Rectificirung des Hauptgleises.*
Curvenweichen in aussergewöhnlichen Fällen. — Im Vorstehenden haben wir die Behandlung der Curvenweichen, wie sie in Nördlinger's Instruction durchgeführt ist, einer eingehenden Besprechung unterzogen. Es erübrigt jetzt noch, einiger anderer Behandlungen desselben Gegenstandes zu gedenken.

In zwei längern Aufsätzen über Weichenanlagen (Organ 1859 p. 193 und Zeitschr. f. Bauw. 1859 p. 388) wird die Vermeidung der Curvenweichen durch Rectificirung des Hauptgleises empfohlen. Rechnungen, die anzustellen sind, um die Veränderungen in der Schienenlage des Hauptgleises zu ermitteln, welche die Einlegung eines geraden Stückes in dasselbe behuf Ermöglichung einer normalen Weiche bedingt, sind an genannten Stellen ausführlich erörtert. Nach Ansicht des Verfassers ist ein solches Umgehen der Curvenweichen nicht erforderlich, es kann aber bei schärfer gekrümmten Hauptgleisen oft zweckmässig sein, den Radius derselben an der Stelle der Ausweichung zu ermässigen.

Die Instruction zur Construction der Weichen auf den braunschweig'schen Eisenbahnen (Organ 1858 p. 248) enthält ausführliche Tabellen für die Anordnung von Curvenweichen und die Regeln, nach welchen dieselben berechnet sind. Beachtenswerth erscheinen hiervon die kleinen Formeln, durch die ein Punkt ermittelt wird, an welchem Weichencurve und Curve des Hauptgleises zusammenfallend gedacht werden. Bezeichnet man die Entfernung dieses Punktes von der Wurzel der Weichenzunge mit x , den Abstand zwischen den Schieneninnenkanten der Zunge und Backe an der Wurzel der erstern mit a , den Radius der Weichencurve mit r und den Radius des Hauptgleises mit R , so ist (genau genug)

$$x = \sqrt{\frac{2 \cdot R \cdot 2 \cdot a}{R + 2}}$$

Das Minuszeichen gilt, wenn beide Curven nach derselben Seite, das Pluszeichen, wenn sie nach entgegengesetzten Seiten sich wenden. — Man wird von dieser Formel mit Vortheil Gebrauch machen können, wenn es sich darum handelt, Gleisanlagen mit Weichenverbindungen in einem Maassstabe aufzuzeichnen, der die Darstellung der geraden Linien bei Weiche und Herzstück nicht gestattet.

Die Lösung des Problems der Curvenweichen durch Rechnung ist ferner beschafft in den Monographien über Weichenconstruction, deren Titel wir am Schluss dieses Capitels namhaft machen. Der beschränkte Raum gestattet nicht, die langen Formeln, zu denen die Verfasser der genannten Werke gelangen, hier aufzunehmen. Man wird auf ihre Anwendung nur in seltenen Fällen angewiesen sein und wohl nur dann, wenn für Curvenweichen ungewöhnliche Herzstückneigungen erforderlich werden.

Solche Fälle kommen allerdings, wenn auch vereinzelt vor. Als ein Beispiel mag eine Gleisanlage auf Bahnhof Hannover angeführt werden, bei welcher aus Hauptgleisen

²³⁾ In Rücksicht auf die Abweichung des R von dem Radius der Bahn- oder Gleis-Achse (s. §. 18) sind hier nicht die alleräussersten Grenzen für r eingeführt.

mit 600 Fuss Radius Ausweichungen mit gleichfalls 600 Fuss Radius abzweigen mussten. Die Mittelpunkte beider Curven lagen auf ein und derselben Seite des Gleises. Hierbei entstanden unvermeidlicher Weise sehr grosse Längen der Ausweichungen und sehr spitze Herzstücke. Bei derartigen Fällen mag die Benutzung der gedachten Formeln vielleicht am Platze sein. Man kann indess rascher und ebenso sicher zum Ziele kommen, wenn man eine graphische Darstellung in grossem Maassstabe zu Hülfe nimmt und von einer haar-scharfen Einhaltung der vorgeschriebenen Radien absieht. Ist die Länge der Ausweichung und die Herzstückneigung durch Zeichnung annähernd gefunden, so bedarf es nur leichter Rechnungen in Befolgung des im §. 16 angegebenen Weges, um zu ermitteln, ob bei der angenommenen Länge ein ausführbarer Radius der Weichencurve und eine ausreichende Herzstück-Gerade sich ergibt. Annäherungswerthe für die trigonometrischen Functionen der vorkommenden Winkel wird man im Allgemeinen einführen dürfen, so lange dieselben nicht grösser wie 6 bis 7° sind.

§. 21. *Weichenböcke.* — Die Weichenböcke, deren Zweck und deren Hauptarten bereits in §. 4 erörtert wurden, sind, was ihre Details betrifft, in sehr verschiedener Weise ausgeführt. Wir übergehen die ältern, aber noch hie und da gebräuchlichen Constructions mit excentrischen Scheiben, — mit Gewichten, welche in kleinen Schächten hängen, — mit Armen, die um eine verticale Achse (mit oder ohne Teller) drehbar sind etc. Man findet viele derselben abgebildet in Perdonnet's Portefeuille, den Bock mit verticaler Achse des Armes und Teller auch Zeitschr. f. Bauw. 1858 p. 459, den Bock mit verticaler Achse ohne Teller in Fig. 15 und 16, Taf. XVIII.

Die Weichenböcke sind sehr oft zwischen den Gleisen, also an Plätzen mit beschränktem Raum aufzustellen. Es müssen somit soweit thunlich starke Ausladungen der vorspringenden Theile vermieden werden. Sofern man also, wie meistens gebräuchlich, das Gegengewicht an einem Arm des Weichenhebels befestigt, verdient ein kurzer Arm mit schwerem Gewicht den Vorzug vor einem längern Arm mit leichtem Gewicht. Wohl die einfachste und deshalb empfehlenswertheste Anordnung eines Bocks mit festem Gegengewicht erhält man, wenn der Weichenhebel mit einer bogenförmigen Ausschweifung versehen wird, an deren Scheitel das Gegengewicht sich befindet. Dergleichen Böcke sind u. A. in Württemberg gebräuchlich (Zeichnung f. Eb. Z. 1847 p. 171).

Mannigfaltig sind die Formen, welche bei Weichenböcken mit verstellbarem Gegengewicht vorkommen. — Nach §. 65 der Grundzüge sind die Gegengewichte in der Regel zum Umlegen einzurichten. — Die gebräuchlichste Anordnung entwickelt sich aus der oben (§. 4) erwähnten Form des Weichenbocks mit festem Gegengewicht. Man gab dem Arm, welcher das Gegengewicht trägt, eine horizontale Drehachse am Weichenhebel. Dabei musste aber für eine Unterstützung jenes Arms gesorgt werden, welche dadurch zu Stande kam, dass man den Weichenhebel mit Flügeln von verdoppeltem Eisenblech versah, zwischen denen die Gegengewichtsstange sich bewegt (vergl. Fig. 13 und 14, Tafel XVIII). Kleine Bolzen, am äussersten Ende der Flügel angebracht, halten die Stange in ihrer jedesmaligen Lage. Wenn die Weiche verstellt werden soll, so hebt der Wärter an einem Griff das Gegengewicht nebst der Stange desselben und legt es auf die andere Seite des Bocks. »Das Gegengewicht wird umgelegt.«

Auf einem einfachern Wege gelangt man zum Ziele, wenn man den Arm des Gegengewichts an seinem Drehpunkte mit zwei Nasen versieht, von denen die eine über, die andere unter dem Drehpunkt sich befindet. Fest am Weichenhebel ist ein kleiner Bolzen, gegen welche die untere Nase sich stützt. Wird das Gegengewicht umgelegt, so wird diejenige Nase die untere, welche vorher die obere war. Man spart hierbei die vorhin besprochenen Flügel. Diese Construction findet sich abgebildet in Fig. 28, Tafel

XVIII. Sie ist in Baden eingeführt und neuerdings auch in Württemberg adoptirt. Es muss bemerkt werden, dass eine kleine Platte, welche dem Stützpunkt der Nasen des verstellbaren Armes einen Halt giebt, indem sie denselben mit den Achsen d und d' in Verbindung setzt, in der Zeichnung nicht dargestellt wurde, um die Form jenes verstellbaren Armes deutlicher zu zeigen.

Man pflegt bei den Weichenböcken mit verstellbarem Gegengewicht in der Regel Vorkehrungen zu treffen, dass der Arm des Gegengewichts nach Bedarf festgestellt werden kann, wodurch der Bock in einen solchen mit festem Gegengewicht verwandelt wird.

Die Mehrzahl der Weichenböcke ist so construirt, dass das Gegengewicht von jedem Rade der Eisenbahnfahrwerke von Neuem gehoben wird, wenn man die Weiche auffährt. Hierbei entsteht unvermeidlicher Weise ein Klappen und Zittern der Zungen, der Verbindungsstangen und der beweglichen Theile des Weichenbocks, was nicht ohne Nachtheil sein kann. Dieser Uebelstand ist in sehr sinnreicher Weise bei Bender's Ausweichständer vermieden, dessen detaillirte Beschreibung nebst Zeichnungen man Organ 1853 p. 161 und Heusinger von Waldegg, Die eiserne Eisenbahn p. 38 findet. Auf die Einzelheiten dieser Construction können wir hier nicht eingehen. Sie hat ausser den genannten noch die Vortheile einer geringen Versperrung des Raumes zwischen den Gleisen und eines kräftigen Anschlusses der Zungen an die Backen. Dagegen ist die Bewegung durch den Wärter wohl etwas mühsam. Derselbe Zweck lässt sich in einfacherer Weise durch die Construction erreichen, welche u. A. auf der Preuss. Ostbahn eingeführt und in Fig. 19 und 20, Tafel XVIII dargestellt ist. Für Weichen in Hauptgleisen, welche Signalvorrichtungen erhalten müssen, ist dieselbe gewiss zu empfehlen. Dagegen ist für dergleichen Weichen, welche keiner Signalvorrichtungen bedürfen, nach Ansicht des Verfassers der Bock mit festem Gegengewicht der beste.

Die Stellung der Weichenböcke sollte unter Berücksichtigung der Lage der Wächthäuser der Weichenwärter gewählt werden und ferner thunlichst so, dass der Wärter bei Bedienung der Weiche nicht unnöthiger Weise Gleise überschreiten muss. Aus demselben Grunde kann es, wenn zwei Weichen nahe bei einander liegen, oft zweckmässig sein, die Zugstange der einen Weiche unter dem benachbarten Gleise hindurch zu führen, und die beiden Weichenböcke somit nahe bei einander zu stellen. Dieselbe Anordnung wird auch bei beschränktem Raum oft nothwendig werden. Bei Weichen, die zum Rangiren dienen, wird man ein Augenmerk darauf zu richten haben, dass der Führer den am Weichenbock stehenden Wärter sehen kann.

Bei beschränktem Raum kann man die Weichen mit Winkelzügen versehen. Man lässt alsdann die Zugstange der Weiche an dem einen Arme eines Winkelhebels mit kurzen Armen und verticaler, gut befestigter Drehachse endigen, während an dem andern Arme des Winkelhebels die nach dem Weichenbock führende Stange angreift. Der Weichenbock wird demnach so gestellt, dass der Arm des Gegengewichts parallel mit den Schienen steht und behindert in dieser Stellung den Verkehr zwischen den Gleisen nicht so sehr.

Die Höhe des Weichenbockhebels richtet sich nach den Dimensionen des menschlichen Körpers, die Grösse des Gegengewichts nach der durchschnittlichen Stärke eines Mannes; 60—80 Pfund dürften gute Mittelwerthe für das Gewicht derselben sein.

Bei der Ende September 1868 in München abgehaltenen Eisenbahn-Techniker-Versammlung wurde über die Frage:

Welche Weichenconstructions und welche Weichenstellvorrichtungen haben sich am besten bewährt?

folgender Beschluss gefasst:

Die meisten Verwaltungen sprechen sich für Zungenweichen mit unterschlagenden gleich langen Zungen und als Stellvorrichtungen für Hebel mit umlegbaren Gegengewichte von solcher Schwere aus, dass es den sichern Anschluss der Zunge zu bewirken vermag, verbunden mit einer Vorrichtung, dass mit der Bewegung des Hebels selbstthätig ein Weichensignal sich dreht.

§. 22. *Sicherheitsvorkehrungen.* Insofern der Weichenbock mit festem Gegengewicht bei Weichen in Hauptgleisen dazu dient, die Weiche in einer bestimmten Stellung zu fixiren und zwar so, dass dieselbe bei normalem Stande richtig für die Fahrt in dem Hauptgleise steht, können die Bücke als eine Vorkehrung betrachtet werden, die man behuf Sicherung der Fuhrwerke, welche die Weichen passiren, zur Anwendung gebracht hat. Es sind aber durch diese Anordnung keineswegs alle Gefahren beseitigt, welche den Fuhrwerken beim Befahren der Weichen drohen, namentlich nicht diejenigen, welche Folge der in §. 8 bereits ausführlich besprochenen Umstände sind. Man hat deshalb Veranlassung gehabt, die Weichen mit verschiedenen andern Sicherheitsvorkehrungen auszurüsten und sind als solche namhaft zu machen:

1. Signalvorrichtungen, 2. Vorrichtungen zum Weichenverschluss, 3. Distanzpfähle, 4. Zwangsschienen, 5. Concentrirung der Weichenzüge und Combination derselben mit Signalzügen, 6. Angemessene Lage der Weichen, 7. Sorgfältige Unterhaltung derselben und zweckmässige Organisation der Weichenbedienung.

Von den aufgeführten Vorkehrungen sind hier zunächst nur die sub 1. bis 4. namhaft gemachten zu erörtern, die Signalvorrichtungen, deren specielle Besprechung im vierten Bande folgt, jedoch nur insofern, als die Bewegungsvorrichtung der Signale einen Einfluss auf das Spiel der Weichen ausübt. Die sub 5. bis 7. erwähnten Anordnungen finden bei spätern Gelegenheiten Berücksichtigung.

Die Signalvorrichtungen der Weichen treten gewöhnlich in unmittelbarem Zusammenhang mit den Weichenböcken auf und bilden so zu sagen einen Theil derselben. Es handelt sich in der Regel darum, durch Vermittelung der Zugstange der Weiche Scheiben und Laterne zu drehen oder Flügel in Bewegung zu setzen, um den Führer sowohl über die Stellung der Weiche, wie über guten Anschluss der Weichenzungen zu benachrichtigen.²⁴⁾ Durch dergleichen Vorkehrungen darf aber das sichere Spiel der Weichenzungen in keiner Weise beeinträchtigt werden. Es ist deshalb nicht zu empfehlen, zur Bewegung der Signalvorrichtungen verzahnte Segmente, konische Räder oder überhaupt Vorkehrungen zu wählen, bei denen durch Staub, Schnee etc. namhafte passive Widerstände entstehen können. Eine der am meisten empfehlenswerthen Constructionen dürfte die bei dem österreichischen Südbahnnetze eingeführte sein (s. Fig. 13 und 14, Tafel XVIII). An der verlängerten Achse des Weichenhebels sitzt ein kleiner Stift *a*, die zur Seite des Weichenbocks aufgestellte Signalstange ist mit einer verstellbaren und mit einer Oese versehenen Hülse *b* ausgerüstet, in diese Oese greift der genannte Stift ein. Geringe Reibungswiderstände und sichere Regulirung der Stellung des Signals zeichnen diese Vorrichtung aus. Bei englischen und französischen Weichensignalen findet man Flügel häufiger, wie drehbare Scheiben. Die Bewegung wird in empfehlenswerther Weise durch einen kleinen Winkelhebel übertragen.

²⁴⁾ Die Zeichnungen gaben Gelegenheit folgende Signalvorrichtungen darzustellen: die Bendor'sche Signalscheibe (Fig. 13 und 14, Tafel XVIII), das Bendor'sche Pfeilsignal (Fig. 36—38, Tafel XIX), und das Weichensignal der Preuss. Ostbahn (Fig. 19, Taf. XVIII). Beschreibungen dieser Vorrichtungen findet man u. A. in »v. Weber, Das Telegraphen- und Signalwesen der Eisenbahnen« p. 175 ff.

Die Vorrichtungen zum sogenannten Weichenverschluss sind hergestellt, theils um ein unbefugtes Verstellen isolirt liegender und seltener gebrauchter Weichen (namentlich solcher in freier Bahn) zu verhüten, theils um den Entgleisungen entgegenzutreten, welche eine Folge der Verschiebungen der Weichenzungen während des Passirens der Fuhrwerke sind (vergl. §. 8). Die technischen Vereinbarungen sagen über die Anwendung des Weichenverschlusses Folgendes: (Grundzüge §. 63) **Ausweichungen**, welche von ganzen Zügen befahren werden, müssen unter specieller Aufsicht stehen oder verschlossen werden. Ferner: (Sicherheits-Anordnungen §. 1) **Weichen**, welche nicht zu Bahnhöfen gehören, müssen, so lange sie nicht bewacht sind, verschlossen gehalten werden.

Die Verschlussvorrichtung hat dem Gegengewicht der Weichenböcke zu Hülfe zu kommen und die normale Stellung der Weichen mit Sicherheit zu erhalten. Wenn dies geschehen soll, so muss durch die Vorrichtung die Zunge fest an die Backen gedrückt werden, es muss durch den Verschluss jeder Spielraum zwischen beiden vernichtet werden. Hiernach dürften die Vorrichtungen, bei denen der Verschluss unmittelbar mit der Zunge in Verbindung steht, den Vorzug verdienen vor andern Constructionen, welche auf den Arm des Gegengewichts wirken. Zweckmässig scheint ein an die Zunge genieteter Bolzen zu sein, welcher durch die Backe hindurchtritt. Der Bolzen ist mit einem Splintloch versehen, der zugehörige Splint an ihm mit einem Kettchen befestigt (vergl. Fig. 29, Tafel XVIII). Die Anbringung eines eigentlichen Schlosses scheint dem Verfasser, abgesehen von den Weichen in freier Bahn, nur Nebensache zu sein. Ein guter Verschluss muss rasch und sicher hergestellt und ebenso wieder beseitigt werden können. Es ist ein Uebelstand, dass eine verschlossene Weiche beim Auffahren stets Beschädigungen erleidet, die im günstigsten Falle in einer Sprengung des Verschlusses und in einem Verbiegen der Verbindungsstangen bestehen. Dagegen ist es ein nicht unwesentlicher Vortheil, dass man aus dem Vorhandensein des Verschlusses mit Sicherheit sehen kann, ob der Wärter seine Weiche nach ihrer letzten Benutzung gehörig revidirt hat.

Schraubenverschlüsse findet man beschrieben und abgebildet E. V. Z. 1862 p. 771 und 1863 p. 528, die Verschlussvorrichtung der Altona-Kieler Bahn auf Tafel XVIII, Fig. 15, 17 und 18. Der Verschlussbolzen wirkt bei dieser Construction gegen den Weichenhebel und wird durch ein im Gestell des Weichenbocks angebrachtes Loch *a* (Fig. 15) gesteckt. Durch Einstecken des Schlüssels *b* (Fig. 18) treten die Sperrhaken *c* aus ihren Ansätzen und der Verschlussbolzen kann leicht getrennt und herausgezogen werden.

Die Distanzpfähle (Markirzeichen) bedürfen als allgemein eingeführt, nur einer kurzen Erwähnung. (Man vergl. Techn. Vereinb. III. §. 18. Zwischen zusammenlaufenden Schienensträngen ist ein Merkzeichen anzubringen, welches die Grenze bedeutet, wie weit in jedem Bahnstrange Wagen vorgeschoben werden können.) Die Stellung der Distanzpfähle richtet sich nach den Dimensionen der Fuhrwerke. Bei Wagen mit Seitenthüren wird man für Hauptgleise den Distanzpfahl auf 1,8^m Entfernung von Gleismitte abrücken, für Nebengleise werden 1,6^m genügen. Das letztere Maass wird man bei Wagen ohne Seitenthüren unbedenklich auch für Hauptgleise anwenden können.

Zwangschienen als Sicherheitsvorkehrungen bei Weichen kommen auf deutschen Bahnen nur vereinzelt vor. Der Umstand, dass die Spurkranzrillen zwischen Fahr- und Zwangsschiene eine sorgfältige Bedienung zur Winterzeit erfordern, ist Veranlassung gewesen, dass man bei uns im Allgemeinen die Zwangsschiene so viel wie möglich vermeidet. In England findet man dieselbe auf den Bahnhöfen häufiger. Wenn Weichen, namentlich in gekrümmten Gleisen, nahe bei einander liegen, so ist die Anbrin-

gung von Zwangschienen zwischen denselben wohl zu empfehlen. Nach Ansicht des Verfassers könnte man durch Einlegung von Zwangschienen vor Weichen die Uebelstände, welche Folge eines unvollkommenen Schlusses der Zungen an die Backen sind, wesentlich verringern (vergl. Wochenblatt des Berliner Architekten-Vereins 1867 p. 262).

Es sei hier noch bemerkt, dass es zweckmässig ist, den Weichenböcken einen hellen Oelfarbenanstrich zu geben, damit sie Nachts besser kenntlich sind, und dass alle Weichen mit Nummern, die über den ganzen Bahnhof fortlaufen, versehen sein müssen.²⁵⁾

§. 23. *Rechtwinklige Gleiskreuzungen.* — Wenn das mittelst einer Weiche aus einem Hauptgleise abzweigende Nebengleis ein mit dem erstern parallel laufendes Gleis durchsetzt, so entsteht eine spitzwinklige Gleiskreuzung (vergl. auch §. 1). Bevor indess auf die Besprechung der constructiven Details derselben eingegangen wird, haben wir einen Blick auf die einfachere Construction der rechtwinkligen Gleiskreuzungen zu werfen, welche namentlich dann Anwendung finden, wenn Quergleise, welche auf kleinen Drehscheiben endigen, die Hauptgleise durchsetzen.

Man hat früher wohl versucht, dergleichen Gleiskreuzungen durch eine Ueberschneidung der Schienen herzustellen, welche in ähnlicher Weise ausgeführt wurde, wie die Ueberschneidung gleich starker Hölzer bei Zimmerwerk. Für untergeordnete Stellen ist diese Construction anwendbar, für Gleise, auf denen Maschinen passiren, nicht. Wenn durch die Spurkranzrillen der Gleiskreuzungen auch nur eine kurze Unterbrechung in der Lauffläche der Schienen entsteht, so ist dieselbe doch ausreichend, um einen empfindlichen Schlag zu Wege zu bringen. Man wird deshalb die Durchkreuzungsstellen aus besonders gutem Material (Stahl oder Hartguss) herzustellen haben. Ausserdem muss in der Regel für eine allmähliche Einführung der Räder in die Spurkranzrillen gesorgt werden.

Gleiskreuzungen aus Bessemerstahl-Schienen sind unter Andern bei dem österreichischen Südbahnnetze zur Anwendung gekommen. Die Schienen sind zusammengearbeitet, wie Fig. 14, Tafel XIX zeigt, und durch rechtwinklig gebogene Laschen mit einander verbunden. Stehbolzen sichern den richtigen Abstand zwischen den Fahrschienen und den Zwangschienen. Mit letzteren ist das ganze Quergleis ausgerüstet.

Haltbarer, wie die erwähnten, dürften Gleiskreuzungen aus Hartguss sein, wie sie auf den genannten Bahnen gebraucht und u. A. auch von Gruson hergestellt werden. Die Figuren 3 bis 5 auf Tafel XIX geben ein Bild derselben. Die massive Spitze ist wohl dauerhafter, wie die aus zwei Theilen zusammengesetzte der vorhin erwähnten Construction, auch kann man bei diesen gegossenen Stücken einen „Auflauf“ (vergl. §. 11) gewiss mit Erfolg anwenden.

Man hat auf andere Mittel gesonnen, das Schlagen der Räder beim Passiren der Gleiskreuzungen möglichst zu vermindern und ein solches Mittel in einer mässigen, dem Vorsprunge der Spurkränze entsprechenden Erhöhung des Schienenkopfs des einen der sich kreuzenden Gleise gefunden. Hierbei kann nun zwar dem höher liegenden Gleise eine längere Unterbrechung der Lauffläche nicht erspart werden, dagegen lassen sich die Schienen des tiefer liegenden Gleises ohne jede Unterbrechung durchführen. Es folgt hieraus, dass die fragliche Anordnung dann ganz wohl am Platze ist, wenn ein Hauptgleis

²⁵⁾ Mechanische Vorkehrungen, welche dem Locomotivführer gestatten, eine unrichtig gestellte Weiche bei Annäherung an dieselbe umzustellen, sind, soweit dem Verfasser bekannt, nur in Vorschlag gebracht (Organ 1858 p. 192), aber nicht zur Ausführung gekommen. — Ueber eine interessante, in England ausgeführte Sicherheitsvorkehrung, durch welche ein Verstellen der Weiche während des Passirens des Zugs verhindert wird, vergl. E. V. Z. 1867 p. 571.

von einem untergeordneten Gleise, auf welchem nur einzelne Wagen mit mässiger Geschwindigkeit passiren, durchsetzt wird. Störend wird die höhere Lage des Quergleises, wenn durch Senkungen der Drehscheiben bei unsicherm Baugrunde zu starke Gefälle in dem Quergleise entstehen.

Bei Ausführung derartiger Kreuzungen, welche in den Figuren 1 und 2, Tafel XIX dargestellt sind, ist Folgendes zu beachten. Die Höhe der Schienen des Quergleises über den Schienen des Hauptgleises ist so zu wählen, dass die das erstere passirenden Räder die Hauptschienen nicht berühren. Man wird deshalb sowohl das Maximalmaass für den Vorsprung der Spurkränze, wie die Senkung zu Rathe zu ziehen haben, welche die Räder beim Passiren der Lücke des Quergleises erleiden. Die Breite der Ausschnitte für die Radkränze bestimmt sich aus der Maximalbreite der letztern unter Berücksichtigung der Abnutzung der Spurkränze. In der Tiefe würden die Ausschnitte an der Aussenseite der Schienen nur bis Schienenkopf des Hauptgleises zu führen sein, wenn nicht auf Räder mit abgenutzten Radreifen Rücksicht zu nehmen wäre, bei denen die äussern Kanten der Radreifen nicht selten noch ein wenig unter Schienenkopf hinabreichen. Man wird deshalb jenen Ausschnitt etwa $0,01^m$ tiefer halten, wie Schienenkopf des Hauptgleises. Die Anordnung der Zwangschienen und der Querlager geht aus der Zeichnung hervor. Es lässt sich aber eine wesentliche Vereinfachung der gezeichneten Construction einführen, wenn man zwei stärkere Querschwellen des Hauptgleises als Langschwellen für die Schienen des Quergleises benutzt. In dieser höchst einfachen Weise und ohne Zwangschienen werden rechtwinklige Gleiskreuzungen für die Orleans-Bahnen ausgeführt.

§. 24. *Spitzwinklige Gleiskreuzungen.* Wenn der Winkel, unter welchem zwei Gleise sich durchschneiden, ein spitzer ist, so finden wesentliche Abweichungen von der vorher besprochenen Construction erst dann Statt, wenn jener Winkel ein Neigungsverhältniss ähnlich demjenigen der Herzstücke erhält. Ein Theil einer Gleiskreuzung unter einem Winkel von etwa 45° ist in den Figuren 6 und 7, Tafel XIX dargestellt. Dieselbe ist ausgeführt als »Durchschneidung des rechtsseitigen Schienenstranges der Linie nach der Crefelder Bahn mit der alten Rheinischen Eisenbahn«. Man sieht aus dem Grundriss Fig. 6, dass bei dieser Kreuzung alle Theile der rechtwinkligen Kreuzung (Fig. 3 und 14) nur in etwas veränderter Form wiederkehren.

Andere Rücksichten sind bei Gleiskreuzungen zu nehmen, wenn die Stränge unter einem sehr spitzen Winkel sich schneiden. Wenn derselbe so spitz ausfällt, dass eine vom Punkte *A* (Fig. 8, Tafel XIX) auf die Gleisrichtung *AB* gezogene Normale noch in die gegenüberliegende Spurkränzrille *a, b*, trifft, so ist besondere Sorgfalt erforderlich, um den Rädern die nöthige Führung in der Mitte der Gleiskreuzung zu erhalten. Andererseits gestalten sich die Stücke *B, B* an den Enden der Gleiskreuzungen (Fig. 32) zu gewöhnlichen Herzstücken und bedürfen keiner besondern Besprechung.

Betrachten wir die Fig. 8, Tafel XIX, in welcher eine spitzwinklige Gleiskreuzung schematisch dargestellt ist, etwas näher und nehmen an, dass ein Räderpaar in der Richtung des Pfeils dieselbe passirt, so ergibt sich, dass dem ersten Rade auf die Länge *b, a*, jede directe Führung abgeht. Diese Länge ist keineswegs unbedeutend und je nach dem Neigungsverhältniss der Kreuzung zu $0,5$ bis $1,0^m$ anzunehmen (vergl. §. 11). Der Stelle *ab* gegenüber kann man keine Zwangsschiene in gewöhnlicher Weise anbringen und muss man sich somit darauf verlassen, dass die Zwangsschiene *db*, die Räder in ihrem richtigen Wege erhält und dieselben verhindert die Spitzen *a* und *a*, zu berühren oder auf dieselben aufzusteigen. In ähnlicher Weise ist auch für die drei andern Richtungen, in welchen die Gleiskreuzung durchfahren werden kann, durch Anbringung (in der Figur nicht gezeichnet) Zwangschienen zu sorgen.

Die besprochenen Verhältnisse haben lange Zeit Bedenken gegen die Anwendung spitzer Gleiskreuzungen erregt. Wenn man jedoch bedenkt, dass ein Rad, welches auf eine ziemliche Länge sicher geführt ist, nach Ablauf von dieser Führung seine Richtung fast ebenso wenig plötzlich ändern kann, wie eine Flintenkugel, die den Lauf verlässt, so verlieren jene Bedenken an Gewicht. Ausserdem haben die längern Erfahrungen, welche man in England mit Gleiskreuzungen gemacht hat, dargethan, dass auch solche unter spitzem Winkel ungefährlich sind. Man führt deshalb auch in Deutschland Kreuzungen mit Neigungen 1 : 10 und ähnlichen aus. Viel flachere Neigungen sind nicht erforderlich, weil jene Kreuzungen sich ohne Schwierigkeit mit Weichenherzstücken 1:12 oder 1 : 12 $\frac{1}{2}$ in Verbindung setzen lassen. In Curven von über 1000^m Radius erscheinen dieselben zur Noth noch zulässig; schärfere Curven müssen an der Durchschneidungsstelle modificirt werden, bevor man zur Einlegung der Kreuzung schreitet.

Weiter folgt aus dem oben Gesagten, dass bei den fraglichen Gleiskreuzungen die Zwangschienen eine besonders wichtige Rolle spielen und sehr solide hergestellt werden müssen. Dagegen können die Hornschienen, welche man bei weniger spitzen Gleiskreuzungen findet, bei der in Rede stehenden Construction unbedenklich weggelassen werden. Die Zwangschienen sind in gehöriger Länge (4 bis 6^m) herzustellen, namentlich ist aber aus den in §. 13 bereits angegebenen Gründen grosses Gewicht auf ausreichende Höhe und auf sehr solide Befestigung zu legen. Wo Schienen eines höhern Profils nicht zur Verfügung stehen, kann man die Zwangschienen aus T-Eisen in der durch Fig. 11 bis Fig. 13, Tafel XIX dargestellten Weise herstellen. Bei dieser Construction, welche für die österreichische Staatsbahn hergestellt ist, erheben sich die Zwangschienen 60^{mm} über Schienenkopf.

Eine solide Schwellenlage mit Längsverbinding, sowie Absteifung der Zwangschienen unter sich ist zu empfehlen.

Es braucht wohl kaum erwähnt zu werden, dass die Spitzen und Winkelstücke der spitzwinkligen Gleiskreuzungen aus Stahl hergestellt werden müssen und dass man auch bei ihnen Hartguss mit Erfolg zur Anwendung gebracht hat. Bei Normirung der Länge der einzelnen Theile ist von vornherein auf eine zweckmässige Schieneneintheilung der Stränge zwischen Herzstück und Doppelherzstück Rücksicht zu nehmen, etwa in der Weise, wie Fig. 32, Tafel XIX zeigt.

§. 25. *Seltene Constructionsformen der Ausweichungen und Gleisdurchkreuzungen.*

— Die gebräuchlichen Constructionsformen der Ausweichungen und Gleiskreuzungen haben wir ziemlich ausführlich besprochen, wie ihre Bedeutung es verlangt.

Bei der Erörterung der seltenern Constructionsformen glauben wir uns ziemlich kurz fassen zu sollen.

Unmittelbar an die in den §§. 18 und 19 erörterten Curvenweichen schliesst sich die sogenannte *symmetrische Weiche* an. Jede Curvenweiche, bei der zwei Gleise von gleichen Radien nach verschiedenen Seiten sich wenden, verdient diesen Namen. Dergleichen Weichen haben aber nur dann etwas Eigenthümliches, wenn der Krümmungshalbmesser der Curven unter einem gewissen Maasse bleibt. Es wird alsdann der Abstand zwischen Zunge und Backe grösser, wie im §. 6 als erforderlich nachgewiesen ist. Werden beispielsweise gerade Zungen von 4,5^m Länge verwendet und ist b b , (s. den Holzschnitt Fig. 10, oben) = 0,114, $tg a$ also = 0,025, so fällt bei einer gewöhnlichen Weiche der Mittelpunkt der Weichencurve in eine an der Zungenspitze auf die Richtung des Hauptgleises errichtete Normale, sobald $\frac{4,5}{r} = 0,025$ oder $r = 180^m$. Würde man nun mit diesem Radius für Weichencurven und Hauptgleis eine *symmetrische Weiche* construiren,

so würde der Abstand zwischen den Wurzeln der Zungen und Backen $= 2 \cdot 0,114 = 0,228^m$ werden. Man wird somit bei symmetrischen Weichen, sobald die Radien kleiner sind, wie 360^m (die angegebene Form der Zungen vorausgesetzt), entweder kürzere Zungen verwenden oder den Abstand $b b$, vergrössern müssen. So lange die Radien nicht zu weit unter die angegebene Grenze fallen, dürfte das Letztere zu empfehlen sein.

Ueber die vereinzelt Fälle, in denen eine symmetrische Weiche mit Vortheil zu verwenden ist, vergl. Organ 1859 p. 193 und 195.

Wenn zu einer symmetrischen Weiche ein Gleis hinzugefügt wird, welches mitten zwischen beiden Curven in gerader Linie hindurchgeht, so entsteht die doppelte Ausweichung (auch wohl dreifache Ausweichung genannt). Dieselbe erfordert drei Herzstücke und eine Weiche, welche aus zwei Backen und vier Zungen besteht. Die Weiche muss mit ungleich langen Zungen construirt werden. Die Orleansbahnen verwenden in diesem Falle Weichenbacken von $5,5^m$ Länge, lange Zungen von $4,9^m$, kurze desgleichen von $4,5^m$; zwei Herzstücke tg $0,08$ und ein Herzstück tg $0,125$. Eine ausführliche Beschreibung der Doppelweiche findet man Couche, Voie etc. p. 346 und 355; Zeichnungen u. A. auch in Etzel, Oesterr. Eisenbahnen.

Die Doppelweichen sind zu den complicirten und schwer zu unterhaltenden Vorrichtungen zu rechnen, deren Anwendung man soviel wie möglich vermeiden sollte. Vergl. Grundzüge §. 67. „Ausweichen für drei Schienenstränge sind in Hauptgleisen zu vermeiden.“ Selbst bei sehr beschränktem Raume, z. B. bei Bahnhofsanlagen für Gebirgsbahnen, wird man an ihrer Stelle in der Regel Ausweichungen für drei Gleise anwenden können, bei denen zwischen Weiche und Herzstück der ersten Ausweichung die Weiche der zweiten eingelegt wird.

Herzstücke mit beweglichen Schenkeln (Hornschienen) sind von verschiedenen Seiten in Vorschlag gebracht und in England vielfach zur Ausführung gekommen. (Man vergl. Organ 1852 p. 153, daselbst 1863 p. 109 und 257.) Es hat etwas Verlockendes, die Herzstücke so anzuordnen, dass die Hornschiene sich an die Herzstückspitze legt, so lange nicht gerade ein Rad den Durchgang zwischen beiden erzwingen muss. Es lässt sich dies durch Anwendung von Federn erreichen, also ohne eine Bedienung der beweglichen Theile des Herzstücks. Insofern diese Construction zur Vermeidung von Stößen beim raschen Durchfahren der Hauptgleise dient, ist sie gewiss beachtenswerth. Eine Einschränkung der Bau- und namentlich der Unterhaltungskosten dürfte sie wohl nicht im Gefolge haben.

Gleiskreuzungen mit beweglichen Spitzen beschreibt Couche (Voie p. 341) und bezeichnet dieselben mit Recht als nicht nachahmenswerth. Die Gründe, welche im Organ 1865 p. 73 für dieselben angeführt werden, können dies Urtheil nicht umstossen.

Hier sind noch die Weichenconstructions für ganz eisernen Oberbau zu erwähnen (vergl. Hensingervon Waldegg, Die eiserne Eisenbahn, und Organ 1867 p. 230), durch welche der Beweis geliefert ist, dass mit eisernem Oberbau und namentlich mit der Hartwich-Schiene solide Anordnungen der Weichen sich sehr gut vertragen, und endlich eine eigenthümliche englische Anordnung der Weichen, bei denen die Zungen behuf eines leichten und sicheren Spiels sich heben, während sie sich von den Backen entfernen. Dieselbe ist beschrieben Zeitschr. f. Bauw. 1860 p. 399.

§. 26. *Weichenverbindung. Anordnung und Schieneneintheilung der Diagonalen.* — Wir haben in den §§. 6 bis 22 unsere Betrachtungen auf die Ausweichung selbst beschränkt, wie sie einen Zusammenhang zwischen zwei unter spitzem Winkel zusammenstossenden Gleisen herstellt. Wenn zwei parallele Gleise durch eine Ausweichung verbunden

werden sollen, so bedingt dies die Einlegung einer kleinen Curve zur Ueberleitung der Richtung des Herzstücks in die Hauptrichtung. Die hierbei entstehenden Abmessungen lassen sich für die verschiedenen Gleisentfernungen (vergl. §. 59 der Grundzüge) leicht berechnen. Es ist am einfachsten, wenn man den Radius des innern Schienenstranges der Verbindungscurve gleich dem Radius des äussern Stranges der Weichencurve annimmt.

Wenn ein Parallelgleis CD (s. Fig. 10, Tafel XIX) bei F nicht endigt, so entsteht eine »Weichenverbindung« zwischen den Gleisen AB und CD , bestehend aus zwei Ausweichungen und einem zwischen den Herzen derselben liegenden Gleisstück, welches wir die Diagonale nennen wollen. Die Weichenverbindung EF stellt zwar einen vollständigen Zusammenhang zwischen den beiden parallelen Gleisen her, es ist aber zu beachten, dass die Fuhrwerke, ohne ihre Bewegungsrichtung zu ändern, nur von A nach D und von D nach A fahren können. Fuhrwerke, welche von C nach B oder von B nach C fahren, müssen beim Uebergange von einem Gleise auf das andere zweimal halten, sie müssen eine Sägebewegung machen.

Es ist bei Anordnung der Diagonalen, welche in der Regel gerade geführt wird, das schon mehrfach hervorgehobene Princip festzuhalten, dass die annähernde Ermittlung der Länge durch Rechnung, die genaue Feststellung derselben aber in Rücksicht auf eine ökonomische Verwendung der Schienen zu geschehen hat. Für jene annähernden Rechnungen setzt man genau genug die Länge der Diagonalen gleich {Gleisabstand²⁶⁾ minus Spurweite} mal dem Reciproken des Neigungsverhältnisses des Herzstücks. Indem man hiervon die von beiden Herzstücken eingenommenen Längen abzieht, erhält man die Länge des mit gewöhnlichen Schienen zu bauenden Stückes. Es ist bereits bei anderer Gelegenheit nachgewiesen, dass man mit Schienen von 6, 5 und 4^m Länge und mit den Hälften der 6^m und 5^m langen Schienen Gleislängen der verschiedensten Art herstellen kann. Man wird nun eine Schieneneintheilung aussuchen, welche sich dem berechneten Maass möglichst annähert und dieser Eintheilung entsprechend die genaue Länge der Diagonale festsetzen. Im Allgemeinen ist eine Verkürzung des berechneten Maasses einer Verlängerung desselben vorzuziehen. Die Abweichungen zwischen der berechneten und der auszuführenden Länge gleichen sich durch eine geringe Modificirung der Zwischenweite oder durch eine unmerkliche Contrecurve in der Diagonale unschwer aus. In den Fig. 15 bis 18, Tafel XIX sind beispielsweise die Diagonalen dargestellt, wie sie nach Nördlinger's Instruction bei verschiedenen Gleisentfernungen und Herzstücken tg 0,08 zur Anwendung kommen. Die Buchstaben $W. H. Sp.$ in den Figuren bedeuten »Winklige Herzstückspitze«. Ausnahmen von der angegebenen Regel und ein geringer Schienenverlust sind nur bei den kleinsten Zwischenweiten nicht zu vermeiden.

Wenn man auf angegebene Weise die Längen der Diagonalen für die verschiedenen normalen Zwischenweiten der Gleise festgestellt hat, so sind damit auch die Längen der Weichenverbindungen für die gewöhnlich vorkommenden Fälle festgelegt. Wenn diese Längen zum Voraus ermittelt und in die Instructionen zum Legen der Weichen aufgenommen werden, so erleichtert das die Ausführung und die Bearbeitung der Bahnplanspläne.²⁷⁾

²⁶⁾ Der Gleisabstand (die Zwischenweite der Gleise) wird von Schieneninnenkante zu Schieneninnenkante gemessen.

²⁷⁾ Bei der Darstellung der Weichenverbindungen, wobei in kleinerem Maassstabe (1:1000) am besten die Mittellinien der Gleise, in grösserem Maassstabe aber beide Schienen gezeichnet werden, markirt man die Anfangspunkte der Ausweichungen durch ein Symbol, wie z. B. in Fig. 9 und 10, Tafel XIX. Es ist üblich, dies Zeichen, welches die Signalscheiben der Weichenböcke repräsentirt, an

Wenn der Gleisabstand ein gewöhnliches Maass übersteigt, wie beispielsweise der Fall, wo zwischen den Gleisen ein Fahrweg liegt oder wenn Drehscheibenanlagen grössere Abstände verlangen, so kann man zur Verminderung der Länge der Diagonalen unbedenklich eine Contrecurve in dieselbe einlegen. In diesem Falle muss jedoch zwischen beiden Curven, deren Radius von dem Radius der Weichencurven nicht erheblich abweichen sollte, eine gerade Linie von mindestens $3,7^m$ ($12'$ engl.) Länge liegen (vergl. §. 65 der Grundzüge). Auch hinter den Herzstücken muss sich eine Gerade von ca. 3^m Länge befinden.

Im Allgemeinen werden die beiden Herzstücke, welche zu einer Weichenverbindung gehören, dasselbe Neigungsverhältniss haben, sie müssen es, wenn zu geringer Gleisabstand nicht das Einlegen einer leichten Curve in die Diagonale gestattet. Die betreffenden Rechnungen sind einfach, sie ergeben beispielsweise, dass bei 2^m Gleisabstand ein Wechsel in den Herzstückneigungen unzulässig ist, während man bei $2,25^m$ Abstand von einem Herzstück $1:12\frac{1}{2}$ zu einem Herzstück $1:10$ und bei mindestens $2,6^m$ Abstand von einem Herzstück $1:10$ zu einem solchen $1:8$ übergehen kann.

Die soeben besprochene Anordnung gewinnt besondere Bedeutung, wenn eine Weichenverbindung zwischen zwei in Curven liegenden Hauptgleisen hergestellt wird. In diesem Falle wird man in der Regel auf gekrümmte Diagonalen angewiesen sein.

Bei einer directen Weichenverbindung zwischen zwei parallelen Gleisen, die durch ein drittes von einander getrennt sind, wird das letztere mit einer Gleiskreuzung durchsetzt. Es ist nicht unbedingt erforderlich, dass in diesem Falle der Neigungswinkel der Gleiskreuzung mit dem Neigungswinkel des Herzstücks des ersten Gleises übereinstimmt. Man kann beispielsweise von einer Ausweichung Herz $1:12$ zu einer Kreuzung $1:10$ und resp. von $1:10$ zu $1:8$ übergehen. Alsdann muss bei ungenügendem Gleisabstand dasjenige Herzstück der Gleiskreuzung, welches der ersten Ausweichung zunächst liegt, dieselbe Neigung wie das benachbarte Weichenherzstück haben.

Die meisten der hier aufgeführten Fälle lassen sich einer Berechnung unterwerfen, wegen deren indess auf die Monographien über Weichenconstruction (s. »Literatur« am Schluss des Capitels) verwiesen werden muss. Wenn man aber die Schieneneintheilung nicht ausser Acht lassen will, so wird man in der Regel mit Zeichnungen in grossem Maassstabe, die soweit erforderlich durch Rechnungen zu controliren sind, weiter kommen, wie auf dem Weg der reinen Rechnung.

§. 27. *Lage der Weichen in Hauptgleisen zweispuriger Bahnen.* — *Beschränkung der Zahl der gegen die Spitze befahrenen Weichen.* — Die im vorhergehenden Paragraph besprochene Weichenverbindung und auch jede einzelne Ausweichung kann in Hauptgleisen zweispuriger Bahnen entweder so eingelegt werden, dass Fuhrwerke, welche sich in der Hauptfahrriichtung bewegen, zuerst das Herzstück oder so, dass dieselben zuerst die Weichen passiren. In letzterem Falle sagt man, die Weiche wird gegen die Spitze befahren.

Den Eisenbahnzügen droht stets Gefahr, wenn sie eine Ausweichung gegen die Spitze befahren und zwar auf dreierlei Weise:

1. kann die Weiche falsch gestellt sein, alsdann kommt der Zug auf das unrichtige Gleis, welches möglicher Weise von einem andern Zuge oder von Wagen besetzt ist;
2. kann der Anschluss der Spitze an die Backe mangelhaft sein, dann gerathen,

den Stoss der Weichenbacken oder an die Spitze der Weichenzungen zu setzen, je nachdem die Länge der Ausweichungen von dem einen oder von dem andern Punkte aus gemessen wird. Bei Zeichnungen in grossem Maassstabe (etwa $1:250$) sind Längendimensionen und Schieneneintheilung einzutragen, bei sämtlichen Weichenzeichnungen vor allem Andern die Herzstückneigungen.

sobald der Spielraum zwischen beiden ein gewisses Maass überschreitet, die Spitzen beider Weichenzungen zwischen die vorderen Räder der Locomotive und dieselbe entgleist;

3. kann zu dem sub 2 genannten, nur in geringerem Maasse vorhandenen Mangel ein Verschieben der Zunge während des Passirens des Zuges hinzukommen (vergl. §. 8), dann entgleisen mittlere Achsen desselben.

Der Fall sub 1 wird besonders gefährlich, wenn die Ausweichung auf ein todflaufendes Gleis, auf eine Drehscheibe oder auf eine Schiebebühne mit versenktem Gleis führt und sind deshalb namentlich die gegen die Spitze befahrenen Weichen der fraglichen Art in Hauptgleisen zu vermeiden.

Es erscheinen somit folgende technische Vereinbarungen vollkommen motivirt:

(Grundzüge §. 68): Die Zahl der Weichen, bei welchen die Züge gegen die Spitze fahren, ist möglichst zu beschränken.

(Sicherheitsanordnungen §. 1): Weichen für durchgehende Züge, bei welchen, wenn sie auf ein falsches Gleis gestellt sind, die Züge aus den Gleisen kommen, sind unzulässig.

Ueberhaupt aber ist die Anzahl der Weichen in Hauptgleisen, besonders auch in Rücksicht auf ihre grossen Unterhaltungskosten, soweit thunlich, zu verringern.

Das Princip, die Zahl der gegen die Spitze befahrenen Weichen zu beschränken, ist an und für sich richtig, man geht aber zu weit, wenn man, wie es hier und da geschieht, eine vollständige Beseitigung derselben verlangt.

Ueberholungen von Zügen mit Hilfe von Weichen, die nicht gegen die Spitze befahren werden, haben auch ihre Gefahren: es geht Zeit und die Deckung des Zuges durch die Schwanzlaternen verloren. Ferner erschwert eine allzu scharfe Durchführung des genannten Princips auf grössern Stationen den Rangirdienst in hohem Grade.

Die Erfahrung hat über den fraglichen Punkt Folgendes erkennen lassen:

1. Auf Beseitigung der gegen die Spitze befahrenen Weichen ist um so grösserer Werth zu legen, je frequenter eine Bahn, je grösser demnach die Anzahl der durchgehenden, auf kleinern Stationen nicht anhaltenden Züge ist.

2. Dergleichen Weichen sind in gekrümmten Hauptgleisen gefährlicher, wie in geraden.

3. Auf kleinen Stationen sind Weichen, die gegen die Spitze befahren werden, überall nicht zuzulassen.

4. Auf Stationen mittlerer Grösse sind dergleichen Weichen zulässig, wenn sie zur Ueberholung von Zügen dienen.

5. Auf grössern Stationen, auf Trennungsstationen u. s. w., woselbst alle Züge anhalten, müssen die gegen die Spitze befahrenen Weichen nur da vermieden werden, wo dies ohne erhebliche Nachtheile für den Betrieb, namentlich für den Rangirdienst geschehen kann.

Es ist noch darauf aufmerksam zu machen, dass man aus naheliegenden Gründen niemals zwei Weichen unmittelbar bei einander einlegen darf, namentlich nicht, wenn beide nach derselben Seite des Hauptgleises sich wenden. Zwischen den Backen zweier benachbarter Weichen muss mindestens eine Schienenlänge liegen. Dagegen hat es kein Bedenken, hinter dem Herzstück einer Ausweichung sogleich die Weiche einer zweiten folgen zu lassen.²⁸⁾

²⁸⁾ An die Frage über die Lage der Weichen schliesst sich die weitere über die Stellung derselben d. h. über die Art und Weise, wie in zweifelhaften Fällen der normale Stand der Zungen zu wählen ist, um den auf den Hauptgleisen kommenden Zügen einen bestimmten Weg als Regel anzuweisen. Dieser Gegenstand wird indess, weil er vorzugsweise der Betriebstechnik anzugehören scheint, einer näheren Besprechung hier nicht unterzogen.

§. 28. *Weichenstrassen. Herzstücke bei Drehscheiben.* — Wir haben bislang nur von der Verbindung zweier Gleise mittelst der Ausweichungen gesprochen. Wenn eine grössere Anzahl paralleler Gleise an ihren Enden durch Weichen zu verbinden sind, so hat dies in der Regel mit Hilfe eines längern, schrägliegenden Gleises zu geschehen, in welches jedes der parallelen Gleise mit einer Weiche einmündet, es entsteht eine sogenannte Weichenstrasse. Jenes Hilfsgleis nennt man das Stammgleis der Weichenstrasse.

Wenn schon bei Anlage einer einfachen Weichenverbindung ihre grosse, 60^m und darüber betragende Länge sich oft störend bemerklich macht, so tritt die unmässige Erstreckung der Ausweichungen, als einer der wesentlichsten Uebelstände derselben, bei Anlagen von Weichenstrassen ganz besonders zu Tage. Man ist darauf bedacht gewesen, diesen Uebelstand durch geschickte Anordnungen weniger fühlbar zu machen und somit nicht allein die Länge der nicht nutzbaren, d. h. der zum Aufstellen von Wagen u. s. w. nicht brauchbaren Gleisstrecken, sondern auch die bei den Operationen auf den Bahnhöfen von den Locomotiven und Wagen zu durchlaufenden Wege soweit thunlich einzuschränken.

Bei Anlagen von mittlerer Grösse, — wenn also drei oder vier Gleise mit einander zu vereinigen sind, deren Abstände gegeben und bei denen — zum wenigsten in Betreff der Hauptgleise — eine Abweichung von der geraden Linie nicht zulässig ist, — wird man sich darauf beschränken, für die Weiche, welche das Stammgleis der Weichenstrasse mit dem Hauptgleise verbindet, ein ziemlich stumpfes Herzstück zu wählen und hinter demselben eine Curve mit dem Radius der Ausweichung einzuschalten, welche man einige Meter vor der zweiten Ausweichung endigen lässt. Auf diese Weise wird man bei den üblichen Herzstückneigungen und Gleisentfernungen den Winkel des Stammgleises immerhin gegen 2^o grösser erhalten, wie den Winkel des Herzstücks. Die genauere Feststellung dieses Winkels erfolgt durch Rechnungen, auf deren Details hier nicht wohl eingegangen werden kann. Es würde zu zeitraubend sein, dieselben in jedem einzelnen Falle zu führen und empfiehlt es sich deshalb, die Resultate in die Instruction über Legen der Weichen aufzunehmen. Bei der erwähnten Anordnung rücken zwar die einzelnen Weichen der Weichenstrasse etwas näher zusammen, wie bei durchweg gerader Führung des Stammgleises, es bleiben aber immerhin die Längen der verlorenen Wege noch ziemlich bedeutend.

Sind dagegen eine grössere Anzahl Gleise durch eine Weichenstrasse zu vereinigen und hat man, wie es nicht selten der Fall ist, Freiheit in Betreff der Bestimmung des Winkels des Stammgleises, so ist derselbe behuf möglicher Einschränkung der verlorenen Wege so zu wählen, dass man Ausweichung auf Ausweichung folgen lassen kann. Zu diesem Ende hat man den Sinus des Winkels zwischen Stammgleis und den zu verbindenden Parallelgleisen gleichzusetzen dem Quotienten aus Mittenentfernung der Gleise durch Länge der Ausweichung (letztere vom Anfang der Backe bis zum Ende des Herzstücks gemessen).

Wenn wir nach diesen flüchtigen Andeutungen die Besprechung der Weichenstrassen hier verlassen, so geschieht dies einerseits, weil der Gegenstand halb und halb bereits in die Lehre von den Stationsanlagen hinüberschlägt und andererseits, weil eine gründliche Studie über Weichenstrassen in der Zeitschr. f. Bauw. 1859 p. 380 sich findet, in der man sich über das Weitere Aufschluss erholen kann. Auch ist Redlich's Aufsatz über Gleise und Gleisverbindungen auf Bahnhöfen (Organ 1859 p. 174) zu vergleichen.

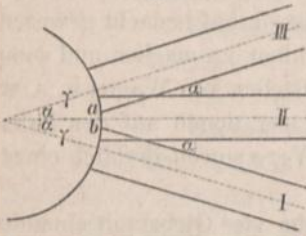
Es sind noch einige Bemerkungen über die Zuführung der Gleise nach Drehscheiben und über die hierbei vorkommenden Herzstücke zu machen.

Bezeichnet man den Halbmesser der Drehscheibe mit r und den Abstand zwischen dem Gleise I und III, s. nachstehende Fig. 13, gemessen zwischen den Schieneninnenkanten am Umfange der Drehscheibe mit $a b$, so ist der Winkel der bei der Drehscheibe entstehenden Herzstücke

$$\alpha = \frac{90^\circ}{\pi} \cdot \frac{1,436 + a b^{29})}{r}$$

Wenn nur eine beschränkte Anzahl Gleise auf die Drehscheibe zu führen sind, so kann man die Anordnung nicht selten so treffen, dass eigentliche Herzstücke vermieden werden. Man hat alsdann $a b$ gleich Spurweite plus vierfacher Breite des Schienenkopfs oder, wenn man den Winkel etwas kleiner haben will, gleich Spurweite plus $2 \times 20^{\text{mm}}$ zu setzen und hieraus den Winkel, welchen die Schienen mit einander einschliessen, zu berechnen.

Fig. 13.



Soll dagegen auf eine Drehscheibe eine grössere Anzahl von Gleisen geführt werden, wie es z. B. bei Locomotivschuppen der Fall ist, die in Hufeisenform erbaut sind, so setzt man $a b$ gleich doppelter Breite des Schienenkopfs und erhält dann beispielsweise bei $0,063^{\text{m}}$ breiten Schienenköpfen und 6^{m} Halbmesser der Drehscheiben $\alpha = 7^\circ 46'$. Ein ähnlicher Winkel (von $7^\circ 30'$) ist auch bei den grossen Drehscheiben der Orleansbahnen gebräuchlich, er genügt für eine Rotunde mit 48 Maschinenständen.

Wenn die Drehscheibengleise nur von einzelnen Wagen passirt werden, so erscheint fast jeder Winkel für die durch Kreuzung der Strahlengleise entstehenden Herzstücke anwendbar, weil dieselben in einfachster Weise durch Uebersehnung der Schiene (vergl. §. 23) hergestellt werden können. Auch wird man in solchen Fällen unter Umständen von den stumpfen Herzstücken, welche bei Kreuzweichen (s. den folgenden Paragraph) entstehen, mit Vortheil Anwendung machen.

§. 29. Kreuzweiche. Gleisverschlingung. Englische Weiche. — Wenn zwei Hauptgleise AB und CD (s. Fig. 34, Tafel XIX) durch Weichen so verbunden werden sollen, dass Fuhrwerke, welche auf einem derselben in einer beliebigen Richtung fahren, stets auf das andere Gleis übergehen können, ohne ihre Bewegungsrichtung zu ändern, so genügt Eine Weichenverbindung nicht, man wird deren zwei, EF und GH , anlegen müssen. Eine derartige Verbindung erfordert aber eine so grosse Längenausdehnung, ($p p tr. : 150^{\text{m}}$), dass man mitunter gezwungen ist, dieselbe durch Verlegung der Weichen G und H nach G' und H' einzuschränken. Die hierdurch zum Vorschein kommende sogenannte Kreuzweiche besteht somit aus vier Ausweichungen und einer Gleisdurchkreuzung. Der Winkel der Durchkreuzung ist doppelt so gross, wie der Winkel der Herzstücke der Ausweichungen. Man wird für letztere in der Regel eine Neigung $1 : 10$ wählen können, weil in den Kreuzweichen die Züge ohnehin schon langsam fahren müssen.

Man erkaufte durch Anwendung einer Kreuzweiche nutzbare Länge der Gleise und vermindert unter Umständen die von den Fuhrwerken zurückzulegenden Wege. In Be-

²⁹⁾ Die Formel ist entnommen aus einer werthvollen Arbeit über den Eisenbahn-Oberbau von Paulus (der genaue Titel am Schluss dieses Cap.) welche nicht in den Buchhandel gekommen ist. Dieselbe enthält u. A. auch eine sorgfältige Auswahl der bei Weichenanlagen und bei der Zuführung der Gleise auf Drehscheiben vorkommenden Rechnungen.

Man vergl. auch in dem bereits citirten Aufsätze von Redlich (Organ 1859 p. 198 »Zuführung der Drehscheiben«) die Auseinandersetzung über Ausnutzung der Gleise bei Hallen-Drehscheiben.

ziehung auf letztgenannten Punkt untersucht Redlich die Kreuzweiche in einem bereits mehrfach erwähnten Aufsatz (Organ 1859 p. 174) und kommt zu folgendem Resultate: »Insofern die Kreuzweiche angelegt werden würde, um die beim Rangiren zurückzulegenden verlorenen Wege möglichst zu beschränken, ergiebt sich zu Gunsten dieser Verbindung nur eine Längenverminderung von etwa $\frac{1}{10}$ der gesammten Wege, ein Ergebniss, welches die Anlage der Kreuzweichenverbindung für den eben bezeichneten Zweck der grösseren Kosten der Anlage, Unterhaltung und Bedienung wegen nicht empfiehlt. Dagegen kann die Anlage einer solchen Verbindung in den Hauptfahrgeleisen der Bahn zum raumersparenden, bequemen Anfahren zweier Züge vor dem Perron von grossem Vortheil sein.«

Diese Bemerkung scheint durchaus zutreffend zu sein. Man wird bei End- und Trennungsstationen die Kreuzweiche oft in zweckentsprechender Weise verwenden können. Im Allgemeinen dürfte dieselbe jedoch zu den complicirteren und theuern Constructionen gehören, zu deren Anwendung nur im Nothfall gegriffen werden sollte.

Die in Fig. 34 dargestellten Formen können als der Urtypus einer grössern Anzahl von Anordnungen betrachtet werden.

Wenn zwischen den Punkten *E* und *H* das zweite Gleis durch irgend einen Umstand gesperrt ist, so liegt in der Anwendung zweier nach verschiedenen Seiten sich wendenden Ausweichungen ein Mittel, die Züge beider Fahrrichtungen innerhalb der Strecke *FG* auf Einem Gleise passiren zu lassen. Dieser Fall kommt vor bei Reparaturen von Kunstbauten zweigleisiger Bahnen, bei Einschaltung eingeleisiger Brücken in solche Bahnen und in verwandten Fällen. Es ist indess die Anwendung der fraglichen Anordnung in freier Bahn nicht ohne Gefahr, weil jeder Zug eine Weiche gegen die Spitze befahren muss. Man vermeidet dies durch die sogenannte Gleisverschlingung. Bei einer solchen (s. Fig. 35, Tafel XIX) legt man in die Strecke *FG* vier Schienenstränge, von denen je zwei und zwei nur um die Weite der Spurkranzrille von einander abstehen. Auf diese Weise erreicht man den bezeichneten Zweck ohne Anbringung von Weichen. Es sind nur zwei Herzstücke erforderlich. Unter Anwendung geeigneter Signalvorrichtungen wird der Betrieb einer solchen Strecke fast ebenso sicher, wie der Betrieb auf Trennungsstationen, auf Endstationen, welche Kopfstationen sind, ferner wie der Betrieb auf Drehbrücken, frequenten Ueberfahrten u. s. w. Nach des Verfassers Ansicht verdient die Construction die grösste Beachtung, vielleicht auch als ein Mittel, die Kosten für grössere Kunstbauten auf Bahnen zweiten Ranges einzuschränken. Auf der Bremen-Oldenburger Bahn ist die Weserbrücke zu Bremen unter Hinblick auf mögliche Anwendung einer Gleisverschlingung construiert. Ihre Anwendbarkeit bei Brückenreparaturen hat der Verfasser bei grössern Ergänzungen zweier hölzerner Brücken auf der sehr frequenten Bahnstrecke Hannover-Minden erprobt. Bei dieser ca. 6 Wochen dauernden Reparatur kam bei etwa 40 täglichen Zügen keine nennenswerthe Verspätung eines Zuges, geschweige denn ein Unfall vor, obwohl während der ganzen Zeit nur die eine Hälfte der Brücken fahrbar war.³⁰⁾

Die Kreuzweiche tritt ausser in der besprochenen Grundform noch in mancherlei andern Gestaltungen auf. Wenn die Endweichen von Trennungsbahnhöfen als Kreuzweichen zu construiren sind, so kann man an der betreffenden Stelle von dem Gleisabstand der freien Bahn in den grössern Abstand der Bahnhofsgleise übergehen. Sind alsdann die Herzstückwinkel der Ausweichungen *E* und *G'* (Fig. 34, Tafel XIX) $=\beta$ und diejenigen der Ausweichungen *H'* und *F* $=\alpha$, so macht man zur Vermeidung von Contrecurven den Divergenzwinkel der Gleise *AB* und *CD* $=\beta - \alpha$. Die Winkel der Gleiskreuzung werden alsdann $=\alpha + \beta$.³¹⁾

³⁰⁾ Ueber Gleisverschlingungen vergleiche man: E. V. Z. 1862 p. 972 und Organ 1864 p. 251.

³¹⁾ Eine Berechnung der gewöhnlichen und der oben erwähnten Kreuzweiche findet man in der bereits citirten Arbeit von Paulus »Der Eisenbahn-Oberbau etc.«.

Wenn man ferner (Fig. 34, Tafel XIX) nicht die Gleise AB und CD , sondern die Linien EF und G, H , gerade führt, so entsteht eine Kreuzweiche von eigenthümlicher Form, welche auch wohl auf Trennungsbahnhöfen Anwendung findet, sonst aber von der gewöhnlichen Kreuzweiche nicht verschieden ist. — Sobald nun der Winkel der Gleiskreuzung sehr spitz wird und ein Neigungsverhältniss von etwa 1 : 10 erhält, tritt eine wesentliche Vereinfachung der in genannter Figur dargestellten Construction dadurch ein, dass die Weichen zwischen die Herzstücke und die Doppelherzstücke der Gleiskreuzung fallen. Hierdurch verschwinden die Herzstücke der vier Ausweichungen und es bleiben somit, wie Fig. 19, Tafel XIX zeigt, nur die Theile der Gleiskreuzung und vier Weichen übrig. Die fragliche Anordnung bezeichnet man wohl mit dem Namen »Englische Weiche« oder »Gleiskreuzungsweiche«. Man erhält hierbei allerdings in der Gegend des Doppelherzstücks viele nahe bei einander liegende Schienen, durch Anwendung von Hartguss lässt sich aber der fragliche Theil ohne Schwierigkeit in zweckmässiger Weise herstellen (vergl. Fig. 20—22, Tafel XIX). Die fragliche Construction wird u. A. von Gruson in Buckau-Magdeburg sehr solid ausgeführt und zwar sowohl mit Schleppeichen, wie mit Zungenweichen. — In geeigneten Fällen wird man eine weitere Vereinfachung der Construction dadurch eintreten lassen können, dass man zwei Weichen und die zugehörigen Schienenstränge weglässt (s. Fig. 24, Tafel XIX).

Die englische Weiche dürfte in Zukunft vielfache Anwendung bei grössern Bahnhöfsanlagen finden, sie ist zum wenigsten in neuerer Zeit ziemlich in Aufnahme gekommen. In ihr ist ein Mittel gefunden, eine Weichenstrasse in der Mitte von Parallelgleisen anzulegen oder, was dasselbe sagen will, die zu verbindenden Gleise über das Stammgleis der Weichenstrasse fortzuführen. In Hauptgleisen hat man dieselbe bis jetzt wohl noch nicht zur Anwendung gebracht, obwohl einer derartigen Verwendung der vorhin erwähnten vereinfachten Form bei sorgfältiger Durchführung der Details kaum Bedenken entgegenstehen dürften.

Die Münchener Technikerversammlung spricht sich über die englischen Weichen in folgender Weise aus:

Die Ansichten über die Eigenschaften der englischen Weichen sind durch deren bisherige Anwendungen noch nicht zum Abschluss gebracht.

Ihre Nützlichkeit in Bezug auf Raumersparniss und Beschleunigung beim Rangirdienste erscheint unzweifelhaft, jedoch scheint ihre Anwendung noch mit einigen Unsicherheiten in Bezug auf das Ausgleisen bei gewissen Betriebsmanipulationen verknüpft.

§. 30. *Concentrirung der Weichenzüge.* — Wenn gelegentlich der vorstehenden Besprechungen schon hie und da Gegenstände berührt werden mussten, deren specielle Erörterung einem der folgenden Capitel dieses Bandes anheim fällt, so ist nunmehr auf einen Punkt aufmerksam zu machen, welcher im Zusammenhange mit den im vierten Bande zu untersuchenden Signalvorrichtungen steht.

Man findet, namentlich auf deutschen Bahnhöfen, die Weichenböcke in der Regel isolirt und unmittelbar neben den Weichen aufgestellt. Es bedingt zwar in vielen Fällen die Bewegung einer Weiche auch die einer andern; schon bei der gewöhnlichen Weichenverbindung kann ein Wechsel der Fuhrwerke zwischen beiden parallelen Gleisen nur stattfinden, indem beide Weichen nach einander bewegt werden, nicht minder kommen bei der in den Figuren 19 und 24 (Tafel XIX) dargestellten Construction zur Zeit stets zwei Weichen in Thätigkeit. Man könnte nun in den genannten und in manchen

andern Fällen, in denen mehrere Weichen solidarisch wirksam sind, die Bedienung derselben von einem Punkte aus beschaffen, indem man den Weichenbock mitten zwischen ihnen aufstellt und Zugstangen mit Winkelzügen nach den verschiedenen Weichen führt. Man sieht indess in allen gewöhnlichen Fällen von einer derartigen »Concentrirung der Weichenzüge« mit Recht ab.

Unter Umständen kann aber diese Concentrirung der Weichenzüge ganz am Platze sein, so unter Anderm bei der Gabelung einer zweigleisigen Bahn in zweigleisige Arme. In Fig. 33, Tafel XIX ist dieser Fall dargestellt. Die normale Stellung der Weichen sei der Art, dass die Gleise *WO* und *W, O*, ohne Ziehen der Weichen befahren werden. Alsdann droht den in der Richtung *N, W*, auf der Zweigbahn fahrenden Zügen grosse Gefahr durch die auf der Hauptbahn in der Richtung *WO* fahrenden Züge. Diese Gefahr wird wesentlich verringert, wenn man eine solche Einrichtung trifft, dass die Weiche *B* gezogen werden muss, bevor die Weiche *A* gezogen werden kann. Wenn nach Bewegung der beiden Weichen ein Zug *N, W*, die Kreuzung passirt, während gleichzeitig ein Zug *WO* auf dieselbe zukommt, so wird der letztere zwar auf ein falsches Gleis gelenkt, es wird aber der Zusammenstoss beider Züge bei der Kreuzung vermieden.

Man wird deshalb die Weichenböcke *a* und *b* der Weichen *A* und *B* an ein und derselben Seite der Gleise aufstellen und den Weichenbock *a* mit irgend einer Verschlussvorrichtung versehen, welche erst dann beseitigt werden kann, wenn der Hebel des Weichenbocks *b* bewegt ist. Alsdann muss der Wärter erst die Weiche *B* stellen, bevor er die Weiche *A* ziehen kann.³²⁾

In weiterer Verfolgung desselben Principis führt man in England bekanntlich die Züge einer grossen Anzahl von Weichen an einer Stelle zusammen und verlegt den Bewegungshebel auf eine erhöhte Plattform, damit der Wärter die Bahn zu beiden Seiten seines Postens besser übersehen kann.

Die erwähnten Anordnungen werden indess erst vollständig durch das Hinzutreten von Signalvorrichtungen, deren Züge in solidarische Verbindung mit den Weichenzügen treten. Es ist somit hier nicht der Ort, auf die Einzelheiten der Verschlussvorrichtungen und die Construction der Weichenböcke näher einzugehen. Bemerket muss aber werden, dass es zur Sicherung der Bahnzüge in den fraglichen und in verwandten Fällen schon wesentlich beiträgt, wenn man die Weichen, welche nach gefährlichen Stellen führen, thunlichst nahe bei einander legt und die Anzahl der Wärter, welche dieselben bedienen, so viel wie möglich beschränkt.

§. 31. *Kosten.* — Die Kosten der Ausweichungen sind in Folge der Vervollkommnung ihrer Construction und der Verwendung von Stahl ungemein gestiegen. Während (nach Plessner »Anleitung zum Veranschlagen der Eisenbahnen«) eine einfache Schleppe weiche excl. Schienen und Schwellenlage mit kleinem, 350 Pfd. schwerem gegossenem Herzstück ca. 53 Thlr. kostete, hat man bei neuern Constructionen gegen das Vierfache dieses Betrages in Ansatz zu bringen, wozu noch die Mehrkosten der Stahlschienen für Backen und Zungen gegen gewöhnliche Schienen kommen. Die Erfahrung hat indess gezeigt, dass die Einführung der neuern Constructionen trotz der bedeutenden Anschaffungskosten vorthellhaft gewesen ist. Hierüber enthält das Organ 1866 p. 169 einen sehr beachtenswerthen Nachweis aus den Erfahrungen der k. k. Ferdinands-Nordbahn, aus welchem hervorgeht, dass nicht allein die Masse der auszuwechselnden Theile, sondern auch die für dieselben aufzuwendenden Kosten durch Einführung des Stahls bei den Ausweichungen erheblich abgenommen haben.

³²⁾ Ein Fall verwandter Art, welcher für eine Bahnabzweigung beim Rosenstein-Tunnel unfern Stuttgart zur Ausführung kommt, ist beschrieben in Förster's Bauzeitung 1867, Heft XII.

Bei der Berechnung der Kosten für die Ausweichungen hat man, wie bei allen Kostenberechnungen, in ganz verschiedener Weise zu verfahren, je nachdem es sich um generelle oder specielle Kostenanschläge handelt. Im erstern Falle genügt nicht selten die Auswerfung eines Procentsatzes der Kosten für die durchlaufenden Gleise, in welchem nicht allein die Kosten für die Weichen, sondern überhaupt die Kosten des Oberbaues der Stationen einbegriffen sind. Die näheren Angaben hierüber würden demnach einem der spätern Capitel dieses Bandes anheimfallen. — Will man etwas mehr in das Detail eingehen und sind, was im Allgemeinen zu empfehlen ist, schon gelegentlich der generellen Vorarbeiten, die Pläne der Stationen in ihren Grundzügen bearbeitet, so kann man die Ausweichungen veranschlagen, indem man für jede derselben einen Zuschlag zu den Kosten der Gleisanlagen macht, in welchem die Mehrkosten der Constructionstheile der Ausweichungen in Vergleich mit gewöhnlichem Oberbau enthalten sind. Dergleichen Ansätze lassen sich aus nachstehenden detaillirten Angaben ableiten, besser aber ist es, wenn sie sich auf directe, bei ausgeführten benachbarten Bahnen gemachte Erfahrungen stützen

Bei speciellen Veranschlagungen und Abrechnungen sollte die Berechnung der Ausweichungen auf Grund detaillirter Zeichnungen mit Schieneneintheilung geschehen. Man wird dabei die Ausweichungen bis zu den Stellen in Rechnung ziehen, an welchen die Weichenschwellen aufhören, weil von hier an gewöhnlicher Oberbau zur Berechnung kommt.

Ueber die Kosten der einzelnen Theile der Ausweichungen liegen folgende Notizen vor.

a. Weichen und Weichenböcke.

Die Werkstätten der hannoverschen Bahnen lieferten (1864) eine Weiche mit $16\frac{1}{2}'$ engl. ($5,05^m$) langen Gussstahlzungen von viereckigem Profil und $18'$ engl. ($5,5^m$) langen Backen, 75 Pfd. pro Meter schwer, ohne Weichenbock zu 160 Thlr., ferner Weichen derselben Dimensionen und 72 Pfd. pro Meter schweren Schienen aus Puddelstahl zu 145 Thlr.

Die zugehörigen Weichenböcke mit Signalvorrichtung und Umlegegewicht kosteten 25 Thlr., die Signallaterne ausserdem 3 Thlr.

Die neuern Weichen des österreichischen Südbahnnetzes mit $18'$ österr. ($5,7^m$) langen Backen, einer $16'$ ($5,06^m$) und einer $14'$ ($4,45^m$) langen Zunge wiegen (nach Paulus, »Der Eisenbahn-Oberbau«) mit Weichenbock 32,6 Centner und kosten in neuerer Zeit (die Weichenzungen aus Bessemerstahl, die Backen mit Köpfen aus demselben Material) in der Werkstätte der Gesellschaft zu Graz 418 bis 450 fl. österr. (277 bis 300 Thlr.).

b. Herzstücke.

Gruson in Buckau-Magdeburg liefert fr. Station Buckau (1868) Gleistheile aus Hartguss, als Herzstücke, einfache und englische Kreuzungsstücke, Zwangschienen u. s. w. pro 1000 Pfd. zu 46 Thlr.

Ueber die Gewichte der Hartgussherzstücke enthält die E. V. Z. 1863 p. 538 eine Angabe. Dieselben betragen je nach der Neigung der Stücke etwa 900 bis 1500 Pfd., sie sind aber zu sehr von der Schienenhöhe und den Einzelheiten der Construction abhängig, als dass sich allgemeine Angaben darüber machen liessen. In neuerer Zeit hat man dieselben unbeschadet der Solidität der Herzstücke wesentlich ermässigt.

Die hannoverschen Werkstätten lieferten (1863) Schienenherzstücke aus Puddelstahlschienen, ca. $3,5^m$ lang, Neigung 1 : 12 zu 80 Thlr., bei einem Preise von 5 Thlr. 15 Sgr. der 72 Pfd. pro Meter schweren Schienen.

Hartgussherzstücke, Neigung 1 : 13, kosteten den hannoverschen Bahnen 1864 incl. Transport 65 Thlr. pro Stück.

Die 2,34^m langen Herzstücke der österreichischen Südbahngesellschaft, welche für die Brenner-Bahn verwandt sind, wurden in den Werkstätten der Gesellschaft zu Graz in den Jahren 1866 und 1867 ganz aus Bessemerstahl hergestellt und kosteten:

bei einer Neigung	einem Gewicht	Oesterreichische	
von :	Pfund	Gulden	Thaler
4° 54'	740	85	56 ² / ₃
5° 25'	686	80	53 ¹ / ₃
6° 14'	648	75	50

Die Schalengussherzstücke von Ganz in Ofen kosteten 1867 franco Ofen bei den angegebenen Neigungen

100 bis 112 fl. (66²/₃ bis 74²/₃ Thlr.) bei einem Gewicht von 933 bis 1115 Pfd.

Doppelherzstücke aus Schalenguss, 1512 Pfd. schwer, lieferte derselbe zu 210 fl. (140 Thlr.) Rechtwinklige Gleisdurchkreuzungen von Bessemerstahlschienen, d. h. eine für ein Gleis dienende Gruppe im Gewicht von 45 Centner kosteten loco Graz 460 fl. (306²/₃ Thlr.)

Die Gussstahlspitzen für die Herzstücke der Bahn Bourges-Montluçon (in Fig. 25, Tafel XVIII. dargestellt) kosteten 1861 in den Werkstätten 202 fr. (54 Thlr.), eine 2,70^m langes Herzstück mit 7° 30' Neigung für die Bahn Montluçon-Limoges 1862 complet 562 fr. (150 Thlr.)

Endlich ist hier noch eine Zusammenstellung über die Kosten der Herzstücke verschiedener Construction, welche auf der Preussischen Ostbahn verwendet sind, zu erwähnen. Dieselbe findet sich im Organ 1866 p. 67.

c. Weichenschwellen und Arbeitslohn für Legen der Weichen.

Weichenschwellen (14,6 × 29,5^{cm} stark) haben im Magazin der hannoverschen Bahnen bei einem Preise von 1 Thlr. 10 Sgr. der 2,34^m langen gewöhnlichen Bahnschwellen in den Jahren 1864 und 1865 17,1 Sgr. bis 18,8 Sgr. pro lf. Meter gekostet, die Kosten für Präparation der Schwellen mit Zinkchlorid einbegriffen.

Für Verlegen der Weichen und Herzstücke sind auf den neuern Linien der österreichischen Südbahngesellschaft 24 bis 29 fl. (16 bis 19¹/₃ Thlr.) und resp. 8 bis 10 fl. (5¹/₃ bis 6²/₃ Thlr.) bezahlt.

d. Verschiedenes.

Gruson in Buckau-Magdeburg liefert (1868) franco Station Buckau:

Einfache Weichen incl. Herzstück 1 : 10 und Weichenbock mit Signalvorrichtung, aber excl. Zwangschienen:

mit 4,4^m langen gehobelten Puddelstahlzungen (Hutprofil) zu 208 Thlr.,

mit ebensolangen gewalzten schmiedeisernen T-förmigen Zungen zu 156 Thlr.,

mit 5,68^m langen Zungen, wie vorhin, zu 175 Thlr.

Eine complete englische Durchkreuzung, bestehend aus vier einfachen Weichen mit Puddelstahlzungen und zwei englischen Durchkreuzungsstücken zu 892 Thlr.

Einfache Schleppweichen mit Herzstück und Weichenbock:

mit 6,62^m langen schmiedeisernen Laufschiene zu 272 Thlr.,

mit Laufschiene aus Puddelstahl zu 309 Thlr.

Englische Durchkreuzungen, bestehend aus vier einfachen Schleppweichen und zwei englischen Kreuzungsstücken:

mit schmiedeisernen Laufschiene zu 1181 Thlr.,

mit Laufschiene aus Puddelstahl zu 1320 Thlr.

Bei der Benutzung vorstehender Notizen muss der zeitige Stand der Eisenpreise berücksichtigt werden und sind namentlich aus diesem Grunde die Jahre, in denen die namhaft gemachten Preise bezahlt wurden, soweit thunlich, angegeben.

Literatur.

Eine Anzahl kleinerer Aufsätze und Notizen über Weichenconstructions sind im Laufe der Besprechung derselben bereits namhaft gemacht. Wir haben somit am Schluss dieses Capitels nur eine Uebersicht über die grössern Arbeiten zu geben, die den genannten Gegenstand betreffen.

Werke, welche ausschliesslich die Ausweichungen und namentlich die bei denselben vorkommenden Rechnungen behandeln, sind:

Nell und Kaufmann. Lehre von den Eisenbahncurven und Ausweichungen (2. Aufl.). Stuttgart. 1862. C. Mäcken.

Baugut, B. J., Anleitung zum Legen der Bahnhofsgleise. Brünn. Buschak und Irrgang.

Schiele, L., Theorie der Ausweichgleise. Leipzig. 1860.

Man vergleiche ferner:

*Goschler. Traité pratique de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer. II. Band.

*Couche. Voie, Matériel roulant et exploitation technique des chemins de fer. Paris. Dunod. I. Band.

*Paulus. Der Eisenbahn-Oberbau in seiner Durchführung auf den neuen Linien der k. k. Südbahn-Gesellschaft bis zum Jahre 1867 (nicht im Buchhandel).

Und von den zum Theil schon citirten grössern Aufsätzen und Instructionen:

Bayrische Instruction, betreffend das Legen von Weichen. Eb. Zeitung 1847 p. 91.

Anweisung zur Herstellung der Ausweichungen auf den hannoverschen Eisenbahnen. Dasselbst 1857 p. 104.

Anweisung zur Construction der Weichen auf den braunschweigschen Eisenbahnen. Organ 1858 p. 248.

Ueber Anlage von Gleisen und Gleisverbindungen auf Bahnhöfen. Dasselbst 1859 p. 174.

*Die Verbindung der Gleise durch Weichen mit besonderer Rücksicht auf Anwendung einer einheitlichen Weiche. Zeitschr. für Bauw. 1859 p. 375.

X. Capitel.

Uebergangswerke (Bahnübergänge im Niveau, Verschluss- vorrichtungen). Abtheilungszeichen. Einfriedigungen der Bahnlinie.

Bearbeitet von

Edm. Heusinger von Waldegg,

Oberingenieur in Hannover.

(Hierzu die Tafeln XX bis XXIII.)

§. 1. *Allgemeines.* — Bei Anlage einer Eisenbahn werden häufig vorhandene Strassen, Feld- und Fusswege, sowie auch grössere Landparcellen durchschnitten, deren Communication nicht unterbrochen werden darf, es werden dadurch eine Anzahl mehr oder weniger bedeutender Communicationswege beim Bahnbau bedingt, welche die Ausführung von verschiedenen Arbeiten auf Kosten der Bahnverwaltung veranlassen und im Allgemeinen von dieser unterhalten werden müssen.

Zuweilen können weniger frequente Wege beseitigt, oder Wegeüberführungen durch Wege parallel zur Bahn ersetzt werden, öfters muss die Richtung von Wegeüberführungen verändert und häufiger noch müssen andere ohne Aenderung in ihrer ersten Anlage erhalten werden. Hierdurch entstehen, je nach dem sie der natürlichen Gestaltung des Bodens folgen, entweder

I. Wegeüberführungen, d. h. Wegekrenzungen im Niveau der Bahn.

II. Parallelwege.

III. Wegebrücken, d. h. Brücken für Wege über die Bahn und

IV. Brückenthore, d. h. Brücken für Wege unter der Bahn.

Von letztern beiden Uebergangswerken, welche unter die Kunstbauten gerechnet werden, wird in dem folgenden Capitel die Rede sein. Ausserdem sind noch öfters ausgedehnte Wegebauten auszuführen, um bequeme Zufuhrwege zu den Stationen herzustellen.

Im Allgemeinen muss die Bahnverwaltung alle die Wegestrecken, welche sich in ihrem Bereiche befinden, und welche durch die Bahnlinie in irgend einer Weise durchschnitten oder verlegt wurden, wieder herstellen und in der frühern Weise die Fahrbahn befestigen lassen. Dagegen fallen bei Wegeverlegungen die Kosten der Unterhaltung der Strassen, mit Ausnahme der auf dem Bahnkörper liegenden Strecken, im Allgemeinen den Communen und Privaten zur Last, welchen die Unterhaltung früher oblag, während die Niveauübergänge selbst, sowie die Zugänge zu den Stationen und Haltestellen, welche lediglich für den Bahndienst hergestellt wurden, soweit sie im Bahngebiet liegen, durch die Bahnverwaltung unterhalten und beleuchtet werden müssen.

§. 2. *Zugänge zu den Niveauübergängen.* — Wege, welche die Bahn an Stellen durchkreuzen, wo dieselben weder auf hohen Dämmen, noch in tiefen Einschnitten liegen, sind im Niveau der Bahn über dieselbe zu führen, sind zu dem Ende mit Rampen zu diesem Niveau hinauf- resp. hinabzuleiten, in der Höhe des Schienenkopfs zu pflastern oder auf sonstige Weise zu befestigen und bei Annäherung der Züge abzusperren.

Bei sehr frequenten Strassen vermeidet man soviel als nur irgend möglich die Uebergänge im Niveau der Bahn, dies ist namentlich bei Hauptbahnen der Fall. Häufig werden selbst da, wo nach der Gestaltung des Terrains leichter und billiger Niveauübergänge angelegt werden können, dennoch Uebergänge durch Wegebrücken oder Brückthore hergestellt, um die nicht unbedeutenden Kosten der ständigen Bahnbewachung an diesen Stellen zu ersparen. Dagegen bei Nebenlinien und secundären Bahnen, wo der Verkehr weniger lebhaft ist, stellt man im Gegentheil nur in dem Fall solche Kunstbauten her, wo die localen Verhältnisse diese unbedingt erfordern.

Die Herstellung eines Niveauüberganges umfasst gewöhnlich

- a. die Ausführung der Rampen und deren Einfriedigung,
- b. die Herstellung der Rampencanäle,
- c. die Abänderung des Oberbaues in der Breite der Fahrbahn,
- d. die Pflasterung, Chaussirung oder Verkiesung des Uebergangs und seiner Zugänge,
- e. die beweglichen Verschlussvorrichtungen, welche den Fuhrwerken, Reitern und

Fussgängern das Passiren des Wegs nur in Augenblicken gestatten, wo es ohne Gefahr geschehen kann und

f. in vielen Fällen die Aufstellung einer Wärterhütte, oder die Erbauung eines Wärterhauses.

Die Breiten der Rampen für die einfachsten Fusswege bis zu den frequentesten Chausseen in der Nähe grosser Städte können von 1^m bis 12^m variiren und die Ansteigungen von $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{40}$ abnehmen.

Um nicht eine zu grosse Verschiedenheit in den Rampen-Breiten und den damit in Verbindung stehenden Einrichtungen am Oberbau, Barriären etc. zu erhalten, nimmt man die Breiten der Rampen in der Regel zu 1, 2, 2 $\frac{1}{2}$, 3 $\frac{1}{2}$, 5, 7, 9 oder 12 Meter an und wählt die Steigungen zu $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{15}$, $\frac{1}{20}$, $\frac{1}{25}$, $\frac{1}{33}$ oder $\frac{1}{40}$. Diesen Breiten sind als Raum für die Einfriedigung an jeder Seite 0^m,45 hinzuzurechnen.

In flachen Gegenden soll die Steigung der Rampen bei Chausseen 1 : 33 und bei Haupt-Communalwegen 1 : 20 nicht überschreiten, wogegen in bergigen Gegenden dies Verhältniss auf 1 : 24 bis 1 : 16 wachsen kann.

Die Richtung der Rampen hängt meist von der Lage des alten Weges ab und ist dieser Lage entsprechend anzunehmen. Nur wenn der alte Weg an der Stelle der Bahn eine sehr starke Krümmung macht, oder wenn die Bahn von dem Wege unter einem erheblich spitzern Winkel, als 45° durchschnitten wird, oder endlich, wenn durch eine Verlegung günstigere Terrain-Verhältnisse zu erreichen, oder sehr kostspielige Grunderwerbungen zu vermeiden sind, wird von der alten Richtung des Weges abzuweichen sein.

Dabei ist eine möglichst rechtwinkelige Durchkreuzung wünschenswerth, jedoch auch Durchkreuzungen bis zu einer Neigung des Weges gegen die Bahnachse von 30° noch zulässig.

Die technischen Vereinbarungen des D. E. V. schreiben in dieser Beziehung vor: I. §. 39. Der Winkel, unter welchem die Uebergänge im Niveau der Bahn die Gleise durchkreuzen, soll in der Regel nicht kleiner sein als 30 Grad.¹⁾

¹⁾ Es sind jedoch auch schon öfters Wegeüberführungen unter sehr spitzen Winkeln ohne

Gewöhnlich behält sich die Regierung das Recht vor, in jedem besondern Falle die Richtung, welche ein zu verlegender Weg nehmen soll, zu bestimmen, desgleichen die Angabe seiner Breite, das Maximum der Steigungen von den Rampen und das Minimum der Curven-Radien von den Zugängen.

Rampen für Fusswege und Schiebkarrenwege werden bei höhern Dämmen oder tiefern Durchstichen mit Vortheil parallel zur Bahn an den Böschungen derselben hinauf gelegt, weil die Rampen auf diese Weise erheblich weniger an Terrain und Erdarbeiten erfordern. Vergl. Fig. 5 auf Tafel XXIII.

Feldwegen darf man häufig Contrecurven geben, wodurch sich die Steigung beim Ueberführen über einen Damm verringert und wobei man kürzere und gerade Rampen-Canäle erhält, wie aus Fig. 2 auf Tafel XXIII zu ersehen ist.

Bei dem Wechsel von Damm und Einschnitt wird der alte Weg, um ihn im Niveau überführen zu können, an die Stelle gelegt, wo sich Damm und Einschnitt trennen. Siehe Fig. 3 auf Tafel XXIII.

Zuweilen führt man den Weg *a, b* (Fig. 8, Tafel XXIII) nicht ohne seine Haupt-richtung zu verändern, über den hohen Damm, sondern an beiden Seiten der Bahn eine Strecke parallel, um ihn an einer Stelle im Bogen überzuführen, wo der Damm niedriger ist.

Bei Rampen für Wege, welche die Bahn unter einem schiefen Winkel kreuzen, sind die Dreiecke *a b c* der Fig. 6, Tafel XXIII horizontal, event. der Neigung der Bahnlinie entsprechend anzulegen, so dass das Gefälle resp. die Steigung der Rampen erst bei dem rechtwinkelig gegen die Richtung der Rampen construirten Linien *a-b* beginnt. Die technischen Vereinbarungen des D. E. V. bestimmen:

I. §. 42. Bei Chausseen ist der Wegübergang in einer solchen Länge nahezu horizontal anzulegen, dass die Fuhrwerke fast horizontal stehen, bevor die Zugthiere an der Deichsel die Schienen erreichen.

Die Entfernung von der Linie *a b* bis an die Schienen muss demnach 6 bis 7 Meter betragen.

Wenn eine Strasse bereits das zulängliche Maximal-Gefälle z. B. in einem besondern Falle 1 : 20 hat, so muss sie, um mit demselben Gefälle über den Damm gehoben zu werden, in der Trace verlängert werden, wie Fig. 1 auf Tafel XXIII zeigt.

Falls der Wegübergang in einem Einschnitt liegt oder der Fahrweg gegen die Eisenbahn geneigt ist, muss das Längenprofil des Fahrwegs wenigstens bei Hauptwegen auf 15 Meter an der Einschnitts-Seite von der Barriere an der Bahn ab, horizontal sein, um das Anhalten der Fuhrwerke jenseits der Haltepfähle zu ermöglichen, indem, wenn dieses nicht angeordnet wird, leicht die Wagen auf dem abschüssigen Wege herabrollen und im Augenblicke des Vorüberfahrens vom Zug auf diesen stossen können.

Einschnittsrampen bei Wegen sind ausserdem je nach der Localität häufig dem Verschneien ausgesetzt und die Wasserabführung hat, wenn der betreffende Weg von

erhebliche Nachtheile ausgeführt, so theilt Oberingenieur Wolheim in Kiel, im Organ 1867 S. 200 mit, dass die Chaussee von Kiel nach Lübeck die ostholsteinische Bahn in der Nähe der Haltestelle Raistorf einmal unter einem Winkel von 19° und hierauf sogar unter 9° schneidet. Dies geschah auf besondern Wunsch der Chausseeverwaltung, um die Verlegungen der geraden Chaussee zu vermeiden. Es sollen sich nach 3 jährigem Betriebe für den Wagenverkehr durchaus keine Unzuträglichkeiten herausgestellt haben, wenn nur das Pflaster der Ueberfahrt stets in gutem und vollkommen horizontalen Zustande erhalten wird. Für den Eisenbahnverkehr liegt freilich die Unannehmlichkeit vor, dass der Wagenverkehr eine längere Strecke — im vorliegenden Falle etwa 45^m — auf dem Bahnplanum sich bewegt. Dieser Uebelstand dürfte jedoch leicht durch das Angenehme ausgeglichen sein, Wegeverlegungen zu vermeiden, und den ankommenden Wagen eine freiere Aussicht nach den Bahnbarrieren zu verschaffen, als wenn der Weg mit Contrecurven auf die Bahn stösst.

grösseren Gräben begrenzt ist, zuweilen Schwierigkeiten. Die Länge einer solchen Einschnittsrampe wird überdies meistens grösser als die einer gleich hohen Auftragsrampe, da man auch bei untergeordneten Wegen verlangen wird, dass eine gewisse Länge vor der Bahn wenigstens gleich der des bespannten Fuhrwerkes horizontal sei, weil, wie eben bemerkt, ein Halten des Fuhrwerkes auf einem Gefälle unsicher ist, um so mehr, je steiler dasselbe und je besser der Weg befestigt ist, während man bei Auftragsrampen eine solche Horizontale nur bei Chausseen herzustellen pflegt, oder wenn seitlich Parallelwege einmünden, wenigstens in der Breite letzterer herstellen muss.

Schwierigkeiten der Wasserabführung treten auch bei von beiden Seiten nach der Bahn zu fallenden Einschnittsrampen, die zur Ermöglichung einer Wegüberführung angelegt werden mussten, ein. In diesem Falle muss die Localität gestatten, dass das in dem Sacke sich ansammelnde Himmelwasser durch einen Canal nach einem tiefer gelegenen Recipienten abgeführt werden könne.

Sind die Wegüberführungen in einer geringern Breite auszuführen, als die Breite der alten Wege ist, so wird man in vielen Fällen zweckmässig die Rampen nach der Bahn zu in ihrer Breite abnehmen lassen, um so nach Art der Fig. 4 auf Tafel XXIII den alten Weg allmählich zu der Breite der Wegüberführung hinzuleiten.

Auf französischen Bahnen hat man an einigen sehr wichtigen Uebergangswegen, wo die Frequenz sehr bedeutend ist und die zahlreichen Züge der Bahn das häufige Abschliessen der Barriären nöthig macht, zuweilen für den Gebrauch von Fussgängern, Reitern und selbst von leichtem Fuhrwerke neben dem Niveaübergang noch einen schmalen Hilfsweg oder kleines Brückthor unter der Bahn, welche mit kleinen Zugangsrampen versehen sind und nach dem Wegübergang auslaufen.²⁾

§. 3. *Rampen-Canäle.*³⁾ — Um dem in den Seitengräben der Bahn sich ansammelnden Tage- oder Quellwasser den erforderlichen Abfluss nach den die Bahn kreuzenden und überbrückten Flüssen, Bächen und Gräben zu verschaffen, sind unter den Rampen der Wegüberführungen häufig Canäle anzulegen. Zur thunlichsten Beschränkung der Kosten für solche Rampen-Canäle muss schon bei Projectirung der Graben-Gefälle in dem Längen-Profilе Rücksicht auf die Niveaübergänge genommen, und wenn es ohne sonstige Nachtheile angeht, der Scheitelpunkt der Gräben an die Wegüberführungen gelegt werden, wodurch dann natürlich die Rampen-Canäle entbehrlich sind.

Müssen jedoch Rampen-Canäle angelegt werden, so ist zuerst ihre lichte Weite den Wasserverhältnissen nach möglichst gering anzunehmen. Es werden häufig Thon- oder gusseiserne Röhren, Deckeldohlen (Plattendurchlässe), oder Canäle in einer Lichtweite von 0^m,30 — 0^m,44 genügen und ist nicht etwa aus der Rücksicht, dass dieselben bestiegen werden sollen, eine grössere Weite zu projectiren, es sei denn bei besonders langen Rampen-Canälen. Die Reinigung derselben kann von den Bahnwärtern in der Regel sehr wohl mit Stangen ausgeführt werden.

Bei hohen und die Bahn unter einem sehr spitzen Winkel kreuzenden Rampen ist es zur Verringerung der Länge der Rampen-Canäle zweckmässig, dieselben nicht parallel zur Bahn, sondern rechtwinkelig gegen die Rampe und dem Fusse der Rampe genähert anzulegen. (Siehe Fig. 6, Tafel XXIII bei *d*).

Die Stirnen der Rampen-Canäle werden in der Regel am billigsten und zweckmässigsten möglichst klein angenommen, zu welchem Zwecke die Rampen-Canäle selbst

²⁾ Siehe Göschler, *Traité prat. de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer.* Tome I. pag. 72.

³⁾ Nach der Dienstanweisung für den einen Bau an den Hannoverschen Eisenbahnen leitenden Ingenieur. S. 38.

soweit es geht, aus der Böschung herauschneiden müssen. Die Art der zu wählenden Rampen-Canäle wird von den Kosten und der Güte der verschiedenen Materialien zu denselben, wie sie in einem Baubezirke zu erhalten sind, abhängen. Wir beschreiben im Folgenden einige der gebräuchlichsten Arten von verschiedenen Bahnen.⁴⁾

Kleine Siele wurden auf den Hannoverschen Bahnen aus 3 Stück Drains von je 98^{mm} Weite hergestellt, die in den drei Ecken eines Dreiecks angeordnet sind, 2 unten und der dritte Drain darüber. In Trassmörtel gelegt auf dem gewachsenen Boden, event. noch ein Lehmschlag herum. Sie kosten per laufenden Meter Material und Legen etwa 12 Sgr. und an Erdarbeit 4½ Sgr. Ferner bedient man sich halbrunder Canalsteine, welche aus einem Hohlziegel von 300^{mm} im Lichten Weite und 40^{mm} Wandstärke hergestellt werden (Fig. 1). Diese Ziegel sind gewöhnlich in Länge von 420 bis 500^{mm} zu haben und der Canal kostet per laufenden Meter etwa 1 Thlr. ohne Erdarbeit. Sie werden in Verband in Thon oder besser in Mörtel gelegt, und am Auslauf kann man eine kleine Stirn, die etwa 300^{mm} unter Canalsole reicht, mauern, oder man lässt die Röhre aus der Rampenböschung herauskommen und bringt ein halbrund ausgeschnittenes verticales Brett, vor welchem zwei Spundbretter zur Seite herunter gerammt werden, um Unterspülen zu verhindern, an.

Fig. 1.



Durch Dazwischenlegen von ein oder zwei Backsteinlagen kann eine Vermehrung der Lichthöhe um 60 resp. 120^{mm} erzielt werden. Letztere Construction ist auf der Venlo-Hamburger Bahn mit Sielziegeln von 235^{mm} Weite für die kleinsten Seitendurchlässe angewendet. (Fig. 2.)

Fig. 2.



Mit Benutzung ähnlicher Ziegel sind auf der Bremen-Oldenburger Bahn selbst Durchlässe unter höhern Dämmen (3^m, 50

Fig. 3.

und mehr), oval von 493—518^{mm} Höhe und 395^{mm} Weite angewendet, deren Durchschnitt Fig. 3 zeigt, welche an Material pro laufenden Meter etwa 1 Thlr. 25 Sgr. Arbeitslohn in Allem 15 Sgr., zusammen 2 Thlr. 10 Sgr. pro Meter gekostet haben.



Jede gemauerte Stirn von etwa 493^{mm} Dicke kostete 5 Thlr. Für Rampen-Canäle passen diese Constructionen ebenfalls, während sie in Bahndämmen etwas schwach sein möchten und guten festen Untergrund erfordern.

Auf der Venlo-Hamburger Bahn kommen Röhrendurchlässe unter Dämmen vor, welche aus Ausschussröhren von Steingut mit Muffen, welche zu Wasserleitungen nicht geeignet sind, hergestellt, eine Weite von 235^{mm}, 314 und 392^{mm} haben. Sie werden auf die ganze Länge mit einem 314^{mm} hohen Fundament untermauert, welches resp. 628, 785 und 942^{mm} breit ist und sie erhalten kleine normale Stirnen von 628^{mm} Dicke mit einer 314 bis 942^{mm} nach Bedarf unter der Sohle des Fundaments herabreichenden Heerdmauer, die bis zu 942^{mm} unten stark wird. Die Sohle der Röhre mit der Grabensohle gleich hoch.

Die einzelnen Röhrenstücke geben etwa 628^{mm} Nutzlänge. Die Untermauerung wird bei Rampen-Canälen, wozu sich diese Röhren auch eignen, manchmal fehlen können. Im Bahndamm sind 942^{mm} Tiefe von Oberkante-Röhre bis Schienenunterkante erwünscht, in Wegerampen werden 471 bis 628^{mm} Erde darüber genügen. An Rampen-Canälen kommen auf dieser Bahn cylindrisch gewölbte von 314, 472 und 628^{mm} Weite

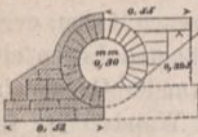
Fig. 4.



⁴⁾ Die folgenden Mittheilungen über Rampen-Canäle verdanken wir dem Herrn Baurath von Kaven, seither in Hannover, jetzigem Director des Polytechnicums in Aachen.

vor, welche ohne weiteres Fundament auf den rund ausgehobenen Boden gelegt und in Trassmörtel gemauert werden. (Fig. 4.) Sie sind $\frac{1}{2}$ Stein = 130^{mm} stark. Ebenfalls normale Stirnen (rechtwinkelig gegen die Achse des Canals, also parallel mit der Rampe von etwa 472^{mm} Stärke, mit nach Umständen herabreichender Vertiefung oder Heerdmauer. Die Stirnen mit 115^{mm} starken, 523^{mm} breiten Sandsteinplatten abgedeckt.

Fig. 5.



Auf der Heppens-Oldenburger Bahn sind Rampen-Canäle (Seitendurchlässe) von 300 bis 500^{mm} Weite kreisförmigen Querschnitts $\frac{1}{2}$ Stein (125^{mm}) stark mit Untermauerung versehen, und mit Thonschlag abgedeckt, hergestellt nach dem Schema Fig. 5. Folgende Tabelle giebt den Materialbedarf und die Kosten, wenn man den Cubikmeter Backsteinmauerwerk Material und Arbeit zu 9 Thlr. rechnet.

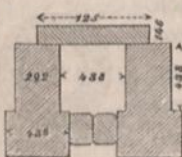
Weite. Meter	C u b i k m e t e r				Breite im Fundament. Meter.	Kosten pro laufenden Meter ohne Stirn. Thaler.
	Jede Stirn excl. Gewölbe	Gewölbe pr. laufenden Meter	Unter- mauerung pr. lauf. Fuss	Zusammen		
0,30	0,096	0,166	0,177	0,343	1,16	3,087
0,40	0,173	0,206	0,236	0,442	1,22	3,978
0,50	0,250	0,245	0,276	0,521	1,40	4,789

Hierzu kommen noch die Kosten für zwei Stirnen nach dem obigen Satze von 9 Thlr. pro Cubikmeter.

Auf der Bremen-Oldenburger Bahn sind Canäle von 500^{mm} Weite bei 750^{mm} Höhe $\frac{1}{2}$ Stein (etwa 125 bis 130^{mm}) stark und von 1^m Weite und 1^m,25 Höhe aus zwei Rouladen à $\frac{1}{2}$ Stein unter hohen Eisenbahndämmen angewendet; sie sind nicht weiter untermauert und mit 500^{mm} starken, nach Bedarf herabreichenden Stirnmauern, die mit Klinkerrollschicht abgedeckt sind, versehen. Sie kosten pro laufenden Meter (ohne Erdarbeit) 4 Thlr. resp. 11 $\frac{1}{2}$ Thlr. und mit 2 Stirnen zu jedem resp. 2 · 12 $\frac{1}{2}$ = 25 Thlr. und 2 · 33 = 66 Thlr. an Material und Arbeit. Diese Canäle sind aus gewöhnlichen Backsteinen und in massiven Baugruben zur untern Hälfte mit Mörtel aus Portland-Cement (1 Vol. Cement und 2 Vol. Sand), zur obern mit Trassmörtel (1 Vol. Trassmehl, 1 Vol. gelöschten fetten Kalk, 1 Vol. Sand) gemauert, an trocknen Orten ganz mit letzterm Mörtel. Sie eignen sich ebenfalls zu Rampen-Canälen, wo dergleichen von dieser Grösse erforderlich sein sollten.

Auf den Hannoverschen Bahnen sind Platten-Canäle von 438 bis 584^{mm} im Quadrat mit 146^{mm} dicken Platten abgedeckt, in Bruchstein nach dem Schema Fig. 6 hergestellt, welche unter beliebig hohen Rampen verwendet werden können und pro Cubikmeter Mauerwerk und Sandsteinplatten und Heerdpflaster rund 4,66 bis 6,66 Thlr. veranschlagt wurden, ohne Erdarbeit und Wassers schöpfen. Der laufende Meter eines 584^{mm} weiten Canals kostet daher 7,52 Thlr. Von Backstein kann man sie schwächer herstellen, wo dann der Cubikmeter Mauerwerk etwa 9—10 Thlr. kosten kann. Man kann, statt Heerdpflaster anzuwenden, mit nicht viel mehr Kosten das Fundament auch durchgehen lassen.

Fig. 6.



Die Oberkante der Abdeckungen solcher Canäle und überhaupt gemauerter Canäle in Rampen wird man zweckmässig wenigstens 300 bis 450^{mm} unter Oberkante legen, um die Stösse des Fuhrwerks auf das Mauerwerk abzuschwächen.

Anderweit sind auf Hannoverschen Bahnen bezahlt für ovale Canäle aus Formsteinen in Trassmörtel gemauert, 147^{mm} starke Wandung ($\frac{1}{2}$ Stein grosses Format) 730 bei 582^{mm} weit 4 Thlr. pro laufenden Meter, Material und Arbeit und 15 Sgr. Erdarbeit, 582 bei 437^{mm} weit 3,5 Thlr. und 12 Sgr. für Erdarbeit pro laufenden Meter, welche Canäle auch zu Haupt-Entwässerungscanälen auf Bahnhöfen gebraucht wurden.

Auf der Almelo-Salzberger Bahn sind Rampen-Canäle von 438 bis 584^{mm} Weite, rund wie oval (730^{mm} hoch und 584^{mm} weit) $\frac{1}{2}$ Backstein (= 110^{mm}) stark hergestellt und 402^{mm} weit, aus 706^{mm} langen Röhren von gebranntem Thon von 31^{mm} Wandstärke, Nutzlänge jeder Röhre nach Abzug der Muffe etwa 608^{mm}; auf der Venlo-Hamburger Bahn Canäle von 314, 472 und 628^{mm} rund, $\frac{1}{2}$ Stein oder 131^{mm} in den Wandungen stark, auf beiden Bahnen mit gemauerten Stirnen 471^{mm} stark mit 157 oder 105^{mm} dicken, 471 bis 523^{mm} breiten Sandsteinplatten abgedeckt. Wo eine starke Durchströmung eintreten kann, sind die Ein- und Ausläufe wie die an die Stirn anschliessende Grabenböschung auf kurze Längen zuweilen durch Pflaster befestigt.

In Folgendem geben wir noch Einiges über sonstige Constructionen, die sich zu Rampen-Canälen eignen.

Durchlässe aus Schalen von Portland-Cement⁵⁾, zwei über einander gelegte Hälften von 1 Vol.-Theil Kies und 2 Vol.-Theilen Cement hergestellt, 630^{mm} Durchmesser, 78^{mm} Wandstärke auf ein Sohlenpflaster oder die gut mit Steinen abgestampfte Sohle gelegt, ohne Erdarbeit und Stirnen, incl. Transport der Röhren auf $\frac{1}{2}$ Meile pro laufenden Meter 5 Thlr. 18 $\frac{1}{2}$ Sgr.

Platten-Canäle aus Velpker Sandstein.⁶⁾ Nach dem Schema Fig. 7, welches auf Hannoverschen Bahnen angewendet, nur dass bei den folgenden die Platten schwächer sind:

Fig. 7.

 $\frac{1}{50}$ d. nat. Gr.

Lichtweite		Höhe		Deckplatten stark		Sohlen- u. Seitenplatten stark		Preis pro	
Fuss.rh.	Millim.	Fuss	Millim.	Zoll	Millim.	Zoll	Millim.	Fuss Thaler	Meter Thaler
3	942	3	942	5—6	130—157	4	104	4,23	13,55
2 $\frac{1}{2}$	785	3	942	4	104	3 $\frac{1}{2}$	91	3,50	11,20
2	628	2 $\frac{1}{2}$	785	4	104	3 $\frac{1}{2}$	91	2,50	8,20
2	628	2	628	4	104	3 $\frac{1}{2}$	91	2,08	6,66
1 $\frac{3}{4}$	550	1 $\frac{3}{4}$	550	4	104	3	78	1,80	5,86
1 $\frac{1}{2}$	466	1 $\frac{1}{2}$	466	3	78	2	52	1,75	5,60
1	314	1 $\frac{1}{2}$	466	2	52	2	52	1,41	4,8
1	314	1	314	2	52	2	52	1,20	3,84

Für Verlegen (ohne Erdarbeit) unter 628^{mm} Weite 9,6 Sgr. pro Meter, über 628^{mm} Weite 16 Sgr. pro Meter.

Die Platten bei diesen Beispielen sind sehr schwach und man wird bei nicht sehr zuverlässigem Stein die Dimensionen etwas verstärken müssen.

Röhren von Portland-Cement mit Muffen kosten (ohne Legen) frei Hannover:

⁵⁾ Senftleben, in Berliner Bauzeit. IX. Bd. 1859 mit Abbild.; auch im Auszuge Zeitschr. des Hannov. Archit. und Ingen.-Vereins. VIII. Bd. 1862, pag. 422 mit Abbild.

⁶⁾ Canalisirung von Magdeburg, von Heidmann, Berliner Bauzeit. 1859, mit Abbild.; auch im Auszuge in Zeitschr. des Hannov. Archit.- und Ingen.-Vereins. VIII. Bd., 1862. pag. 422. Mit Abbild.

Durchmesser		Wandstärke		Kosten pro		
Zoll Hannover.	Millim.	Zoll rhnl.	Millim.	1. Fuss	Meter	
				Sgr.	Thlr.	Sgr.
9	220	1,75	43	18	2	2
12	291	2,00	50	24	2	22
18	440	2,50	62	30	3	13
24	587	3,00	75	48	5	14

Steinzeug-Röhren von Rasch in Rehme, jede ca. (3' rhnl.) 0^m,94 Bau- oder Nutzlänge kosten ohne Legen:

Durchmesser	6	7	8	9	10	11	12	Zoll rhnl.
	157	183	209	236	261	288	314	Millim.
pro laufende Fuss rhnl.	6,3	8	10	12	14,3	16,6	19	Sgr.
Meter	19,26	25,6	32,0	38,4	45,76	52,88	60,8	Sgr.

Halbrunde Canalsteine pro Stück 365^{mm} lang, von Thon gebrannt, mit ca. 40—50^{mm} Wandstärke, kosten ordinaire pro Stück bei 193^{mm} Weite 3 Sgr., bei 243^{mm} 3¹/₂ Sgr., bessere 415^{mm} lang, pro Stück 5 Sgr., 6 Sgr. und 7 Sgr. bei resp. 194, 242 und 292^{mm} Weite oder Durchmesser.⁷⁾

Rampen-Canäle werden auch zuweilen aus 65 bis 80^{mm} starken Bohlen bis 314^{mm} Weite durch Zusammennageln hergestellt; man wird das Holz zweckmässig zur Erhöhung der Dauerhaftigkeit imprägniren. In moorigem Wasser soll sich auch nicht imprägnirtes Holz, besonders Eichenholz lange halten, wie sich überhaupt diese Canäle am besten conserviren werden, wenn sie grösstentheils untergetaucht, also in meistens wasserhaltigen Gräben liegen, unter hohen Rampen wird man sie, da ihre Erneuerung dann um so schwieriger ist, nicht gern anwenden. Für solche 314^{mm} weite hölzerne Drommen aus 80^{mm} starken Bohlen (Fig. 8) rechnet man nach Pless-



ner⁸⁾ pro laufenden Meter 2 Thlr. 3 Sgr., ferner für 1 laufenden Meter 940^{mm} (3') weite hölzerne Seitendurchlässe mit Feldsteinpflaster 7 Thlr. 29 Sgr. Guss-eiserne Röhren, die in neuerer Zeit häufig, namentlich auf den Zweiglinien der Nassauischen Lahnbahn zu Bahn- und Rampen-Canälen verwendet werden, rechnet man bei 310^{mm} weiten Röhren von 12^{mm} Wandstärke pro laufenden Meter 177,5 Pfd. (pr. 100 Pfd. 3 Thlr.) = 5 Thlr. 10 Sgr., sowie bei 470^{mm} weiten Röhren von 13,3^{mm} Wandstärke pro laufenden Meter ein Gewicht von 290,7 Pfd. = 8 Thlr. 21 Sgr. (ohne Transport und Verlegen).

§. 4. *Parallelwege.* — Wege-Anlagen parallel zur Bahn kommen gewöhnlich nur bei weniger wichtigen Wegen vor, um denselben mit einem ändern Wege einen gemeinschaftlichen Uebergang zuzuweisen und an Wegeüberführungen und Barrière-Wärtern zu sparen. Die Achse dieser zu verlegenden Wege wird dann im Allgemeinen parallel mit der Begrenzung des Bahnkörpers angenommen. Die Breite der Parallelwege ist, wenn nichts Besonderes bestimmt, von der Grabenkante, resp. den Kanten der Böschungen der Bahndämme oder Einschnitte an zu rechnen und wird im Allgemeinen die Breite der frühern Nebenwege beibehalten. Die Parallelwege werden von der Eisenbahn durch einen Graben oder durch eine lebende Hecke oder durch einen trocknen Zaun getrennt und ist es in letztem Falle zweckmässig, dem Schutzgeländer eine grössere Widerstandsfähigkeit als bei gewöhnlichen Bahneinfriedigungen zu geben. An vielen Orten, namentlich in der Schweiz

⁷⁾ Ueber Preisangaben von Canälen, Röhren etc. vergl. noch Collectaneen über Entwässerung und Reinigung von Städten von v. Kaven, Zeitschr. des Hannover. Architecten- und Ingen.-Vereins. IX. Bd., 1863. pag. 291—362 mit Abbild.

⁸⁾ Plessner, Anleitung zum Veranschlagen der Eisenbahnen. 2. Aufl. p. 177.

begnügt man sich mit einem Graben und einem kleinen Erddamm, welcher die Bahn von dem Fahrweg trennt. Man giebt so viel als möglich diesen Wegen eine Neigung von 1 : 33 bis 1 : 20 quer nach Aussen, damit das Wasser nie an die Seite der Bahn abfließt.

Für die gewöhnlichen Parallelwege zur Feldbestellung in ebenen Gegenden ist eine weitere Befestigung in der Regel nicht erforderlich, und ist nur eine Ausgleichung der hervortretenden Unebenheiten mit Beibehaltung der natürlichen Steigungen des Terrains vorzunehmen, wobei auf die Erhaltung der Entwässerung der benachbarten Grundstücke Bedacht zu nehmen ist. Bei Parallelwegen an Berghängen sind dagegen öfters künstliche Befestigungsarten erforderlich.

Die für die Herstellung der Parallelwege erforderlichen Brücken und Durchlässe werden meist nach denselben Grundsätzen, wie die Brücken im Eisenbahndamme ausgeführt; in vielen Fällen wählt man jedoch Holzconstruction des Oberbaues, wo in dem Eisenbahn-Damme massive Gewölbe oder Eisenträger angewendet werden.

Bei Projectirung der Parallelwege ist namentlich darauf zu achten, ob nicht Brücken oder Durchlässe durch gepflasterte Mulden oder Fahrten zu ersetzen sind, was in sehr vielen Fällen erfahrungsmässig angehen wird, und wodurch oft namhafte Kosten erspart werden können. — Vergl. Fig. 6, Tafel XXIII bei *m m*.

§. 5. *Oberbau der Niveauübergänge.* — Derselbe bezweckt sowohl die Herstellung einer festen und ebenen Fahrbahn für die Strassenfahrwerke, als auch das Offenhalten einer Rinne an der innern Kante der Bahnschienen für die Spurkränze an den Rädern der Eisenbahnfahrzeuge, damit die Bewegung von Strassen- und Eisenbahnfahrwerken an diesen Punkten ebenso leicht und sicher als an den übrigen Stellen der Fahrstrasse und Eisenbahn stattfinden kann. Es bietet dieses einige Schwierigkeiten, da die Befestigung der Fahrstrasse an dem Niveauübergang der Art hergestellt werden muss, dass die Unterlagen des Bahnoberbaues leicht und schnell frei gemacht werden können, um sie bequem unterstopfen und nöthigenfalls erneuern zu können, und ebenso rasch muss die Befestigung wieder hergestellt werden können, damit die Communication auf der Strasse keine längere Unterbrechung erleidet. Ausserdem hat die feste Begrenzung der tiefen Rinnen für die Spurkränze der Räder schon häufig Veranlassung gegeben, dass sich die Hufeisen der Pferde in dieselben einzwängen, in Folge dessen nicht selten die Hufe abgerissen wurden und die Eisenbahnverwaltungen bedeutende Entschädigungen für verlorene Pferde bezahlen mussten.

Bei Chausseen, Landstrassen und frequenten Communalwegen wird die Spurkränze rinne gewöhnlich von einer mit der Hauptschiene in Stühlchen verbundenen zweiten Schiene gebildet. Diese Doppelstühle sind der Art zu construiren, dass die Rinne für den Spurkränze 67^{mm} breit wird, die Hauptschiene die gewöhnliche Neigung, die zweite (Schutz-) Schiene dagegen keine Neigung erhält. Zugleich müssen diese Stühlchen eine hinlängliche Höhe erhalten, damit bei Ausführung des Pflasters von der Fahrstrasse über den Bahnoberbau die Pflastersteine nicht die Querswellen berühren, indem sonst sehr bald das Pflaster losgerüttelt werden und in einen mangelhaften Zustand kommen würde. Die Befestigung der Schienen in den Doppelstühlen geschieht bei doppelköpfigen Schienen gewöhnlich mittelst an der äussern Seite eingetriebenen Holzkeilen und bei breitbasigen Schienen mittelst Schraubenbolzen in der in vorstehender

Fig. 9.

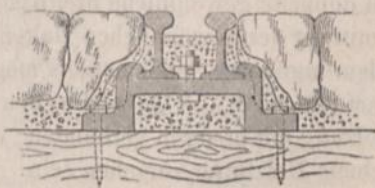
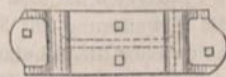


Fig. 10.



= $\frac{1}{15}$ d. nat. Gr.

Fig. 9 dargestellten Weise von den Niveaübergängen der Hannoverschen Staatsbahn. Dabei werden die Schienenfüsse an der äussern Seite durch an den Stühlen angegossene vorspringende Nasen festgehalten, während über die innern Schienenfüsse eine entsprechend geformte Unterlegplatte greift und diese mittelst zwei Schraubenbolzen an die Bodenplatte festgeschraubt wird. Die Muttern sitzen obenauf und werden durch einen Büchenschlüssel angezogen, wobei das Drehen der Bolzen durch viereckige Ansätze in der Bodenplatte des Stuhls verhindert wird. Letztere wird durch eine unterhalb angegossene Längsrippe verstärkt, sowie, um das Spalten der Querschwellen zu verhindern, die Nagellöcher in den Endflantschen des Stuhls etwas versetzt sind, wie der Grundriss Fig. 10 zeigt.

Die zweite (Schutz-) Schiene ist an den Enden auf etwa 300^{mm} Länge um 25^{mm} nach aussen zu biegen, damit unerwartet in der Spur etwa differirende Räder allmählich in die Rinne eingeleitet werden, so dass die Weite der Rinne am äussersten Ende mindestens 92^{mm} beträgt⁹⁾; es ist zweckmässig, wenn diese Erweiterung wenigstens 500^{mm} über den Rand der Fahrstrasse hinausragt.

Um das Einklemmen der Hufe von den Zugthieren zu verhindern, muss die Tiefe der Spurkranzrinne auf 38^{mm} ermässigt werden; dies kann entweder dadurch erreicht werden, dass man ein Futter von festem Holze in dem Boden der Rinne anbringt, oder dass man in die Rinne feinen Steinschlag bis zu der angegebenen Höhe fest einstampft.

Wenn die Breite der Wegeüberführung es gestattet, werden die Contre- oder Schutzschienen auf die ganze Länge des Ueberganges so gelegt, dass ihre Fugen nicht mit denen der Hauptschienen zusammentreffen.

Früher hatte man auf einzelnen deutschen Bahnen eine besondere in nebenstehender Fig. 11 skizzirte Wegeübergangsschiene angenommen, welche

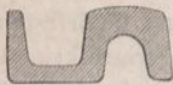


Fig. 11.

mit versenkten Nägeln, wie die Flachschiene auf Langschwellen befestigt und zwischen dem übrigen Querschwellen-Oberbau an den Stellen der Plantübergänge auf einzelnen tiefer liegenden Querschwellen eingelegt wurden. Bei dieser Schiene hat zwar die Rinne nicht den Nachtheil, dass sich die Hufe festklemmen können, aber sie bedingt die Unterbrechung des laufenden Gleises bei jedem Niveauübergang, vermehrt die Zahl der Schienenstücke und Fugen und lässt sich mit den Schienen des laufenden Gleises weder durch Verlaschung, noch sonst wie gut verbinden, was ein grosser Uebelstand ist. Ausserdem eignen sich diese Schienen auch nicht zur Ausweitung am Ende der Rinne und zur Erweiterung der Bahn in den Curven; man hat deshalb dieselben längst wieder aufgegeben.

Statt dessen wird in neuerer Zeit häufig der Oberbau von Niveau-Uebergängen durch doppelte gewöhnliche breitbasige Schienen gebildet, die auf Langschwellen ruhen und mittelst der gewöhnlichen Hakennägel befestigt werden. Dabei ist eine Verlaschung mit dem laufenden Schienengleis möglich und sind unter den Langschwellen in Entfernungen von ca. 1^m,50 Querschwellen angebracht, sowie letztere durch Einkämmen und Verbolzung mit ersteren verbunden; der Boden der Spurkranzrinne muss dann ebenfalls mit einem Holzfutter versehen sein. Obwohl bei dieser Construction die Schienenstühle

⁹⁾ In Frankreich hat man die normale Weite der Spurkranzrinne nur auf 55^{mm} angenommen und beträgt die Erweiterung auf 300^{mm} Entfernung von dem Endstuhle im Ganzen nur 70^{mm}, doch verlängert man daselbst die Schutzschiene gewöhnlich noch um weitere 250^{mm} und giebt ihr am äussersten Ende einen Abstand von 100^{mm}, um etwa enger aufgekeilte oder stärker abgenutzte Räder noch in die Spurkranzrinne einzuleiten und heftige Stösse gegen die Schutzschiene zu vermeiden. Vergl. Goschler I. p. 428.

erspart werden, so ist die Unterhaltung des Planübergangs auf Langschwelen doch kostspieliger als auf Querswelen.

Auf der Badischen Staatsbahn hat man den Oberbau der Niveaübergänge nach zwei verschiedenen Constructionen ausgeführt. Bei der einen Construction sind zwei breitbasige Schienen in der für die Spurkranzrinne bestimmten Entfernung von 67^{mm} mit Hakennägeln auf kurzen eichenen kantigen Langschwelen, nur wenig breiter als die beiden Schienenfüsse, befestigt, die auf die Hälfte ihrer Dicke in ausgehauenen Lagern von $600 \times 600^{\text{mm}}$ grossen und 350^{mm} dicken Sandsteinwürfeln liegen, welche in einem guten Schotterbett auf Steingestück ruhen. Bei der andern in neuester Zeit, namentlich bei sehr frequenten Strassentübergängen, ausgeführten Construction ist das laufende Gleis *a* nach neben-

stehender Fig. 12 auf die Breite des gepflasterten Wegetübergangs auf einer eichenen kantigen Langschwelle von 300^{mm} Breite und 150^{mm} Dicke mit Hakennägeln befestigt; unter den Langschwelen liegen in Entfernungen von $1^{\text{m}}, 40$ eichene Querswelen, mit denen jene durch Aufkämme und Nagelung fest verbunden sind. Die Lang- und Querswelen ruhen in einem guten Schotterbett und unter diesem befindet sich noch ein Steingestück oder Rollpflaster. Neben

der Schiene *a* ruhen ferner auf der Langschwelle innerhalb die Schutzschiene *b* in der lichten Entfernung von 67^{mm} und ausserhalb, auf dem Kopfe stehend, die Schiene *c*; beide Schienen sind durch am Steg durchgehende Schraubenbolzen solid mit der Schiene *a* verbunden und wird der lichte Raum für die Spurkranzrinne zwischen *a* und *b* durch eiserne die Bolzen umgebende Hülsen gesichert. An die Schienen *b* und *c* stösst ein gutes schichtenmässiges Pflaster, welches sich sehr dauerhaft ausführen lässt, da die Pflastersteine nicht mit den hölzernen Lang- und Querswelen in Berührung kommen können.

Die erstere Construction bietet den grossen Vortheil, dass die kurzen, lose in den Einkämmungen der Würfel ruhenden Langschwelen mit den Schienen herausgehoben, in einem Augenblick unterlegt oder ersetzt werden können, ohne dass der übrige Theil der Fahrstrasse (Pflaster oder Chaussee) verletzt wird.

Bei der Lyoner Bahn bedient man sich verdickter Querswelen, die auf jeder Seite der Schienen und Schutzschienen ausgekehlt oder ausgeschnitten sind, um eine vollkommen horizontale Pflasterung auch über den Swelen ausführen zu können. Diese Anordnung ist jedoch durch den bedeutenden Holzverlust kostspielig und zugleich umständlich.¹⁰⁾

In letzterer Zeit bestrebt man sich, alle Theile der Niveaübergänge mehr zu vereinfachen. Man legt die Schienen und Schutzschienen wie bei dem auf der übrigen Bahnstrecke angenommenen System auf Querswelen. Man vermindert die Dicke der Sanddecke und die Höhe der Pflastersteine über den Querswelen etwas, was bei den jetzigen höhern Schienen allenfalls angeht.

In neuester Zeit lässt man selbst vielfach bei Hauptstrassentübergängen die Schutzschiene ganz weg und bildet die Spurkranzrinne durch entsprechend zugehauene Pflastersteine (Kantensteine). Fig. 13 zeigt einen derartigen Oberbau der Niveaübergänge von der Altona-Kieler Bahn, wobei die Schiene auf die Breite des Übergangs auf Langschwelen mittelst Hakennägeln befestigt und die Seitenflächen der Swelen oberhalb auf die Breite des Fusses zugeschärft sind. Unter den Langschwelen sind zur Sicherung der Spur und zur Gewinnung einer grössern Bettungsfläche noch Querswelen angebracht. Die Spurkranzrinne wird sehr einfach durch eine Reihe schräg angesetzter Pflastersteine von gleicher Dicke gebildet.

Fig. 12.

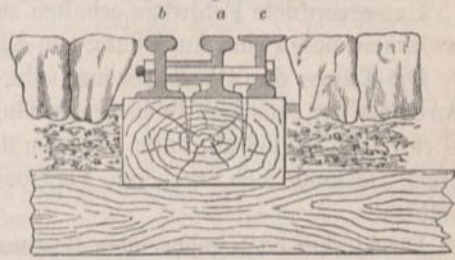
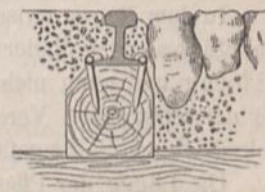
= $\frac{1}{15}$ d. nat. Gr.

Fig. 13.

= $\frac{1}{15}$ d. nat. Gr.

¹⁰⁾ Vergl. Goschler I. p. 427.

Für grössere Feldwege und kleinere Communalstrassen hat man schon längst den Niveau-Übergang in einfachster Weise dadurch hergestellt, dass man ihn auf die Breite der Querschwellenlänge mit Bohlen abdeckt, und ohne jegliche Flach- oder Schutzschiene anlegt. Die Bohlen liegen 2^m,50 breit, und es stösst direct dagegen das Pflaster des Übergangs; dazu bedient man sich 80^{mm} starker Bohlen und Futtert mit Brettern die Schwellen soviel auf, bis die Bohlung um 1½^{mm} unter den Schienen liegt. Diejenigen beiden Bohlen, welche im Gestänge den Schienen am nächsten liegen, kehlt man für das Profil des Radflantsches aus. Der übrige Theil des Wegeübergangs wird mit Kopfstein- oder Feldsteinpflaster soweit gepflastert, als die Bahn breit ist.

Untergeordnete Feldwege erhalten zu beiden Seiten der Schienen nur Streichbohlen und zwischen diesen eine Ausfüllung von Kleinschlag.

Die Länge des Oberbaues und die damit zusammenhängende Breite des Steinpflasters oder der sonstigen Befestigung hängt von der Breite und Bedeutung des Weges, sowie von dem Winkel ab, unter welchem der Weg die Eisenbahn durchkreuzt. Die aus letzterem Umstande sich ergebende Vergrösserung der Breite ergibt sich durch Rechnung von selbst.

Die hierher noch gehörenden Bestimmungen des D. E. V. lauten:

I. §. 40. Bei Wege-Übergängen in Gleisen von normaler Spurweite soll die Rinne für den Spurkranz 67^{mm} breit und wenigstens 38^{mm} tief sein. Ueber diese Tiefe darf am innern Rande der Schiene überhaupt kein Constructionstheil hervorragen.

Bei Übergängen über Gleise mit einer vergrösserten Spurweite ist die Rinne für den Spurkranz um ein gleiches Maass über 67^{mm} zu erweitern.¹¹⁾

§. 41. Diese Rinne ist so zu construiren, dass die übergehenden Zugthiere sich nicht mit einem Theile ihrer Hufe darin festklemmen können.

§. 43. Die Ausfüllung des Raumes zwischen den Schienen muss ohne Wölbung ausgeführt werden.

§. 44. Die Weglassung der Schutzschienen auf den Wege-Übergängen ist zulässig.

§. 6. *Pflasterung, Chaussirung oder Verkleisung der Wege-Üeberführungen.* — Je nach der Bedeutung des Wege-Übergangs wird derselbe auf die Breite der Fahrstrasse gepflastert oder chausirt, oder auch nur etwas bekiest. Bei einigermaassen frequenten Strassen ist die Pflasterung jeder andern Art von Befestigung vorzuziehen.

Die rechtwinkelige Breite der Fahrbahn kann in der Regel ½, ¼, 2 oder 2½ Meter schmaler angenommen werden, als die festgesetzte Breite der Rampen. Ausgenommen hiervon sind die Viehtriften, bei denen gewöhnlich gar keine Befestigung des Oberbaues erforderlich ist, wenn dieselben nicht zugleich auch zum Ueberfahren dienen, in welchem letztern Falle der Oberbau und die Befestigung der Fahrbahn dem Fuhrwerk entsprechend breit zu projectiren ist.

In dem Raum zwischen den Schutzschienen, sowie zwischen den Gleisen und auf einem Stück ausserhalb der Gleise ist die Pflasterung in der Höhe des Schienenkopfes, ohne Wölbung und auch nicht muldenförmig auszuführen. (Vergl. den oben angeführten §. 43 der technischen Vereinbarungen). Ausserhalb der Gleise giebt man dem Pflaster zweckmässig ein Seitengefälle von ¼ bis ⅓.

Die Länge der Pflasterung in der Richtung der Rampen ist durchgängig bis zur Kronenbreite anzunehmen, dabei jedoch zu berücksichtigen, dass bei schiefwinkeligen

¹¹⁾ Vorstehender Paragraph ist auch mit dem §. 8 IV. der »Einheitlichen Vorschriften« übereinstimmend.

Ueberführungen das Pflaster rechtwinkelig der Rampen endigen muss. (Siehe Fig. 7 auf Tafel XXIII).

Bei Anwendung von Spurböhlen ist der Raum zwischen denselben je nach der Bedeutung des Weges mit Steinschlag oder Kies zu befestigen.

Die zu Pflasterungen zu verwendenden Steine sollen möglichst fest sein, müssen sich in Würfelform mit geraden Kopf- und Seitenflächen zuhauen lassen und dürfen keine schiefrige Textur haben. Vorzugsweise eignen sich dazu der Gabbro, der feinkörnige, weniger Feldspath enthaltende Granit, der Basalt (doch wird letzterer an der Oberfläche leicht zu glatt, weshalb keine zu dicke Steine zu wählen sind), der Grünstein, die härteren Kalksteine (Uebergangs-Alpen- und Jurakalke) und von Sandsteinen nur die festern Gattungen mit kieseligem oder eisenhaltigem Bindemittel.

Eine etwas keilförmige Bearbeitung der Steine und eine gewölbartige Zusammensetzung derselben auf dem Grundbau ist sehr zu empfehlen, indem sich die Steine bei dem Nachrammen des Pflasters fest aneinander setzen und verspannen.

Damit die Zugthiere nicht so leicht ausgleiten und die Abnutzung des Pflasters mehr gleichförmig geschehe, darf man die Pflastersteine nicht über 150 bis 180^{mm} ins Gevierte nehmen, und die einzelnen Steine möglichst gleich gross machen. Ist dieses zu kostspielig, so müssen die Steine so verlesen werden, dass immer gleich breite in eine und dieselbe Reihe kommen. Bei weichern Steinen (Sandstein, Kalkstein) nimmt man gewöhnlich eine grössere Breite bis zu 200^{mm} an. Eine gute Form ist auch 80 bis 110^{mm} Breite, 120 bis 200^{mm} Länge und 150^{mm} Höhe.

In Gegenden, wo man keine Bruchsteine findet, werden auch unregelmässige Schlagsteine zu einem s. g. Mosaikpflaster, sowie grössere Flussgerölle oder Kiesel zur Pflasterung verwendet. Diese Steine haben meist eine sehr unregelmässige Gestalt, deswegen sollte man sie nicht unzubereitet verarbeiten; man sucht vor Allem eine der Flächen als Kopf eben zu hauen und richtet dann die übrigen Seiten so gut zu, als es die Gestalt und Sprödigkeit der Steine erlaubt.

Bei gänzlichem Mangel an Steinen wendet man, wie in Holland und Ostfriesland, die härtesten Klinker, auf die hohe Kante gestellt, zum Pflaster an, welches zwar dem schweren Frachtfuhrwerke nicht widersteht, aber bei leichterem Fuhrwerke sehr glatt und dauerhaft ist.

Jedes Pflaster muss auf einem Untergrunde liegen, welcher das Wasser durchlässt und also nicht durch Nässe erweicht, z. B. Steinabfällen, Kies, Sand. Besteht der Untergrund aus Thon- oder Dammerde, so sollte das Pflaster auf eine 300^{mm} hohe Sand- oder feine Kieslage gesetzt werden; besteht es aus Steinen, so ist immer soviel Sand nöthig, als eben zur Einsenkung des Pflasters bei dem Nachrammen erfordert wird, wozu eine Schicht von 90 bis 120^{mm} genügt.¹²⁾ Jeder Stein ist fest zu unterstopfen, in den Stossfugen gehörig mit Sand zu speisen und an die bereits gesetzten Steine so dicht wie möglich anzutreiben. Das Pflaster ist hinreichend überhöht zu setzen und bei sorgfältigem Einspülen von Sand bis zur völligen Festigkeit nach der Schablone zu rammen.

Bei den Planübergängen, wo der Oberbau auf Querschwellen mit Stühlchen hergestellt ist, kann man Pflastersteine von 150 bis 180^{mm} Höhe mit einer Sandschicht von 50 bis 80^{mm} Dicke über den Schwellen verwenden, bei den Uebergängen jedoch, wo die 130^{mm} hohen Schienen ohne Stühlchen direct auf den Querschwellen liegen, muss die Höhe der Pflastersteine auf 100 bis 120^{mm} und die Dicke der Sandschicht auf 20 bis 30^{mm} vermindert werden.

Bei frequenten Niveau-Uebergängen in Städten werden zuweilen zum bessern Anschluss an die Asphalt- oder Platten-Trottoirs der anstossenden Strassen zu beiden Seiten der gepflasterten Fahrbahn Fusswege von Steinplatten hergestellt, so dass sie mit alleiniger Unterbrechung der unvermeidlichen Spurkranz-Rinnen eine den gewöhnlichen Platten-Trottoirs ganz gleiche Fläche darbieten, welche in der Höhe der Schienen-Oberkante liegend, auch überall mit dem nöthigen Gefälle angeordnet und durch Parallel-Gossen entwässert, dann auch einen ebenen und jederzeit trocknen Weg gewähren. Zu dem Ende werden 111 bis 125^{mm} dicke Platten von hartem Sandstein oder Granit etc. in möglichst grossen Stücken, regelmässig auf die Breite des Fusswegs zusammengefügt und

¹²⁾ Vergl. Becker, M., der Strassen- und Eisenbahnbau. S. 58.

dicht schliessend zwischen die Gleise in dem Material der Bahnbettung verlegt, und wie bei den Bahnschwellen mit der Stopfhacke unterstopft. Wesentlich ist dabei, dass die Platten weder unmittelbar auf den Schwellen aufliegen, noch auch die Schienen irgendwo berühren, indem dadurch Erschütterungen auf dieselben übertragen werden, welche die genaue und ebene Lage derselben sehr bald beeinträchtigen; ferner, dass die an die Hinterseiten der Schienenköpfe stossenden Plattenkanten in unmittelbarer Nähe der Schienen etwa 10^{mm} tiefer als deren Kopffläche liegen, damit, wenn beim Uebergehen der Räder der Oberbau sich drückt, die Laufflächen der Räder die Platten nicht berühren. Bei Reparaturen an den Gleisen werden die Platten einfach aufgenommen und können dieselben nach Beendigung der Reparatur sehr leicht und rasch wieder in ihre frühere Lage gebracht werden, so dass die Communication auf dem Fussweg nur eine möglichst kurze Zeit unterbrochen wird. Die Details dieser zweckmässigen Construction sind in Buresch's »Beitrag zur Construction der Wege-Ueberführungen« im Organ 1865, pag. 150, nebst Abbildungen enthalten.

Die Befestigung der Rampen, welche sich an das Pflaster des Niveauüberganges anzuschliessen hat, wird gewöhnlich nach Maassgabe der frühern Befestigung des alten Weges ausgeführt und dabei als Grundsatz festgehalten, dass die Befestigung der Rampe nicht schlechter sein darf, als die des alten Weges.

Da jedoch die Rampen wegen der frischen Anschüttung, der Ansteigung und der meistens geringern Breite leicht in eine mangelhafte Beschaffenheit gerathen, so ist erforderlichen Falles auch bei denjenigen Rampen, wo die Wege überhaupt nicht künstlich befestigt waren, eine 150 bis 200^{mm} starke Befestigung durch Kies etc. anzunehmen.

Bei Chausseen und befestigten Communalwegen ist die Befestigung der Rampen in der Regel der frühern Befestigung gleich, als Pflasterung, Steinschlag oder Kiesbahn anzunehmen.

In England geschieht die Befestigung der Planübergänge nicht selten vermittelst klein geschlagener Steine, welche mit einer Mischung von Steinkohlentheer und Pech umgeben sind. Die dadurch hergestellten Strassen sind demnach theils macadamisirt, theils asphaltirt; es fährt sich darauf elastisch und angenehm.

Die Steinschlagbahnen sind mit Bordsteinen einzufassen, die untern Steinschlaglagen können aus weichem Material bestehen und erhalten ein gröberes Korn (50 bis 75^{mm} Seite, Würfel). Der Steinschlag zur Decklage aus dem festesten und gleichmässigsten Material erhält im Korn eine Stärke von 30 bis 50^{mm} Seite (in Würfelform). Die Mächtigkeit des Unterbaues wird nach der Beschaffenheit des Materials, der Stärke des Steinbahnkörpers etc. bestimmt, und in gleichmässiger Dicke über die ganze Fahrbahn ausgebreitet und festgewalzt, sodass er nur bis 75^{mm} unter die Oberkante der Bordsteine hinaufreicht. Ist festeres Deckmaterial nicht erheblich theurer als Gestein zum Unterbau, so erhält die Decklage in der Mitte mindestens 100^{mm} Stärke, an den Kantensteinen mindestens eine volle Schicht (also 30 bis 40^{mm} stark). Die Decklage ist ebenfalls so lange festzuwalzen, bis die Räder belasteter Fuhrwerke keine Eindrücke mehr hinterlassen.

§. 7. *Verschlussvorrichtungen der Niveau-Uebergänge.* — (*Allgemeines, Eintheilung.*) — Die Verschlussvorrichtungen oder Barriären werden sehr verschieden ausgeführt; dieselben müssen vor Allem so construirt sein, dass sie sich so leicht als möglich bewegen lassen, dass sie dauerhaft sind und den verschiedenen Beschädigungen, welchen sie ausgesetzt sind, gehörigen Widerstand leisten sowie dass sie in der Unterhaltung möglichst ökonomisch sind.

Die Breite der Barriären steht im Allgemeinen mit der Breite der Strassen im Verhältniss. Es kommt jedoch häufig vor, dass sehr frequente Wege von Communal- und Ortsstrassen breitere Barriären verlangen, als Staatsstrassen, wo der Verkehr weniger lebhaft ist.

Bei den französischen Bahnen haben (nach Goschler I, p. 216) die Oeffnungen, welche den verschiedenen Barrieren entsprechen, folgende Weite:

Bezeichnung der Strasse.	Classe.	Breite der Strasse.	Oeffnung zwischen den Barriereposten für Wagen.	Gang für Fuss- gänger.	Bemerkungen.
		Meter.	Meter.	Meter.	
Kaiserliche Strassen	1	6—8	6—8	0,70	Die Oeffnung zwischen den Barriereposten entspricht im Allgemeinen der Oeffnung von Wegebriicken über der Bahn und den Widerlagern von Brückthoren unter der Bahn v. derselben Classe.
Departementsstrassen	2	4—6	5—7	0,70	
Wichtige Vicinalstrassen	3	3—5	4—6	0,55—0,70	
Gewöhnliche Landstrass.	4	4	4	0,55	
Feldwege	5	4	3,60	—	
Fusswege	6	1,50	—	0,70	

Auf den Schweizerbahnen sind die Oeffnungen der Niveaubergänge immer gleich der Entfernung zwischen Brüstungsmauern von Kunstbauten, die sich auf dieser Strasse vorfinden.

Laufende Nummer.	Bezeichnung der Strassen.	Classe.	Breite der Strassen.	Oeffnung der Barrieren.	Bemerkungen.
			Meter.	Meter.	
1	Hauptstrassen	1	9,00	7,20	{Die Dimensionen gestatten das Vorbeifahren v. 2 breiten Wagen mit 2 Pferden.
2		2	8,10	6,30	
3		3	7,20	5,40	
4	Communalstrassen	1	7,20	5,40	{Ausweichen von 2 gewöhnlichen Wagen mit 2 Pferden.
5		2	6,30	4,50	{Für 1 Wagen mit 2 Pferden und 1 Fussgänger.
6		3	5,40	3,60	Für 1 Wagen mit 1 Pferd u. 1 Fussg.
7	Feldwege	1	5,40	4,50	Für Wagen mit 2 Pferden u. 1 Fussg.
8		2	4,50	3,60	Für Wagen mit 1 Pferd und 1 Fussg.
9		3	3,60	2,70	{Wagen mit 1 Pferd od. 1 Handkarren.
10	1	2,70	2,70		
11	Fusswege	2	1,80	1,80	{Für Traglasten und Fussgänger.
12		3	1,80	1,50	

Bei den schrägen Wegetüberführungen ist es zu empfehlen, die Barriere wo möglich rechtwinkelig zur Achse des Weges anzubringen, weil man dann nur die Oeffnung gleich der rechtwinkligen Breite von der Fahrstrasse zu geben braucht; oft fehlt jedoch hierzu der Raum und ist man genöthigt, die Barrieren parallel zur Bahn anzubringen, in welchem Falle sie öfters sehr beträchtliche Weiten erhalten müssen, indem der Weg so viel als möglich seine normale Breite behalten muss. In der Regel sollen die Barrieren den Weg in einer Weite schliessen und nur bei sehr breiten Wegetüberführungen (Triften etc.) kann eine Ausnahme gemacht und in der Mitte ein fester Ruheptahl oder eine zweiflügelige Dreh- oder Thorbarriere angenommen werden. Der geringste, noch zulässige Abstand der Barriere von der Bahnachse wird durch

§. 13. III. (Sicherheitsanordnungen) der technischen Vereinbarung des D. E. V. bestimmt, welcher lautet:

Ausserhalb der Bahnhöfe muss von der Mittellinie jedes Gleises aus gerechnet das Planum der Bahn auf 1^m,680 Breite von allen Erhebungen, Materialien, Geräthen etc. freigehalten werden, deren Oberfläche nicht mehr als 300^{mm} über die Schienen erhöht ist. Alle höhern Gegenstände müssen 2^m,0 entfernt gehalten und fest gelagert werden.

Man nimmt gewöhnlich diese Entfernung von der äussern Schiene bis zu dem nächsten Punkt der Barrière auf 1^m,50 an. Bei denjenigen Drehbarrièren jedoch, welche sich nach der Bahn hin öffnen, müssen die Barrièren so weit von der Bahn abgerückt werden, dass bei geöffneten Flügeln zwischen diesen und der äussern Schiene mindestens ein freier Raum von 1^m,25 bleibt.

Die andern auf die Barrièren im Allgemeinen Bezug habenden Bestimmungen der technischen Vereinbarungen des D. E. V. lauten:

III. §. 5. Die Uebergänge in gleicher Ebene sind mit starken leicht sichtbaren Barrièren zu versehen.

§. 11. Bei Barrièren sollen im Dunkeln, so lange dieselben geschlossen sind, die Uebergänge von Chausseen und stark befahrenen Communalwegen, beleuchtet sein, wozu die Handlaterne des Wächters als genügend erachtet wird.

Die bis jetzt gebräuchlichen Verschlussvorrichtungen bei Niveaübergängen lassen sich folgendermaassen eintheilen:

- 1) in einfache Stangen-Barrièren,
 - a. Schiebe-Barrièren, wo die Absperrstange zum Verschieben in der Längenrichtung eingerichtet ist (Tafel XX, Fig. 1, 2 und 4—7);
 - b. Einlege-Barrièren, wo die Absperrstange an dem einen Ende mit einem Gelenke befestigt, mit dem andern in einen Haken eingehängt wird (Tafel XX, Fig. 3);
 - c. Dreh-Barrièren um eine verticale Achse und zwar
 - α. eintheilige (Drehbarrière mit Gegengewicht), (Fig. 9 u. 10, Tafel XX),
 - β. zweitheilige Drehbarrière (Fig. 11 und 12, Tafel XX),
 - d. Drehbarrière um eine horizontale Achse (Schlagbaum-Barrière), s. Fig. 9 und 10, Tafel XXIII.
- 2) in einfache Kettenbarrièren,
 - a. gewöhnliche Kettenbarrièren zum Aus- und Einhängen am einen Ende, am andern Ende fest (Tafel XX, Fig. 8),
 - b. mit Windevorrichtung um die Kette anzuspannen oder in eine Rille des Strassenpflasters herabzulassen (Fig. 11 und 12, Tafel XXII),
- 3) Drahtzug-Barrièren, wobei kein Wärter in unmittelbarer Nähe steht, sondern welche von Ferne her bedient werden:
 - a. Drahtzug-Barrièren mit Schlagbaum und zwar
 - α. solche, wo der Schlagbaum am hinteren, kürzeren Arm das Uebergewicht hat (System Alisch), s. Tafel XXI, Fig. 1—5,
 - β. solche, wo der Schlagbaum am vorderen Arm das Uebergewicht hat (System Reder), die in Fig. 6, Tafel XXI dargestellt ist,
 - γ. solche, bei welchen das Gegengewicht eine besondere Drehachse erhalten hat und ohne feste Verbindung auf das kürzere Hebelende des Schlagbaumes aufgelegt ist (System Kirchwegger), wie auf Tafel XXI Fig. 9—14 zeigt,
 - δ. solche, wo das Gegengewicht so normirt ist, dass der Schlagbaum sich bei jeder Stellung im Gleichgewicht befindet und zwei getrennte Draht-

züge, der eine zum Schliessen, der andere zum Oeffnen benutzt werden (System Oberbeck), s. Tafel XXII, Fig. 1—10.

- b. Kettenzug-Barrière (Drahtzug-Barrière mit Kettenverschluss), (Fig. 11, 12 und 16, Tafel XXII),
- c. Drahtzug-Barrière mit Schiebstange, bei welcher ebenfalls zum Oeffnen und Schliessen zwei getrennte Drahtzüge erforderlich sind (Fig. 17—19, Tafel XXII).

4) Thorbarriären.

- a. Flügelthor-Barriären, entweder hölzerne Thore mit Latten oder eiserne Thore mit Gitterwerk und zwar
 - α . einflügelige Thore,
 - β . zweiflügelige Thore (Tafel XXI, Fig. 15 und 16).
- b. Rollbarriären, hölzerne oder eiserne Gitterthore zum Schieben auf Laufrollen (Tafel XXI, Fig. 17—20).
- c. Kettenthorbarriären, bestehend aus einer starken horizontalen Spannkette mit einer Reihe dünner Verticalketten, welche mittelst Windevorrichtung angespannt und in eine Strassenrinne versenkt werden können (System Basler), s. Fig. 13—15, Tafel XXII.

5) Ausserdem werden in Frankreich vielfach noch besondere Barriären für Fussgänger, die sich stets von selbst schliessen, neben den obigen Thorbarriären (4., *a* und *b*) angewandt, indem daselbst die grösseren Barriären zum Absperren von Fuhrwerk und Vieh längere Zeit vor dem Passiren des Zuges geschlossen werden müssen, während die Passage für Fussgänger noch durch diese Nebenthüren gestattet ist. In Deutschland sind dieselben fast gar nicht im Gebrauch. Man unterscheidet in Frankreich in dieser Hinsicht namentlich:

- a. Portillons (Nebenthüren aus zwei festen Lattenflügeln bestehend, die im Winkel von 90° zu einander stehen und sich um eine gemeinschaftliche Achse drehen), s. Tafel XXI, Fig. 15 und 16 bei D.
- b. Guichets (Schlupfporte, welche sich in einen kleinen eingezäunten Raum öffnet und diesen nach der einen oder andern Seite abschliesst), wie auf Tafel XXI in Fig. 17 und 18 bei F. F' u. auf Tafel XXII in Fig. 20 zu sehen ist.
- c. Tourniquets (das bekannte Drehkreuz, oder der Drehstock, Triller etc.), in Fig. 7 und 8, Tafel XXI bei G. und Fig. 17^a auf Tafel XXII dargestellt.

Auch auf den deutschen Eisenbahnen hat man viel mit dem Verschluss der Wegübergänge im Niveau experimentirt, ist aber schliesslich auf die einfachsten Verschlussbarriären zurückgekommen. Die complicirteren Thorbarriären (4., *a*, *b* und *c*) werden hier fast nirgends auf freier Bahn, sondern nur bei Wegübergängen in Städten und in der Nähe belebter Orte verwendet, dagegen kennt man in Frankreich, wo überhaupt eine vollständigere Einzäunung und Abschluss des Bahnterrains nach den anliegenden Grundstücken besteht, die einfachen Stangen-, Ketten- und Drahtzugbarriären fast gar nicht.

§. 8. *Einfache Stangen- und Kettenbarriären.* — Die auf Tafel XX dargestellten einfachen Barriären sind auf den deutschen Eisenbahnen am meisten in Gebrauch. Für kleine Feldwege wird gewöhnlich die Einlegebarrière (Fig. 3) verwendet; bei dieser bestehen die beiden $200^{\text{mm}} \times 200^{\text{mm}}$ starken Stiele oder Pfosten aus kantigem, an den Ecken abgefasten Eichenholze, die Stange aus 105^{mm} starkem Birken- oder Buchenholz; die Stange ist mit zwei eisernen Oesen und einem Kettenscharnier versehen, und mit aufgeklobten, mit Holzschrauben angezogenen Bändern beschlagen; ein Winkelhaken dient zum Einlegen der Stange. Das ganze Eisengewicht beträgt ca. 9 Pfund.

Die Schiebebarriere (Fig. 1 und 2) und die Drehbarriere mit Gegengewicht (Fig. 9) verwendet man meist für Wege von 4 bis 6 Meter Weite. Bei ersterer sind drei Stiele von $200^{\text{mm}} \times 200^{\text{mm}}$ starkem kantigem Eichenholz erforderlich, die Schiebstange besteht aus rundem 110^{mm} starkem Birken- oder Kiefernholz, dieselbe wird in geöffneter Lage durch einen dachförmig bedeckten, rinnenartigen kiefernen Kasten vor den Witterungseinflüssen ziemlich geschützt und zugleich sicher geführt.

Die Drehbarriere mit Gegengewicht (Fig. 9 und 10) ist hergestellt aus einer Wende- und Anschlagsäule von $200^{\text{mm}} \times 200^{\text{mm}}$ starkem Eichenholz, die unterhalb mit $105^{\text{mm}} \times 105^{\text{mm}}$ starken eichenen Kreuzarmen versehen sind, und aus dem kiefernen 130^{mm} starken Barrierebaum mit einer Verstärkung am hinteren Ende; auf demselben wird ein Werkstein von 628^{mm} Länge, 210^{mm} Höhe und 234^{mm} Breite mit rauh gespitzten Flächen mittelst zwei eingelassenen eisernen Klammern (2 Pfd. schwer) befestigt. Zur Befestigung der Verstärkung des Barrierebaumes dienen vier Schraubenbolzen mit Halsringen 260^{mm} lang, 16^{mm} stark mit Kopf, Mutter und Scheibe zusammen 16 Pfd. schwer, und zum Verschluss ein Haken mit Kette, einer Oese und Vorstecker im Gewicht von 3 Pfd.

Die zweitheilige Drehbarriere (Fig. 11 und 12) erfordert an Eichenholz: zwei Wendesäulen $210^{\text{mm}} \times 210^{\text{mm}}$ stark, acht Streben $157^{\text{mm}} \times 157^{\text{mm}}$ stark, vier Schwellen $157^{\text{mm}} \times 157^{\text{mm}}$ stark und zwei Anschlagsäulen $131^{\text{mm}} \times 131^{\text{mm}}$ stark, ferner an Kiefernholz: zwei Stiele $183^{\text{mm}} \times 183^{\text{mm}}$ stark, zwei Holme $131^{\text{mm}} \times 131^{\text{mm}}$ stark und zwei Streben $131^{\text{mm}} \times 131^{\text{mm}}$ stark. Der Beschlag besteht aus je zwei am hinteren Ende der Wendesäulen verschraubten Gehängen nebst Dornen und Pfanne, ferner aus zwei Winkelbändern mit vier Schrauben zur Befestigung von Holmen und Stielen in Summa für jede Seite 18 Pfd. Eisen. Zum Verschluss dient ein Vorschubriegel mit zwei Einlegehaken, Oese und Vorlegeschloss, zusammen 10 Pfd. schwer, ausserdem sind noch zwei Stützhaken, zusammen 3 Pfd. schwer, für die Anschlagpfähle und zwei Pfannensteine von ca. 1 Cubikfuss Grösse erforderlich.

Da die hölzernen Barrieren zur besseren Conservirung stets gut in Oelfarbenstrich erhalten werden müssen und dennoch nach Verlauf von 10 bis 15 Jahren erneuert werden müssen, so hat man in neuerer Zeit auf mehreren deutschen Eisenbahnen, z. B. der Badischen Staatsbahn, den Pfälzischen Eisenbahnen etc. angefangen, auch bei diesen Theilen des Eisenbahnbaues die mangelhafte Holzconstruction zu verlassen und zu den solideren Constructionen von Stein und Eisen überzugehen.

Auf den neueren Badischen Bahnstrecken Heidelberg-Würzburg, Durlach-Mühlacker etc. sind die steinernen Pfosten bei den Barrieren allgemein angewandt und wird dabei der Verschluss entweder durch Ketten (einfache Gliederketten aus 9^{mm} starkem Eisendraht, wovon der laufende Meter ca. $4\frac{1}{2}$ Pfd. wiegt), wie Fig. 8 auf Tafel XX zeigt, oder durch Schieblatten (Fig. 4 bis 7) bewirkt.

Die einfachen Schieblatten (Fig. 4 und 5) bei Barrieren bis 5 Meter Weite werden von schmiedeeisernen Bügeln, die an der vorderen Seite der Steinpfosten angeschraubt sind, gehalten und ruhen zur leichteren Bewegung auf gusseisernen Rollen, die zwischen dem Bügel und Stein auf einem durchgehenden Bolzen angebracht sind. (Siehe Fig. 5.)

Bei Barrieren bis zu 8 Meter Weite sind, wie Fig. 6 zeigt, die Schieblatten durchbrochen, 240^{mm} hoch und 45^{mm} stark, an den Bügeln sind ober- und unterhalb Leitrollen angebracht. Bei dem Oeffnen wird diese Schieblatte in Entfernungen von 2 bis 3 Meter noch durch zwei kleine steinerne Stützpfeiler (Fig. 7) — wovon der eine (nächste) mit zwei Rollen, der entferntere mit einer Leitrolle zwischen dem den Stein umfassenden und oben zusammengezogenen Bügel versehen ist — unterstützt.

Bei sehr frequenten Wegübergängen sind die Schieblatten ganz aus schmiede-

eisernen Stäben (oben und unten aus leichtem T-Eisen mit dazwischen genietetem Gitterstäben) construiert.

Auch bei der Schweizer Nordostbahn wurde seit dem Beginn des Jahres 1865 sowohl eine neue Bahnstrecke durchaus mit eisernen Schiebe-, Zug-, Klotz- und Räderbarriären versehen, als auch von der Zeit ab begonnen wurde, alle auf dem ältern Netze dieser Bahn befindlichen und in Abgang kommenden hölzernen Gegenstände der Art durch eiserne zu ersetzen, wobei vorzugsweise darauf gesehen wird, dass überall, wo es irgend thunlich ist, ausgenutzte ganze Schienen oder Schienenstücke (so namentlich zu den Barrièrepfosten) zur Verwendung kommen, da bekanntlich die alten Schienen meist einen äusserst geringen Werth haben. Auch kann durch eine, wenig Kosten veranlassende, passende Bearbeitung der Schienenstücke (z. B. das Zusammennieten von zwei solchen Stücken an der Basis) diesen Gegenständen mitunter eine, das schwerfällige Aussehen sehr vermindernde Form gegeben werden.

Die Verwaltung dieser Bahn lässt ebenso auch andere Strecken-Ausrüstungsgegenstände, wie Abtheilungszeichen, Sicherheitsgeländer auf Strassen, Brücken etc. ganz in Eisen herstellen und fährt bei dieser Praxis in beiden Richtungen gut, denn sie kann die sonst wenig Werth habenden alten Schienen noch zu einem angemessenen Preise verwerthen und sie schafft sich mit denselben bauliche Einrichtungen, die fast gar keine Reparatur erfordern, und die auch im Falle eines allfälligen Entbehrlichwerdens immer noch einen reellen Werth haben.

Ebenso wurden beim Bau der Sächsischen Zittau-Grossschönauer Staatszweigbahn alle Barriären und sonstigen Streckenausrüstungsgegenstände in Eisenconstructions auf Steinfundamenten ausgeführt. Die daselbst hergestellten Kettenbarriären für Niveauübergänge, die ein einziger Grundbesitzer benutzt, bestehen aus je zwei Säulen von T-Eisen (52^{mm} Basis und Höhe, 6 $\frac{1}{2}$ ^{mm} stark, 1 laufender Meter = 9,55 Pfd.), wobei der Steg nach der Mitte des Ueberganges gerichtet ist, um an diesen mittelst Bügel Kette und Schloss zu befestigen. Zu dem Fundament sind rohe Quader, in welche die Säulen eingelassen sind, verwendet. Während bei den Schieebarriären für mittelmässig belebte in der Nähe eines Wärters befindliche Niveauübergänge zwei Säulen von ebensolchem T-Eisen mit je einem angenieteten Bügel von Flacheisen versehen sind und eine an diese Bügel angenietete halbkreisförmige Blechrinne tragen, die für den Wasserablauf mit einigen Löchern versehen ist. In der Rinne liegt die hölzerne Zugstange mit eisernem Griff. Eine dritte T-Eisensäule, genau wie die beiden andern construiert, dient zur Auflage der vor den Uebergang gezogenen Stange am freien Ende der Letzteren.¹³⁾

Die Herstellungskosten dieser Barriären sind unter den Preisermittelungen sub 9 und 10 angegeben und sind nicht theurer als hölzerne derartige.

Offenbar sind aber die Pfosten oder Säulen dieser Barriären etwas sehr schwach und bieten zu geringe seitliche Widerstandsfähigkeit; ohne Zweifel wäre die Verwendung von alten Schienenstücken zu dem Zwecke angemessener gewesen und nicht viel kostspieliger geworden.

In England, wo nur selten Wegübergänge im Niveau der Bahn vorkommen, hat man in der Regel horizontal drehbare Barriären zu deren Verschluss angewendet. Der Drehbaum der einen Seite der Bahn ist mit dem Drehbaum der anderen Seite durch eine unter den Schienen durchreichende Kette in solcher Weise verbunden, dass beide Barriären sich gleichzeitig öffnen und schliessen und der Wärter zu diesem Zwecke die Bahn nicht

¹³⁾ Das Organ 1868, p. 231 enthält von diesen Barriären und von den andern eisernen Streckenausrüstungsgegenständen genaue Zeichnungen.

zu überschreiten braucht. An den Drehpfosten der Flügel sind Haltescheiben und Laternen angebracht, welche nach geöffneter Barrière nach der Bahn hin, bei geschlossener Barrière nach der Strasse zu das Haltezeichen geben. Die Wegübergangsthore sind so dicht construirt, dass das Vieh nicht durchkriechen kann. Bekanntlich sind die englischen Bahnen auf beiden Seiten ebenfalls ganz eingefriedigt.

Preisermittelungen.

1. Für einen 3^m,75 weiten Uebergang, 2 Stück Einlegebarriären (Holztheile mit Bearbeitung und Aufstellen, Beschlag und Oelfarbeanstrich) à 6½ Thlr. = 13 Thlr.
2. Für einen 4^m,75 weiten Uebergang, 2 Stück Einlegebarriären à 7 Thlr. = 14 Thlr.
3. Für einen 4^m,75 weiten Uebergang, 2 Stück Schiebebarriären (Holztheile mit Bearbeiten, Aufstellen und Oelfarbeanstrich) à 9 Thlr. = 18 Thlr.
4. Für einen 4^m,75 weiten Uebergang, 2 Stück Drehbarriären mit Gegengewicht (Holztheile mit Bearbeiten und Aufstellen, Stein für das Contregewicht, Beschlag und Oelfarbeanstrich) à 17 Thlr. = 34 Thlr.
5. Für einen 5^m,50 weiten Uebergang, 2 Stück Drehbarriären à 17½ Thlr. = 35 Thlr.
6. Für einen 7^m,50 weiten Uebergang, 2 Stück zweitheilige Drehbarriären (Holztheile mit Bearbeiten und Aufstellen, Beschlag, Pfannensteine und Oelfarbeanstrich) à 39 Thlr. = 78 Thlr.
7. Für einen 9^m,40 weiten Uebergang, 2 Stück zweitheilige Drehbarriären (wie letztere, jedoch verstärkt durch ein Steifholz und eine eiserne Zugstange) à 42 Thlr. = 84 Thlr.
8. Für einen 5^m,0 weiten Uebergang, 2 Stück Kettenbarriären mit Steinpfosten (ein Steinpfosten je nach der Oertlichkeit 2½—4 Thlr., die Kette mit Beschlag 4 Thlr.) à 9 Thlr. —12 Thlr. = 18—24 Thlr.

Hierzu kommen für jeden Uebergang noch die Kosten für zwei complete Warnungstafeln mit Ständern und zwei Haltepfählen mit Tafelchen. Von ersteren kostet das Stück von Holz mit Oelfarbeanstrich und Schrift in der Regel 3—4 Thlr., also das Paar 6—8 Thlr., von letzteren dagegen das Stück ebenso 1—1½ Thlr., mithin das Paar 2—2½ Thlr.

9. Für einen 4^m,5 weiten Uebergang, 2 Stück Kettenbarriären mit Pfosten aus T-Eisen (26 Pfd. Schmiedeeisen und 4¾ lauf. Meter Kette incl. 5,6 Cub.-Fuss Fundamentquader) à 6⅙ Thlr. = 12⅓ Thlr.

10. Für einen 5 bis 6 Meter weiten Uebergang, 2 Stück Schiebebarriären mit je drei Pfosten von T-Eisen halbkreisförmiger Blechrinne und runder hölzerner Zugstange (26 Pfd. Schmiedeeisen incl. 8,5 Cub.-Fuss Fundamentquader) à 9 Thlr. = 18 Thlr.

§. 9. *Schlagbaumbarriären und Kettenzugbarriären.* — Diese Drehbarriären um eine horizontale Achse werden in neuerer Zeit besonders an Niveaureuzungen frequenter Strassen mit frequenten Eisenbahnen sehr häufig angewendet und verdienen auch vor den im vorigen Paragraph beschriebenen einfachen Schiebebarriären, Kettenbarriären und Drehbarriären um einen verticalen Zapfen in vieler Hinsicht den Vorzug, indem namentlich die letzteren Barriären den grossen Nachtheil zeigen, dass die horizontal schwingenden Drehbalken nicht eher gewendet werden können, als bis der ganze Wegübergang von den Passanten geräumt ist. Jeder noch darüber Eilende verzögert den Schluss der Barriären, so dass leicht Gefahren dadurch herbeigeführt werden können.

Bei den Schiebebarriären dagegen ist die Manipulation bei frequenten Wegen zu langsam, der Wärter hat bei dem jedesmaligen Oeffnen und Schliessen eine grosse Wegstrecke zurückzulegen, die kothige Fahrstrasse häufig zu überschreiten; bei grossen Breiten der Uebergänge müssen die schiebbaren Stücke in vier Theilen bewegt werden, wodurch die Manipulationszeit noch verlängert wird. Die Stangenbarriären verlieren ausserdem durch das Schieben sehr bald ihren hellen Anstrich und somit ihre Sichtlichkeit, erfordern bei grosser Breite eine complicirende Stützung in der Mitte; Balkenbarriären sind aber für grössere Breiten (12—15 Meter) nicht anwendbar. Dabei beschäftigen die Behandlung dieser Barriären den Wärter, besonders wenn er die Passage auf sehr frequenten Kreuz-

zungen nicht lange sperren will, so angestrengt, dass er von der Ueberwachung des Ueberganges abgezogen wird und das Durchkriechen und Ueberspringen der Barriären weder hindern noch selbst sehen kann.

Zweckentsprechender hinsichtlich der Manipulation haben sich die Kettenbarriären gezeigt; es lassen sich dieselben sehr einfach und wenig kostspielig so einrichten, dass sich die Kette, ähnlich wie in Fig. 11 der Tafel XXII, beim Oeffnen in eine Rinne der Strasse versenkt und mittelst einer Windevorrichtung sehr rasch geschlossen werden kann, wenn nicht die Unsichtbarkeit der Kette aus der Ferne in vielen Fällen ein bedeutsames Hinderniss wäre. Diese Unsichtbarkeit wird noch dadurch vermehrt, dass die Kette während der Zeit, wo der Uebergang geöffnet ist, in der Strassenrinne ruht und daher völlig die Farbe der Strassenoberfläche selbst annimmt, so dass sie an trüben feuchten Tagen ganz mit Strassenkoth bedeckt, erst in nächster Nähe von dem Hintergrunde der Strasse zu unterscheiden ist. Auch bei Nacht lassen sich an den schwankenden, im Winde schaukelnden Ketten Laternen nur unbequem anbringen. Ueberdies ist bei sehr breiten Wegübergängen die Krümmung der Hängelinie der Ketten zu bedeutend, um nicht entweder in der Mitte das Ueberspringen, oder an den Seiten das Unterkriechen sehr zu begünstigen. Will man endlich sicher sein, dass die Ketten sich beim Loslassen wirklich vollständig aus dem Wege entfernen, so kann die Windevorrichtung zum Aufzug der Ketten nicht benutzt werden und es macht sich das Hin- und Hergehen des Wärters über die Gleise wieder erforderlich.

Dagegen gewähren gut ausbalancirte, leichtbewegliche Schlagbaumbarriären unter allen Strassenverschlussvorrichtungen die weitaus bequemste und sicherste Manipulation, mittelst einer einfachen Hebelvorrichtung lassen sich beide Barriären eines Ueberganges von einem Platze aus leicht und schnell schliessen, überdies signalisiren sie in höchst entsprechender Weise bei Tage in die Ferne ihre Lage und gestatten sehr bequem und sicher die Anbringung von Vorrichtungen, welche dies auch in der Nacht bewirken.

Eine derartige Schlagbaumbarriere, wie sie bei mehreren der frequentesten Strassenübergänge über die Verbindungsbahn bei Dresden ausgeführt wurde¹⁴⁾, ist in Fig. 9 und 10 auf Tafel XXIII dargestellt. Dabei wird der Schlagbaum an der Seite, wo der Wärter zu stehen hat, direct von diesem mit der Hand durch Drücken oder Heben des Gegengewichts an dem Handgriff manipulirt; während der Wärter den andern jenseits der Bahn stehenden Schlagbaum ohne seinen Platz zu verlassen mittelst eines Hebels und eines einfachen Mechanismus bewegt.

Dieser Mechanismus besteht nur aus vollkommen rigiden Theilen: dem Hebel *n*, der Stange *a a*, dem Winkelhebel *b* und der zweiten Stange *c*, so dass der Wärter, sowohl durch Druck als Zug, die Bewegung des Schlagbaumes jenseits der Bahn beeinflussen und ihm fast jede beliebige Geschwindigkeit geben kann. Durch die Leitungen *d d*, die für die Stange *a a* unter den Schienen angebracht sind, wird die Steifigkeit derselben (da sie oft bei schrägen Uebergängen eine beträchtliche Länge erhält) vermehrt. Im Bügel *e* sind verschiedene Vorstecklöcher angebracht, so dass mit einem Schliesser der Wärter dem Schlagbaum verschiedene feste Höhenstellungen geben kann. Hierdurch wird der nicht unwesentliche Vortheil erreicht, dass die Barriere selbst dem Publicum Zeichen für sein Verhalten giebt, die um so deutlicher sichtbar sind, als die Stangen der Barriären ihren hellen Anstrich, der nicht durch Schieben verletzt und durch die senkrechte Lage der Stange gut conservirt wird, sehr andauernd behalten. Steht die Barriere vertical, so ist

¹⁴⁾ Vergl. M. M. v. Weber: »Absperrvorrichtungen an den Niveaureuzungen frequenter Strassen mit frequenten Eisenbahnen« im Organ 1868, p. 133.

die Passage ganz frei; ist sie tief geneigt, dass Wagen nicht mehr unter ihr hindurch können, so haben dieselben in vorgeschriebener Entfernung zu halten, während die Passage für die Fussgänger noch offen ist und erst im Augenblicke, wo der Wärter die Barrière ganz niederlegt, was kurz vor Passiren des Zuges erst geschieht, ist der Verkehr ganz gesperrt, den der Wärter im Moment, wo der letzte Wagen des Zuges passirt ist, durch einen Druck auf Hebel und Barrière wieder ganz frei giebt. Durch eine in der Mitte des Schlagbaumes mit Gelenk aufgehängte Laterne signalisirt sich dessen Stellung auch bei Nacht. Die ausgeführten Vorrichtungen dieser Art haben sich, bei mehrjährigem Gebrauche, bei allen Arten von Wetter und den stärksten Stürmen als vollkommen sicher functionirend bewährt und keinerlei Reparaturen erforderlich gemacht.

Der Körper AB ist von Gusseisen und hohl. In der Erweiterung B , welche das Gegengewicht gegen den Schlagbaum bildet, werden so viel Dreh- und Feilspähne eingebracht, dass die Barrière, sich selbst überlassen, sehr langsam steigt, damit die Stange derselben nicht, im Falle eines Bruches am Mechanismus, sich niederlegt und einen Passanten beschädigt.

Der Preis einer completten Barrière der auf Tafel XXIII, Fig. 9 und 10 dargestellten Form beläuft sich auf 70 Thlr. Mit Hinzufügung einiger Theile wurde die Hebelvorrichtung an einigen dieser Barriären so eingerichtet, dass mit dem einen Handhebel die Barriären an beiden Seiten gleichzeitig bewegt werden.

Durch diese Anordnung wird alle den Anforderungen, welche man an eine zweckmässige Barrière für frequente Strassen bei frequenten Eisenbahnen stellen kann, entsprochen; diese sind namentlich:

1. Verschluss und Oeffnen kann durch dieselbe sehr schnell geschehen, wodurch der Verkehr nur während der kürzest möglichen Zeit gehindert wird.

2. Verschliessen und Oeffnen der Vorrichtungen an beiden Seiten der Bahn kann von einem Punkte aus erfolgen, wodurch die Verantwortlichkeit für die Functionen in einer Hand bleiben und nicht durch das Hin- und Hergehen des Wärters über die oft sehr breiten, schrägen Wegkreuzungen viele Zeit verloren geht.

3. Verschliessen und Oeffnen kann auf beiden Seiten gleichzeitig erfolgen, wodurch beim Oeffnen das während der Verschlusszeit angesammelte Publicum zu Fuss, Pferd und Wagen sich nicht, nach dem Oeffnen einer Seite, in einer die Manipulation an der andern Seite erschwerenden und gefährdenden Weise auf die Wegekreuzung ergiessen kann.

4. Der Wächter kann beim Schliessen und Oeffnen den Wegübergang stets in ganzer Ausdehnung im Auge behalten und dadurch Muthwillige und Eilige noch durch Warnen an dem Durchkriechen der Barrière verhindern, welches bisher öfters geschehen, wenn er mit dem Schliessen der einen Hälfte beschäftigt ist und daher dem Uebergang den Rücken zukehrt.

5. Die Verschlussvorrichtung zeigt sich bei Tag und Nacht weithin sichtlich, ob sie geschlossen oder geöffnet ist.

6. Die Verschlussvorrichtung gestattet auch einen theilweisen Abschluss, so dass der Wärter nach seinem Ermessen bis zum letzten zulässigen Augenblicke vor dem Passiren des Zuges noch die Fussgänger die Bahnkreuzung überschreiten lassen kann, während die Vorrichtung deutlich bereits den Fuhrwerken die Dartüberfahrt verbietet, da von diesen, die weniger beweglich, als die Fussgänger und vom guten und üblen Willen der Zugthiere bei ihrer Bewegung abhängig sind, überdies aber auch, im Falle des Erreichtwerdens durch den Zug, denselben mehr gefährden als erstere, der Platz beträchtlich früher freigehalten werden muss.

7. Die Verschlussvorrichtung nimmt bei ihrer Function keinen grossen Flächenraum in Anspruch, wie z. B. bei den Drehbarriären um einen verticalen Zapfen.

8. Das Maass der Geschwindigkeit des Oeffnens und Schliessens ist in möglichst hohem Grade in die Hand des Wärters gegeben.

Schlagbaumbarriären der Form, wie sie auf Tafel XXIII in Fig. 9 und 10 dargestellt, sind bis zu 14 Meter lichter Weite zwischen den Bewegungsböcken ausgeführt und manipuliren sich äusserst bequem. Werden die Strassentübergänge über 15 Meter breit, so thut

man gut, die Barriären zu verdoppeln und sie nach der Mitte hin zusammenlegen zu lassen, was den Mechanismus in keiner unangenehmen Weise complicirt. Derartig vierfach gekuppelte mit einem Handhebel an dem Standorte des Wärters bewegliche Barriären wurden von dem Ingenieur A. Klose in Dresden ebenfalls für die Sächsische Staatsbahn construirt, dabei führen die Bewegungsstangen unter den Strassen hin und liegen in starken zweihälftigen Thonröhren.

Man hat auch schon mehrfach Schlagbaumbarriären an frequenten Wegübergängen, wie z. B. unmittelbar am Bahnhofe zu Preuss. Minden, wo diese Barriären an beiden Seiten sich durch ihre Gegengewichte aufrichten und durch unter dem Gleise oder der Strasse in Röhren hingeführte Kettenzüge von einer Stelle aus bewegt werden.

Aber diese Construction giebt die Bewegung der Barriären nicht genug in die Hand des Wärters, da die Geschwindigkeit des Oeffnens derselben hier lediglich von dem Maasse abhängt, um welche das Gegengewicht schwerer ist, als die Stange der Barrière, und daher stets dieselbe bleibt. Diese Abhängigkeit der Bewegung der Barriären von Gegengewichten hat auch zur Folge, dass bei heftigem Winde und langen Barriärerstangen Letztere oft so kräftig vom Luftdruck niedergehalten werden, dass sie sich nur sehr langsam und unter Oscillationen, die für die Passanten gefährlich werden können, öffnen, ganz abgesehen davon, dass sie in ihrer verticalen Lage besonders fixirt werden müssen, wenn sie Stürme nicht oft neigen und niederlegen sollen.

§. 10. *Drahtzugbarrière. Allgemeines.* (System Alisch. Construction von Saller.) — Wenig frequente Wegübergänge im Niveau, die in der Nähe eines Wärterpostens liegen und von diesem übersehen werden können, werden vortheilhaft durch Drahtzugbarriären von der Ferne geschlossen und machen hierdurch die Anstellung von besonderen Wärtern entbehrlich, so dass ein Wärter häufig das Oeffnen und Schliessen von drei Wegübergängen besorgt, indem er an dem mittleren Hauptübergange placirt ist, die Barriären daselbst direct bewegt und die beiden andern Wegübergänge mittelst Zugbarriären.

Die ersten Drahtzugbarriären mit Schlagbaum wurden vom Baumeister Alisch (1850) auf der Magdeburg-Wittenberge'schen Eisenbahn ausgeführt; sie hatten eine sehr einfache Form mit dem Uebergewicht an dem kurzen Ende des Schlagbaums. Die Windevorrichtung bestand aus einer hölzernen Trommel mit Drehkreuz.

Die Schlagbaumbarriären mit Drahtzug verbreiteten sich schnell auf den deutschen Bahnen und wurden namentlich in grösserer Zahl (im Jahre 1852) auf der Köln-Mindener Bahn eingeführt, woselbst auch zuerst die Glockenzüge in Anwendung kamen.

Die hierauf bezüglichen Bestimmungen der technischen Vereinbarungen des D. E. V. lauten:

III. §. 6. Drahtzugbarriären zur Sperrung von Uebergängen sind an wenig frequenten Wegen zulässig.

§. 7. Die Bahnwärter, welche dieselbe bedienen, dürfen nicht über 550^m,0 (1800 Fuss) von den Barriären entfernt stehen und müssen von ihrem Standpunkte aus den Uebergang übersehen können.

§. 8. An jedem Uebergange mit Drahtzugbarriären ist eine Glocke genügend.

§. 9. Der Uebergang mit solchen Barriären muss beim Passiren der Züge im Dunkeln ausreichend beleuchtet sein.

§. 10. Jede Drahtzugbarrière muss durch den Bahnwächter mit der Hand geschlossen und geöffnet werden können, und ist so einzurichten, dass ein etwa eingeschlossenes Fuhrwerk sich im Nothfalle befreien kann.

Fig. 1—5 auf Tafel XXI stellt eine verbesserte Drahtzugbarrière des Systems Alisch von der Sächsisch östlichen Staatsbahn dar, welche gewöhnlich bei Wegübergängen von 4^m,30 Weite angewandt werden, der am langen Ende achtkantig bearbeitete Schlagbaum *A* ist mittelst eines unterhalb angeschraubten schmiedeeisernen Drehkreuzes *a* mit zwei angedrehten Zapfen in ausgebohrten schmiedeeisernen Stühlen an den doppelten

Drehständern b b gelagert. Mit dem vorderen Ende ruht der Schlagbaum, wenn der Uebergang geschlossen ist, auf dem Ständer d zwischen zwei angeschraubten gabelförmigen Schienen. Das hintere Ende des Schlagbaumes hat eine Länge von $1^m,50$ und ist mit einem durch zwei schmiedeeiserne Zugbänder cc befestigten Sandsteingewicht B beschwert, damit der Schlagbaum, sich frei überlassen, von selbst in die geöffnete Stellung (A) bewegt.

Die Drahtleitung C reicht vom hintern Ende des Schlagbaumes bis zur Windevorrichtung D , welche in der Nähe der Wärterstation aufgerichtet ist. Zunächst dicht am hintern Ende des Schlagbaumes ist der Rollenpfahl E , über welchen eine 14^{mm} starke, kurzgliedrige Drahtkette e läuft; eine solche windet sich auch um die Trommel i des Windebocks D . An der Trommel ist ein Sperrrad mit Sperrkegel und eine Handkurbel h angebracht. Zwischen dem Rollenpfahl E und der Windevorrichtung D besteht der übrige Theil des Drahtzugs aus 3^{mm} starkem, gut ausgeglühtem und ausgestrichenem Eisendraht, der durch die ca. $1^m,50$ hohen Stützpfähle f mittelst Krampen von 4^{mm} starkem Eisendraht getragen werden. Diese Stützpfähle können aus 50 bis 80^{mm} starken eichenen oder kiefernen Rundpfählen bestehen, die am unteren Ende angekohlt werden und in Entfernungen von ca. 20 Meter angebracht sind.

Um das Publicum vor Passiren der Uebergänge von dem Schliessen der Barriären zu benachrichtigen, ist eine Klingelvorrichtung F an dem Baume g , welcher an dem Drehständer b befestigt ist, angebracht. Dieselbe wird mittels des am kurzen Ende des Schlagbaumes A befestigten Hakens o , welcher hinter den am Winkelhebel k angenieteten Zapfen n hakt (Fig. 5) und durch den Draht m mit dem Winkel l in Verbindung steht, sowohl beim Oeffnen als Schliessen der Barrière jedesmal in Bewegung gesetzt.

Diese ältere Drahtzugbarrière entspricht jedoch nicht den Bestimmungen des oben mitgetheilten §. 10 der technischen Vereinbarungen und sind schon mehrmals bei solchen Constructionen zufällig, namentlich bei Nachtzeit, eingeschlossene Fuhrwerke grossen Gefahren ausgesetzt gewesen, und dadurch selbst grössere Unfälle für Fuhrwerk und Zug veranlasst worden. Um die Gefahren in einem solchen Falle zu vermindern, hat man diese Barriären in einem solchen Abstand von den äussern Schienen des Wegüberganges angebracht, dass ein dicht innerhalb der Barrière haltendes Fuhrwerk von dem vorbeifahrenden Zug nicht ergriffen werden kann; dies bedingt jedoch, dass die Pferde sich ruhig verhalten und nicht scheu werden, sowie auch eine complicirte Winkelleitung des Drahtzuges, wodurch einestheils mehr Kraft zum Bewegen der Barrière erfordert, anderntheils ein unvollkommenes Schliessen derselben veranlasst wird.

Eine verbesserte Construction dieses Systems, welche einem eingeschlossenen Fuhrwerke Selbstbefreiung möglich macht und ganz in Eisen ausgeführt wurde, ist in neuester Zeit von dem Betriebsingenieur Saller in Neu-Ulm ausgegangen. In Fig. 11 auf Tafel XXIII ist dieselbe dargestellt.

Die Pfosten und Schlagbaumgewichte sind aus alten Schienen gefertigt und erstere mittelst Béton festgestellt. Auch der Schlagbaum selbst ist aus $4\frac{1}{2}^{\text{mm}}$ starkem Winkel-eisen construirt und durch einen starken Draht a unterstützt. Es kann derselbe jedoch auch aus weichem Holze hergestellt werden, da er bei vernünftiger Construction hierdurch nicht schwerer aber wohlfeiler wird. Mit der oberen Rolle b ist ein Lätewerk g verbunden, das beim Zuziehen selbst lätet. (Vergl. Detail in umstehender Fig. 14.)

Die Form der Schlagbaumgewichte bewirkt einerseits leichteren Zug, andererseits stete senkrechte Stellung des geöffneten Schlagbaumes. Ehe Letzterer sich bis zur Unpassirbarkeit schliesst, sind die Fuhrleute durch das Läten gewarnt. Damit jedoch diese Warnung benutzt werden kann, müssen beim Zudrehen anfänglich mehrere Pausen gemacht werden. Besonders bei eisernen Schlagbäumen ist es nöthig, die Barrière so weit

entfernt von den Schienensträngen aufzustellen, dass sie unter keinen Umständen mit dem Fahrmaterial in Collision gerathen können. Um hierbei den Zugdraht, der gewöhnlich längs der Bahnkante hinläuft, nicht unter einem zu starken Winkel abbiegen zu müssen, ist der Abbiegungspunkt, an dem auch der Zugdraht für die Barrière jenseits der Bahnachse abzweigt, etwa 30 Meter von der Barrière entfernt angenommen. Genügt diese Entfernung wegen zu grosser Schräge der Ueberfahrt nicht, die Schranke senkrecht auf Letztere zu stellen, so wird dies und hierdurch oft beträchtliche Minderung der Barrièrenlichtweite dadurch erzielt, dass man die Zugkette bei *b* nochmals über eine fast horizontale Rolle leitet, die sich daselbst leicht anbringen lässt.

Die Vorrichtung zur Selbstbefreiung eingeschlossener Fuhrwerke besteht einfach darin, dass die Zugkette nicht das Schlagbaumgewicht direct fasst, sondern nur eine Rolle *c* mit einer darüber geleiteten Kette, an welche einerseits der Schlagbaum, andererseits ein Gegengewicht *d* festgemacht ist. Letzteres wird zur Sicherung vor Entwendungsgelüsten am besten aus einem werthlosen Material, z. B. aus einem mit Béton ausgegossenen Holzkästchen gefertigt und muss so schwer sein, dass es durch die Zugkraft, weniger leicht, als das Schlagbaumgewicht gehoben wird. Diesen Gewichtsüberschuss kann ein eingesperrter Fuhrmann durch Heben des Schlagbaumes leicht bewältigen und so den Schlagbaum öffnen, der sich sofort wieder von selbst schliesst.

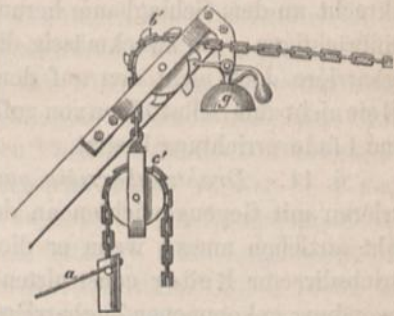
Für einen 4^m,50 weiten Weg kostet eine solche Zugbarrière und zwar je nachdem sie vollständig neu oder mit Benutzung der brauchbaren Theile von vorhandenen hölzernen Zugbarrièren und ob sie mit eisernem oder hölzernem Schlagbaum hergestellt wird:

- a. Bei vollständigem Neubau mit eisernem Schlagbaum 140 Thlr.
- b. Desgl. mit hölzernem Schlagbaum 128 Thlr.
- c. Bei Umbau mit eisernem Schlagbaum 113 Thlr.
- d. Desgl. mit hölzernem Schlagbaum 101 Thlr.

Hierbei ist kein Holz als für die Drahtleitungsstangen, dann der Meter alte Schienen zu 78 Pfd., der Zollcentner hiervon zu 2 Thlr., der Centner neues Schmiedeeisen zu 17 Thlr. angenommen. Wollte man bei den Umbaukosten die alten Schienen als vorhanden ausser Ansatz lassen, so mindern sich dieselben um je 38 Thlr.

Auf verschiedenen Linien der Französischen Ostbahn haben die Zugbarrièren nach dem System Alisch gewöhnlich die folgende, in den Fig. 7 und 8 der Tafel XXI dargestellte Einrichtung. Der Schlagbaum *A* ist an dem kurzen Ende mit dem aufgesteckten und durch zwei durchgehende Bolzen befestigten Gewicht *B* versehen und dreht sich mittelst zwei seitlich angeschraubten schmiedeeisernen Scharnierplatten um eine an der hintern Seite von dem Drehpfosten *D* angeschraubte gusseiserne Console, so dass, wie aus der punktirten Stellung *A'—B'* zu erschen, der Schlagbaum in geöffnetem Zustande sich senkrecht stellt. Der Drahtzug ist nicht direct an dem Schlagbaum befestigt, sondern an dem Ende des schmiedeeisernen Hebels *b*, welcher auf dem mittels Keil mit den schmiedeeisernen Scharnierplatten befestigten Drehbolzen am Ende festgekeilt ist, so dass der Hebel *b* unveränderlich mit dem Schlagbaum *A* verbunden ist und in geöffneter Stellung die Lage *b'* einnimmt. Durch diese Anordnung wird der sonst allgemein übliche Rollenpfahl entbehrlich. In geschlossener Stellung legt sich der Schlagbaum auf den mit zwei gabelförmigen eisernen Schienen *e e* armirten Stützpfahl *E*. Zwischen Letzterem und dem

Fig. 14.)



Laternenpfahl *F* ist für Fussgänger noch eine 1^m,55 breite Pforte angebracht, welche mit dem Drehkreuz (Triller) *G* gesperrt ist. Um das Durchkriechen von Kindern und Vieh unter der Barrière zu verhindern, ist in halber Höhe von dem Boden die Latte *C* mittelst der Ketten *a a* an dem Schlagbaum aufgehängt, welche sich in geschlossener Stellung horizontal und mit den Enden gegen die Pfosten *D* und *E* legt, in geöffneter Stellung aber senkrecht an dem Schlagbaum herunterhängt, ohne die lichte Oeffnung der Barrière zu beeinträchtigen. So zweckmässig die letztere Einrichtung auch ist, so entspricht diese Zugbarrière doch nicht den auf den deutschen Vereinsbahnen geltenden Bestimmungen, weil sie nicht zum Selbstöffnen von zufällig eingeschlossenem Fuhrwerk eingerichtet ist, auch keine Läutevorrichtung besitzt.

§. 11. *Drahtzugbarrière nach dem System Reder.* — Während bei den Zugbarriären mit Gegengewichten an dem kurzen Ende des Schlagbaumes der Wärter den Draht anziehen muss, wenn er die Ueberfahrt schliessen will, findet bei der von dem Betriebsdirector Reder construirten und vielfach auf der Hannoverschen Staatsbahn in Anwendung gekommenen Zugbarrière das umgekehrte Verhältniss statt, indem der Schluss der Barrière durch Nachlassen u. das Oeffnen durch Anziehen des Drahtzuges veranlasst wird.

Fig. 6 auf Tafel XXI veranschaulicht diese Construction. Am Fusse der Drehsäule *a* wird eine Rolle *d* befestigt, durch welche der am kleinen Hebelarm *b'* des Schlagbaumes *b* befestigte Drahtzug *c* die rückgängige Richtung nach dem Wärterstandorte erhält. Das kurze Ende des Schlagbaumes wird so belastet, dass bei einer Stellung desselben unter etwa 45° gegen den Horizont Gleichgewicht ist. Neigt der Baum sich mehr der Horizontalen, so überwiegt der längere Hebelarm und bewirkt das Herabgehen desselben, während bei steilerer Stellung der kleinere Hebelarm der schwerere wird.

Bei einem ganz steilen Stande des Schlagbaumes würde eben, weil das kürzere Ende des Baumes das Uebergewicht hat, ein Nachlassen des Drahtes nicht das Niedergehen des Schlagbaumes zur Folge haben und ist deshalb ein Gegengewicht *e*, das mittelst einer Kette über die Rolle *d* laufend, an einem besonderen Pfahle angebracht, um das Hinaufziehen des kürzern Hebelarms zu bewirken. Auf das Auflager *f* legt sich das Gegengewicht *e'* dann auf, wenn der Schlagbaum durch seine geneigte Lage bereits stark am längern Arme das Uebergewicht hat. An dem Rollenpfahl des Gegengewichts ist auch die Signalglocke *h* angebracht, welche mittelst des Drahtes *i* von dem Standorte des Wärters gezogen wird; an dem Stützpfeiler *l* sind Führungen für die Zugdrähte *c* und *i*, theils mittelst Leitrolle, theils mittelst Gelenkdraht angeordnet.

Es liegt auf der Hand, dass ein so construirter, fast im Gleichgewichte befindlicher Schlagbaum, wenn er auf der Schlagsäule *g* aufliegt, also der Drahtzug nicht gezogen ist, mit geringerer Kraftanstrengung, indem man ihn bei *k* anfasst, in die Höhe gehoben werden kann. Der anscheinende Missstand dieser Construction, dass nämlich beim Reißen des Drahtzuges die Barrière herabgeht und den Uebergang schliesst, stellt sich bei Würdigung des Gleichgültigkeitsprincipes der Wärter gerade als ein besonderer Vortheil heraus, indem dann, wenn der Drahtzug gerissen und damit die Ueberfahrt gesperrt ist, der Wärter gezwungen wird, die Reparatur des Drahtes, zur Vermeidung der Klagen des die Ueberfahrt passirenden Publicums, ungesäumt vorzunehmen. Bei der ältern Construction der Schlagbaumbarriären fiel dieser Druck auf die Wärter weg und dürfte häufig der Fall vorgekommen sein, dass trotz aller Aufsicht, ein abgerissener Draht tagelang nicht reparirt wurde, und somit die Barriären beim Passiren der Züge nicht geschlossen waren. Dagegen hat diese Construction den offenbaren Nachtheil, wenn ein Mensch oder ein Gespann sich an der Uebergangsstelle befindet und der Schlagbaum durch das Uebergewicht des längern Hebelarmes gerade nieder fällt, leicht eine Verletzung jener herbeiführen kann.

§. 12. *Balancirte Drahtzugbarriere nach dem System Oberbeck.* — Bei der in Fig. 1—10 auf Tafel XXII dargestellten von dem Baumeister Oberbeck zu Aschersleben construirten Zugbarriere ist das Gegengewicht so normirt, dass der Schlagbaum sich bei jeder Stellung im Gleichgewicht befindet, daher weder selbst ein Bestreben sich zu öffnen oder zu schliessen besitzt, noch auf den Zugdraht eine dauernde Spannung überträgt. Zur Bewegung der Barriere dienen zwei getrennte Drähte, von denen einer das Schliessen, der andere das Oeffnen bewirkt. Dagegen fällt der sonst angewendete Drahtzug zum Ziehen der Barrièrenglocke, deren Ertönen vorschriftsmässig den Niedergang des Schlagbaumes vorher ankündigen soll, hier fort, indem der zum Schliessen dienende Draht das Läuten mit bewirkt. Es sind zu diesem Behufe in dem obern Theil des Gerüstes *A* auf einer in den Pfosten unmittelbar befestigten Achse zwei gusseiserne Räder (in Fig. 6, 7 und 8 besonders dargestellt) von verschiedenem Durchmesser angebracht, welche sich unabhängig voneinander drehen können, so lange nicht der an dem grössern Rade angebrachte Mitnehmerstift *a*, den auf dem kleineren Rade sitzenden Arm *b* berührt. Beide Räder sind auf ihrer Peripherie mit spiralförmig eingeschnittenen Gängen versehen, in welchen Ketten laufen. Die Ketten des grössern Rades greifen an die beiden Leitungsdrähte *d d'*, ebenso *e e'*, die des kleineren an den Vorder- und Hinterarm des Schlagbaum *B*, und zwar trägt jedes Rad zwei getrennte Ketten, zu deren Befestigung an dem Anfang und an dem Ende des spiralförmigen Ganges kleine Haken *c c'* eingeschraubt sind. Da die Ketten in entgegengesetzter Richtung aufgewickelt sind und zwar so weit, dass sie immer noch einen Schraubengang zwischen einander frei lassen, so muss sich bei jeder Drehung des Rades von der einen Kette so viel aufwickeln, wie sich von der andern abwickelt. Ganz in derselben Weise sind auf der Windtrommel *D* (Fig. 10), welche sich bei dem Standpunkt des Wärters befindet, zwei Kettenenden *f f'* befestigt und einander entgegengesetzt aufgewickelt, von denen das eine *f* mit dem Draht *d* zum Oeffnen, das andere *f'* mit dem Draht *d'* zum Schliessen verbunden ist. Die eine seitliche Scheibe der Windtrommel *D* ist mit Sperrzähnen *g* versehen, in welcher ein Sperrhaken *h* von oben einfällt (Fig. 9). Von diesem Sperrhaken geht eine schwache eiserne Stange *i* nach einer Trittschiene *k* herunter, welche sich um einen am Windepfahl *E* befestigten Zapfen dreht, und auf welche der Wärter seinen Fuss stellt, wenn er den Sperrhaken auslösen will. Da der Fusstritt *k* sich nahe über dem Erdboden befindet, so ist der Spielraum so beschränkt, dass der Sperrhaken nur wenig gehoben werden kann, und daher immer von selbst wieder in die Sperrzähne einfällt. Während durch diese Einrichtung der Wärter einerseits veranlasst wird, sich bei dem Schliessen der Barriere mit dem Gesicht nach derselben zu stellen, ist dadurch andererseits vermieden, dass die Einlegung des Sperrhakens einmal aus Nachlässigkeit unterbleiben kann. Die Stellung der Zähne ist so gewählt, dass die geöffnete Barriere ohne Auslösung des Sperrhakens nicht geschlossen werden kann, während die geschlossene Barriere auch vom Ueberwege aus aufzurichten ist, wobei der Haken *h* über die Sperrzähne *g* weggleitet und ein Klappern verursacht. Der Vorgang bei der Bewegung der Barriere ist nun folgender:

Der Schlagbaum sei geöffnet — Fig. 2. Der Mitnehmerstift an dem grössern Rade steht in seiner höchsten Stellung. Der Arm des kleinen Rades liegt dicht an dem Mitnehmerstift, in der Zeichnung links davon. Sobald der Wärter den Sperrhaken *h* auslöst und die Windtrommel mittelst der Kurbel *l* in Rechtsdrehung versetzt, wird der untere Leitungsdraht *f' d'* straff gezogen und das grössere Rad durch denselben nach rechts herumgedreht. Der Mitnehmerstift *a* verlässt also den Arm *b*, fasst dagegen mit dem hintern Ende den einen Arm des Winkelhebels *m*, dessen anderer Arm durch eine kleine Kette mit der Glocke *G'* verbunden ist. Die Glocke ertönt also gleich bei dem ersten An-

ziehen des Wärters. Erst wenn das grössere Rad fast eine ganze Umdrehung gemacht hat und der Mitnehmerstift den Arm *b* von der linken Seite ergreift, fängt auch das kleine Rad an, sich mit zu drehen, und gleich darauf ertönt die Glocke zum zweiten Male. Da aber die Angriffspunkte an dem Schlagbaum so gewählt sind, dass in der geschlossenen Stellung (Fig. 1) beide Kettenenden straff werden, in der geöffneten aber das hintere Ende schlaff herunterhängt, so vergeht erst noch etwa eine halbe Umdrehung, ehe der hintere Arm des Schlagbaums durch die Kette angezogen wird. Das Schliessen kann daher überhaupt nicht vor sich gehen, ohne dass eine gewisse Zeitlang vorher das Glockensignal gegeben ist, was bei der gewöhnlichen Einrichtung häufig genug aus Nachlässigkeit unterbleibt. Während des Schliessens ertönt die Glocke dann noch zum dritten Mal.

Das Oeffnen der geschlossenen Barrière geschieht in entsprechender Weise durch entgegengesetzte Umdrehung der Windtrommel und der Räder. Da der Mitnehmerstift hierbei den Klingelhebel von der entgegengesetzten Seite fasst, so gleitet er über ihn hinweg, ohne ein Läuten zu bewirken. Eine kleine Feder an dem untern Arm des Klingelhebels führt diesen immer wieder in die normale Stellung zurück. Sobald der Schlagbaum sich auf die hinteren Streben auflegt, also der weiteren Drehung einen Widerstand entgegengesetzt, haben die Räder die ursprünglich angenommene Stellung wieder erreicht.

Tritt der Fall ein, dass ein Fuhrwerk zwischen den Barriären gefangen ist, so kann der Schlagbaum mit grosser Leichtigkeit vom Ueberweg geöffnet werden und bleibt in der Stellung, zu der er aufgerichtet ist, regungslos stehen. Gleichzeitig wird aber durch Vermittelung der hintern Schlagbaumkette *e* zunächst das kleine Rad, durch Vermittelung des Arms *b* und des dahinterliegenden Mitnehmerstiftes *a* das grosse Rad sowie durch Vermittelung des gezogenen Leitungsdrahtes *d'* *f'* auch die Windtrommel *D* in Umdrehung versetzt, und das dadurch bewirkte Klappern des Sperrhakens *h* ist eine Anforderung für den Wärter, seine Aufmerksamkeit auf die Barrière zu richten und dieselbe nach Erfordern von Neuem zu schliessen.

Die hauptsächlichsten Vorzüge dieser Einrichtung, die sich auch praktisch vollständig bewährt haben, sind demnach:

1. Der Zugdraht wird seltener und weniger stark angestrengt, als bei den sonst üblichen Constructionen, und wenn er reisst, so geschieht dies während des Oeffnens oder Schliessens, wird also vom Wärter sofort bemerkt.

2. Die Barrière schlägt, auch wenn der Draht reisst, von selbst weder auf noch zu, gefährdet also die Passanten in keiner Weise.

3. Die Barrière kann vom Ueberwege aus nicht geschlossen, wohl aber geöffnet werden, letzteres jedoch nicht, ohne dass der Wärter davon avertirt wird.

4. Das Ziehen der Signalglocke ist dem Belieben des Wärters entzogen, ohne dass ein Leitungsdraht mehr als früher angewendet wird.

In Betreff der Ausführung ist noch Folgendes zu bemerken:~

Damit ein vollständiges Gleichgewicht in allen Stellungen des Schlagbaumes stattfinden kann, ist es nöthig, dass die gerade Verbindungslinie zwischen den Schwerpunkten des vorderen und hinteren Armes durch den Drehpunkt geht. Deshalb ist das Gegengewicht nicht durch einen aufgelegten Belastungsstein, sondern durch Armirung des hinteren Armes mit vier Enden von alten Eisenbahnschienen hergestellt, welche so gleichmässig um den Arm vertheilt sind, dass ihr Schwerpunkt in der Mittelachse des Schlagbaumes liegt. Ferner ist die Vorsicht angewendet, in dem hinteren Arm die Löcher, durch welche die Befestigungsbolzen gezogen werden, oval zu machen, damit, wenn das Holz durch Witterungsverhältnisse einmal sein specifisches Gewicht verändern sollte, leicht durch eine Verschiebung der Schienenstücke die Balance wieder völlig hergestellt werden kann.

Eine andere Rücksicht betrifft die Büchse, welche in den Schlagbaum eingesetzt ist und aus zwei Hälften besteht. Diese Hälften werden durch zwei von unten in den Schlagbaum eingesetzte Stellschrauben nach Erfordern zusammengepresst, um dadurch die Bewegung etwas zu hemmen. Da nämlich die Zapfenreibung den einzigen Widerstand gegen die Bewegung des Schlagbaumes bildet, so erfolgt dieselbe ohne jene Hemmung so leicht, dass beim Schliessen schon das erste Anziehen der hinteren Kette ein Voreilen des Schlagbaumes bewirkt, das Niedergehen also ruckweise vor sich geht. Durch die Schrauben ist dagegen eine sorgfältige Regulirung ermöglicht. Während das Öffnen vom Ueberweg aus noch mit völliger Leichtigkeit geschieht, folgt beim Schliessen der Schlagbaum in ruhiger Drehung dem Zuge der Kette.

Wiewohl es nicht nöthig ist, die Leitungsdrähte völlig straff zu spannen, da durch das erste Andrehen der Windtrommel der in Thätigkeit zu bringende Draht ohnedies gespannt wird, so ist es doch rätlich, die Drähte von vornherein nicht schlaff hängen zu lassen, da sie sich mit der Zeit so wie so noch ausdehnen. Es bietet nun die Windtrommel selbst eine bequeme Gelegenheit zum Anspannen resp. Nachspannen des Drahtes. Ist nämlich der Schlagbaum so hoch aufgerichtet, dass er dem Zuge nicht weiter nachgiebt, so kann durch das fernere Drehen an der Kurbel eine starke Anspannung des gezogenen Drahtes bewirkt werden, wobei der Sperrhaken die rückgängige Bewegung verhindert. Der andere Draht wird um so schlaffer. Es lässt sich daher die damit verbundene Kette bequem aus ihrem Haken auf der Windtrommel herausnehmen und mit der Hand soweit zurückziehen, dass ein weiter vorgelegenes Kettenglied eingehakt werden kann. Sobald der Sperrhaken ausgelöst wird, wobei die Kurbel vorsichtig festzuhalten ist, theilt sich die Hälfte von der Mehrspannung des ersteren Drahtes dem letzteren mit, wodurch für beide eine angemessene Straffheit zu erzielen ist.

Die Leitung des Zugdrahtes ist theilweise auch durch Curven geführt, ohne dass — bei Anwendung horizontal liegender Leitrollen — die leichte und gleichmässige Drehung der Windtrommel dadurch beeinträchtigt wäre.

Das Gewicht der gegossenen Eisentheile stellt sich folgendermaassen:

für das grössere Rad	50 Pfd.
„ „ kleinere „	28 „
„ die Büchse	8 „
„ „ Windtrommel mit Sperrrad . .	35 „
„ „ Kurbel	4 „
	<hr/>
	zusammen 125 Pfd.

§. 23. *Drahtzugbarriere nach dem System Kirchweger.* — Bei dieser von dem Maschinendirector Kirchweger bereits vor 10 Jahren angegebenen Construction hat das halbcylinderförmige Gegengewicht eine besondere Drehachse erhalten und ist ohne feste Verbindung auf das kürzere Ende des Schlagbaumes aufgelegt. Dieselbe ist auf mehreren norddeutschen Bahnen mit verschiedenen Modificationen zur Anwendung gekommen, unter welchen namentlich die von den Altona-Kieler- und Lübeck-Büchener Bahnen die bemerkenswerthesten sind und hier beschrieben werden sollen. Auf der Altona-Kieler Bahn hatte man sich folgende Bedingungen gestellt, welchen diese Zugbarrieren entsprechen sollten:

1) Circa eine Minute bevor die Barriere anfängt sich zu schliessen, muss die Absperrung der Ueberfahrt durch ein continuirliches lautes und deutliches Läuten, vermittelt eines unmittelbar neben dem abzusperrenden Uebergange anzubringenden Läutewerkes angekündigt werden.

2) Das Läuten darf nicht von der Willkühr oder Pflichttreue des die Verschlussvor-

richtung bedienenden Bahnwärters abhängen; diese Construction soll vielmehr eine derartige sein, dass es vollständig unmöglich ist, dass der Schlagbaum sich schliessen könne, bevor das Lätewerk ca. 1 Minute gespielt hat.

3) Die Barrière muss so eingerichtet sein, dass selbst für den kaum denkbaren Fall, dass ein Fuhrwerk durch Muthwillen oder Nachlässigkeit des Fuhrmanns, während des Niedergehens der Bäume zwischen denselben eingesperrt werden sollte, der Fuhrmann dennoch im Stande ist, » selbst « und zwar mit Leichtigkeit den Schlagbaum zu öffnen und in geöffneter Stellung festzustellen, so dass er ungehindert von dem Bahnkörper herunterfahren kann.

4) Da in dem sub 3 beregten Falle der betreffende Fuhrmann den geöffneten und festgestellten Schlagbaum gewiss nicht selbst wieder lösen und herunterlassen wird, so muss die Construction der Feststell-Vorrichtung so gewählt werden, dass dieselbe durch das nachherige Oeffnen der Bäume (Seitens des Wärters von dessen Standorte aus) gelöst werde, in der Weise, dass bei abermaliger Schliessung der Barrière der vorher in geöffneter Stellung festgestellte Baum sich wieder schliesst.

Nur unter derartigen Bedingungen wurde es seiner Zeit höheren Orts gestattet, eine Anzahl Wegübergänge an der Altona-Kieler Eisenbahn durch Zugschlagbarriären zu schliessen.

Zur Erfüllung der Bedingungen ad 1 und 2 wurde die schon zuvor an der Hamburg-Lübecker Bahn angewandte Construction gewählt, welche auf dem Principe basirt, nicht das Gegengewicht der Schlagbäume, sondern ein ganz separates mit den Schlagbäumen gar nicht in Verbindung stehendes Gewicht zur Ueberwindung der Reibung des Drahtzuges, wie zur Bewegung des Lätewerkes dienen zu lassen. Auf Tafel XXI in Fig. 9—14 und 21 und 22 ist diese Drahtzugbarrière abgebildet. — Ein eiserner Ring *a* Fig. 11 dient zur Verbindung des Drahtzuges (einfacher Draht, oder bei längeren Zügen ein dünnes Drahtseil) mit 3 Ketten, welche über die 3 Rollen *b*, *c*, *d*, Fig. 14 laufen. — Ueber die Rolle *b* läuft die Kette, welche den ersten Schlagbaum *s* (Fig. 12) bewegt, über die Rolle *d* läuft die Kette, welche unter der Bahn durch, über drei fernere Rollen *e*, *f*, *g* (Fig. 14 und 13) laufend, den zweiten Schlagbaum *s*¹ bewegt, während über die mittlere Rolle *c*, welche durch ihre Umdrehung das gezahnte Rad *k* und somit das Lätewerk *i*, *h* (Fig. 21) in Gang setzt, die das Separat-Gewicht *G* bewegende Kette läuft. Das Gewicht wirkt vermittelt einer losen Rolle *h*, an welcher dasselbe aufgehängt ist, um bei einer Senkung von gewisser Länge einen doppelt so langen Weg des Drahtzuges zu erzielen, wodurch die Zeit des Lätens vor dem Niedergehen der Schlagbäume gleichzeitig verdoppelt wird, da das Läuten selbst nur durch die Bewegung des Gewichtes veranlasst wird.

Es ist nun ohne Weiteres einleuchtend, dass man die Längen der beiden Ketten, durch welche die Schlagbäume bewegt werden, gegenüber der von ersteren unabhängigen Länge der Kette, durch welche das Separatgewicht gehoben oder gesenkt wird, so abmessen kann, dass erst, nachdem dieses letztere Gewicht um eine beliebig zu bestimmende Länge gehoben und dadurch das Lätewerk eine entsprechende Zeit lang in Bewegung gesetzt ist, die Ketten, welche das hintere Ende der Schlagbäume zwecks Schliessung des Ueberganges heben sollen, stramm werden und nun erst bei fernerem Anziehen des Drahtzuges die Schlagbäume allmählich niedergehen.

Durch diese Construction sind die beiden ersten der vorstehenden Bedingungen jedenfalls mit Sicherheit zu erreichen, vorausgesetzt, dass, was ja jederzeit sofort untersucht werden kann, die gesammte Verschlussvorrichtung in Ordnung gehalten ist, namentlich aber das Gewicht schwer genug ist, um die oft sehr erhebliche Drahtreibung zu überwinden. — Um die Letztere möglichst auf ein Minimum zu beschränken, läuft der Draht, bei Drahtzügen in geraden Linien, nicht wie sonst wohl gebräuchlich durch kleine eiserne

Oesen oder Krampen, sondern er wird in Entfernungen von ca. 14 Meter durch grosse hölzerne drehbare Rollen t unterstützt (Fig. 10 und 22), liegt auf diesen lose auf, und ein Abgleiten des Drahts von den Rollen wird durch in dieselben eingeschlagene Drahtstifte verhindert.

Zur Erfüllung der 3. und 4. Bedingung wurde die erwähnte Kirchwegger'sche Construction gewählt. Durch dieselbe wird beim Schliessen der Barrière nicht eigentlich der hintere kürzere Hebelarm gehoben, sondern es wird dem Letzteren vielmehr das ihn niederdrückende mantelförmige gusseiserne Gewicht p entzogen und dessen Bewegung folgend, schliesst sich der Baum ebenso allmählich in Folge des natürlichen Uebergewichts des längeren Hebelarms.

Ausser der mantelförmigen Belastung p (welche möglichst leicht sein muss), ist aber hauptsächlich der hintere kürzere Hebelarm des Baumes durch ein unter demselben befestigtes Gussstück q (oder durch Schienenenden) beschwert, ja nahezu ausbalancirt, so dass der Baum, wenn er geschlossen ist, durch einen Druck mit der Hand auf den hinteren Hebelarm leicht geöffnet werden und mittelst der Kette n , welche am Ende mit einem Ringe von ca. 40^{mm} Durchmesser versehen ist, an einem dazu bestimmten Haken o »von unten« aufgehakt und dadurch festgestellt werden kann, indem der Ring in Folge der starken Reibung sich an dem Haken o hält und nicht zu Boden fällt. — Die Länge der Kette n ist jedoch so abzumessen, dass der Schlagbaum durch die Feststellung, nicht ganz so weit wie sonst geöffnet wird, sondern etwa in die in Fig. 13 gezeichnete Lage zu stehen kommt.

Die durch den Wärter aufgewundene mantelförmige Belastung p verbleibt bei solcher Oeffnung und Feststellung in horizontaler Lage (Fig. 13) und wenn dieselbe durch Abwindung des Drahtzuges wieder herabgelassen wird, so drückt sie auf den hintern Hebelarm des Baumes und bringt diesen in seine völlig geöffnete Stellung. — Die Kette n wird dadurch schlaff und weil der Ring derselben nur »von unten« auf den Haken o geschoben war, die Reibung des Ringes an dem Haken aber durch das Schlaffwerden der Kette fast gänzlich aufhört, so fällt der Ring nebst Kette zur Erde und bei dem nächstfolgenden Verschluss des Ueberganges kann sich der Baum durch Anziehen des Drahtzuges wieder ungehindert senken.

Wenngleich nun nie behauptet werden kann, dass eine von einem entfernten Standorte aus abgesperrte Ueberfahrt unter allen Umständen dieselbe Sicherheit für den Betrieb, wie für die passirenden Fuhrwerke gewähre, als wenn solche Ueberfahrt von einem Wärter bewacht wird, so giebt es doch gewiss manche Wegekreuzungen, bei welchen ein Verschluss nach vorstehend beschriebener Construction für die allgemeine und allseitige Sicherheit vollständig genügt, während bei den meisten Zugbarriären älterer Constructionen, welchen entweder ein Lätewerk gänzlich fehlt, oder bei welchen das Läuten vom Belieben oder der Pflichttreue des die Verschlussvorrichtung bedienenden Wärters abhängt, und welche einmal geschlossen, und durch Abwinden des Drahtzuges seitens des Wärters von dessen Standorte aus wieder geöffnet werden können, immerhin durch Einschliessung eines Fuhrwerks auf dem Uebergange zwischen beiden Schlagbäumen ein Unglücksfall sich ereignen kann. — Auch lässt es sich in solchem Falle nicht immer constatiren, ob der Wärter in Bezug auf das Läuten vor dem Niedergehen des Baumes seine Pflicht gethan habe, während bei vorstehend beschriebener Zugbarrière die Construction selbst, und nicht der Wärter, durch das ertönende Lätewerk den Passanten frühzeitig genug von der bevorstehenden Absperrung der Ueberfahrt benachrichtigt. —

Die grösste Entfernung zwischen zwei Uebergängen, von welchen der eine vom andern aus mittelst einer Zugbarrière geschlossen wird, beträgt an den Bahnen der Altona-Kieler Eisenbahn-Gesellschaft:

in geraden Linien 572 Meter,
in Curven 320 „

Die auf den Bahnen der Lübeck-Büchener Eisenbahn-Gesellschaft seit 4 Jahren eingeführten Drahtzugbarrieren dieses Systems weichen namentlich in einer zweckmässigen Construction des Lätewerks und einigen andern Details ab. Dieselbe ist auf Tafel XXIII in Fig. 12 bis 17 dargestellt.

Die Aufgabe, welche man sich daselbst gestellt, nicht allein ein mit den Zugbarrieren combinirtes Lätewerk zu construiren, vermittelst welchem eine Zeitlang vor Schliessung der Schlagbäume ein von der Willkühr des Wärters ganz unabhängiges und anhaltend starkes Läuten stattfinden und das Schliessen der Schlagbäume wie das Läuten nur durch einen Drahtzug bewirkt werden sollte, sondern auch die rückgängige Bewegung des Drahtzuges beim Oeffnen der Schlagbäume nicht durch das Gegengewicht derselben bewirken zu lassen, ist auf folgende Weise gelöst worden.

Das Lätewerk befindet sich auf einem von den nach dem Kirchweger'schen System eingerichteten Schlagbäumen getrennt stehenden Pfahl A von etwa $2^m,5$ Höhe. Zu beiden Seiten des Lätewerks sind 2 Rollen, von denen die eine d mit der Welle des Lätewerkes in Verbindung steht, die andere d' nur als Führungsrolle dient. Von den an den Drahtzug sich anschliessenden Ketten geht eine über die auf der Welle c festgekeilte Rolle d nach einem zur Bewegung des Lätewerkes dienenden mit loser Rolle versehenen Gewichte G , die zweite über die Führungsrolle d' nach dem ersten, und die dritte über eine unten am Pfahl befindliche Führungsrolle seitwärts nach dem zweiten Schlagbaume. Die Länge der Ketten verhält sich zueinander so, dass die Schlagbäume geschlossen sind, wenn das Gewicht G des Lätewerkes oben ist. Beim Anziehen des Drahtzuges setzt die Kette des Lätewerkes dasselbe sofort in Bewegung und das Läuten beginnt, während die Schlagbäume erst folgen, sobald deren Ketten stramm werden. Man kann demnach durch die Höhe des Pfahles A , auf welchem das Lätewerk steht, bestimmen, wie lange die Glocke vorher läuten soll, ehe die Bewegung der Schlagbäume beginnt. Bis zum vollständigen Oeffnen der Schlagbäume gehen zunächst die 3 Ketten gleichmässig zurück, dann zieht die Gewichtskette des Lätewerkes, welches beim Rückgang nicht läutet, den Drahtzug vollends nach, während die Ketten der Schlagbäume nun schlaff werden. Das Gewicht G des Lätewerkes, welches allein die rückgängige Bewegung des Drahtzuges bewirkt, kann ja nach der Länge des Drahtzuges durch aufgelegte geschlitzte Gussstücke regulirt werden. Es war durch diese Einrichtung ermöglicht, die Schlagbäume nur so stark zu belasten, als zu ihrer eigenen Bewegung eben erforderlich war, und die schädlichen Stösse, welche die beim Oeffnen aus dem Zustande der Ruhe in eine rasche Bewegung übergehenden Bäume auf den Drahtzug auszuüben pflegen, nahezu aufzuheben.

Eine Veränderung an den Schlagbäumen besteht darin, dass die Bäume in einem halbrunden gusseisernen Sattel, Fig. 17, liegen und mittelst Schraubenbänder bei rr gehalten werden. Man braucht demnach bei etwaiger Auswechslung nur die Schraubenbänder zu lösen und den neuen Baum einzulegen. Dadurch wurde jede Anbohrung der Bäume vermieden. Fig. 12, 16 und 17 zeigen diese Einrichtung.

Die verschiedenen Ansichten und Durchschnitte des Lätewerkes selbst sind in Fig. 13 bis 15 angegeben.

Auf der Grundplatte a steht zwischen zwei Lagerböcken b und e das mit einem Gehäuse versehene Lätewerk. Im Lagerbock b befindet sich die das Lätewerk bewegende Welle c nebst Rolle d , im Lagerbock e die für die Führung der Schlagbaumkette bestimmte Rolle d' . Auf der Welle c , unterstützt durch einen zweiten innerhalb des Gehäuses befindlichen Lagerbock, sitzen die grosse lose Zahnscheibe f und die kleine auf

der Welle befestigte Mitnehmerscheibe *g*. Durch die kleine mit Sperrzähnen versehene Mitnehmerscheibe erhält die grosse Zahnscheibe mittelst des an derselben angebrachten Sperrkegels *h* nach einer bestimmten Richtung ihre Drehung. In umgekehrter Richtung bleibt die grosse Zahnscheibe stehen, indem ein an der Decke des Gehäuses hängender Sperrkegel *i* in die auf der Peripherie der grossen Zahnscheibe befindlichen Sperrzähne, deren Richtung den Sperrzähnen der Mitnehmerscheibe entgegengesetzt ist, einfallend, diese festhält, während die Sperrzähne der Mitnehmerscheibe unter dem betreffenden Sperrkegel weggleiten. Es findet dadurch beim Schliessen der Schlagbäume ein Läuten statt, beim Oeffnen dagegen nicht. Die an der Zahnscheibe *f* seitlich befindlichen Zähne, deren Eintheilung so bestimmt ist, dass durch deren wechselseitigen Eingriff in die Lappen der Hammerwelle diese in eine hin- und hergehende Bewegung versetzt, treiben die Hammerwelle *k*. Der im Stiel möglichst dünn gehaltene Hammer *l* theilt sich vorne in zwei mit Ansätzen versehene Arme, deren Stellung so ist, dass die Ansätze die Glocke in der Mittellinie treffen. Zwei kleine Spiralfedern *m m* befördern nach jedem Schlage die rasche Entfernung des Hammers von der Glocke.

Ein an den Seiten des Gehäuses angeschrobener Bügel trägt sowohl die Glocke *n* wie das darüber befindliche Blechdach *o*.

Fig. 12^a zeigt die Drahtzugwinde, sowie Fig. 12 die ganze Anlage.¹⁴⁾

Die Kosten eines Läutewerks stellen sich auf 18 Thaler.

Die Maschinenbau-Anstalt von J. Arndt in Lübeck hat die Anfertigung dieser Läutewerke übernommen und bereits für mehrere Bahnen solche ausgeführt.

§. 14. *Kettenzugbarrieren*. — Die Drahtzugbarrieren mit Kettenverschluss kamen in den letzten Jahren anstatt der Schlagbaumbarrieren wegen der billigeren Herstellung, grösseren Dauer und billigen Unterhaltung in Anwendung. Die einfachste Construction ist wohl die von dem Betriebsdirector Roder angegebene und auf Tafel XXII, in Fig. 11 und 12 dargestellte.

Die Kette bildet den Verschluss in der gewöhnlichen Barrierenhöhe (1^m,0 bis 1^m,25) und legt sich nach aufgehobenem Verschlusse in ganzer Breite der Ueberfahrt in eine in das Strassenniveau versenkte einfache Nuthbohle *d*, die nöthigenfalls mit Schutzschienen versehen ist, damit die Passage nicht gehindert wird. Um die Kette in der nöthigen Verschlusshöhe anzuspannen, sind ausser dem Pfahle *a*, woran das Ende der Kette befestigt ist, und dem Rollenpfahle *c*, die Doppelpfähle *b b* gesetzt, in deren Zwischenraume die Kette auf- und niedergehen kann und unter deren Kopfverbindungsbolzen oder Riegel *b'* dieselbe sich in angespanntem Zustande legt.

Da die Kette zum Zwecke des nöthigen Verschlusses der Ueberfahrt nicht straff angespannt zu werden braucht, dieselbe vielmehr ziemlich schlaff hängen kann, so lässt sich das Endglied derselben ohne grosse Kraftanstrengung aus dem am Pfahle *a* befestigten Haken heben, und der Verschluss der Ueberfahrt, zur Entfernung eines etwa eingefangenen Fuhrwerkes, beseitigen.

¹⁴⁾ Nach den auf den Hannoverschen Eisenbahnen gemachten Erfahrungen hat es sich bei der Anbringung der Läutewerke an diesen Drahtzugbarrieren, in Verbindung mit dem Schlagbaum Behuf selbstthätigen Läutens der Glocke beim Schliessen des Baumes als nothwendig herausgestellt, dass

- 1) der Pfosten, welcher das Läutewerk trägt, eine den Verhältnissen entsprechende Höhe (nicht unter 10 bis 11' Hannov. oder pptr. 3 Meter), erhält,
- 2) zur Verhütung des Herunterfallens der bei den geöffneten Schlagbäumen schlaff herunterhängenden Ketten von den Rollen des Läutewerks ein geeigneter Bügel über den Rollen angebracht,
- 3) das Contregewicht zur Verhütung von Beschädigungen an dem Mechanismus mit einem sichern Gehäuse (Kasten) umschlossen und
- 4) das Contregewicht selbst in der reichlichen Schwere bemessen werde.

Das Niederlegen der Kette in die Rille der Nuthbohle *d* und das Zurückziehen des Drahtzuges nach aufgehobenem Verschlusse bewirken, neben dem Eigengewichte der Kette, die Gegengewichte *e* und *e'*, von denen *e* das schwerere ist. Die Schwere dieser Gewichte ist nach der Länge des Drahtzuges, dessen Reibungswiderstände in den Krampen oder Rollen der Leitungspfähle zu überwinden sind, zu bemessen. Die Verschlusskette besteht aus einer einfachen Gliederkette aus 9^{mm} starkem Eisen und wiegt pro laufenden Meter ca. 5 Pfd. Auf dem Rollenpfehl *c* ist ausserdem noch die Glocke *g* anzubringen, deren Läuten durch einen besondern dünnen Drahtzug *f* bewirkt wird.

Die Vortheile einer solchen Kettenzug-Barrière sind »Einschränkung der Herstellungskosten auf $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{5}$ der Kosten einer Zugbarrière mit Schlagbaum und erheblich geringern Kraftanstrengung des Wärters beim Verschliessen der Ueberfahrt, sowie bedeutende Verminderung der Unterhaltungskosten«, welche letztere bei den andern Verschlussarten, wegen der Fäulung und Abgängigkeit des vielen Holzwerkes und wegen der häufigen Erneuerung des Oelfarbeanstrichs sehr erheblich sind. Dagegen haben sie den grossen Nachtheil, dass die Verschlusskette — wie bereits oben in §. 9 erwähnt wurde — durch das Liegen in der Strassenrinne die schmutzige Farbe der Strassenoberfläche annimmt und aus der Ferne nicht mehr gut sichtbar ist, auch bei Nachtzeit keine Beleuchtung derselben in der Mitte des Verschlusses anbringen lässt.

Um diese Kettenbarriären aus der Ferne sichtbarer zu machen und zugleich eine vollkommnere Absperrung des Uebergangs von der Bahn zu bewirken, so dass Kinder und Vieh bei der aufgezogenen Kette nicht durchkriechen können, construirte zu dem Ende Herr Oberingenieur Basler zu Ludwigshafen (1864) die in Fig. 13 bis 16 auf Tafel XXII dargestellten eigenthümlichen Kettenthor-Barriären, welche seitdem auf den Pfälzischen Bahnen bei sehr frequenten Plantübergängen mehrfach zur Ausführung gekommen sind.

An die Hauptbarrierekette *a* und an die unten in der Strassenrinne befestigte Stange *b* (Fig. 15) sind in Abständen von 200—250^{mm} dünnere verticale Kettchen gespannt, welche sich mit der Hauptkette in die durch zwei Schienen *c c* gebildete Strassenrinne bei geöffneter Barrière theils durch das Gewicht der Ketten, theils durch die beiden Gewichte *d* und *e* versenken, damit die Passage nicht gehindert wird. Bezüglich der Gewichte ist noch zu bemerken, dass *d* ein leichteres Gewicht von Stein, *e* aber von Guss-eisen ist, welch' letzteres durch Aufschrauben von Platten, je nach den Widerständen im Drahtzug, vermehrt werden kann. Dabei bleibt es von Wichtigkeit, dass sich das Gewicht *e* vertical auf- und abbewegen kann, zu welchem Zweck neben dem Ständer *f* eine ausgemauerte Grube anzubringen ist.

Bei diesen Kettenthor-Barriären sind die Hauptbarrièrepfosten *h f k* von Stein, die Zugrolle *m* und die Windtrommel *n* sind seitlich mittelst aufgeschraubter Bügel an den Pfosten *f* und *k* befestigt und ebenso die Glocke *g* in dem an *f* angeschraubten Bügel *i* aufgehängt; die Glocke wird mittelst eines besondern dünnen Drahtzugs *l* von dem Standort des Bahnwärters aus jedesmal vor dem Schliessen der Barrière gezogen. Nur die dünnen Rollen- oder Stützpfähle *o o* für die Drahtleitung *p* sind von Holz.

Als Vortheile dieses Systems sind anzuführen, dass alle Haupttheile von Stein und Eisen hergestellt werden können, dass in vielen Gegenden die ersten Anlagekosten nicht höher als bei dem Schlagbaumsystem, die Unterhaltung aber jedenfalls billiger zu stehen kommt; dann, dass die Weite der Barrière, d. i. die Wegbreite zwischen den Pfosten, so zu sagen nicht begrenzt ist, während bei Schlagbäumen diese Grenze sehr eng gezogen, was aber bei schiefen Uebergängen, namentlich mit Parallelwegen, oft sehr störend ist. Endlich, dass der Bahnwärter mit leichterer Mühe das Oeffnen und Schliessen der Barrière vollzieht.

Einen grossen Nachtheil haben jedoch die Kettenzugbarriären mit versenkten Sperrketten, indem die Nuth im Strassenpflaster durch Schnee und Schmutz sich leicht ausfüllt, ja in kalten Gegenden die Kette sogar einfrieren kann. Zur Vermeidung dieses Uebelstandes hat der Betriebs-Ingenieur Saller in Neu-Ulm eine (im Organ 1869, p. 58 beschriebene) neue »Kettenzugschranke« angegeben, welche sich dadurch von den oben beschriebenen Kettenzug- und Kettenthorbarriären unterscheidet, dass die Sperrketten nicht in die Strassenoberfläche versenkt, sondern über derselben ausgespannt sind. Zu dem Ende werden an die Stelle der Barrière-Pfosten ein Paar alte Eisenbahnschienen senkrecht in dem Boden befestigt, dieselben dienen zur Leitung für die Belastungsgewichte, welche die Schiene mit dem nöthigen Spielraum umschliessen. Zwischen den Gewichten ist die Sperrkette straff angespannt und können die ersteren — und somit auch die Sperrkette — mittelst schwächerer Zugketten, welche über an der Spitze der Schienen angebrachten Rollen laufen und mit dem Zugdraht in Verbindung stehen (zum Oeffnen), leicht bis an die Spitze der Schienen gehoben sowie (zum Schliessen) auf die gewöhnliche Barrièrehöhe versenkt werden. Obwohl diese Kettenzugbarrière, soviel uns bekannt, bis jetzt noch nicht zur Ausführung gekommen ist, scheint uns dieselbe als sehr praktisch und empfehlenswerth. Herr Saller hat die Kosten derselben auf 97 Thlr. ohne die Schienen und mit denselben auf 139 Thlr. berechnet. Auch lässt sich bei dieser Barrière die Sperrkette am Tag durch eine in der Mitte aufgehängte bemalte Scheibe und bei Nacht durch eine angehängte Laterne von Ferne sichtbar machen.

§. 15. *Drahtzugbarrière mit Schiebestange.* — Man hat auf einer französischen Bahn (auf der Linie von Gretz nach Coulommiers) in der Nähe von Paris auch versucht, eine Drahtzugbarrière mit Schiebestange zu construiren; dieselbe ist auf Tafel XXII in Fig. 17 bis 19 dargestellt. Die Schiebestange *a a* wird für das Oeffnen durch den Draht *b b* gezogen und für das Schliessen mittelst Umdrehen der Windevorrichtung (Fig. 19) in entgegengesetzter Richtung durch den Draht *c c*, welcher über die Rolle *d* mittelst einer Kette *e e* zurück an die Schiebestange geführt wird. Die Schiebestange *a* gleitet dabei auf der festen Stange *f f* und wird die Bewegung durch die beiden Rollen *g g* erleichtert; in geschlossenem Zustande liegt das vordere Ende der Schiebestange *a* zwischen den eisernen Gabeln des Pfostens *h* (Fig. 17^a).

Das Glockensignal für das Schliessen wird gleich mit dem ersten Anziehen der Schiebestange durch diese selbst bewirkt, indem dieselbe auf der obern Seite eine Anzahl kleiner eingeschlagener eisernen Zähne *i i* trägt, welche nach und nach den Hammer von einer in dem Gehäuse *k* befindlichen Glocke heben und jedesmal anschlagen lassen. Der Wärter muss jedoch die Schiebestange mit einer kleinen Unterbrechung anziehen resp. das Signal ertönen lassen, damit Fuhrwerke, welche gerade den Uebergang passiren, noch Zeit finden, denselben vor dem gänzlichen Schliessen zu verlassen.

Wenn der Wärter die Schiebestange zurückzieht, gleitet das nach hinten abgerundete und mit einem Gelenk versehene Ende des Hammerstiels über die vorspringenden Zähne *i i* der Schiebestange weg, ohne dass der Hammer selbst sich bewegt, und das Oeffnen erfolgt ohne das Anschlagen der Glocke.

Der Preis dieser Barriären ist etwas höher als der von den Schlagbaumbarriären (750 Francs pro Wegeübergang bei 700 Meter langer Drahtleitung anstatt 600 Francs für die letztere); sie functioniren beide gleich gut, aber die ersteren können an beiden Seiten des Uebergangs nur nach und nach in Bewegung gesetzt werden, während bei letzteren beide Barriären zugleich geöffnet und geschlossen werden können. Die letzteren sind daher vorzuziehen.

Neben diesen Barriären ist, wie das in Frankreich meist üblich ist, noch ein beson-

derer Weg für Fussgänger in einer Breite von $1^m,20$ angebracht, der an beiden Seiten der Bahn durch ein Drehkreuz *l* (Fig. 17^a) abgeschlossen ist.

§. 16. *Thorbarriären mit Flügel und Rollen.* — Bei frequenten Niveauübergängen in der Nähe bevölkerter Orte müssen die Barriären häufig auf die ganze Höhe und Breite ihres Abschlusses mit einer engen Verlattung oder Vergitterung versehen sein, damit auch kleineres Vieh und Kinder von der abgesperrten Bahn abgehalten werden können. Man wendet zu dem Ende entweder Thorbarriären mit einem oder zwei Flügeln oder Rollbarriären an.

Die Thorbarriären mit einem Flügel sind nur bei schmalen Uebergängen von 3 bis 4 Meter Breite zu empfehlen, obwohl sie in Frankreich auf der Mülhauser Linie der Ostbahn sehr häufig bis zu 5 und 6 Meter Weite und bei der Nordbahn selbst bis zu 8 Meter Lichtweite verwendet werden. Da aber die Last des einen breiten Thorflügels bei dem Bewegen eine sehr bedeutende ist, so muss der Thorpfosten, woran der Flügel drehbar hängt, sehr kräftig construirt und gut fundamentirt, sowie der Flügel selbst mit sehr starken Eisenbeschlägen versehen sein, dennoch verbiegen sich die Drehzapfen, die grossen Barrière-Rahmen verschieben und verziehen sich, in Folge dessen sie nicht mehr leicht geöffnet und geschlossen werden können und sind diese Verschlussvorrichtungen für die Verwaltung eine fortwährende Veranlassung von Unannehmlichkeiten, Beschwerden, bedeutenden Unterhaltungskosten und Schadenersatz in Folge von Unfällen.¹⁵⁾

Die zweiflügeligen Thorbarriären können leichter construirt und solider ausgeführt werden, auch sind sie in der Unterhaltung weniger kostspielig; aber sie bieten die Unbequemlichkeit, dass der Wärter beim Oeffnen und Schliessen zweimal den Weg (mit jedem Thorflügel) überschreiten muss und hierzu die doppelte Zeit nöthig hat.

Eine zweckmässige zweiflügelige Thorbarrière ist die in Fig. 15 und 16 auf Tafel XXI dargestellte von der französischen Ostbahn. Sie besteht aus den eichenen $250 \times 250^{\text{mm}}$ starken Pfosten *A A*, die $2^m,15$ hoch über dem Terrain herausragen, und ungefähr noch $1^m,0$ tief in dem Boden eintreten, mit einer angezapften Grundschwelle und den Streben *a a* versehen sind; diese reichen gewöhnlich bis zum gewachsenen Boden und werden gut mit Steinen umstampft, oder wenn es nöthig mit massivem Mauerwerk umgeben. Die Thorflügel *B B* haben an den Enden nach der Mitte eine Höhe von $1^m,15$ und nach den Pfosten *A* hin eine Höhe von $1^m,60$; sie bestehen aus einem Rahmen von Eichenholz (den Stücken *b, c, f* und *g*) durch Verzapfung und aufgeschraubte eiserne Winkel gut mit einander verbunden und ausserdem ist in derselben Weise noch die Diagonallstrebe *d* eingefügt. Das Stück *f* (der Drehpfosten) hat eine Breite von 200 bis 250^{mm} und eine Dicke von 110^{mm} , während die übrigen Stücke des Rahmens 110 bis 150^{mm} breit und 75^{mm} dick sind. Der Drehpfosten *f* ist oberhalb mit einem 90^{mm} starken abgerundeten Zapfen versehen, welcher von einem ringförmigen an dem Pfosten *A* befestigten Zugband oder Schraube umschlossen wird, unterhalb ist in den Drehpfosten *f* ein eiserner am untern Ende sphärischer Drehzapfen eingelassen und an dem Aufspalten durch einen warm aufgetriebenen eisernen Ring verhindert; der Drehzapfen ruht in einer eisernen Pfanne, welche consolatartig seitlich an den Pfosten *A* angeschraubt ist. Um das Niedersetzen der Thorflügel in der Mitte vollkommen zu verhüten, ist ausser der Strebe *d* an jedem Flügel noch die diagonale eiserne Zugstange *e* angebracht, welche aus je zwei Hälften bestehend, mit rechten und linken Schraubengängen versehen und durch eine rahmenförmige Mutter leicht angespannt werden kann.

¹⁵⁾ Vergl. Goschler, Ch., *Traité prat. de l'entretien et de l'exploitation des Chemins de fer.* Tome I. pag. 227.

Auf diese Rahmen sind ausserhalb tannene Latten von 47^{mm} Breite und 22^{mm} Dicke genagelt, welche ca. 100^{mm} von Mitte zu Mitte entfernt sind.

Zum Verschluss dieser Barriären dienen unterhalb Federriegel, welche in Schliesskloben eintreten, die in einen im Strassenpflaster versenkten Stein eingelassen sind und oberhalb ein langer eiserner Vorreiber, welcher in der Mitte drehbar an dem einen Anschlagstück *g* befestigt ist und in einen am andern Anschlagstück angebrachten Haken sich einlegen lässt.

Die Herstellungskosten von diesen Barriären sind ziemlich bedeutend, indem

Barriären von 6 Meter Weite	377	Fres.	76	Cent.
- - 5 - -	331	-	44	-
- - 4 - -	219	-	76	-
- - 3,60 - -	195	-	67	-

kosten, wenn solche auf dem gewachsenen Boden, ohne Mauerwerk, fundamentirt werden; ist letzteres erforderlich, so muss für den Cub.-Meter noch weiter 11 Fres. hinzugerechnet werden.

Die Flügelthorbarriären haben den grossen Uebelstand, dass die horizontal schwingenden breiten Thorflügel bei der Bewegung einen bedeutenden Raum erfordern und nicht eher gewendet werden können, bis der ganze Wegübergang von Passanten geräumt ist. Die Thorflügel werden daher in Frankreich, wo diese Verschlussvorrichtung sehr verbreitet ist, sehr häufig nach dem Bahnterrain hin geöffnet und öfters nur in Entfernungen von 1^m,50 von der äussern Schiene entfernt aufgestellt, um auch an der Länge der Pflasterung oder Chaussirung des Wegübergangs zu sparen. Die in solcher Weise angeordneten Barriären widerstehen jedoch, wenn sie unvollkommen geschlossen sind, nicht immer dem Andrang und den Stössen von Menschen und Thieren, und können sich leicht gerade im Augenblick des vorbeifahrenden Zuges öffnen. Es ist daher stets die Anordnung, die Flügel nach Aussen öffnen zu lassen, mehr zu empfehlen und nur in den Fällen, wo locale Verhältnisse derselben ein Hinderniss entgegen setzen, die erstere Einrichtung zu gestatten, oder in solchen Fällen zweckmässiger Rollbarriären anzuwenden. Ohnedies lassen sich Flügelthorbarriären bei sehr breiten Wegübergängen, oder wo die Strasse die Bahnlinie unter sehr spitzem Winkel schneidet, oder wo zwei Parallelwege mit einem dritten Weg zusammen über die Bahn geführt werden, nicht anwenden und muss man in diesen Fällen, wo die oben beschriebenen Schiebe- oder Schlagbaubarriären wegen ungenügenden Abschlusses nicht anwendbar sind, hölzerne oder eiserne Gitterthore, zum Schieben auf Rollen ruhend, in Anwendung bringen.

Die hölzernen Rollbarriären, wie sie auf verschiedenen süddeutschen und besonders auf französischen Bahnen zur Ausführung gekommen sind, bestehen im Allgemeinen aus einem starken Rahmenwerk von Eichenholz, das ähnlich wie die zuletzt beschriebenen Flügelthorbarriären mit tannenen Latten benagelt ist; an jedem Ende ruht der Rahmen auf einem kleinen gusseisernen Rade von 0^m,50 Durchmesser, dessen Radkranz zwei Laufflächen hat, indem ein in der Mitte vorspringender Spurkranz in die (von zwei breitbasigen Schienen oder zwei horizontalen an der Kante mit Winkelleisen beschlagenen Langschwellen) gebildete Führungsrinne eingreift. Die Leitschienen erstrecken sich auf die doppelte Länge der Barrière und sind bis auf die Ebene des Strassenpflasters versenkt, da das Fuhrwerk ungehindert passiren kann; sie sind auf kleinen 1 Meter langen Querschwellen befestigt, die in Entfernungen von 1^m,75 von einander liegen. Damit die Barrière während der Bewegung und Ruhe in der senkrechten Richtung erhalten werde, ist auf der ganzen Länge des oberen Rahmenstücks ein T-Eisen befestigt, dessen Steg zwischen je 2 horizontale Rollen hindurchgeht, die an jedem Pfosten der neben anliegenden festen Barrière mittels geeigneter gusseisernen Lager angebracht sind. Diese

letzteren stehen in Entfernungen von ca. 2^m,0, mit Ausnahme der beiden nächsten an der Barrièreöffnung, welche nur 0^m,80 von einander entfernt liegen. Um die Barrière im geschlossenen Zustande festzuhalten, ordnet man auf der andern Seite der Barrière zwei ähnliche Pfosten an, die bis auf den gewachsenen Boden reichen, mit Grundswellen und Streben versehen oder mittelst Mauerwerk gut fundamentirt sind. Diese hölzerne Rollbarriären haben sich nirgends bewährt, sie sind in der Herstellung und Unterhaltung sehr kostspielig, der hölzerne Rahmen verzieht und wirft sich bei dem Witterungswechsel leicht, ungeachtet der starken Eisenbeschläge, und die Barrière ist dann sehr schwer zu bewegen; beispielsweise berechnen sich die Herstellungskosten dieser Barriären von der französischen Nordbahn (nach Goschler I. p. 236):

Bei 4	Meter Weite	869	Fres.	20	Cent.,	oder	pr.	Meter	217	Fres.	30	Cent.
- 6	-	-	1078	-	43	-	-	-	179	-	90	-
- 8	-	-	1298	-	87	-	-	-	162	-	35	-
- 10,50	-	-	1739	-	40	-	-	-	166	-	29	-

Dieselben sind daher mit die theuersten Barriären und ist es sehr zu empfehlen, sie durch einfache und leichte Eisenconstructions zu ersetzen, die selbst in der Herstellung weniger kostspielig und ungleich dauerhafter sind, sowie sich stets gleich leicht bewegen lassen, da sie nicht dem Verziehen ausgesetzt sind.

Eine schöne und zweckmässige Eisenconstruktion von Rollbarriären fanden wir auf der letzten Pariser Ausstellung (1867) von der französischen Midibahn, in deren Werkstätten gefertigt. Dieselbe ist auf Tafel XXI, in Fig. 17 und 18, sowie in den Details in Fig. 19 und 20 dargestellt, während die dazu verwendeten Profileisen (unten rechts) bei *a*, *b*, *c*, *d* und *e* in $\frac{1}{5}$ der natürlichen Grösse gezeichnet sind. Das bewegliche Thor *E* besteht aus einem zusammengeschweissten Rahmen von T-Eisen des Profils *b*, der in halber Höhe durch ein angenietetes Flacheisen des Profils *c* in zwei gleiche horizontale Hälften getheilt wird. Beide Theile werden durch diagonale Gitterstäbe des Profils *d*, welche in Abständen von 750^{mm} auf der horizontalen mittlern Schiene in Winkeln von 45° sich kreuzen und an diesen Kreuzungstellen, sowie an den Stegen des obern und untern Rahmstückes doppelt vernietet sind, versteift. Ausserdem ist jede grosse Masche der untern Hälfte noch durch 3 doppelte Reihen Gitterstäbe aus Flacheisen des Profils *e*, die mit den Stäben *d* parallel laufen und an den Kreuzungsstellen, sowie an den Enden nur einfach vernietet sind, in kleinere, gleich grosse Maschen getheilt. Dieses Gitterthor ruht an beiden Enden auf den 480^{mm} grossen gusseisernen Rädern *f f*, welche eine doppelte Lauffläche und in der Mitte zwischen beiden einen vortretenden Spurkranz haben (Fig. 19 und 20), sowie in Ausschnitten der untern Thorhälfte zwischen entsprechend gebogenen doppelten Flacheisen, die an das untere Rahmenstück angenietet sind, auf abgedrehten Bolzen gelagert. Die Räder *f* laufen auf doppelten Schienen von Winkeleisen *i i* (Fig. 20), welche auf Langschwellen befestigt und in die Strassenoberfläche versenkt sind; sie erstrecken sich nach der Seite *H*, nach welcher Richtung die Barrière beim Oeffnen sich verschiebt, auf die gleiche Länge, als die Barrière weit ist.¹⁶⁾

Die Barrièrepfosten *A* und *B* werden durch doppelte Stücke des Profileisens *a* gebildet, die oberhalb durch die dazwischen geschraubten gusseisernen Capitäle *g* zusammengehalten werden, unterhalb des Erdbodens aber in massivem Mauerwerk gut fundamentirt sind und zwischen sich einen 138^{mm} breiten senkrechten Schlitz bilden, in welchen

¹⁶⁾ Diese Führungsschienen aus Winkeleisen werden zweckmässiger durch eine U-Schiene des Profils *a*, oder noch vortheilhafter durch ein Paar gewöhnliche breitbasige Schienen, die auf kurzen Querschwellen befestigt werden, ersetzt.

die Barrière beim Verschieben eintritt und in der senkrechten Richtung erhalten wird. Mittelst eines bei s unter dem Capital (Fig. 19) angebrachten Schlosses lässt sich die Barrière sowohl in verschlossenem als geöffneten Zustande feststellen. An der einen Seite dieser Barrière ist zwischen den Pfosten B und C noch eine $1^m,10$ weite eiserne Thüre F angebracht, die ähnlich wie das beschriebene Gitterthor E aus den Profileisen b, c, d und e zusammengenietet ist, in starken an dem Pfosten B angenieteten Angeln leicht sich drehen lässt und sowohl an dem Pfosten C (in geschlossenem Zustande), als auch an dem Pfosten D des Schlupfgangs G Anschlag findet, wie in dem nächsten Paragraphen näher erläutert werden soll.

Eine andere Construction von eisernen Rollbarriären, ebenfalls auf der letzten Pariser Ausstellung, war ganz aus Zores-Eisen, in Verbindung mit Ω Eisen, gleichfalls sehr solid, noch bedeutend leichter als die eben beschriebene Construction, aber weniger gefällig hergestellt und von der Comp. de Forges Franche-Comté (S. Menans & Co.) à Fraisans (Jura) ausgestellt. Bei dem Centralnetz der Orleans-Bahn sind solche eiserne Rollbarriären jedoch mit hölzernen Barrièrepfosten angewandt, bei welchen das bewegliche Gitterthor aus einem Rahmen von 116^{mm} breiten Flacheisen besteht, der an dem äussern Rande ringsum durch aufgenietete doppelte Winkeleisen von 35^{mm} Breite, sowie eine flache Deckschiene von 100^{mm} Breite verstärkt ist. Das Innere dieses Rahmens ist durch diagonale Gitterstäbe von 35^{mm} breitem und 4^{mm} starkem Winkeleisen, die an allen Kreuzungsstellen vernietet und in horizontaler Richtung 375^{mm} von Mitte zu Mitte Niete von einander abstehen, ausgefüllt. Derartige Barriären haben

bei $4^m,50$ Weite ein Gewicht von 300 Kilogr.	
- $5^m,25$ - - - -	332 -
- $6^m,00$ - - - -	350 -
- $7^m,50$ - - - -	405 -
- $8^m,50$ - - - -	500 -

und kosten pro Kilogramm loco Fabrik 0,58 Fres.

Eine noch leichtere und billigere Construction von eisernen Rollbarriären ist mehrfach bei der Ruhr-Siegbahn (Bergisch-Märkische Bahn) zur Anwendung gekommen.

Dieselbe ist im Organ 1866, pag. 219 abgebildet und beschrieben, und hat die gesammte Eisenconstruction einer $11^m,30$ langen Doppelbarrière nur ein Gewicht von 560 Pfd., welche

à $3\frac{1}{2}$ Sgr.	= 65 Thlr. 10 Sgr.
gekostet hat, wozu die Ausgaben für die Beschaffung von $17\frac{1}{3}$ Cubikfuss vollkantiges Eichenholz à 1 Thlr.	= 17 - 10 -
und für die Verzimierung etc. der $108\frac{1}{2}$ laufenden Fuss Holz à 2 Sgr.	= 9 - $6\frac{2}{3}$ -
hinzuzurechnen sind, sodass die Gesamtkosten rot.	= 90 Thlr. $6\frac{2}{3}$ Sgr.
betragen.	

Bei dieser letztern Construction ist die Leitschiene nicht rinnenförmig, sondern erhaben und die Leitrolle hat eine entsprechende Nuth die Leitschiene erstreckt sich nur auf die Länge der Verschiebung längs der festen Barrière, während quer über die Strasse eine 314^{mm} breite ebene Steinbahn aus Quadern hergestellt ist, auf welcher ein Paar 235^{mm} von einander entfernt auf einer Achse sitzende Räder mit flachen Kränzen am vordern Ende der Barrière auflaufen und zugleich die so an 3 Punkten unterstützte Barrière sicher in senkrechter Richtung erhalten wird. Diese Steinbahn ist jedenfalls dauerhafter als die in der Strassenoberfläche versenkten Leitschienen und kann besser rein erhalten werden.

§. 17. *Barriären für Fussgänger.*¹⁷⁾ — Zuweilen sind bei frequenten Plantübergängen neben den Wegen für Wagen noch besondere Uebergänge für Fussgänger angeordnet, wie dies bei französischen Bahnen ziemlich allgemein und sehr zu empfehlen ist; sie haben den Zweck, den Fussgängern den Uebergang noch so lange zu gestatten, als die Züge noch nicht in Sicht sind, während die Barriären für das Fuhrwerk zur grössern Sicherheit früher geschlossen werden können. Man unterscheidet in Frankreich, wie bereits oben in §. 7 angeführt wurde, 3 Gattungen dieser Barriären.

Die einfachste und auf der französischen Nord- und Ost-Bahn ziemlich verbreitete derartige Vorrichtung ist das bekannte Drehkreuz (auch Drehstock oder Triller genannt, *tourniquet*), ein eichener Pfosten von $150 \times 150^{\text{mm}}$ Stärke und ca. $1^{\text{m}},70$ Länge, erhebt sich $1^{\text{m}},0$ über dem Boden und trägt an der Spitze einen verticalen eisernen Zapfen, um den sich ein aus zwei Stücken von je 1 Meter Länge und $120 \times 120^{\text{mm}}$ Stärke im rechten Winkel zusammengeblattetes und mit Eisenbeschlägen verstärktes Kreuz leicht drehen kann. Dieser Apparat ist mit geringem Spielraum zwischen dem einen Pfosten der beweglichen Barrière des Fahrwegs und dem Endpfosten der anschliessenden festen Einzäunung eingeschaltet, wie Fig. 17^a auf Tafel XXII und Fig. 7 und 8 auf Tafel XXI zeigen. In der letztern Figur trägt der etwas höhere Endpfosten *F* von der festen Einzäunung zugleich die Laterne *f* für die Beleuchtung des Wegübergangs.

So einfach diese Vorrichtung auch ist, so hat sie den Nachtheil, dass Kinder und kleinere Thiere unter dem Drehkreuz durchkriechen und leicht auf die abgeschlossene Bahn gelangen können, ausserdem ist das Passiren derselben für Personen mit Traglasten sehr unbequem. In Frankreich ist deshalb durch einen Ministerialerlass vom 14. Juni 1855 statt dieser Drehkreuze die Anwendung von Gitterthüren vorgeschrieben, die sich von selbst schliessen und mit einer Verschlussvorrichtung ausgerüstet sind, welche dem Wärter gestattet, sie während des Passirens vom Zug an einen festen Pfosten anzuschliessen.

Die Fig. 15 und 16, Tafel XXI zeigt eine bei den französischen Bahnen und namentlich bei der Ostbahn häufig angewandte Gitterthüre (*portillon*). Dieselbe wird durch zwei im Winkel von 90° zusammengefügte Rahmen *D D'* mit einer gemeinsamen Drehachse gebildet. Der obere Drehzapfen wird von einem eisernen Band umschlossen, das an dem Hauptbarrière-Pfosten *A* angeschraubt ist, und der untere Zapfen ruht in einer Pfanne oder auf einem seitlich an *A* angeschraubten Stützkegel. Der gemeinschaftlichen Drehachse giebt man gewöhnlich eine kleine Neigung nach dem Stützpfosten *C* hin, damit die Thüre beständig zugehalten wird. Diese Thüren erhalten $1^{\text{m}},20$ Höhe und $0^{\text{m}},70$ Weite; die Rahmen werden allgemein aus Eichenholz hergestellt, auf welche ausserhalb tannene Latten von 47^{mm} Breite und 22^{mm} Dicke aufgenagelt werden. Diese Thüren können entweder mit einer grössern Barrière, wie in Fig. 15 und 16, verbunden sein, oder auch freistehend in einem festen Zaun angebracht sein. In beiden Fällen müssen die Barrièrepfosten bis auf den gewachsenen Boden reichen, mit Grundswellen und Streben versehen oder durch massives Mauerwerk fundamentirt sein. Die Herstellungskosten einer derartigen Gitterthüre von der französischen Ostbahn beliefen sich:

- a. in Verbindung mit einer andern Barrière auf 37 Fres. 94 Cent.
- b. freistehend auf 50 Fres. 75 Cent.

Dieses System ist wenig kostspielig und entspricht dem Zweck viel besser als das oben beschriebene Drehkreuz. Man kann daran auch ein kleines Schloss anbringen, durch welches der Wärter die Thüre während des Vorbeifahrens der Züge verschliessen kann.

¹⁷⁾ Nach Goschler, *Traité prat. de l'entretien etc. des chemins de fer.* Tome I. pag. 220.

Eine dritte Art von Barrieren für Fussgänger sind die sogenannten Schlupfpforten (guichets), welche in neuester Zeit namentlich auf der Französischen West- und Nordbahn in Anwendung gekommen sind. Die Fig. 17 und 18 veranschaulicht diese Construction bei *F* und *G*. An der Seite des Barrièrepfostens *B* ist entweder innerhalb, wie bei der Nordbahn, oder nach aussen, wie bei der Westbahn, für den Fussgänger ein Stück Schlupfgang *G* angebracht, in welchen er genöthigt ist einzutreten, um die Thüre wieder zumachen zu können und die Passage frei zu machen.

Bei der Nordbahn haben diese Pfortchen eine Breite von 700^{mm}. Das ganze Rahmenwerk besteht aus kantigem Eichenholz und ist mit tannenen Latten beschlagen. Der Barrièrepfosten trägt innerhalb eine kleine Rolle, die auf einer geneigten Ebene gleitet und so beständig das Pfortchen geschlossen hält.

Auf der Westbahn haben diese Pforten dagegen eine Breite von 0^m,80 bis 1^m,0; das Rahmenwerk besteht gleichfalls von Eichenholz. Die Pfosten sind in massives Mauerwerk gegründet, oder sie sind mit Grundswellen und Streben versehen. Eine kleine Klinke dient zum Verschluss; dieselbe kann auch mittelst eines besonderen Schlüssels durch den Wärter im Augenblicke des Vorbeifahrens vom Zuge fest verschlossen werden.

Dieses System ist zwar etwas complicirter und kostspieliger als die zuletzt beschriebene Vorrichtung, die Anwendung hat sich aber als sehr zweckmässig erwiesen; denn der Durchgang erfordert eine gewisse Bewegung, die dem Menschen leicht fällt, die Thiere sind jedoch ohne grosse Schwierigkeit nicht im Stande diesen Weg zu passiren, zumal wenn die Pforte mit einer Klinke verschlossen ist.

In England hat man noch eine einfachere und zweckmässigere Anordnung von diesem System gemacht. Die Fig. 20 auf Tafel XXII zeigt dieselbe in $\frac{1}{50}$ der Naturgrösse. Die Pforte *a* öffnet und schliesst sich in einem spitzwinkligen Raum *b*, in welchen der Fussgänger beim Passiren eintreten muss.

Ausserdem kommen auch noch auf einzelnen Bahnen in den gewöhnlichen Bahneinzäunungen Barrieren für Fussgänger vor, um den Eigenthümern, deren Grundstücke durch die Bahlinie getheilt werden, den Durchgang zu gestatten. Es sind dies meist ordinäre Lattenthüren, die für gewöhnlich geschlossen sein müssen, und können dieselben nur mittels eines Schlüssels geöffnet werden, der dem Eigenthümer unter gewissen Bedingungen anvertraut ist.

§. 18. *Warnungs- und Halttafeln.* — Zu jedem Plantübergang gehören auch noch zwei Warnungs- und zwei Halttafeln, von denen je eine auf jeder Seite der Bahn und zwar die Ersteren seitlich vom Weg in der Nähe der Barrière, die Letzteren aber 12 bis 15 Meter davon entfernt aufgestellt werden. Die Warnungstafeln enthalten die polizeilichen Vorschriften in Betreff des Passirens vom Uebergang und wegen etwaigen Beschreitens von sonstigem Bahnterrain. Die Halt- oder Merkpfähle bezeichnen die Grenze, über welche hinaus bei geschlossener Barrière Fuhrwerk und Viehheerden sich der Bahn nicht nähern dürfen. Die letzteren Tafeln enthalten daher gewöhnlich in grosser Schrift nur die Worte: »Halt! bei geschlossener Barrière«, welche auf die in weisser Oelfarbe gestrichene Holztafel mit schwarzer Farbe deutlich geschrieben wird, während die grössere Menge Schrift der Warnungstafel gewöhnlich auf weisse Leinwand oder Camevas gedruckt und auf die Warnungstafel aufgenagelt wird, welche noch durch eine Verdachung und vorspringende Seitenleisten vor Regen, Schnee und sonstigen Witterungseinflüssen möglichst geschützt sind. Die Fig. 19 auf Tafel XXIII stellt eine solche hölzerne Warnungstafel und Fig. 18 eine ebensolche Halttafel von der Hannoverschen Staatsbahn dar.

Da die gemalte oder auf Leinwand gedruckte Schrift der Warnungstafeln und Halttafeln bald verwittert und auch das Holz zu rasch vergänglich ist, werden die Warnungs-

und Halttafeln in neuerer Zeit häufig ganz in Eisen hergestellt. In sehr billiger und zweckmässiger Weise werden die Pfosten oder Säulen hierzu aus schadhaften, breitbasigen Schienen, welche als Alteisen zum Verwalzen nur mit 1 Thlr. 16 Sgr. bis 1 Thlr. 20 Sgr. pro Centner zu verwerthen sind, hergestellt, daher ein Pfosten von 1^m,50 Länge für die nachstehend skizzirte Halttafel (Fig. 15) ein Gewicht von ca. 1 Centner hat und sich auf ca. 1 Thlr. 20 Sgr. berechnet, sowie ein Pfosten für die daneben skizzirte Warnungstafel von 2^m,25 Länge ein Gewicht von ca. 1½ Centner hat und sich auf ca. 2 Thlr. 15 Sgr. berechnet. Die Tafeln in Eisenguss mit grosser, weit sichtbarer Ueberschrift und deren übrige erhabene Schrift 6—8^{mm} hoch sein kann, sowie mit verstärkten Umfassungsrändern versehen sind, werden mit je vier Nieten oben an die Seite des breiten Fusses der Schiene angenietet und kostet für die 300^{mm} × 400^{mm} grosse Warnungstafel ca. 1 Thlr. 25 Sgr., sowie für die 210^{mm} × 160^{mm} grosse Halttafel ca. 15 Sgr.; hierzu kommt noch ein zweimaliger schwarzer Oelfarbeanstrich, die Tafeln werden auf der Schriftseite zuerst mit

Fig. 15.

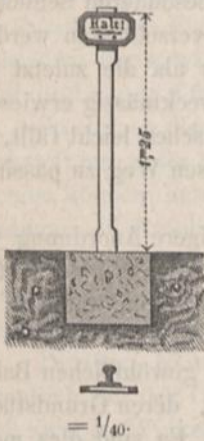
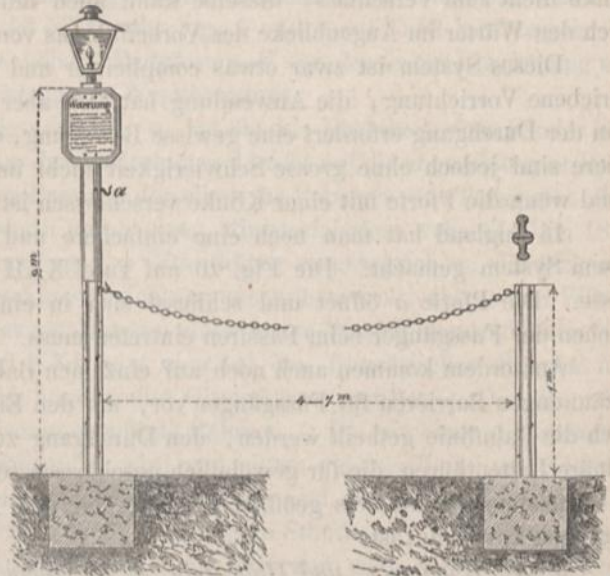


Fig. 16.



weisser Oelfarbe zwei Mal und dann die erhabene Schrift mit einem stumpfen Pinsel oberflächlich schwarz gestrichen, so dass diese Schrift deutlich hervortritt und diese eisernen Warnungs- und Haltpfähle bei der Anlage nur ein Unbedeutendes theurer als die obigen hölzernen Pfähle kommen. Durch eine wenig Kosten veranlassende Bearbeitung der Schienenstücke, z. B. das theilweise Schmälermachen des gleichbreiten Fusses, wie in Fig. 15, kann diesen Gegenständen mitunter eine das schwerfällige Aussehen sehr vermindernde Form gegeben werden.

Wo billige Quadersteine in der Nähe zu haben sind, können diese eisernen Pfähle in solche eingelassen und mit Gyps vergossen werden, wo aber die Quader zu kostspielig zu beschaffen sind, kann man künstliche Quader in der Weise billig herstellen, dass man 400 bis 500^{mm} weite und tiefe Gruben an der Aufrichtungsstelle aushebt, den eisernen Pfahl auf einem grösseren Stein ruhend senkrecht hineinstellt und mit grobem Steinschotter die Grube ausfüllt, sowie die Zwischenräume mit flüssigem Cement ausgiesst.

Die in Fig. 19 auf Tafel XXIII dargestellte Warnungstafel von der Hamoverschen Staatsbahn kostet incl. Anstrich, Aufbringen der Placate und Setzen 2 Thlr. 20 Sgr. und die in Fig. 18, Tafel XXIII dargestellte Halttafel incl. Setzen und Anstrich 1 Thlr. 10 Sgr.

Ferner kostet eine ganz eiserne Halttafel der Zittau-Grossschöner Staatszweigbahn, bestehend aus einer Säule von T-Eisen mit angenieteteter Blechtafel für die Schrift, incl. Fundamentquader, Aufstellen und Anstrich 4 Thlr.

Bei den in §. 8 beschriebenen eisernen Kettenbarrièren mit Pfosten aus alten Bahnschienen kann man dem einen Pfosten durch Ueberragen der einen Schiene eine grössere Höhe geben um oben an die Fläche des Schienenfusses die gusseiserne Warnungstafel annieten und zugleich auch an der Spitze eine Laterne zur Beleuchtung des Wegüberganges befestigt werden, wenn dieser sehr frequent ist, während bei weniger frequenten Planübergängen hierzu das Anhängen der Handlaterne des Wärters an den Haken *a* (Fig. 16) genügt, indem von den technischen Vereinbarungen des D. E. V. der §. 11 (von den Sicherheitsanordnungen) lautet:

Auch bei andern Barrièren sollen im Dunkeln, so lange dieselben geschlossen sind, die Uebergänge von Chausseen und stark befahrenen Communalwegen beleuchtet sein, wozu die Handlaterne des Wächters als genügend erachtet wird.

§. 19. *Abtheilungszeichen.* — Unter Abtheilungszeichen rechnet man gewöhnlich auch die im letzten Paragraphen beschriebenen Warnungs- und Halttafeln, und ausserdem die Neigungszeiger, Wärter-Controletafeln, Wärter-Controlepfähle, Stationsnametafeln, Meilensteine, Stationssteine ($\frac{1}{100}$ Meilensteine) oder Kilometersteine und Hundertmetersteine.

Die technischen Vereinbarungen des D. E. V. bestimmen in dieser Beziehung:

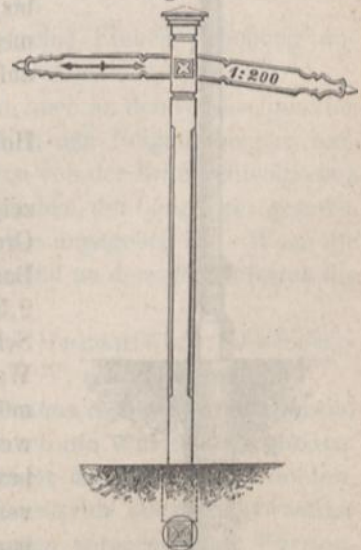
I. §. 46. Die Bahn ist in bestimmten Längenabschnitten mit Abtheilungszeichen zu versehen.

§. 47. Jeder Wechsel des Gefälles ist durch einen Neigungszeiger zu bezeichnen, und zwar in der Weise, dass die Länge angegeben wird, auf welcher die Neigung die Einheit ist.

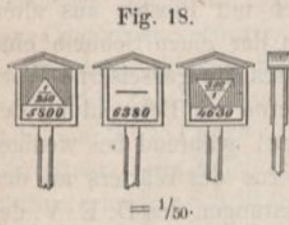
a. Die Neigungszeiger oder Gradientenpfähle werden auf den verschiedenen Bahnen in verschiedener Form ausgeführt und die Neigung in sehr verschiedener Weise bezeichnet. Die nebenstehende Fig. 17 zeigt die Gradientenpfähle der Sächsisch-Böhmischen Staatsbahn in Form von Wegweisern in Eichenholz ausgeführt und mit Oelfarbe gestrichen. Durch die horizontale, geneigte oder erhobene Richtung der Arme soll der Locomotivführer schon aus weiter Ferne erkennen, ob er bei dem nächsten Gefällewechsel an eine Neigung oder Steigung kommt, um hiernach die Regulirung des Dampfes vornehmen zu können, da jedoch diese Arme in Deutschland stets parallel zur Bahn gerichtet werden, so ist dieses nicht gut möglich; dennoch ist diese Form von Gradientenzeiger auf den deutschen Bahnen am meisten verbreitet.

Zweckmässiger ist daher jedenfalls die Anordnung dieser Gradientenzeiger mit Armen auf den Schwedischen Eisenbahnen, indem dieselben dort winkelrecht zur Bahn aufgestellt sind, und zwar ist immer derjenige Arm, welcher für die betreffende Richtung maassgebend ist, weiss angestrichen und mit schwarzen Ziffern versehen, während der andere hier nicht geltende Arm mit einem schwarzen Anstrich überdeckt ist.

Fig. 17.



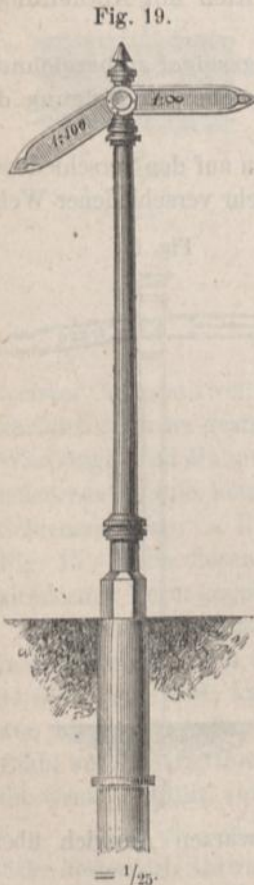
Die Fig. 18 stellt die Gradientenpfähle von der Baierischen Staatsbahn in Form von doppelten Tafeln dar, über denen eine Verdachung angebracht ist. Durch einen horizontalen Strich oder durch ein weisses gleichschenkliges



Dreieck in blauem Felde wird die horizontale Strecke, Neigung oder Steigung bezeichnet. Ist die Spitze des Dreiecks nach oben gerichtet, so beginnt die Steigung, nach unten dagegen das Gefälle, dabei ist die Stärke der Neigung in Form eines Bruches in dem Dreieck schwarz eingeschrieben, während die Länge der betreffenden Strecke in Fussen auf weissem Grunde angegeben ist.

Diese Tafeln stehen rechtwinkelig zur Bahnachse an dem Rande der Bahnkrone, so dass der Führer ebenfalls aus ziemlicher Ferne die Richtung des Gefällwechsels erkennen kann. Sämmtliche Holztheile dieser und auch der vorher beschriebenen Neigungszeiger sind mit den Landesfarben in Oel gemalt.

Da die hölzernen Gradientenpfähle nur eine geringe Dauer haben und namentlich die nothwendige häufige Erneuerung des Anstriches und der Schriftbezeichnung ziemliche Kosten verursacht, so hat man auf vielen Bahnen in neuester Zeit diese sowie andere Abtheilungszeichen ganz von Eisen hergestellt. Die nebenstehende Fig. 19 zeigt die sehr zweckmässigen eisernen Gradientenzeiger von der Ostholsteinischen Bahn. Dieselben sind ganz von Gusseisen, die beiden Arme können sich um einen in die Säule eingesteckten Bolzen drehen, so dass man ihnen jede gewünschte Stellung — horizontal, fallend oder



steigend — geben kann. Wo die Arme durchgesteckt sind, hat die Säule neben dem Bolzen an jeder Seite zwei Löcher; auch sind die Arme mit je drei Löchern versehen, welche so vertheilt sind, dass man mittelst eines Splintes die drei verschiedenen Richtungen feststellen kann. Hierdurch erzielt man den Vortheil, dass man eine bestimmte Art Gradientenzeiger für eine bestimmte Stelle vorher nicht auszusuchen braucht, also nur eine Sorte erforderlich ist. Die Säule ist bis zur Unterkante der Arme 1^m,72 hoch, vom Planum gemessen, und hat einen 572^{mm} langen hohlen eisernen Fuss, der auf einen eingerammten Pfahl festgekeilt wird.

Säulen und Arme wiegen 150 Pfd. und kosten mit Holzpfahl, Anmalen und Aufstellen 8 Thlr. pro Stück.

Die nachstehende Fig. 20 stellt die eisernen Neigungszeiger der königl. Sächsischen Zweigbahn von Zittau nach Grossschönau dar. Die Säule besteht aus T-Eisen von 52^{mm} Basis und Höhe und 6^{mm} Stärke (wovon der laufende Meter 9,55 Pfd. wiegt), dieselbe ist in einen rohen Quader von 495^{mm} Seite, deren Oberfläche nahezu mit der Bodenoberfläche in Waage liegt, möglichst scharf eingelassen und mit Cementmörtel und kleinen festen Steinen möglichst gut verkeilt, welche Befestigungsweise sehr wohlfeil ist und sich sehr gut bewährt hat. An diesen Säulen zeigt eine nach den Steigungsverhältnissen geschnittene, angenietete Tafel, in Richtung parallel zur Bahnachse Länge und Maass der Neigung an, während eine über dieser Tafel in Richtung winkelrecht zur Bahnachse angenietete Blechnase auf grössere Entfernung

hin die zu erwartende Neigung dem Locomotivpersonale angiebt. Die aufwärts gekehrte Spitze deutet auf Steigung, die abwärts gekehrte auf Fall, das Rechteck auf Horizontale. Die (wenig gefällige) Säule ist vom Quader bis zur untern Blechplatte 1^m,86 hoch.

Der ganze Gradientenzeiger kostet mit Fundament, Anstrich und Aufstellen 5 Thlr. 10 Sgr., während ein hölzerner Gradientenpfahl von der Hannoverschen Staatsbahn, ähnlich dem in Fig. 17 dargestellten, incl. Anstrich und Setzen 3 Thlr. kostet.

Bei der Französischen Westbahn an der Linie nach Rennes bestehen die Gradientenzeiger aus einer rechteckigen gusseisernen Platte von 700^{mm} Breite und 250^{mm} Höhe, die parallel zur Bahnachse auf einer hohlen gusseisernen Säule — ähnlich derjenigen von in Fig. 34 auf p. 379 beschriebenen Kilometerpfosten dieser Bahn — befestigt ist. (Siehe Fig. 21.) Die gusseiserne Tafel ist durch einen senkrechten Strich in zwei Theile getheilt, wovon jeder Theil einen in Relief dargestellten Pfeil in der Richtung der Neigung trägt; über dem Pfeil giebt eine Zahl den Grad der Neigung pro Meter an und unter dem Pfeil bezeichnet die in Oel gemalte Ziffer die Länge der betreffenden Bahnstrecke in Metern. Von diesem Gradientenpfahle wiegt die Säule 70 Kilogr. die Tafel 10 Kilogr., und kostet das Ganze mit Setzen und Anstrich 36 Fres.

Es wurde bereits oben im II. Capitel, p. 21 in der Anmerkung angeführt, dass bei der Bezeichnung der Steigungsverhältnisse in Frankreich allgemein die Erhebung pro Einheit der Längenausdehnung angegeben wird, während in England und Deutschland gewöhnlich die Längenausdehnung auf eine Einheit Erhebung angenommen ist.

b. Curvenpfähle. Auf einzelnen Bahnen hat man auch an den Wechelpunkten von Curven und geraden Linien Abtheilungszeichen, ähnlich den Neigungszeigern aufgestellt, so namentlich auf der Linie Kreiensen-Holzminden von der Braunschweigschen Staatsbahn, wo auf den Armen von diesen Abtheilungszeichen die Länge der geraden Linie oder der Curve in Ruthen und ebenso der Curvenradius angegeben ist. Wenn die Curvenwechsel mit den Gefällwechseln zusammenfallen, so sind an denselben Pfosten die Curvenarme unter den Neigungsarmen angebracht.

c. Wärter-Controletafeln und Bahnwärter-Grenzpfähle. Die Sicherheits-Anordnungen der technischen Vereinbarungen des D. E. V. schreiben vor:

III. §. 15. Während des Tages ist die Bahn mindestens dreimal, und während der Nacht wo es thunlich ist, kurz vor jedem Zuge durch die Wärter zu revidiren. Bei dieser Revision ist insbesondere auf die Dienstfähigkeit der Weichen zu achten.

§ 25. Zur Controle der von dem betreffenden Bahnwärter oder Nachtwächter vorgenommenen Revision der Bahn und der Bahnhöfe sollen entsprechende Vorrichtungen angebracht sein.

Da es schwer ist, die Thätigkeit des Bahnbewachungspersonals zu controliren, so

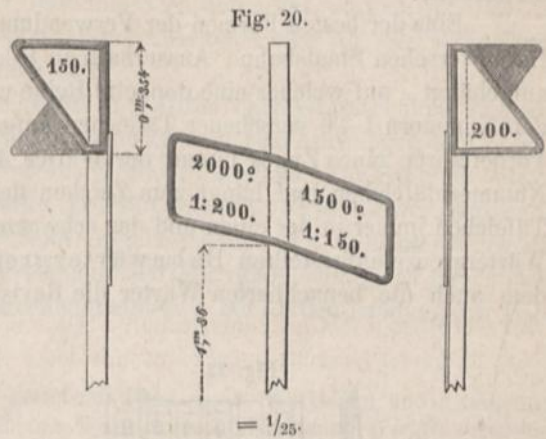


Fig. 20.



Fig. 21.

hat der Finanzrath Netke in Dresden zuerst (1848) eine einfache Einrichtung angegeben, die sich seit der Zeit in verschiedenen Formen auf vielen norddeutschen Eisenbahnen verbreitet hat.

Eine der besten Formen der Verwendung dieser Einrichtung ist folgende von der Hannoverschen Staatsbahn: Ausserhalb an jeder Bahnwärterbude ist eine Tafel (Fig. 22) aufgehängt, auf welcher eine doppelte Reihe weiss und schwarz angestrichener und mit den Nummern 1—6 versehener Täfelchen aufgesteckt sind. Etwa eine Stunde vor dem Vorbeifahren eines Zuges nimmt der Wärter die dem erwartenden Zuge entsprechenden Nummerntäfelchen und hängt zum Zeichen der Revision seiner Bahnstrecke das weisse Täfelchen immer in der einen und das schwarze in der andern Richtung an den an jeder Wärtergrenze aufgestellten Bahnwärtergrenzpfählen (Fig. 23) auf, so dass nachdem auch die benachbarten Wärter die Revision ihrer Bahnstrecke und Aufstecken der

Fig. 22.

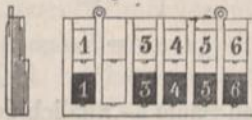


Fig. 23.

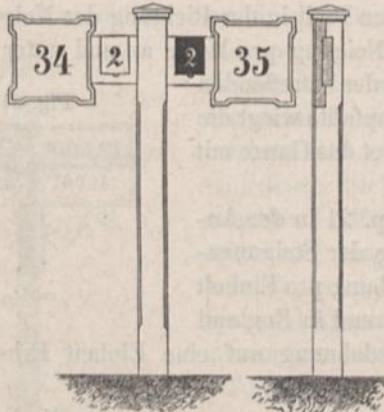
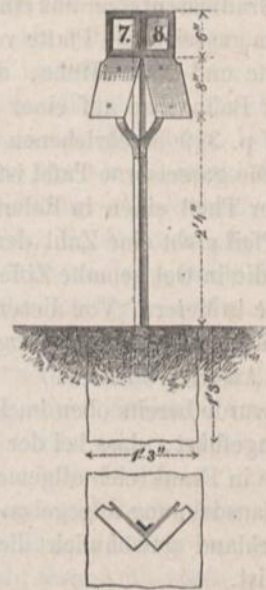


Fig. 24.



Nummerntäfelchen an den Grenzpfählen ausgeführt haben, an jedem Grenzpfahle ein weisses und ein schwarzes Täfelchen mit derselben Nummer sich aufgesteckt finden, während dieselben Nummern an sämtlichen Wärter-Controletafeln (Fig. 22) der ganzen Bahnlinie fehlen. Es ist demnach die geschehene Revision der Bahn von dem Zugpersonal sehr leicht zu controliren und wo Unregelmässigkeiten an den Controletafeln und Pfählen vorkommen, werden diese und die betreffende Nummer des Bahnwärters notirt, sowie Letzterer deshalb zur Rechenschaft gezogen.

Nach dem Vorbeifahren des Zuges und wenn der nächste Zug in nicht zu kurzer Zeit folgt, nimmt der Bahnwärter, nachdem er die Barriären der Niveaubergänge von seiner Strecke geöffnet hat, von neuem eine Revision seiner Bahnstrecke vor, wobei er die Nummerntäfelchen des nächstfolgenden Zuges an den Grenzpfählen seiner Strecke aufhängt, während er die vorhergehenden Nummern an seinen Posten mit zurücknimmt und dieselben an die Controletafeln (Fig. 22) an die bestimmten Stellen wieder aufsteckt und so fort.

Bedeutend einfacher ist die Einrichtung der Controletafeln von der Schweizer Nord-

ostbahn. Zwei Täfelchen — das eine viereckig, das andere oval — tragen die Nummer der Wärterbude. Die erfolgte Revision der Bahnwärterstrecken wird dadurch von dem Locomotivführer und Zugführer controlirt, dass man sich überzeugt, ob jene quadratischen und ovalen Täfelchen abwechselnd in einer regelmässigen Folge an den Bahnwärter-Grenzpfählen und Wärterbuden aufgehängt sind.

Bei der königl. Sächsischen Zweigbahn von Zittau nach Grossschönau sind ganz eiserne Bahnwärter-Grenzpfähle eingerichtet, welche zugleich zum Aufhängen der Controltafeln dienen. Die vorstehende Figur 24 veranschaulicht dieselben. Zur Säule ist Winkel-eisen von 40^{mm} Seitenlänge und 3 $\frac{1}{2}$ ^{mm} Stärke, pro lauf. Meter 4,75 Pfd. schwer, verwendet, welche in rauhe Steinwürfel von 757^{mm} Seite eingelassen und mit Cement festgegossen sind. Die von Eisenblech gefertigten Controlnummerträger ruhen schräg auf angenieteten Bügeln, unter den verticalstehenden Streckennummern, bei 45 Gradstellung zur Bahnrichtung.

Eine solche Bahnwärter-Grenzsäule kostet mit Fundament, Aufstellen und Anstrich nur 1 Thlr. 25 Sgr. und ist der oben beschriebenen hölzernen von der Hannoverschen Staatsbahn jedenfalls vorzuziehen. Bei den Bahnmeister- oder Oberbahnwärter-Grenzsäulen trägt die zuletzt beschriebene eiserne Grenzsäule ausserdem noch ein höheres Verticalschild mit passender Bezeichnung. Eine solche kostet mit Fundament, Anstrich und Aufstellen 2 Thlr. 5 Sgr. Dagegen kostet der in Fig. 23 dargestellte hölzerne Controlpfahl von der Hannoverschen Staatsbahn incl. Anstrich und Setzen pro Stück 2 Thlr. und die in Fig. 22 dargestellte Controlnummertafel mit den zugehörigen 12 Nummern incl. Anstrich etc. 1 Thlr. 20 Sgr.

d. Die Stationsnamentafeln sind auf verschiedenen ältern Bahnen Deutschlands noch im Gebrauch, während in neuerer Zeit die Namen der Stationen meist an den Stationsgebäuden angeschrieben oder mittelst angehefteter Metallbuchstaben hergestellt werden. Obwohl letztere Einrichtung billiger und in den meisten Fällen ganz zweckentsprechend ist, so sollten doch an solchen Stationen, wo man vom Zug aus, z. B. durch die vorspringenden bedeckten Perrons die darüber am Stationsgebäude angeschriebenen Stationsnamen nicht sehen kann, jene Stationsnamentafeln an geeigneten, vom Zuge aus leicht sichtbaren Stellen, noch aufgerichtet werden. Zweckmässig ist es auch, wenn neben dem Namen der Station die Entfernung nach den an der Bahnlinie gelegenen grösseren Städten oder nach den beiden Endpunkten der Bahn in Meilen angegeben ist, damit der Reisende die Entfernung bis zum Ziel seiner Reise selbst bemessen kann und namentlich an Zwischenstationen, wo der Aufenthalt der Züge oft kurz ist, der Reisende sich schon vorher zum Aussteigen vorbereiten kann. An Kreuzungsstationen mit Wagenwechsel sind solche besondere Stationsnamentafeln unentbehrlich. Die Form dieser Tafeln ist sehr verschieden, die Fig. 25 zeigt solche von der Hannoverschen Staatsbahn an Kreuzungsstationen, z. B. von Lehrte.

Die Inschriften auf beiden Seiten der lackirten, mit Holzrahmen eingefassten und auf zwei Pfosten ruhenden Blechtafeln lauten:

L e h r t e

(Hildesheim $3\frac{1}{4}$ Meil. Hannover $2\frac{1}{6}$ Meil.

Braunschweig 6 Meil. Celle $3\frac{1}{6}$ Meil.).

Diese Tafeln stehen auf dem Inseleperron zu beiden Seiten rechtwinklig zur Bahnachse, so dass man die Inschriften bequem, sowohl vom Zug, als vom bedeckten Perron aus lesen kann.

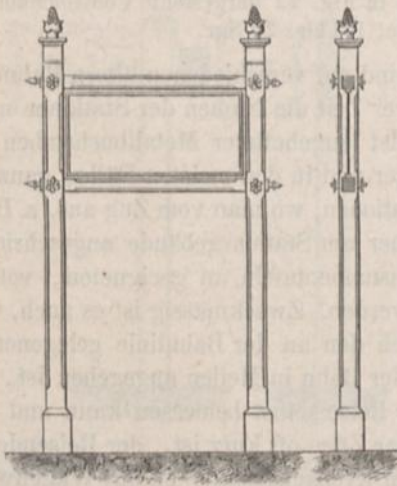
Für die Nachtzeit hat man daselbst auch noch Stations-Transparent-Namentafeln, welche in Form von einer grossen länglichen Laterne mit Milchglas, auf diesen Scheiben die Schrift tragen und von innen beleuchtet werden.

Die Fig. 26 veranschaulicht die Stationsnamentafeln von den kleineren Stationen und Halteplätzen der Sächsisch-Böhmischen Staatsbahn, wie sie in ähnlicher Weise auch auf den ältern Strecken der Badischen Staatsbahn, Taunusbahn etc. üblich sind, und wo dieselben an jedem Ende des Bahnhofes, an der Seite des Stationsgebäudes ebenfalls rechtwinkelig zur Bahnachse und auf beiden Seiten den Namen der Station tragend aufgestellt sind.

Denselben Zweck hat die Köln-Mindener Bahn sehr einfach dadurch erreicht, dass sie die an jedem Ende der Bahnhöfe befindlichen Weichenwärterhütten auf beiden Seiten mit einem auf dem Mauerwerk gestrichenen weissen Schild versehen, und hierauf in grosser schwarzer Schrift den Namen der Station setzen liess, so dass diese Inschriften sehr leicht von dem vorbeifahrenden Zuge aus zu erkennen sind.

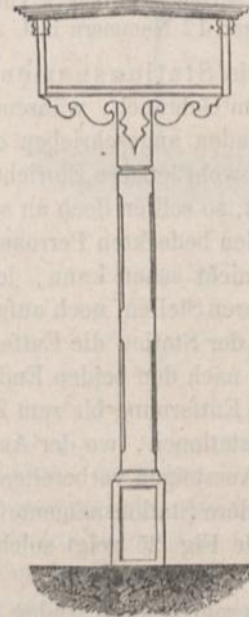
Die in Fig. 25 dargestellten Stationsnamentafeln der Hannoverschen Staatsbahn kosten mit Aufstellen und Anstrich 20—22 Thlr. und die Stations-Transparent-Namentafeln incl. Pfahl, Milchglas, Lampen, Anstrich und Setzen 24 Thlr., während eine eiserne Stationsnamentafel der Zittau-Grossschönauer Staatszweigbahn (wobei die Säule aus einem Gitterständer von zwei Winkelleisen mit Blechverkreuzung besteht und an die zweiseitig beschriebene 1^m,0 breite, 430^{mm} hohe Blechtafel angenietet ist) incl. Fundamentquader, Aufstellen und Lackiren nur 7 Thlr. 5 Sgr. kostet.

Fig. 25.



= 1/50.

Fig. 26.



e. Meilensteine, Stationssteine. Auf allen Eisenbahnen werden die genauen Entfernungen der Bahnlinie, in Längen von Meilen oder Kilometern mit Unterabtheilungen durch besondere Abtheilungszeichen, die auf den einzelnen Bahnen sehr verschieden sind, bezeichnet, wobei jedoch allgemein als Hauptbedingung gilt, dass dieselben vom Zuge aus sehr deutlich erkenntlich sein müssen. Als weiteren Grundsatz hat man dabei fast allgemein angenommen, dass man die Nummerirung am Ausgangspunkt der Bahnlinie beginnt und den Punkt in der Mitte des Hauptgebäudes annimmt. Diese Abtheilungszeichen selbst werden gewöhnlich an der Kante von der Bahnkrone abwechselnd an der rechten und linken Seite aufgestellt, so dass auf der einen Seite die Steine mit geraden, auf der andern Seite die mit ungeraden Nummern von dem Zug ab zu lesen sind.

Auf der Hannoverschen Staatsbahn sind die Meilensteine in der in Fig. 27 dargestellten Form in grauem Sandstein ausgeführt und die Meilenzahl mit grossen römischen Ziffern bezeichnet, sowie der Stein parallel zur Bahnachse an der Kante von der Bahnkrone aufgestellt, während bei Fig. 28, ein $\frac{1}{100}$ Meilenstein, die Bezeichnung in arabischen Ziffern an 2 Seiten enthält und in diagonaler Richtung zur Bahnachse aufgestellt ist, so dass die Nummer vom Zuge aus in einiger Entfernung seitlich schon erkennbar wird, und beim Passiren nochmals revidirt werden kann.

Zur Bezeichnung des bei Acquisition des Bahnterrains von der Eisenbahn-Verwaltung mit übernommenen und in deren Eigenthum verbleibenden kleinern Parcellen bedient man sich der in Fig. 29 dargestellten und mit den Buchstaben E. B. bezeichneten Grenzsteine, statt deren werden häufig nur gewöhnliche, etwas regelmässiger unbehauene Steine die oberhalb mit Kalkfarbe angestrichen werden, verwendet.

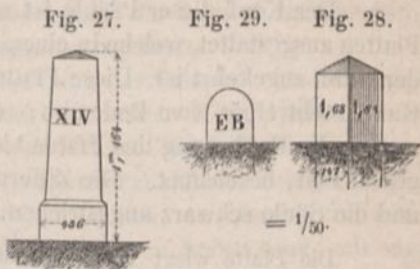


Fig. 30.

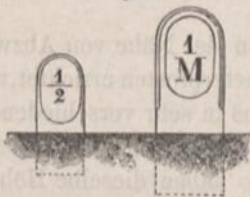


Fig. 31.

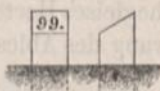


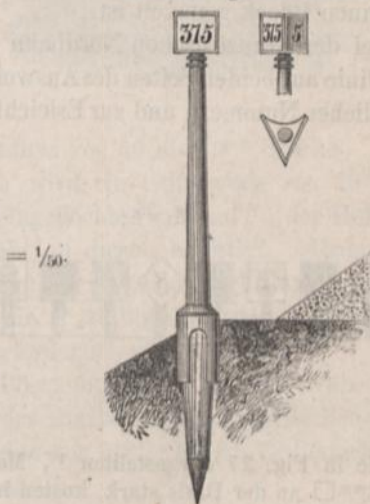
Fig. 32.



Fig. 33.



Fig. 34.



Vorstehende Fig. 30 stellen Meilensteine und $\frac{1}{2}$ Meilensteine von der Sächsisch-Böhmischen Staatsbahn dar. Die Dicke dieser Steine kommt ihrer Breite gleich. Die Fig. 31 sind Stationsnummernsteine ($= \frac{1}{100}$ Meilen); die obere Fläche dieser Steine ist pultartig gegen die Bahnachse abgeschrägt und die Nummer auf dieser schiefen Fläche angebracht, um sie bei der geringen Höhe der Steine demjenigen, der die Bahn begeht oder befährt, sichtbar zu machen.

Aehnlich sind die Meilensteine von der Leipzig-Dresdener Bahn eingerichtet (Fig. 32), während die Kilometersteine von der Taunusbahn (Fig. 33) im Horizontalschnitt ein gleichschenkliges Dreieck bilden, die Kilometernummern sind an den beiden Seiten des mit dem einen Scheitel der Bahn zugekehrten Steins eingehauen und zwar immer die beiden nächstfolgenden Nummern, so dass man die Nummern von dem Zuge aus sehr gut lesen und zu gleicher Zeit erkennen kann nach welcher Richtung hin gezählt wird.

Die in Fig. 34 dargestellten Kilometerpfähle auf der Bahn nach Rennes (Linie der

Französischen Westbahn) bestehen aus gusseisernen eingegrabenen Säulen mit Nummernplatten am Kopf; dieselben endigen am Fuss mit drei Lappen, welche ein nach unten zugespitztes Holzstück von 1^m,20 Länge umfassen.

Der Kopf dieser Pfähle ist mit zwei gusseisernen zusammengegossenen verticalen Platten ausgestattet, welche in einem Winkel von 45° zu einander stehen und deren Scheitel der Bahn zugekehrt ist. Diese Platten haben 0^m,30 Länge auf 0^m,25 Höhe und ihre obere Kante steht 1^m,56 vom Boden ab; dieselben tragen im Relief eine Zahl, welche in Kilometern die Entfernung des Pfahls bis zu dem Ende der Bahn, gegen das die Platte zugekehrt ist, bezeichnet. Die Ziffern sind weiss gemalt, der Grund der Platte ist hellblau und die Säule schwarz angestrichen.

Die Platte wiegt 10 Kilogramm, die Säule 70 Kilogramm und der ganze zusammengesetzte Pfahl kommt auf 30 Fres. Hierzu kommt noch der Preis des hölzernen Pflocks, welcher ca. 6 Fres. beträgt und die Kosten des Setzens.

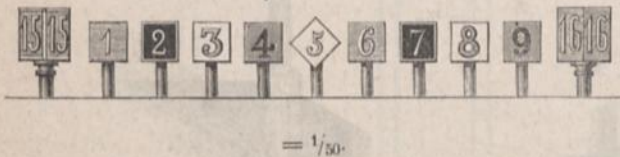
Man hat auch an einigen Stellen Versuche gemacht, die Platten aus emaillirtem Blech herzustellen; aber man ist davon wieder abgekommen, weil man befürchtete, die Emaile möchte Risse erhalten.

Auf den Französischen Bahnen bringt man gewöhnlich zwischen den Kilometerpfosten noch Hectometerpfosten an, die im Allgemeinen nur für die Zwecke der Bahnunterhaltung dienen, und einfach aus einem nummerirten Holztäfelchen bestehen, das auf einen kleinen Pflock genägelt ist.

Bei der Französischen Nordbahn hat man indess in der Nähe von Abzweigungen der Bahnlinie auf beiden Seiten des Ausweichegleises Hectometerpfosten errichtet, welche mit sehr deutlichen Nummern und zur Erleichterung des Ablesens in sehr verschiedenen Farben

versehen sind. Diese Pfosten haben dieselbe Höhe wie die Kilometerpfosten; die mit den Nummern versehenen Tafeln haben die in Fig. 35 dargestellte Form, sind in Gusseisen oder Blech hergestellt und stehen ungefähr 2^m,50 über dem Boden.¹⁸⁾

Fig. 35.



Die in Fig. 27 dargestellten $\frac{1}{1}$ Meilensteine der Hannoverschen Staatsbahn, 1^m,164 hoch, 436^{mm} □ an der Basis stark, kosten incl. Anstrich, Transport und Aufstellung mit Untermauerung pr. Stück 9 Thlr.

Die in Fig. 28 dargestellten $\frac{1}{100}$ Meilensteine incl. Transport, Aufstellen und Anstrich pr. Stück 12 $\frac{1}{2}$ Sgr.

Die in Fig. 29 dargestellten Grenzsteine pr. Stück 6—8 Sgr.

§. 20. *Einfriedigungen der Bahnlinie.* — Im Allgemeinen werden auf den deutschen und ebenso auf den belgischen und schweizerischen Bahnen Einzäunungen der Bahnlinie nur an besonders exponirten Stellen ausgeführt, wo solche zur Sicherung des Betriebes und Verhütung von Unfällen unbedingt nothwendig sind, wie z. B. da wo die Bahn an bevölkerten Orten vorbeiführt, bei sehr frequenten Niveautübergängen, bei anstossenden Weideplätzen, an den Strecken, wo Chausseen mit der Bahn parallel laufen etc. Da, wo die Bahnlinie durch freie Felder, Wälder und sterile Strecken hinzieht, genügen zur

¹⁸⁾ Vergl. Goschler, *Traité prat. de l'entretien etc. des chemins de fer.* T. II. p. 237 und 238.

Abgrenzung gewöhnlich ein parallel zur Bahn ausgehobener Graben und an der Grenze des Bahnterrains aufgeworfener kleiner Damm.

In Frankreich und England ist dagegen sämmtlichen Bahnen eine vollständige Einzäunung an beiden Seiten und auf die ganze Ausdehnung der Linie vorgeschrieben, doch werden diese Einfriedigungen oft sehr unvollkommen ausgeführt.

Die beste und auf die Dauer wohlfeilste Einfriedigung der Bahn ist eine lebendige Hecke von Weissdorn, Hainbuchen oder andern Holzarten, welche in dem jedesmaligen Boden am besten fortkommen, in etwa $1^m,15$ bis $1^m,45$ Höhe. Zum Schutze derselben, bis sie herangewachsen ist, wird in der Regel ein gewöhnliches Schluchterwerk von 80 bis 100^m starken, $2^m,30$ voneinander entfernt stehenden Pfählen, an welche drei horizontale Latten genagelt werden (Fig. 36), oder wo Stäbe billig zu haben sind, ein aus kreuzweise verbundenen Stäben hergestellter Netz- oder Heckenzaun (Fig. 37) hergestellt.

Fig. 36.

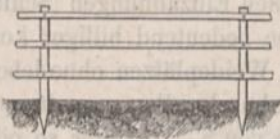
= $\frac{1}{100}$.

Fig. 37.

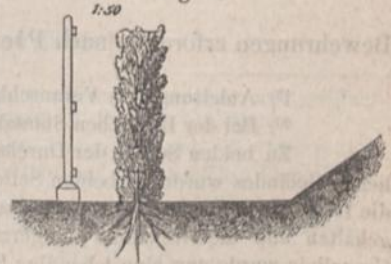


Letzterer besteht aus Spaltlatten oder Stäben von 50 bis 80^m Stärke, von denen alle $1^m,25$ einer aufgestellt wird. Dazwischen wird ein Gitterwerk von 20^m starken Buchen-, Birken- oder besser Kiefernstöcken eingeflochten und auf $\frac{1}{3}$ der Höhe mit 2^m starkem Eisendraht abgesteift und mit Bindendraht an diesen befestigt. Alsdann werden dieselben mit Weissdorn, Schwarzdorn, Hagedorn oder Akazienstecklingen bepflanzt und diese Pflanzung so lange in Pflege erhalten, bis sie $1^m,25$ hoch und des Gitterzaunes nicht mehr bedarf, wozu in der Regel 4 bis 5 Jahre erforderlich sind.

Wo die Einfriedigungen nicht an den Böschungen oder in den Gräben angelegt werden können, muss man bei der Feststellung des zur Bahnanlage erforderlichen Terrains auf die Erwerbung des Terrains zum Heckenrechte von $0^m,50$ bis $0^m,75$ Bedacht nehmen. Die Hecken werden gewöhnlich $0^m,50$ von der Grenze des benachbarten Grundeigentümers gepflanzt; man giebt denselben eine Höhe von $1^m,25$ bis $1^m,50$ und eine Dicke von $0^m,40$ bis $0^m,50$. Diese Dimensionen richten sich ganz nach der Oertlichkeit; an den Stellen, wo es die Trockenhaltung der Bahn wünschenswerth macht und der Wind freien Zutritt haben muss, wird man die schwächern Dimensionen wählen.

Um die Hecken auf den bestimmten Dimensionen zu erhalten und sie dichter zu machen, müssen sie zur Winterszeit — aber nie wenn sie im Wachsthum begriffen sind — mit einer sichelförmigen Haue (Heckenputzer) und einer grossen mit zwei Handgriffen versehenen Scheere (Heckenscheere) regelmässig beschnitten werden (Fig. 38).

Fig. 38.

= $\frac{1}{50}$.

Nach Plessner¹⁹⁾ sind zur laufenden Ruthe (3^m,77) Heckenzaun und Schutzhecken erforderlich:

a.	3 Pfähle von 80 ^{mm} Stärke und 1 ^m ,89 Höhe und 1 ^m ,568 . 2 . 24 = 75,26 lauf. Meter 26 ^{mm} starker Stöcke. Dieses Material ist zu beschaffen für	—	Thlr. 25 Sgr.
b.	8,50 lauf. Meter starken Draht zur Absteifung à lauf. Meter 7 Pf.	—	5 -
c.	15 lauf. Meter Bindedraht à 1/5 Sgr.	—	3 -
d.	Eine lauf. Ruthe solcher Heckenzäune wird in der Regel incl. Zurichten und Aufstellen der Pfähle hergestellt zu	—	12 -
e.	25 Stück Hagedorn- oder Weissdornstecklinge anzuliefern, zu pflanzen und einige Jahre zu unterhalten	—	10 -
Summe pro lauf. Ruthe			1 Thlr. 25 Sgr.

In Thüringen und Westphalen hat man häufig den an der Bahn wohnenden Grundbesitzern das Aufstellen dieser Zäune selbst überlassen und zahlt dafür oft nur 1 Thlr. 10 Sgr. bis 1 Thlr. 15 Sgr.; an der Rheinischen Bahn hat die Anlage pro laufende Ruthe 1¹/₃ Thlr. gekostet.²⁰⁾

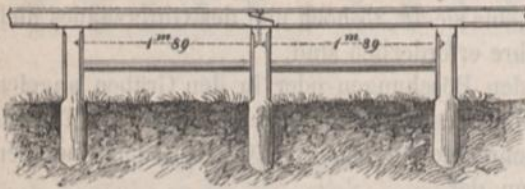
In neuerer Zeit werden an die Stelle der trockenen Einzäunungen (Schluchterwerk oder Netzzäune) häufig Drahtzäune verwendet, welche bedeutend billiger kommen und sich auch zur Einfriedigung der Bahnlinie an Hut- und Weideplätzen ohne lebende Hecke sehr gut eignen. Zu dem Ende werden alte eichene Bahnschwellen gespalten, zu Pfosten von 100—130^{mm} Dicke zugerichtet und in Entfernungen von 8—10 Meter so eingegraben, dass sie 1^m,20 über dem Boden vorstehen und alsdann drei horizontale Reihen 4^{mm} starker Eisendraht mittelst eiserner Krampen an diese Pfosten befestigt, wobei die Drähte mittelst Hebel, die auf angeschraubte Zwingen wirken, fest angespannt werden.

Das Gewicht von 100 Meter 4^{mm} dicken Eisendraht beträgt ca. 20 Pfd. und kommt der lauf. Meter solcher Drahtzäune nur 4 bis 5 Sgr.

Bei Niveaüberführungen der Chausseen und grossen Communalstrassen, dergleichen wo letztere in dichter Nähe mit der Bahn parallel dieser selbst geführt werden, sind hölzerne Schutzgeländer erforderlich, die gewöhnlich in der in Fig. 39 dargestellten Weise aus 1^m,89 langen 130 × 130^{mm} starken eichenen Stielen, überblatteten kiefernen Holmen von 105 × 130^{mm} Stärke und kiefernen Riegel von 85^{mm} Stärke ausgeführt werden.

Die lauf. Ruthe (3^m,77) solcher

Fig. 39.



= 1/75.

Bewehrungen erfordert (nach Plessner)

¹⁹⁾ Anleitung zum Veranschlagen der Eisenbahnen. 2. Aufl. Berlin 1866. p. 157.

²⁰⁾ Bei der Badischen Staatsbahn geschah die Einfriedigung auf folgende Weise:

Zu beiden Seiten der Durchschnittslinien der Bahnböschungen und des anstossenden natürlichen Geländes wurde zu beiden Seiten noch ein Geländestreifen von 0^m,3 Breite erworben, damit die Hecke nach den Bestimmungen des Landrechtes etwas entfernt von dem angrenzenden Eigenthum gehalten und die Grenzlinie einigermaassen ausgeglichen werden konnte. In der Richtung dieser Grenzlinie wurde nun eine lebendige Hecke angepflanzt mit vorläufiger Einzäunung von Pfählen und Latten (Schluchterwerk) bis die Hecke angewachsen war. Zur Bildung dieser Hecken wurden anfangs Maulbeerpflanzen gewählt, welche jedoch nirgends recht gedeihen wollten; man hat daher später der Bodenart entsprechende und in der Localität einheimische Pflanzen, als Goldweide, Hartriegel etc. genommen, die nun dort, wo einige Pflege stattfindet, eine schöne dichte Hecke bilden, welche auf 1^m,2 Höhe und 0^m,3 Breite in der Scheere gehalten wird.

(Nachweisung über den Eisenbahnbau im Grossherzogthum Baden, p. 39.)

an Material	1 Thlr. 25 Sgr. 5 Pf.
und kostet an Arbeitslohn incl. Oelfarbeanstrich und Eisenbeschläge	2 - 24 - 7 -
Summe pro lauf. Ruthe	4 Thlr. 20 Sgr.—Pf.

oder pro lauf. Meter 1 Thlr. 7 Sgr.

Wo spaltbare oder säulenförmige Steine zu haben sind, macht man jetzt diese Bewehrungen viel einfacher so, dass man von 5 zu 5 Meter einen 1^m,75 bis 1^m,89 hohen Stein 0^m,60 tief eingräbt und diese Steine durch verholzte 100 bis 130^{mm} starke glatte Spaltlatten in 0^m,945 Höhe über Terrain verbindet; die Steine müssen zuweilen etwas angepflastert werden. Derartige Barrieren sind ganz gut (namentlich wenn die Steine noch weiss angekalkt und die Spaltlatten schwarz getheert werden) und kosten beispielsweise an der Schlesischen Gebirgsbahn pro lauf. Ruthe (3^m,77) 1 Thlr. bis 1 Thlr. 6 Sgr.²¹⁾

Literatur.

a. Ueber Niveauübergänge und Rampenanäle.

- *Buresch, Construction der Wegeüberführungen, mit Abb. Organ f. Eisenb.-W. 1865, p. 150.
 Carpenter's Sicherheitsschiene für Eisenbahnen. Minning Journ. 1852, p. 189. Polyt. Centralbl. 1853, p. 733.
 De Gallois, Verbesserung in der Construction der Vorrichtungen zum Aufsteigen an Wegen. Brev. d'invent. T. 58, p. 377.
 Hughes, Wasserabzugsröhren beim Bahnbau. Mechan. Magaz. V. 43, p. 396.
 Niveauübergänge, Ueberwachung derselben in England Organ f. Eisenb.-W. 1864, p. 272. (The Artizan., Jan. 1864.)
 Schienenstühle für Wegübergänge der Frankfurt-Hanauer Eisenbahn. Heusinger v. Waldegg, Organ 1852, p. 18. 19. Polyt. Centralbl. 1854, p. 647. 48.
 Ueber die Entbehrlichkeit der Schutzschienen bei den voies ferées. Nouv. Annales de la constr. 1856, Octbr.
 Struve, Verbesserungen an Eisenbahnübergängen und in der Bewegung und Hebung von Lasten. Repert. of pat. inv. E. T. V. 9, p. 277.
 Watson, eiserne Trockenröhren für Eisenbahnen. Dingler's polyt. Journ. 92. Bd., p. 328.
 Wegübergänge auf der Paris-St. Germain-Bahn. Förster's Bauzeitg. 1840, p. 300.
 Ueber Wegübergänge im Niveau der Bahn. Heusinger v. Waldegg, Organ. 1. Bd., p. 6—8.
 Wollheim, über Wegekrenzungen. Organ f. Eisenb.-W. 1867, p. 200.

b. Ueber Barrieren von Niveauübergängen.

- *Alisch, Beschreibung einer Barrierevorrichtung, welche aus der Ferne geschlossen und geöffnet werden kann. Eisenbahnzeitg. 1851, p. 150. Polyt. Centralbl. 1852, p. 548: 49.
 Barrieren und Abtheilungszeichen der Bülach-Regensberger Bahn. Organ f. Eisenb.-W. 1866, p. 168.
 Barrieren und Wegübergänge im Niveau, Construction derselben auf der Badischen Staatsbahn, mit Abb. Organ f. Eisenb.-W. 1865, p. 12.
 Bartel's Zuschlagbarriere der Altona-Kieler Bahn. Organ f. Eisenb.-W. 1868, p. 110. Mit Abb.
 Basler's, C., Kettenthor-Barriere, mit Abb. Organ f. Eisenb.-W. 1867, p. 147.
 *Glockensignale für Zugbarrieren. Bericht der Köln-Mindener Eisenbahn pro 1853. Organ f. d. Fortschr. d. Eisenb.-W. 1854, p. 149. Eisenbahnzeitg. 1854, p. 117.
 Guillot, Rollbarrieren für Eisenbahnübergänge. Nouv. Annales de la constr. 1857, April.
 Kirchweger's Zugbarriere mit beweglichem Gegengewicht, mit Abb. Organ f. Eisenb.-Wes. 1865, p. 11.

²¹⁾ Plessner, Anleitung zum Verauslagen der Eisenbahnen. II. Aufl. p. 157.

- *Klopfer, Zugbarrieren für die Bahnen der Lübeck-Büchener Eisenbahn-Gesellschaft. Organ f. Eisenb.-W. 1869, p. 203. Mit Abb.
- v. Minkwitz, Beschreibung der am Bahnhofe der Köln-Mindener Eisenbahn zu Dortmund getroffenen Einrichtungen zur Ueberwachung des Chausseeüberganges und zur Controle der Schliessung der dortigen Barriere. Organ f. Eisenb.-W. 1869, p. 9. Mit Abb.
- *Oberbeck, balancirte Drahtzugbarriere, mit Abb. Organ f. Eisenb.-W. 1866, p. 4.
- Pfürchten für Fussgänger bei Barrieren auf französischen und englischen Bahnen, mit Abb. Organ f. Eisenb.-W. 1866, p. 28. (Goschler, *Traité prat. de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer*. T. I, p. 222.)
- Reder, neue Schlagbarrieren-Construction. Zeitschr. d. Hannov. Ingen.-Ver. 3. Bd., p. 367–370.
- Reder, über Zugbarrieren und neue Kettenzugbarrieren, mit Abb. Organ f. Eisenb.-W. 1867, p. 17 und 45.
- Saller, eiserne Zugschranken. Organ f. Eisenb.-W. 1869, p. 58. Mit Abb.
- Die Schiebe- und Zugbarrieren auf der Württemberg-Badischen Verbindungsbahn. Organ f. d. Fortschr. d. Eisenb.-W. 1854, p. 202.
- *Stambke, eiserne Schiebebarrriere auf der Ruhr-Siegbahn, mit Abb. Organ f. Eisenb.-W. 1866, p. 219.
- Telegraphische Vorrichtung für die Sicherheit der Ueberfahrten. Organ f. Eisenb.-W. 1864, p. 88. (Oppermann's *nouvelles annales de la construction* 1863, p. 22.)
- *v. Weber, M. M., Absperrvorrichtungen an den Niveaureuzungen frequenter Strassen mit frequenten Eisenbahnen. Organ f. Eisenb.-W. 1868, p. 133. Mit Abb.

c. Ueber Abtheilungszeichen.

- Abtheilungspfähle, eiserne, auf der Französischen Westbahn, mit Abb. Organ f. Eisenb.-W. 1866, p. 231. (Goschler, *Traité prat. de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer*. T. II, p. 237.)
- Abtheilungszeichen und Barrieren der Sächsisch-Böhmischen Staatseisenbahn. Eisenbahnzeitg. 1849, p. 236–238.
- Neigungszeiger, Construction derselben auf den Schwedischen Bahnen. Organ f. Eisenb.-W. 1867, p. 26. (Erbkam's *Zeitschr. f. Bauwes.* 1860, p. 471.)
- Die Neigungszeiger auf den k. Bayerischen Bahnen. Organ f. d. Fortschr. d. Eisenb.-W. 1854, p. 206.
- Neumann, Ludw., eiserne Streckenausrüstungsgegenstände der Königl. Sächsischen Zweigbahn von Zittau nach Grossschönau. Organ f. Eisenb.-W. 1868, p. 231. Mit Abb.
- Seitz, F., die eisernen Streckenausrüstungsgegenstände der Schweizerischen Nordostbahn. Organ f. Eisenb.-W. 1869, p. 59.
- With, Emil, Preise von Signalapparaten und Abtheilungszeichen auf französischen Bahnen. Organ f. Eisenb.-W. 1864, p. 271. (Oppermann, *portefeuilles oeconomique* 1864, p. 49.)
- Wollheim, eiserne Gradientenzeiger an der Ost-Holsteinischen Bahn, mit Abb. Organ f. Eisenb.-W. 1867, p. 108.

d. Ueber Einfriedigungen der Bahnlinie.

- Croizette Desmoyers, einfaches Eisengitter für Befriedigungen. *Nouv. Annales de la construct* 1857, Mai.
- Goschler, Chr., *Traité prat. de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer*. Tome I, p. 186–207.
- Grüder, ausgeführte Eiseneinfriedigungen. *Haarmann's Zeitschr.* 1862, p. 18–20.
- Heckenanlage längs der Schienenwege. *Zeitg. d. deutsch. Eisenb.-Ver.* 1861, p. 252.
- Hoffmann's, Chr., neue Construction von Einfriedigungsplanken. *Illustr. Gewerbezeitg.* 1862 und *Haarmann's Zeitschr.* 1862, p. 102.
- Reder, Notiz über Gitterthorwege. *Notizbl. d. Hannov. Archit.-Ver.* III. Bd., p. 315. Organ f. d. Fortschr. d. Eisenb.-W. 1854, p. 184.
- Ueber Zäune aus Draht. *Civ. Eng. a Arch. Journ.* III. Vol., p. 48. 49.

XI. Capitel.

Construction von Wegebrücken über der Bahn, und Brückthoren unter der Bahn.

Bearbeitet

vom Baurath v. Kaven in Aachen.

(Hierzu Tafel XIV und XXV.)

§. 1. *Allgemeines.* — Bei Kreuzungen von Wegen mit Eisenbahnen können erstere bekanntlich im Niveau übergeführt werden, oder mittelst Wegebrücken über die Bahn führen, oder mittelst Brückthore unter der Bahn durchgehen. Diese Bauwerke können von Holz, Eisen und von Stein (massiv) gemacht werden. Hierbei kommen betreffs der Localität etwa folgende Rücksichten in Frage.

Hat der Weg eine Höhe über oder eine Tiefe unter der Bahn, welche gerade zu einer Ueberführung oder Unterführung derselben bei Anlage von massiven Brücken oder von Brücken mit eisernem Oberbau, welcher die geringste Höhe erfordert, ausreichen, so kann die Anlage der Bauwerke ohne Weiteres geschehen und es kommt dabei höchstens noch in Frage, ob man massive oder eiserne Constructionen wählen will. Im Fall man zu massiven Brücken geneigt ist, handelt es sich, falls bei einer Wegeüberführung nur Höhe für Eisenconstruction vorhanden, um die Möglichkeit und die Kosten dasjenige Plus an Höhe zwischen Oberkante, Weg und Schiene zu gewinnen, welches massive Constructionen gegen solche mit eisernem Oberbau erfordern. Bei einem Wege, wo die zulässig erachtete Maximalsteigung auf grosser Länge zu beiden Seiten der Bahn schon vorhanden ist, kann man die erforderliche Erhöhung desselben dann nur dadurch erreichen, dass man seine Richtung auf gewisse Länge an der Seite des Gefälles verändert, indem man Krümmungen oder auch Serpentinaen einlegt, welche eine Verlängerung desselben bewirken, die gleich dem erforderlichen Plus an Höhe multiplicirt mit dem Nenner des Bruches, welcher die herzustellende Steigung ausdrückt, ist.

Ist die im Wege vorhandene Steigung schwächer als die zulässige, so wird man in der Richtung des Weges Rampen anschütten können oder letztere im Verein mit dem eben angegebenen Verfahren anwenden.

Erreicht man so in beiden Fällen die Möglichkeit, massive Bauwerke oder solche mit eisernem Oberbau herzustellen, so wird eine Kostenvergleichung mit Berücksichtigung der für jeden der beiden Fälle erforderlichen Erdarbeiten, die am meisten ökonomische Wahl herausstellen müssen.

Bei etwaiger Veränderung der Höhenlage der Bahn, also z. B. Tieferlegung derselben bei Wegeüberführungen, um die erforderliche lichte Höhe zu erreichen, wird man

genau genommen noch zu untersuchen haben, ob durch Veränderung der Gradienten nicht eine Verschlechterung des Profils entsteht und der Betrieb erschwert wird, welchen in jährlichen Kosten zu veranschlagenden Nachtheil man capitalisiren und bei der Verglei-

Fig. 1.

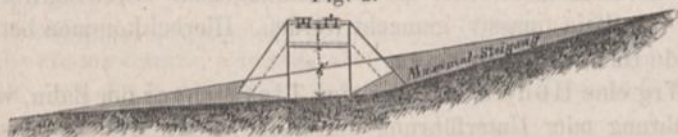


chung berücksichtigen muss. Dass man endlich beide Mittel, Höherlegen des Weges und Tieferlegen der Bahn, anwenden kann, ist selbstverständlich. (Fig. 1.)

Geht das Maximalgefälle des Weges nahe der Bahn in ein schwächeres über, so dass man mit der Erhöhung des Weges parallel dem vorhandenen Maximalgefälle bald in ein schwächeres Gefälle gelangt, so kann eine Veränderung der Richtung des Weges um eine grössere Entwicklung derselben zu erlangen, meistens unterbleiben, sofern die Aufschüttung auf der Seite des Gefälles nicht eine zu grosse Länge erfordert und deshalb grössere Erdarbeiten nöthig macht.

Die vorigen Betrachtungen finden sinngemäss auch bei Anlagen von Wegeunterführungen Anwendung. (Fig. 2.)

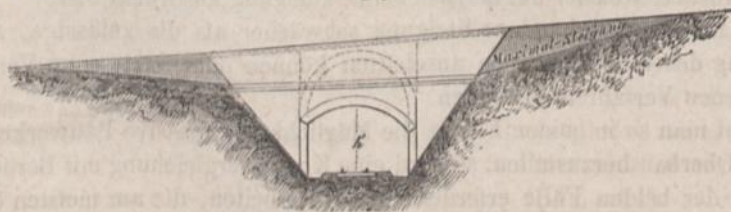
Fig. 2.



Ueber eine Schiefe von 60 Grad wird man übrigens selbst bei flachen Bögen nicht gern gehen und wenn es angeht, besonders bei Wegeüberführungen, schiefe Gewölbe durch die auf mehreren deutschen [z. B. Lüneburg-Lauenburg, über dem Nectze-Canal]¹⁾ und französischen Bahnen (z. B. Orleans-) Bahn angewendete Constructionen einer massiven geraden Brücke, wobei ein Flügel in der Richtung des Widerlagers, der zugehörige an derselben Seite normal dagegen steht und zugleich das Haupt bildet, vermeiden, oder eisernen Oberbau anwenden.

Ist der Abstand zwischen Oberkante des Weges und der Schiene grösser als das erforderliche Minimalmaass (auf welches wir später zurückkommen), so kann man z. B. bei Bahneinschnitten und Wegeüberführungen nach Umständen den Weg senken (Fig. 3),

Fig. 3.



¹⁾ Zeitschr. des Hannov. Architect.- und Ingen.-Vereins, XI. Bd. 1863. pag. 463 mit Abb.

oder das Bauwerk höher machen als für das Normalprofil des lichten Raumes erforderlich (Fig. 3 punktirt), oder man kann dem Bau nur letztere lichte Höhe geben und es überschütten, wobei es also im Gewölbe länger als in den ersten beiden Fällen wird. Dasselbe findet sinngemäss bei Unterführungen von Wegen statt, wo man das Brückthor (Brücke unter der Bahn) entweder bis zur Bahnkrone in Mauerwerk aufführen oder ihm eine Höhe bis herab zu derjenigen, bei welcher noch die für den betreffenden Weg vorgeschriebene oder vereinbarte Minimalhöhe beibehalten wird, geben kann, also ebenfalls zugleich mit Dammschüttung über dem Gewölbe. Ein Senken der Bahn wird in wenigen Fällen, bei übrigens aus anderen Gründen gut gewählter Gradienten, vorkommen.

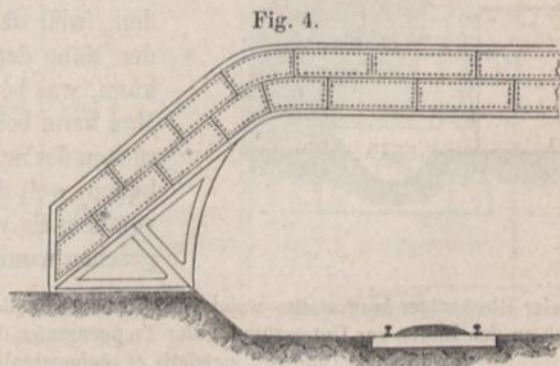
In den Fällen, wo Ueberschüttung eines massiven Bauwerkes vorkommt, wird es sich darum handeln, ob das höhere Bauwerk mit geringerer oder gar keiner Dammschüttung darüber, also mit schwächerem Gewölbe, höheren Flügeln und den zugehörigen Widerlagerdimensionen, oder das längere unter mehr Dammschüttung, mit stärkerem Gewölbe, kleineren Flügeln etc. billiger kommt.

Es wird dabei eine Höhe der Brücke geben, welche ein Minimum an Material erfordert und welche man durch überschlägliche Projecte und Berechnung der Massen ermitteln kann. Der Versuch, solche allgemeine durch Rechnung zu ermitteln, indem man die Dimensionen des Bauwerkes als Function der Höhe desselben und der Höhe der Ueberschüttung darstellt und das Minimum an Material ermittelt, ist von dem Ingenieur Böhm im Civil-Ingenieur, Jahrgang 1868, pag. 217—239 gemacht.

In Fällen, wo die Minimalentfernung zwischen Oberkante Schiene und Weg nicht vorhanden ist, wird man untersuchen müssen, ob durch Veränderung der Höhenlage des Weges oder auch der Bahn eine Wegebrücke resp. ein Brückthor möglich zu machen ist, oder man wird durch solche Veränderungen, im umgekehrten Sinne, einen Uebergang im Niveau herbeiführen können. Meistens wird sich in solchen Fällen die Veränderung des Weges als einer mehr untergeordneten Communication, von weniger Kosten und Folgen ergeben und deshalb in den Vordergrund kommen.

Bei Uebergängen im Niveau kommt bei der Vergleichung noch in Frage, ob sie einen Wärter für die Barriere erfordern, welcher bei Ueber- oder Unterführungen des Weges wegfällt. Ist ein Wärter nach Art und Lage des Weges erforderlich, so sind die jährlichen Ausgaben für denselben bei Vergleichung der Kosten zu capitalisiren und wenn es eines Wachthauses oder einer Bude, auch eines electro-magnetischen Glockensignals an dieser Stelle bedarf, sind diese Kosten zu berücksichtigen. Bei Hauptbahnen wird ein Verschluss der Uebergänge im Niveau immer erforderlich sein.

Ausserdem ist aber principiell die Wege-Ueber- oder Unterführung im Interesse der Sicherheit des Betriebes vorzuziehen, und während in England Uebergänge im Niveau Ausnahmen sind und mit bedeutenden Kosten vermieden werden, auch selbst die Fussecommunicationen der Anlagen mittelst leichter Treppen (Fig. 4) oder Brücken über die Bahn geleitet werden²⁾, und in



²⁾ Die Fig. 4 zeigt eine Bahnüberbrückung für Fussgänger von der Pariser Ringbahn, mittelst

Frankreich solche für Hauptstrassen (routes impériales et départementales) nur unter Zustimmung des Ministers, und für Vicinal- und Communal-Wege des Präfecten angelegt werden dürfen³⁾, vermeidet man auch jetzt in Deutschland sehr gern Uebergänge frequenter Strassen im Niveau und sucht sie durch Ueber- oder Unterführungen zu ersetzen. Kreuzungen von Hauptbahnen oder von solchen mit secundären Bahnen, wird man heutzutage wohl selten noch im Niveau anlegen, eben so bei Einmündung mehrerer Bahnen in einen Bahnhof, wo sich Hauptgleise schneiden, dies nicht im Niveau geschehen lassen. Ein interessantes Beispiel für einen solchen Fall bietet die Anordnung der Gleise für die Einfahrt in den Nordbahnhof zu Paris, wo zwischen dem neuen Personenbahnhof und dem Güterbahnhof zu la Chapelle 5 Bahngleise angelegt sind, welche Gleise für Personenverkehr sich gegenseitig und auch mit dem Hauptgleise des Güterbahnhofes mehrfach durchkreuzen. Man hat dabei Ueberführungen der Gleise durch Brücken mit grossen Kosten und unter Anwendung von Steigungen von 0,012 und 0,057 (welche übrigens den weiteren Bahnstrecken entsprechen) angelegt und ein ausgebildetes Signalwesen angeordnet.⁴⁾ In Battersea, in der Nähe von London, sind ähnliche Bauten zu gleichem Zwecke ausgeführt.

Ein interessantes Beispiel von Bahnkreuzungen, zugleich über einer Haltestelle, ist die Station zu Willesden-Junction in der London und North-Western Bahn.⁵⁾

Fig. 5.

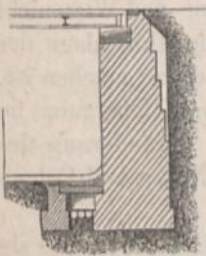
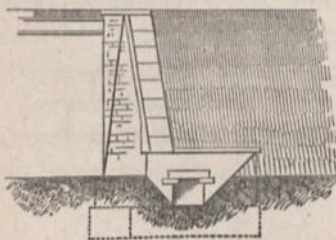


Fig. 6.



Bei der Frage, ob Niveauübergänge mehr oder weniger zulässig, kommt noch die Localität in Rücksicht, da man in der Nähe von Bahnhöfen durch sie im Rangiren der Züge behindert und durch das Rangiren die Passage des Landfuhrwerkes über die Bahn oft längere Zeit gesperrt ist, was am unbequemsten, wenn, was manchmal nicht zu vermeiden, der Güterschuppen und Platz für Güterverkehr von der Stadtseite abgekehrt liegen, wo also der Verkehr des betreffenden Landfuhrwerkes die Bahn kreuzen muss. Ferner vermeidet man sie vor Tunneln, vor und in Einschnitten, welche in starken Curven liegen, oder in Curven, die durch Holzungen oder sonst maskirtes und nicht übersichtliches Terrain gehen. Am meisten sind in letzterem Falle der Unübersichtlichkeit Wegübergänge im Niveau mit Einschnittsrampen für nicht durch Wärter bewachte Wege zu vermeiden, weil das Fuhrwerk schon auf der Zufahrt, in der Nähe der Bahn den Zug nicht annähern sehen kann, was bei Auftragsrampen viel eher möglich ist. Man kann bei Einschnittsrampen auch nicht mit Abriicken der Schlagbarriären an den Anfang der Rampe helfen, weil diese Barriere in den wenigsten Fällen von dem sie von der Ferne bedienenden Wärter wird gesehen werden können.

zweier Blechträger hergestellt, welche in einem Abstände von ca. 2 Meter von einander aufgestellt, auch an den Enden zur Unterstützung der Treppenstufen dienen.

³⁾ Palaa, Dictionnaire legislatif et réglementaire des chemins de fer. Paris 1864. pag. 386, woselbst die ausführlichen französischen Verordnungen, betreffend Wegeübergänge und Barriären, vergl. auch das Complément zu diesem Werke, pag. 934.

⁴⁾ Vergl. Annales du conservatoire. VII. 1866. Juillet pag. 112—118. A. von Boucher mit Angabe von Principien für solche Fälle, auch ausführlich in Annal. des ponts et ch. 1867 May et Juin A. und daraus in Berliner Bauz. 1868 pag. 274—278, auch Organ 1869, p. 114.

⁵⁾ The Engineer XXIII. 1867. pag. 8 und 9. A.

Müssen Wegegräben bei einer Unterdurchführung mit hindurch genommen werden, so sucht man sie durch einen Canal quer unter dem Wege durch vor der Bahn in einen Graben von entsprechend grösserem Querschnitte zu vereinigen, und führt sie dann meistens mittelst eines Plattencanals an der äussern Flucht der gegen die Bahnachse geneigten Flügel und des Widerlagers her (Fig. 5), oder führt sie hinter dem Widerlager unter dem Damme durch (Fig. 6).

§. 2. *Gegebene Dimensionen für Bauwerke zu Ueberführungen und Unterführungen.* — Die Breite, in welcher Strassen über die Bahn geführt werden, ist in einigen Ländern, z. B. Frankreich, bestimmt vorgeschrieben, in anderen, wo die Strassen nicht so strenge classificirt sind, beruht sie meistens auf besonderen Vereinbarungen, welche der landespolizeilichen Genehmigung, wobei die Wegbaubehörde resp. Interessenten concurriren, unterliegen. Dabei erleidet die Gesamtbreite des Weges meistens mehr oder weniger Einschränkung, entweder durch Nichtüberführung eines oder beider Fusswege (Banketts) durch Weglassen des Sommerweges und ausserdem zuweilen durch Veränderung der Steinbahnbreite.

In einer von dem Ingenieur en chef Nördling vorgeschriebenen Instruction für einige Zweigbahnen der Orleans-Bahn, der wir eine Anzahl der nachfolgenden Beispiele von Wegebrücken und Brückthoren und Kosten-Angaben⁶⁾ entnommen haben, sind die in den Rubriken 2 und 3 der folgenden Tabelle enthaltenen Maasse, als in der Regel vorhanden angegeben, die übrigen Rubriken enthalten die Vorschriften der von der Regierung festgestellten Bedingnisshefte.⁷⁾ Sind die vorhandenen Wege schmäler als die obigen Maasse, so wird die bestehende geringere Breite derselben zu Grunde gelegt, falls nicht die Regierung die grössere Breite verlangt.

1. Bezeichnung.	2. Breite		4. Eisenbahnbrücken üb. Wegen (Brückthore). Lichte- Weite zwi- schen den Widerlagern wenigstens	5. Höhe vom Scheitel der innern Gewölb- linie bis zur Wegeoberkante	6. Wegebrücken über der Bahn. Breite zwischen den Geländern. Meter.
	zwischen den Grabenkanten Meter.	der Steinbahn. Meter.			
Routes impériales K. Chausseen).	10,00	6,00	8,00	} wenigstens 5,00 für gewölbte Brücken, bei denen mit Ho- rizontal-Trägern von Unter- kante ders. wenigstens 4,30.	8,00
R. départementales (Departementsstrassen).	8,00	5,00	7,00		7,00
Chemin de grande communication. (Hauptverbindungsstrassen).	7,00	4,00	5,00		5,00
Ch. vicinal important. (Wichtige Vicinalstrasse).	6,00	3,50	4,00		4,00
Ch. vicinal sans importance. (Untergeordnete Vicinalstrasse).	5,00	2,00	} nicht angegeben		} nicht angegeben.
Chemin rural. (Landweg).	4,00	—			

⁶⁾ Aus den uns vom Herrn Verfasser mitgetheilten baustatistischen Nachweisen über verschiedene dieser Bahnen, welche als noch nicht übertroffene Muster für derartige Zusammenstellungen gelten können und leider bei deutschen Bahnen, welche für Baustatistik sehr wenig thun, in dieser Uebersichtlichkeit nicht hergestellt werden.

⁷⁾ Vergl. Palaa, Dictionnaire etc. pag. 706. — Cahier des charges général annexé à la loi du 11. Juin 1859.

Abweichungen von den Maassen in Col. 4 können auf besonderen Antrag von der Behörde gestattet werden.

Bei den Hannoverschen Bahnen wurde als Regel angenommen, dass Brückthore für Chausseen und Communicationswege auf 10 Fuss Breite in der Mitte nicht eine geringere lichte Höhe erhielten, als 14 Fuss hann. (= 4,09 Meter). Dabei wurde von Oberkante der Gewölbedeckung bis Unterkante Schwelle mindestens 1 Fuss (0^m,292) Kies verlangt.

Die Weite der Wegebrücken über der Bahn (Col. 6) zwischen den Widerlagern ist in Frankreich für zweigleisige Bahn zu wenigstens 8^m, für eingleisige Bahn zu 4^m,5 festgestellt und dem entsprechend ist auch die lichte Weite einer Eisenbahnbrücke zwischen den Geländern für zweigleisige oder eingleisige Bahn zu resp. 8^m und 4^m,5 vorgeschrieben.

Der verticale Abstand bei Wegebrücken über den äusseren Schienen jedes Gleises für die Passage soll in Frankreich wenigstens 4^m,80 betragen. In Hannover pflegt man die Weite der Wegebrücken zwischen den Widerlagern gleich der Kronenbreite der Bahn (in der Höhe der Kronenlinie = Schienenunterkante gemessen), also 28 Fuss hann. für zweigleisige Bahn zu nehmen.

In Deutschland würde das Normalprofil des freien lichten Raumes dies Maass und das Höhenmaass im minimo bestimmen und für die Weite zwischen den Widerlagern findet man danach im minimo 3^m,5 [Minimalweite von Mitte zu Mitte] + 2 · 2,007 = 7^m,514^s), und 4^m,014 für eingleisige Bahn. Die lichte Höhe ist sehr nahe so wie in Frankreich vorgeschrieben = 4^m,803.

Für andere Zwischenweite von Mitte zu Mitte = *Z* wird die lichte Weite wenigstens $Z + 2 \cdot 2,007$ Meter betragen müssen, welches Maass man etwas grösser abrunden wird.

In Preussen wird die lichte Höhe über Schienenoberkante der äussersten Schiene 15' 3" = 4,788 Meter angenommen, was also mit dem Normalprofil ebenfalls übereinstimmt.

Auf der Brennerbahn ist den Wegebrücken überall 31 Fuss österr. (= 9^m,8) Lichtweite, normal zur Bahnachse gemessen, gegeben (während die Kronenbreite für zweigleisige Bahn 25 Fuss ist), damit die Gräben mit durchgeführt werden können (Fig 25 und 26, Tafel XXV) und dabei sind die Widerlagsmauern selbst vertical angelegt. Die Lichthöhe des Gewölbes über der Schienenoberkante im Scheitel der Intrados gemessen, ist zu wenigstens 18,5 Fuss österr. (= 5^m,85) bei den mit $\frac{1}{4}$ der Weite zum Pfeil hergestellten Gewölben angenommen, was bei der obigen Weite einer Höhe der Oberkante Strasse über Schienenoberkante von 22 Fuss österr. in der Kreuzung der Strassen- und Bahnachse entspricht. Dasselbst besteht auch die Vorschrift, dass Wegebrücken mit Eisenconstruction eine Lichthöhe von mindestens 16 Fuss österr. (5^m,06) über der Schienenoberkante haben sollen und dass die grösste Steigung, in welche sie gelegt werden dürfen, 5 Procent betragen könne.

Die Höhe der Brüstungen oder Geländer, welche in Frankreich bei allen Eisenbahnbrücken auf Bahnen, wo Personen befördert werden, gemacht werden müssen, ist dort zu wenigstens 0^m,80 vorgeschrieben, bei Brücken aber, welche nicht mehr als 200 Meter von einer Station entfernt sind, soll zur Verhütung von Unglücksfällen (weil an diesen Stellen Personenzüge zum Halten kommen können) die Brüstung 1^m,50 hoch sein.⁹⁾

⁸⁾ §. 7 der Technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen v. 11. bis 16 Sept. in Dresden und darin enthaltenes Normalprofil.

⁹⁾ Palaa, Dictionnaire, pag. 386. Artikel Parapets.

Bei frequenten Wegen wird man bei Wegebrücken sowohl wie bei Brückthoren die Geländer hoch und dicht machen, um das Scheuen der Pferde zu vermeiden, am meisten aber wird dies bei Unter- oder Ueberführungen in Städten (wie z. B. bei der Londoner unterirdischen Bahn) geboten sein.

Als zulässige Steigungen sind in Frankreich 0^m,05 für Vicinalwege und 0^m,03 für R. impériales et départementales gebräuchlich, wie solche auch in gewöhnlichem Terrain in Deutschland angenommen zu werden pflegen. Bei Strassen in gebirgigem Terrain werden sich diese Zahlen nach Umständen ändern müssen.

Bei vorkommenden Strassen-Correctionen, die, um schiefe Brücken zu vermeiden, oder um ein gegebenes Maximum der Steigung nicht zu überschreiten nöthig sind (um durch Krümmung die Länge des Weges zu vergrössern), bei Hineinführung von Parallelwegen in andere Wege, mit denen sie gemeinschaftlich übergeführt werden, beim Zusammenbringen zweier Strassen, um sie in eins überzuführen etc., ist es nicht immer zweckmässig, möglichst grosse Krümmungsradien zu erreichen zu suchen, denn das Landfuhrwerk zieht es in der That vor, ein Mal eine grössere Biegung zu machen und dann eine längere gerade Richtung zu verfolgen.

Als passende Radien werden von Nördling bezeichnet:

Für routes impériales et départementales 50 Meter und man kann zuweilen herabgehen bis auf 30 Meter.

Für chemins de grande communication genügen 15 Meter und für gewöhnliche Vicinalwege sind ausreichend 10 Meter.

Für Privatwege und Wege zu landwirthschaftlichen Zwecken kann man bei örtlichen Hindernissen selbst bis auf 6 Meter herabgehen. Bei den Hannoversehen Bahnen sind die kleinsten angewendeten Radien bei gewöhnlichen Wegen etwa 3 Ruthen = 48 Fuss¹⁰⁾ = rund 14 Meter und über das Doppelte kommt selten, mit Ausnahme von Chausseen, vor.

Für das gute Aussehen der Strassentrace ist es vortheilhaft, wenn die Aenderungen in den Steigungen mit den Anfängen der Curven zusammenfallen, während man sich kaum Mühe zu geben braucht, ein gut aussehendes Alignement zu erhalten, wenn darin häufige Gefällwechsel vorkommen.

Auf den altpreussischen Bahnen kommen, soviel uns bekannt, folgende Maasse häufig vor bei Wegeüberführungen:

Für Feldwege	12' =	3,77	Meter Breite,
	12' =	3,77	- Höhe,
Für Dorfstrassen	13—15' =	4,08—4,71	- Breite,
	14' =	4,396	- Höhe,
Für Communalstrassen	15—18' =	4,71—5,65	- Breite,
	15' =	4,71	- Höhe,
Für Chausseen	18—24' =	5,65—7,54	- Breite,
	15—16' =	4,71—5,02	- Höhe.

Bei den Schweizerischen Eisenbahnen sind für Brückthore folgende Maasse vorgeschrieben¹¹⁾:

¹⁰⁾ 1' hannov. = 0,29209 Meter, 1 Meter = 3,42355' hannov.

¹¹⁾ Organisation des Baudienstes der Schweizerischen Centralbahn. Basel. Schweighauser, 1854, auch in Goschler, Traité pratique de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer. Paris. Baudry. 1868. Tome I. pag. 218.

1.	2.	3.	4.	5.	6.
N ^o	Classification der Wege.	Breite des Weges. Meter.	Lichtweite der Brücke über dem Wege. Meter.	Lichthöhe der Brücke. Meter.	Bemerkungen.
1	Kantonalstrasse 1. Cl.	9,00	7,20	5,4	Zwei schwer beladene 2spänn. Fuhrwerke können einander vorbeipassiren.
2	- 2. -	8,10	6,30	5,4	Ein schwer beladenes und ein gewöhnl. 2spänn. Fuhrwerk.
3	- 3. -	7,20	5,40	5,1	Zwei gewöhnliche 2spännige Fuhrwerke können sich begegnen und ausweichen.
4	Communalstrasse 1. Cl.	7,20	5,40	5,1	
5	- 2. -	6,30	4,50	4,8	Ein 2spänniges Fuhrwerk und ein Fussgänger.
6	- 3. -	5,40	3,60	4,8	Ein einspänniges Fuhrwerk und ein Fussgänger.
7	Feldweg 1. Classe	5,40	4,50	4,8	Ein 2spänniges Fuhrwerk und ein Fussgänger.
8	- 2. -	4,50	3,60	4,2	Ein einspänniges Fuhrwerk und ein Fuhrwerk.
9	- 3. -	3,60	2,70	3,6	Ein einspänn. Fuhrwerk u. eine von Hand geschobene Karre.
10	Fussweg 1. Classe	2,70	2,70	3,6	
11	- 2. -	1,80	1,80	2,7	Für Lasttragende und Fuss- gänger.
12	- 3. -	1,80	1,50	2,4	

eben so weit wie die Lichtweite der Brücken sind hier auch die Oeffnungen der Barriären bei Niveautübergängen angenommen.

§. 3. *Verschiedene Systeme und Anordnungen von Wegebrücken und Brückthoren.*

— Es folgt aus dem bisher Gesagten, dass es bei der Construction dieser Brücken sich darum handeln wird, eine möglichst geringe Höhe von Oberkante Fahrbahn oder Schiene bis zum Scheitel der inneren Gewöblinie oder bis Unterkante Träger zu erhalten, weil meistens die Höhe unter der Brücke beschränkt sein wird. Die geringste Höhe erfordern Eisen-Constructionen und Holz-Constructionen; letztere wird man aber bei Brücken unter einer Hauptbahn nicht anwenden (§. 38, pag. 5 der Dresdener Vereinbarungen), während sie in secundären Bahnen zulässig sind. Bei genügender Höhe verdienen massive, gewölbte Brücken den Vorzug.

Bei Gebirgsbahnen kommen oft sehr stark steigende Wege vor und die Anwendung des Eisens zu Wegebrücken ist dann auf einigen Bahnen in so fern beschränkt, als man eisernen Oberbau nicht gern in Steigungen, die über $\frac{1}{20}$ sind, zulässt (Brenner-Bahn), eben so wird man in den seltensten Fällen Wasser über eiserne Brücken leiten, und wenn daher ein im Gefälle zur Brücke führender Weg zugleich als Wasserabzug dient, wie es bei den Wald- und Feldwegen im Gebirge meistens der Fall ist, muss das Wasser oberhalb der Brücke abgeleitet werden.

Die Anwendbarkeit der eisernen Brücken bei Gebirgsbahnen wird hierdurch etwas beschränkt. Die gewölbten Brücken dagegen bieten den Vortheil, dass sie für jede Steigung der Strassenfahrbahn angelegt werden können und dass man das Strassenwasser über die Brücke führen kann. Selbst für die Ableitung kleinerer Bäche kann die Fahrbahn auf der Brücke gleichzeitig benutzt werden, indem sie muldenartig angelegt und gepflastert wird (Fig. 27, Tafel XXV).

Wir werden einige Constructionen von Wegebrücken und Brückthoren aus der Instruction von Nördling beschreiben und daran einige Bemerkungen knüpfen.

Zum Verständniss der Zeichnungen ist noch zu bemerken, dass die Bourges-Montluçon-Moulin-Bahn, von welcher wir die Normalien entnommen haben, zweigleisig ist, doch ist vorerst nur ein Gleis gelegt und die Achse des ersten Gleises fällt mit den Achsen der Kunstbauten, welche gleich für 2 Gleise im Mauerwerk ausgeführt werden, zusammen, wird also bei Ausführung des zweiten Gleises die Achse der Zwischenweite; hier-nach wird es verständlich sein, wenn unter den Brücken à culées perdues und den übrigen nur ein Gleis gezeichnet ist. Sie passen für zwei Gleise. Bei der obigen Anordnung stehen bei eingeleisiger Bahn die Häupter der Brücken vor den Kanten des Dammes an jeder Seite 1^m,75 vor, da die Breite der Bekiesung für 2 Gleise in Schienenoberkante 7,00 Meter, für ein Gleis 3,50 Meter ist. Die Aussenbanketts sind von Mitte-Schiene 1^m,00 breit, und die Entfernung von Mitte zu Mitte-Gleis ist 3^m,50.

Nur bei grossen gemauerten Brücken mit mehreren Bögen oder bei grossen eisernen Brücken kommt das erste Gleis gleich richtig zu liegen, also 1^m,75 seitwärts von der Mitte der künftig zweigleisigen Bahn. Der Oberbau der kleineren eisernen Brücken kommt anfänglich ebenfalls wie die Achse des eingeleisigen Dammes in der Mitte des (zweigleisigen) Mauerwerks der Brücken zu liegen und wird bei Ausführung des zweiten Gleises 1^m,75 zur Seite geschoben.

Hieraus folgt, dass der Bahndamm später für 2 Gleise durch eine 1^m,75 breite Anschüttung an jeder Seite verbreitert werden muss, ausgenommen bei den grossen Brücken, wo an einer Seite eine Verbreiterung von 3^m,50 eintritt. Die Böschungen dieser Bahn sind in der Regel 1½ füssig, die Viertelkegel an den Kunstbauten gewöhnlich ¾ füssig, ausnahmsweise unter 45°, wobei der Anschluss in beiden Fällen nach einer Ellipse (im Grundriss gesehen) geschieht.

§. 4. a. *Wegebrücken über der Bahn mit Eisen-Construction hergestellt.* — Wir beschreiben hier 3 Typen der Orleans-Bahn, nämlich: Tafel XXIV, Fig. 1 und 2. A. Brücke für Fussgänger oder nur leichtes Handfuhrwerk für eine Weite von 8^m (zweigleisige Bahn). Zwei Hauptträger in 3^m,10 Entfernung, jeder 0^m,400 hoch, Blech 0^m,008 stark, Winkeleisen $\frac{75 \times 68}{12}$ Millimet. und Lamellen 160^{mm} breit und 11^{mm} dick. Querträger aus Doppel-

T-Eisen 200^{mm} hoch, 70^{mm} Flantschbreite, 10^{mm} Steg- und Flantschstärke zwischen zwei Hölzern, jedes 190^{mm} hoch und 70^{mm} stark mit 5 Schrauben geklemmt, welche Hölzer zugleich zur Befestigung der Längsbohlen mit Nägeln dienen (Fig. 7). Entfernung der Querträger 1^m,114. Ganze Länge des Trägers 9^m, also 500^{mm} an jedem Ende Auflagerlänge, jede Auflagerplatte 320^{mm} breit und 400^{mm} lang. Die unteren Bohlen sind 80^{mm}, die oberen 30^{mm} stark, die Trottoirbohlen 30^{mm}, der hölzerne Längsträger an jeder Seite zum Tragen der Trottoirbohlen 176^{mm} und 100^{mm} breit.

Lichtweite zwischen den gemauerten Brüstungen 2^m,94, Dicke der Brüstungen 0^m,36, macht ganze Breite des Widerlagers 3^m,66.

Für eine Lichtweite von 8^m ist die Dicke der Fahrbahn 0^m,334 (von Oberkante Bohle bis Unterkante Träger), für eine Weite von 10^m,50 ist sie 0^m,1 mehr.

Tafel XXIV, Fig. 3, 4 und 5. B. Für Vicinalwege und Landwege von 4—5 Meter Breite zwischen den Geländern 2 Hauptträger in 2^m,58 Entfernung von Mitte zu Mitte und vor den Consolen Aussenträger von T-Eisen 0^m,695 von Mitte des Hauptträgers entfernt. Hauptträger bei 8^m Spannweite von Blech mit Gurtung aus 2 Winkeleisen und Lamelle, 0^m,600 hoch, Lamelle 180 × 12^{mm}, Winkeleisen 80 bei 12^{mm}, Blechstärke 12^{mm}. Die T-Eisen vor den Consolen, welche 1^m hohe Geländer tragen, 200^{mm} hoch, 130^{mm} Flantschbreite, 14^{mm} Flantschdicke, 12^{mm} Stegstärke. Querträger in 1^m,14 Entfernung, 220^{mm} hohes, 10^{mm} starkes Blech, oben und unten mit je zwei Winkeleisen von 60 × 8^{mm} geäümt. Mitten zwischen den Querträgern nach der Länge der Brücke T-Eisen 150^{mm} im Stege hoch, 130^{mm} Breite des hori-

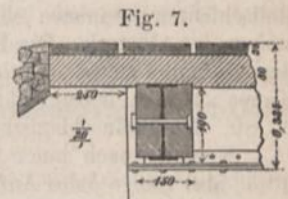


Fig. 7.

zontalen Schenkels und 14^{mm} Dicke des Steges und des Schenkels. Die Consolen aus leichten Winkeleisen hergestellt mit unteren Längsbohlen von 50^{mm} und oberen Querbohlen von 30^{mm} Stärke bedeckt.

Zwischen den Querträgern Backsteingewölbe aus gewöhnlichen Ziegeln 110^{mm} ($\frac{1}{2}$ Stein stark) von 0^m,128 Pfeil oder 1^m,060 Radius der innern Gewölblinie, oder besser aus Formziegeln 150^{mm} stark von 0^m,088 Pfeil oder 1^m,494 Radius der innern Gewölblinie, oder endlich aus gehauenen Ziegeln von 0^m,22 Länge und dann einen Stein stark, die Zwickel mit Beton ausgefüllt, darüber eine 30^{mm} in der Mitte starke, nach beiden Seiten der Quere nach durch Verdickung ansteigende Abdeckung mit Cement, worüber zweckmässig noch eine Asphalttschicht (am besten in zwei Lagen aufgebracht) kommt. Hierauf folgt das Pflaster in Bettungskies gelegt, zusammen in der Mitte 250^{mm} stark, mit entsprechender Wölbung von der Mitte nach beiden Seiten.

Die Lehrbögen für die Gewölbe werden auf Querhölzer gestellt von etwa 180^{mm} Höhe und 100^{mm} Breite, je zwei für eine Kappe, welche Hölzer an jedem Ende mit einem Hängeisen an den Hauptträgern befestigt werden.

Die ganze Länge der Träger für 8^m Lichtweite beträgt 9^m,20, jedes Auflager hat also 0^m,6 Länge. Von den 4 Auflagerplatten oder Schuhen ist jeder 450^{mm} lang, 350^{mm} breit und 35^{mm} dick, mit Vorsprüngen von 15^{mm} Höhe auf der Oberfläche, welche die 190^{mm} breite Rinne für die 180^{mm} breite Lamelle des Trägers begrenzen. Auflagequader jeder 700^{mm} lang, 1 Meter breit in der Ansicht und 325^{mm} hoch.

Für eine Spannweite von 8^m ist die Dicke der Fahrbahn (Oberkante Pflaster bis Unterkante Träger) 0^m,55, und für eine Spannweite von 10^m,50 nach einem ausgeführten Beispiele 0^m,65. Bei letzterem sind die Hauptträger 700^{mm} hoch, die Querträger 300^{mm} in 1^m,165 Entfernung, und die 110^{mm} starken Gewölbe haben 222^{mm} Pfeil oder auch es sind zwei Rouladen zusammen 230^{mm} stark mit 102^{mm} Pfeil angewendet. Letztere Disposition passt besser für frequente Wege und wenn man nicht sehr feste Ziegel zum Wölben hat. Stärke der Brüstung 0^m,45, ganze Breite des Widerlagers 4^m,84.

Tafel XXIV, Fig. 6—S. C. Für Routes impériales und Hauptwege mit einer Lichtweite von 8^m, und Breite zwischen den Geländern von 8^m, wovon 6 Meter auf die Fahrbahn kommen und 1^m auf jedes Trottoir. Höhe der Hauptträger 850^{mm}, jedes der 4 Winkeleisen 80 bei 8^{mm}, jede Lamelle 200 \times 10^{mm}, Blechstärke 8^{mm}. Zwischen den Hauptträgern 4 Zwischenträger in 1^m,625 Entfernung von 550^{mm} Höhe, 4 Winkeleisen, jedes 100 \times 10^{mm}, jede Lamelle aus zwei Lagen, zusammen 18^{mm} stark und 230^{mm} breit. Zwischen diesen Trägern Querträger aus Blech mit 2 Winkeleisen oben und 2 Winkeleisen unten gesäumt, in 1^m,330 Entfernung, 300^{mm} hoch, Winkeleisen 60 \times 8^{mm}, Blechstärke 7^{mm}. Die Kappen aus zwei Rollschichten zusammen 230^{mm} stark mit 154^{mm} Pfeil und 1^m,250 Radius, oder auch von Formsteinen 0^m,15 stark. Die Höhe von Unterkante Träger bis Oberkante der 50^{mm} starken Abdeckung mit Cement, welche zwischen den Längsträgern nach beiden Seiten von der Mitte der Kappe ansteigt, beträgt 450^{mm}, Steinschlag in der Mitte 350^{mm}, giebt ganze Dicke der Fahrbahn 0^m,80. Die Steinschlagbahn hat auf 6 Meter Breite einen Pfeil von 0^m,1, die Trottoirs sind mit $\frac{1}{100}$ Neigung nach innen gegen einen Kantenstein abgepflastert. Ganze Länge des Trägers 9^m,4, also Länge jedes Auflagers 0^m,7; Auflagerplatte oder Schuh 500^{mm} lang, 400^{mm} breit mit 210^{mm} breiter Rinne zur Aufnahme der 200^{mm} breiten Lamelle des Hauptträgers, Dicke 35^{mm}, und zwei 15^{mm} hoch vorspringende Stege. Geländer 1^m hoch, 6 gusseiserne Stützen in 1^m,56 Entfernung mit 2 unteren Längsstangen von 25^{mm} und einer oberen von 40^{mm} Durchmesser. Stärke der Brüstung 0^m,45, ganze Breite des Widerlagers 8^m,90.

Die Dimensionen der Brücken sub A., B. und C. sind für eine mobile Belastung von 400 Kil. pr. Quadratmeter, oder 78,8 \mathcal{Z} . pr. Quadratfuss rhein., oder 68,26 \mathcal{Z} . pr. Quadratfuss hannov. berechnet. Die für zulässig gehaltene Inanspruchnahme pr. Flächeneinheit ist nicht angegeben, vermuthlich ist sie zwischen 7—8 Kil. pr. Quadratmill.

Da die vorstehenden Constructionen nur in Fällen, wo die Höhe beschränkt ist, Anwendung finden werden, so werden häufig von beiden Seiten Rampen vorhanden sein, in solchem Falle erhalten die Träger und auch die Brückenbahn eine Rundung und zwar beispielsweise 0^m,10 bei 8 Meter Spannweite und 0^m,15 bei 10^m,5 Spannweite, um den Abfluss des Wassers auf der Abdeckung über den Kappen zu erleichtern; bei gleichmässig fallenden Wegen kann man sie gerade machen. Bei schiefen Brücken passt es nicht gut,

die Unterkante der Träger gekrümmt zu machen, oben kann man aber die Krümmung zur Erleichterung des Wasserabflusses über den Kappen beibehalten. Wenn gleichmässiges Gefälle vorhanden, ist die Construction bei schiefen Brücken einfach, indem man der Auflager-Ebene der Träger eine Neigung $= i \cos \beta$ giebt, wenn i das Gefälle der Strasse und β der Winkel, welchen die Strassenachse mit der Bahnachse macht. Diese Neigung fällt selbst bei Quaderverblendung nicht auf, wenn man die Differenz der Höhen des Widerlagers auf alle Schichten vom ersten Fundamentabsatze an vertheilt.

Bei den Brücken für Wege geringer Breite (A und B) ist es bei schiefer Durchführung von Wegen meistens vorzuziehen, die Widerlager normal gegen die Brückenachse beizubehalten und die Träger entsprechend länger zu machen. Bei 10^m,50 Spannweite kann man eine normale Weite von 8^m unter einem Winkel von 68° 30' und von 4^m,50 bei einem Winkel von 47° 10' überbrücken.

Da bei untergeordneten Wegen die Unterhaltung der Fahrbahn zuweilen vernachlässigt wird, ist es zweckmässig zum Schutz der Kappen hier ein Pflaster anzubringen, während bei den breiteren für Hauptwege Steinschlagbahn, mit einigen Reihen Pflastersteinen in der Nähe der Trottoirs, gemacht werden kann.

Es ist hier der Ort, über Fahrbahn-Constructionen bei diesen Brücken einige Bemerkungen zu machen. Statt der zwischen die Querträger gespannten Kappen kommen auch solche, die zwischen die Längsträger gespannt sind, vor, wobei man selbstredend für genügenden Querverband sorgen muss, doch ist die erstere Construction wegen besserer Vertheilung des Druckes vorzuziehen. Bei ersterer Art müssen die äussersten Gewölbe gegen die letzten Querträger und nicht etwa gegen das Widerlager sich lehnen, damit der eiserne Oberbau von dem Steinunterbau unabhängig ist und weil der Oberbau bei Temperaturveränderungen seine Länge ändert. Bei solcher Auswölbung zwischen den Trägern sind sogenannte Windkreuze oder Diagonalbänder gegen horizontal wirkende Kräfte nicht erforderlich, da durch die Gewölbe die Brückenbahn sehr steif wird. Statt der Kappen kann man, um geringe Dicke zu haben auch, wie es bei Chausseebrücken gebräuchlich ist, einen Bohlenbelag von 2 Lagen Bohlen, jede etwa 2½ Zoll oder 70 Centimeter stark, am besten von Eichenholz oder Buchenholz, anbringen, von denen die obere quer liegend nach der Abnutzung erneuert werden kann und die untere zweckmässig imprägnirt wird. An einigen Orten legt man die Bohlen auch diagonal gegen die Achse der Brücke und dicht gegeneinander, um dadurch seitliche Absteifung des eisernen Oberbaues zu gewinnen und die Diagonalbänder, welche man zur Horizontalversteifung sonst anbringen muss, zu ersparen.

Statt des doppelten Bohlenbelags kann man einen einfachen mit darüber liegender festgewalzter Kiesdecke von 15 bis 200^{mm} Höhe in der Mitte, und der Quere nach mit Gefälle von beiden Seiten anbringen, oder auch wie neuerdings geschehen, eine sehr dichte Befestigung von Theerconcret 100—180^{mm} stark mit oder ohne 25^{mm} dicker Asphalttschicht¹²⁾, oder Beton mit einer etwa 70^{mm} starken in zwei Lagen à 35^{mm} aufgetragenen Asphaltdeckungsschicht, oder endlich unmittelbar über den Bohlen erst eine 15^{mm} starke elastische Asphalttheerschicht, auf welche eine circa 25^{mm} starke sprödere (mit weniger Asphalttheer versetzte) Asphalttschicht folgt (z. B. bei der Aspernbrücke). Die Asphaltmasse wird hierbei heiss aufgestrichen und mit einer hölzernen Walze abgewalzt. Endlich kommt noch Bohlenbelag mit Holzpflaster meistens nur in Städten vor.

¹²⁾ Vergl. »Ueber Anwendung von Theerconcret zur Abdeckung von Brücken mit hölzernem Oberbau«, von Röbbelen. Zeitschr. des Hannov. Archit.- u. Ingen.-Vereins. Band. II. 1856, pag. 152—155. A. und Kostenangaben.

In Hannover hat man auf Chausseebrücken, die zwischen Quer- und Längsträger sich bildenden Fächer von nahezu 4 Fuss hannov. im Quadrat, mit Sandsteinplatten von 5 Zoll Stärke abgedeckt und die $14\frac{1}{2}$ Fuss breite Fahrbahn mit Theerconcret in der Mitte 7 Zoll, an den Bordsteinen 4 Zoll stark versehen, ebenso die Trottoirs mit Steinplatten von 4 Zoll Dicke bedeckt.¹³⁾ Aehnlich sind Eisenbahnbrücken auf der Chatham-Dover Bahn mit Querträgern von Doppel-T-Eisen, welche in etwa $2\frac{1}{2}$ Fuss Entfernung liegen, versehen und zwischen diesen Querträgern sind starke Schieferplatten angebracht, worüber Kies gebracht ist in dem die Bahnschwellen liegen, welche Construction sich auch für Wegebrücken eignen würde.

Statt der hölzernen Bohlen sind in neuerer Zeit auch gusseiserne, mit hohen Rippen versehene Platten, die mit Kies überdeckt werden, angewendet.¹⁴⁾ Gewellte Bleche sind neuerdings zur Herstellung von Fahrbahnen angewendet und z. B. für Brücken in Vicinalwegen vorgeschlagen; sie haben eine Dicke von 3^{mm} (bis 6^{mm}) und die Wellen sind nach einem Kreisbogen von 48^{mm} Halbmesser gebogen, haben 28^{mm} Pfeil, die Entfernung der oberen Wellenscheitel beträgt zwei Mal 67^{mm} , 8, über den Wellen ist eine Betonschicht angebracht, über dem unteren Scheitel der Welle 80^{mm} hoch, um die Steifigkeit zu vermehren, und darauf kommt eine 30^{mm} starke Schicht Mac Adam, so dass die Dicke der eigentlichen Fahrbahn 110^{mm} beträgt. Die gewellten Bleche liegen quer über Balken aus Doppel-T-Eisen, deren Entfernung von Mitte zu Mitte 0,67 Meter beträgt und deren Höhe und Gewicht für Brücken von 3 Meter bis 8 Meter Spannweite zwischen $175-300^{\text{mm}}$ und 24—54 Kil. pr. laufenden Meter eines Trägers schwanken.¹⁵⁾

Schmiedeeiserne Gewölbe bei Brückenbahnen, aus Platten mit sehr geringem Pfeil kommen seltener vor, dagegen wurden seit längerer Zeit Mallet's gebuckelte Platten vielfach angewendet. Dies sind Blechplatten von z. B. $\frac{1}{4}$ Zoll Dicke, 4—6 Fuss im Quadrat und mit 2 Zoll resp. $3\frac{1}{2}$ Zoll Pfeil, welche die Form eines flachen Kloostergewölbes und horizontale Ränder haben, mittelst deren sie auf die netzförmig gelegten Träger aufgenietet werden. Sie besitzen grosse Festigkeit und gewähren der Fahrbahn grosse Seitensteifigkeit. Sie werden mit Beton überdeckt, und darüber kommt Mac Adam Theerconcret oder Pflaster, auf einigen englischen Brücken findet sich über ihnen ein leichter Concret von Korkabfällen und Asphalt und darüber Holzpflaster.¹⁶⁾

Ausführliche Angaben über die im Obigen angedeuteten verschiedenen Arten der Construction von Fahrbahnen, deren Berechnung, Ermittlung des Gewichts der verschiedenen Fahrbahn-Constructionen pr. Quadratmeter findet man in einem Aufsätze von Dr. Fränkel, Berliner Bauzeitung 1868.

¹³⁾ Beschreibung des eisernen Oberbaues der Chausseebrücke über die Ise bei Gifhorn und der daselbst mit Steinplatten angestellten Zerdrückungsversuche, von Quantz. Zeitschr. des Hannov. Archit.- u. Ingen.-Vereins. Band XIV. 1868. pag. 52—72. A. und Kostenangaben.

¹⁴⁾ Vergl. die Unterspreerbrücke in Berlin. Berlin, Bauzeitung. 1866. pag. 267, A.

Die kurze und lange Oderbrücke in Breslau. Dieselbe Zeitschr. 1868. pag. 157—174. A.

Notizen über neuere Brückenbauten in England, von Tellkamp, Zeitschr. des Hannov. Archit.- u. Ingen.-Vereins. Band III, 1857. pag. 174 A.

¹⁵⁾ Types de ponts vicinaux métalliques du Département de l'Indre par Legrand. Nouv. Annales XIV. 1868. pag. 62—63. A. und Kostenanschläge.

Belastungsproben mit gewelltem Bleche auf dem Dillinger Hüttenwerke bei Saarbrücken. Wochenbl. des Berliner Archit.-Vereins III. 1869. pag. 148.

¹⁶⁾ Chelsea bridge. Civil Eng. and Arch.-Journal 1864. Nov. I. Auch daselbst: The wrought iron road bridge of the Charing Cross railway by Parkes. Aug. and Sept. I. 1865.

Auch Mallet's gebuckelte Platten, deren Anwendung, Tragfähigkeit u. Kosten im Wochenblatt des Berl. Archit.-Vereins II. 1868. pag. 277 u. 278. A.; deren Anwendung zu Strassenbrücken, daselbst I. pag. 220 u. pag. 338 in Anwendung zu Gladbach und Saarbrücken.

§. 5 b. *Brücken unter der Bahn (Brückthore) mit Eisenconstruction.* — Zu diesen Brücken verwendet Nördling dreierlei verschiedene Constructionen, nämlich armirte hölzerne Langschweller (longrines armées) bis zu Spannweiten von 5 Meter, Zwillingenbalken aus 2 Doppel-T-Eisen (poutres jumelles) bis zu 9^m Weite und über der Fahrbahn hervorstehende Blechbalken mit Consolen (poutres saillantes) für Weiten über 9 Meter.

1) Brücken mit armirten Langschweller (Tafel XXIV, Fig. 11 und 12).

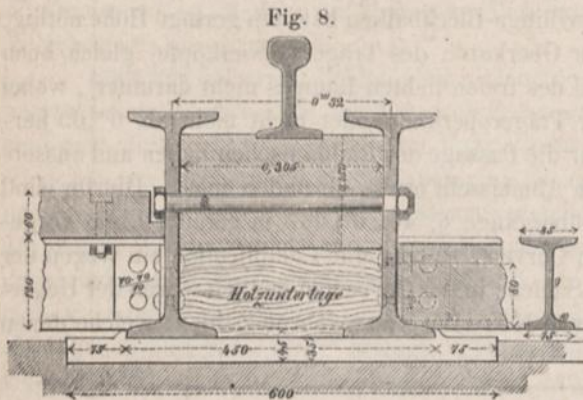
Bei den Brücken mit Schwelle zwischen zwei Doppel-T-Eisen (armirte Langschweller, longrines armées) und den Zwillingen-Blechbalken hat man geringe Höhe nöthig, weil man die Schienenoberkante mit der Oberkante des Trägers (Nietköpfe) gleich hoch legen kann (aber nach dem Normalprofil des freien lichten Raumes nicht darunter), wobei man, wenn der Schienenkopf nicht über Trägeroberkante oder nicht mehr als 0^m,05 hervorsteht, eine wenigstens 0^m,07 Rille für die Passage der Radflantschen haben und ausserdem den inneren Träger am Ende durch Abmeisseln etwas abrunden muss. Hierfür sind in den Dresdener Bestimmungen (Wegübergänge §. 40) 0^m,067 in gerader Linie vorgeschrieben. Liegen derartige Brücken in Curven, so tritt eine Complication ein wegen der Spurerweiterung, wegen des Pfeils der Schiene in der Curve und endlich wegen der Ueberhöhung. Hierfür gelten z. B. folgende von Nördling angegebene Zahlen, welche denen auf deutschen Bahnen ähnlich sind.

Curvenhalbmesser.	Ueberhöhung.	Spurerweiterung.
Meter.	Millimeter.	Millimeter.
2000	15	0
1500	20	0
1000	30	0
800	40	0
700	50	5
600	60	8
500	70	10
400	90	13
300	100	15
300	120	18

Nach den Dresdener Bestimmungen für deutsche Bahnen §. 17 tritt in Curven, welche mehr als 2000 Fuss engl. (600 Meter) Halbmesser haben, keine Erweiterung des Spurmaasses ein, und in Curven von 600 Fuss (180^m) Halbmesser darf die Erweiterung bis höchstens 1 Zoll = 25^{mm} betragen.

Da bei den armirten Langschweller die Entfernung der \perp -Eisen 0^m,32 von Mitte zu Mitte beträgt, so hat man Spielraum genug für die Spurerweiterung und den Pfeil der Krümmung der Schiene in der Curve, wobei man dieselbe Weite der Rille an den Enden der äusseren Schiene wie in der Mitte der inneren Schiene der Curve anordnet. So lange die Ueberhöhung nicht 0^m,05 bis 0^m,06 überschreitet, kann man sie durch eine um dies Maass höhere Langschwelle herstellen. Für grössere Ueberhöhungen behält die Langschwelle ihre gewöhnliche Dicke von 0^m,15 (bei 305^{mm} Breite) und man legt gegenüber den Querverbindungen Holzklötze von 0^m,05 bis 0^m,14 Dicke unter, welche von unten mit zwei Nägeln an die Langschwelle befestigt werden. Construiert man nach den Dimensionen der folgenden Tabelle und den angegebenen Ueberhöhungen, so wird man finden, dass die für diese Klötze erforderliche Höhe der \perp -Eisen, für alle Fälle nur bei den 0,30 Meter hohen für bis 5 Meter Weite vorhanden ist. Bei Lichtweiten von 3 bis 5 Meter muss man in Curven unter 350 Meter Radius für die Langschweller unter der äusseren Schiene die \perp -Eisen von 0,30 Höhe, welche zu der Weite von 5^m gehören, anwenden. Für die Lang-

schwellen unter den äusseren Schienen bei Weiten von 2 Meter muss man die $\bar{\Gamma}$ -Eisen, die zu 3^m Weite gehören (0^m,26 hoch) in Curven unter 800 Meter, und die zu 5^m Weite gehören (0^m,30 hoch) in Curven unter 350^m anwenden. Jeder der äusseren Träger vor Haupt wird dabei immer so hoch gemacht wie die Schienenträger an derselben Seite, beide äusseren Träger können also verschiedene Höhe haben (Fig. 12, Tafel XXIV). Die



Höhe der Schiene ist hierbei zu 130^{mm} angenommen, die Neigung derselben gegen die Verticale $\frac{1}{20}$. Die in etwa 0^m,887 entfernten Querverbindungen aus Doppel-T-Eisen von den in Fig. 8 angegebenen Dimensionen tragen die mittleren der Länge nach gelegten Bohlen von 60^{mm} Stärke, welche mit ihnen verschraubt sind. Die anderen Bohlen ausserhalb der Träger sind 80^{mm} stark, liegen quer und ruhen auf den vorspringenden Flantschen der Doppel-T-Eisen der Hauptträger

und äusseren Träger. Für 4 Meter lichte Weite ist zwischen den äusseren und den Hauptträgern nur eine Querverbindung in der Mitte und je eine am Ende angebracht.

§. 6. 2) *Brücken mit Zwillingenbalken.* — Die Zwillingenbalken (Tafel XXIV, Fig. 13) unterscheiden sich von den armirten Langschwelen nur dadurch, dass sie wegen der grösseren Spannweite nicht aus $\bar{\Gamma}$ -Walzeisen, sondern aus Blech mit Winkeleisen gesäumt und mit darauf genieteter Lamelle von Flacheisen hergestellt sind. Zwischen zwei Trägern liegt eine 300^{mm} breite, 150^{mm} hohe Langschwelle, welche auf den Verbindungsstegen befestigt wird. Letztere sind aus 6^{mm} starkem Blech mit 4 Winkeleisen von $\frac{70 \cdot 70}{9}$ mm

gesäumt hergestellt, oder bei tief liegender Langschwelle (wenn der Schienenkopf nur 10^{mm} über Trägeroberkante) sind bei den niedrigen Trägern nur 2 Winkeleisen von $\frac{90 \cdot 90}{11}$, die horizontalen Schenkel nach oben gekehrt, zum Säumen des Bleches verwendet.

Diese Querstege sind in etwa 0^m,9 bis 1 Meter Entfernung, nach der Bahnachse gemessen, angebracht und die Befestigung der Langschwelle geschieht auf jedem Querstege mit 2 Schrauben, jede 20^{mm} stark, von denen eine durch das rechte, die andere durch das linke Winkeleisen geht. Die Ueberhöhungen in Curven werden durch angemessene grössere Höhe des Quersteiges zwischen den Doppel-T-Trägern für die äussere Schiene hergestellt, wobei also die Dimensionen der Langschwelle unverändert bleiben. Die Querverbindungen zwischen den Zwillingenbalken selbst sind in etwa 1^m Entfernung angebracht und aus Blech von 6^{mm} Stärke mit 4 Winkeleisen von $\frac{60 \cdot 60}{8}$ mm gesäumt u.

200^{mm} hoch hergestellt, auf ihnen liegen 60^{mm} starke Bohlen der Länge nach. Die Querverbindungen zwischen den Zwillingenbalken und dem äusseren einfachen Doppel-T-Träger eben so construirt wie die vorigen und in der doppelten Entfernung derselben, also in ca. 2^m, befindlich. Die darüber der Länge nach gelegten Bohlen sind 18^{mm} stark. Jede Bohle ist, wo sie eine Querverbindung trifft, mit derselben verschraubt. Die Befestigung der Schienen auf den Langschwelen geschieht mit vorgebohrten gewöhnlichen Schienennägeln.

Tabelle über armirte Langschwellen und Zwillingsbalken.

Spannweite. Armirte Langschwellen. (Fig. 11 u. 12, Taf. XXIV).	Träger.				Winkel- eisen. *)	Höhe des Schienen- kopfes über Oberkante- Träger.	Höhe der Fahrbahn **)	Annähernder Preis für den lauf. Meter Fahrbahn, Eisen u. Holz		Bemerkungen.
	Höhe.	Flantsch		Steg- Dicke.				für 2 Gleise. rund Thaler.	für 1 Gleis. rund Thaler.	
		Breite.	Dicke.							
Meter.	Millim.	Millim.	Millim.	Millim.	Meter.	Thaler.	Thaler.			
0 ^m ,9—2 ^m	0,20	130	14	12	—	0,08	0,28	135	68	*) Zur Verbindung des Bleches mit der Lamelle. **) Von Schienen- Oberkante bis Balken- Unterkante.
2,10—3 ^m	0,26	130	15	12	—	0,02	0,28	162	81	
3,10—4 ^m	0,26	132	15	14	—	0,02	0,28	216	122	
4,10—5 ^m	0,30	124	16	16	—	0,00	0,30	243	143	
Zwillingsbalken. (Fig. 13, Tafel XXIV).		Lamellen- Breite.	Dicke.	Blech- stärke.						Um eine Verglei- chung mit gewölbten Constructionen zuma- chen, muss man bei letzteren noch den Preis der Bahnschwel- len hinzusetzen.
5 ^m —6 ^m	0,33	150	10	8	$\frac{70 \cdot 70}{10}$	0,07	0,40	270	162	
6,10—7 ^m	0,40	150	10	8	$\frac{70 \cdot 70}{10}$	0,01	0,41	283	167	
7,10—8 ^m	0,48	150	12	8	$\frac{70 \cdot 70}{10}$	0,01	0,49	297	173	
8,10—9 ^m	0,56	150	13	8	$\frac{70 \cdot 70}{10}$	0,01	0,57	297	176	
Blehbalken mit Consolen. (Fig. 14, Tafel XXIV).	—	—	—	—	—	—	0,30	0,60	324	178

Wir haben die Dimensionen der Brücken der Orleansbahn mit armirten Längsträgern und mit Zwillingsträgern angeführt, um Beispiele von ausgeführten Constructionen zu geben. Es versteht sich, dass man mit armirten Längsschwellen und Doppel-T-Trägern noch grössere Weiten überbrücken kann, sofern solche nur stark und besonders hoch und lang genug zu erhalten sind.¹⁷⁾

Doch werden diese Eisen für grössere Länge immer unvortheilhafter, je geringer das Verhältniss der Höhe zur Länge ist, und der Steg ist meistens dicker als er zu sein brauchte. Bei sehr niedrigen Trägern kann auch, wenn sie auch genügende Tragfähigkeit haben, eine unerwünscht starke Durchbiegung vorkommen, welche ein störendes Heben der Schienen an den Enden der Brücke veranlassen kann.

Die Brücken der Orleans-Bahn haben eine Kiesbettung über den Bohlen, welche, da nicht wie bei englischen Brücken Schwellen in ihr gebettet sind, hier nur den Zweck haben wird, bei etwaigen Entgleisungen die Räder der Fahrzeuge noch zu tragen und Anbrennen der Bohlen zu verhindern, im Uebrigen aber die Brücke beschweren und eine Vergrösserung der Dimensionen der Träger bedingen.

Man kann daher auch beispielsweise Constructionen, wie in den Normalien für die Hannoverschen Bahnen enthalten und dort bis zu 15 Fuss Weite verwendet werden (Fig. 18, Tafel XXIV), benutzen, wo die Bohlen stark genug sind, um entgleiste Wagen, selbst Locomotiven (was letzteres indessen sehr selten vorgekommen ist) zu tragen. Der Aussenträger ist hier von Holz, der Billigkeit halber, angenommen. Die Querstege zwischen den Doppel-T-Eisen sind von schwachen Doppel-T-Eisen und die Langschwellen sind in Längen von 5 Fuss 7 Zoll durchschnitten und ruhen auf den Flantschen der Doppel-T-Eisen auf. Sie dienen daher nur zur Befestigung der Schienen und Hakennägel. Der äussere Träger ist mit der Querverbindung verschraubt, um, wenn das Holz ersetzt werden soll, leicht beseitigt und wieder angebracht zu werden. Die Dauer des präparirten Eichenholzes kann man indessen zu wenigstens 12—15 Jahren annehmen, da man viele Stellen zum Nageln hat. Ausserdem liegen diese Träger auf einer 10 Zoll breiten Holzschwelle, da man auf den Hannoverschen Bahnen beobachtet hat, dass das Auflagermauerwerk der kleinen Brücken (bis zu 30 Fuss) durch die schweren Züge sich gelockert fand. Es empfiehlt sich daher bei Brücken bis zu 30 Fuss Weite diese billige Vorsichtsmaassregel, wodurch die Elasticität des eisernen Oberbaues vermehrt wird und er selbst wie auch die Fahrzeuge weniger durch Stösse leidet. Eine andere Art der Schienenbefestigung auf zwei rechtwinkelig umgebogenen Winkeleisen, welche die Doppel-T-Träger verbinden, mit Schrauben, besitzt vor der einfachen Befestigung auf den Schwellen keine Vorzüge, ausserdem fährt sich hart darauf. Die bekannten Nachtheile der Langschwellen, Krummwerden, Werfen etc., finden, abgesehen davon, dass sie hier eingeklemmt sind, bei so geringen Längen auch nicht statt. Auf den Holsteinischen Bahnen hat man zwischen den Doppel-T-Eisen, die in etwas grösserer Entfernung von einander liegen, Querhölzer gelegt und darauf die Schienen befestigt. Aehnlich ist die Construction eines Brückthors in der Oldenburg-Bremer Bahn (Tafel XXIV, Fig. 9 und 10), wo gekuppelte Träger von Doppel-T-Eisen, jedes 12,2 Zoll oldenbg. hoch, $\frac{5}{8}$ Zoll Stegdicke mit 5 Zoll breiten, $\frac{3}{4}$ Zoll dicken Flantschen, und darüber eine Lamelle von 6,36 Zoll Breite und $\frac{3}{4}$ Zoll Dicke genietet, Träger von 28' 8" oldenbg. Länge bilden, welche ein, normal gemessen 20 Fuss weites, Brückthor überspannen. Der Fussweg, an dessen Rande Säulen stehen, theilt die Oeffnung auf etwa $\frac{1}{3}$ ab, so dass die Längen von den Auflagermitten gemessen resp. 18 $\frac{1}{2}$ Fuss und 8 Fuss 9 Zoll oldenbg. betragen.

¹⁷⁾ Die Burbacher Hütte bei Saarbrücken walzt jetzt Doppel-T-Eisen von 10^m Länge und 396^{mm} Höhe und von 12^m Länge und 317 $\frac{1}{2}$ ^{mm} Höhe, resp. 62 Pfd. und 50 $\frac{1}{2}$ Pfd. pr. lauf. Meter schwer.

Die Doppel-T-Balken sind 517^{mm} (1 Fuss 9 Zoll oldenbg.) voneinander entfernt und haben 7 Zoll breite, 6 Zoll hohe Querhölzer in 15 Zoll Entfernung von Mitte zu Mitte zwischen sich. In Abständen von 30 Zoll sind die Doppel-T-Träger durch Bolzen verbunden, die $\frac{3}{4}$ Zoll stark sind, alle 90 Zoll ist einer dieser Bolzen $1\frac{1}{2}$ Zoll stark, geht der Quere nach durch und hat zwischen den gekuppelten Trägern eine aufgesteckte gusseiserne Hülse, um letztere in der nöthigen Entfernung zu halten. Die Trägerenden ruhen in gusseisernen Schuhen, welche auf eine 14 Zoll breite, 8 Zoll hohe Mauerschwelle gebolzt sind, die auf dem Mauerwerk aufliegt. Ein Verband gegen Horizontalschwankungen durch diagonale Zugbänder ist nicht vorhanden, doch möchten sich diese ebenso wie ein Festschrauben der Mauerschwelle auf dem Auflagequader gegen etwaige Seitenverschiebungen empfehlen; seitliche Bohlen und Geländer fehlen hier ebenfalls. Die 11 Fuss 7 Zoll hohen gusseisernen Säulen sind oben 8 Zoll, unten 9 Zoll aussen und haben $\frac{3}{4}$ Zoll Wandstärke, sie sind mit der über ihnen liegenden Schwelle verschraubt, auf dem Sockelquader stehen sie ohne weitere Verschraubung auf. Statt gusseiserner Säulen wendet man bekanntlich auch schmiedeeiserne in solchen Fällen an, welche aus Façon-eisen, z. B. 4 U-Eisen an den Ecken durch Winkeleisen verbunden, aus zusammen-genieteten T-Eisen etc. in den verschiedensten Formen hergestellt werden und gegen Stösse mehr Sicherheit bieten.

§. 7. 3. *Blechträger mit Consolen* (Tafel XXIV, Fig. 14 und 15). — Die Distanz von der Mitte der Schiene bis zur Mitte des Blechträgers ist auf der Orleansbahn zu wenigstens 0^m,70 vorgeschrieben, wobei die Oberkante des Trägers 0^m,30 über Schienenoberkante sich befindet. Genügt dies in Curven nicht, weil die Spurerweiterung und der Pfeil der Krümmung mehr verlangen, so wird die Entfernung der Träger vermehrt. In dem Beispiel Fig. 15 sind 3 Meter angenommen. Auf deutschen Bahnen kommt wieder das Normalprofil in Frage. Die Ueberhöhung wird dadurch herbeigeführt, dass man den Längsträger unter der äusseren Schiene höher macht, die Trottoirs bleiben in gleichem Niveau.

Um bei schiefen Brücken jeden Blechträger symmetrisch rechts und links von seiner Mitte zu haben, wobei die Theilung des auf Consolen befestigten Geländers mit den Querträgern zusammenfällt, muss ein gewisses Verhältniss bei vorhandener Schiefe zwischen der Entfernung l der Hauptträger und der Entfernung m der Querträger vorhanden sein, so dass man hat $l \tan \alpha = y m$, wo α der Winkel ist, den die Achse des Weges und eine Normale auf die Bahnachse miteinander machen und y irgend eine gerade oder ungerade Zahl. Hierbei hat man es in der Hand, die Spannweite, m und auch α etwas zu ändern, um den Zweck zu erreichen. Für Zwillingsbalken beträgt m von 0^m,9 bis 1^m, für die vorliegenden Blechbalken 1^m,75 bis 2 Meter, und wird man sich bemühen dem grössten dieser Werthe nahe zu kommen.

Es ist selbstredend, dass wenn man bei reichlich vorhandener Höhe noch Blechträger anwenden will, man die Fahrbahn über diese Träger legen wird, wodurch die Construction des eisernen Oberbaues erheblich vereinfacht und daher leichter wird (Tafel XXIV, Fig. 16). Man legt dann die Hauptträger unter die Schienen oder einige Centimeter jeden weiter nach aussen, um mit der Schraube, welche zur Befestigung der Bohlen auf den Trägern dient, weiter ab vom Schienenfuss zu kommen; oben an den Trägern werden im Winkel gebogene Lappen an der Aussenseite festgenietet, wodurch die erwähnte Schraube geht und die je dritte Bohle wird befestigt. Die Bohlen sind 0^m,15 stark und bilden ein sicheres Plateau, um etwa entgleiste Wagen zu tragen. An ihren Enden ist je eine Langschwelle, 0^m,20 im Quadrat stark, übergelegt und mit jeder Bohle verschraubt, welche Langschwelle zugleich zur Befestigung des Geländers dienen kann. Die Schienen

sind mit etwas abgekürzten Hakennägeln befestigt. Die Bohlen haben eine möglichst grosse Breite bis zu etwa 30 Centimeter und liegen des besseren Abtrocknens halber mit 2 Centimeter Zwischenraum. Will man nicht, wie es auf französischen Bahnen, auch in England mehrfach gebräuchlich ist, Kies auf die Bohlung bringen, so wird man die zum Muster vorgeführten Constructionen leicht abändern können und dabei Querbohlen den nach der Länge gelegten vorziehen, weil letztere bei etwaigen Entgleisungen leichter durch die Radflantschen zerschnitten werden können. Eine solche Construction aus den Normalien der hannoverschen Bahnen zeigt Fig. 17, Tafel XXIV und man kann, wie punktirt angegeben, wenn es gewünscht wird, obgleich man dies bei Brücken geringer Länge ersparen kann, mit leichten eisernen Consolen, die jedem Querträger gegenüber auskragen ein Trottoir anbringen.

Die Tabelle I. giebt die Eisengewichte der hannoverschen Constructionen Tafel XXIV, Fig. 16, 17 und 18. Derartige Brücken können jetziger Zeit für etwa 7 Thlr. der Zollcentner Schmiedeeisen und 5 Thlr. der Centner Gusseisen hergestellt werden, incl. der Gerüste und Kosten für die Aufstellung und frei Baustelle, auch bei grösserem Eisenbahntransporte von der Fabrik her. Diese Gewichte können auch für die Dimensionsberechnungen anderer Constructionen zu Grunde gelegt werden. Das Gewicht der hölzernen Bohlung, oder der Querschwellen und Bohlung, der Schienen und des Kieses wie des Geländers, wenn man es anwenden will, ist in jedem Falle leicht zu ermitteln und die mobile Belastung für Eisenbahnbrücken, wie sich solche unter Zugrundelegung einer

Tabelle I.

Gewichte der Constructionen Fig. 16, 17 und 18 auf
Tafel XXIV.

Mobile Belastung pro lfd. Fuss hannov. Pfund.	C. Lichte Weite in Fussen hannov.	L. Ganze Länge des Trägers. Fuss hann.	System. Taf. XXIV, Fig. 16—18.	Totalgewicht	
				Schmiede- eisen. Pfund.	Fusslager. Gusseisen. Pfund.
11000	4	7	Fig. 16.	1141	486
	4	7 ^{1/4}	Fig. 17.	807	556
8200	6	9 ^{1/4}	Fig. 16.	1406	486
	6	9 ^{1/4}	Fig. 17.	1258	556
6600	8	11 ^{2/3}	Fig. 16.	2113	525
	8	11 ^{2/3}	Fig. 17.	1525	556
6300	10	13	Fig. 16.	2447	519
	10	13	Fig. 17.	2221	556
6300	12	15	Fig. 16.	3591	526
	12	15	Fig. 17.	2704	556
6300	15	18	Fig. 16.	5789	514
	15	18 ^{2/3}	Fig. 17.	4217	495
6000	18	22	Fig. 18.	7539	495
	18	22	Fig. 17.	4914	495
5600	21	25	Fig. 18.	9774	495
	21	25	Fig. 17.	6155	495
5100	25	29	Fig. 18.	10995	580
	25	29	Fig. 17.	8444	596
4700	30	34	Fig. 18.	14925	580
	30	34	Fig. 17.	11677	596
4300	35	41	Fig. 18.	18611	1010
	35	41	Fig. 18.	17763	1010
	35	41	Fig. 17.	16142	1010
3900	40	46	Fig. 18.	21371	1010
	40	46	Fig. 17.	18857	1010

Tabelle II.

Ueber mobile Belastung von Eisenbahn-
brücken.

Lichte Weite in Fussen hannov.	Berechnungsweite in Fussen.	Mobile Belastung.		Pfund pro laufende Meter.
		pro lfd. Fuss hannov. Pfund.	pro lfd. Fuss rhein. Pfund.	
4	6,25	11000	11700	37200
6	8,25	8200	8800	28000
8	10,25	6600	7100	22500
10	12,25	6300	6800	21600
12	14,25	6300	6800	21600
15	17,50	6300	6800	21600
18	20,50	6000	6400	20400
21	23,50	5600	6000	19000
25	27,50	5100	5500	17400
30	32,50	4700	5000	16000
35	38,35	4300	4600	14700
40	43,35	3900	4200	13400
50	54	3500	3700	11900
60	64	3200	3400	11000
70	—	3000	3200	10300
80	—	2800	3000	9600
100	—	2500	2700	8500

schweren Behne-Kool-Locomotive ergibt und in Hannover den Berechnungen zu Grunde gelegt wird, ist aus der nebenstehenden Tabelle II. zu ersehen. Die Herleitung dieser Gewichte ist in der untenstehenden Quelle angegeben.¹⁸⁾

Die zulässige Belastung pro Quadratzoll pflegt man zu 10,000 Pfd. pro Quadratzoll rheinisch anzunehmen oder was nahezu dasselbe zu 8 Kil. pro Quadratmillim.¹⁹⁾

Endlich ist noch zu bemerken, dass man in Fällen, wo die Schiefe über 60 Grad ist, selbst flache Bögen nicht gern mehr anwendet, sondern zu eisernem Oberbau greifen wird. Bei Steigungen von über $\frac{15}{1000}$ wird man Vorrichtungen treffen müssen, dass der Oberbau nicht durch die Wirkung der Bremsen verschoben werden könne. Dies kann durch geeignete Befestigung des einen Brückenendes auf dem Auflager geschehen oder durch Untermieten eines Knaggens, der sich gegen das Widerlager stützt, unter das eine Ende des Trägers (Brennerbahn). (Tafel XXVI, Fig. 19.)

§. 8. c. *Massive Brücken. I. Brücken à culées perdues.* — Die Brücken à culées perdues (mit unterdrückten Widerlagern), flying arches (fliegende Bögen), werden vielfach auf französischen und auch auf englischen Bahnen²⁰⁾ angewendet und haben bei massiven Wegebrücken über der Bahn mancherlei Vorzüge vor der Construction mit einer Oeffnung gleich der Breite des Bahndammes (Tafel XXV, Fig. 15, Hetjershäuser Brücke), oder mit einer Oeffnung und zwei kleineren Seitenöffnungen und häuptigen Widerlagsmauern, wie solche vielfach in Deutschland gebräuchlich sind (Fig. 3 und 4, Tafel XXV, Ossenfelde). Sie erfordern eine geringe Fundamentgrube, weshalb sie, wenn in schlechtem Boden die Fundamente tief zu legen oder künstlich herzustellen sind, ökonomisch sein können; ferner brauchen sie oft, wenn Wege mit Einschnittsrampen unter der Bahn durchgeführt werden nicht mit Fundamentsohle auf die Tiefe des Weges zu reichen.

Auch in hohen Aufträgen hat man diese Constructionen zur Ueberführung der Bahn über Wege angewendet. Fig. 12—14, Tafel XXV zeigt eine Brücke im Auftrage von 12 Meter Höhe, welche 18 Meter Oeffnung hat, in der Bahn von Puiseux nach Louvres²¹⁾; auf der Linie von Cambrai wie auf der Paris-Creil hat man Gewölbe mit unterdrückten Widerlagern bis zu einer Weite von 24 Metern. Für schiefe Durchschneidung der Bahn mit Wegen haben diese Constructionen den Vorzug der Einfachheit betreffs der Ausführung. Die schiefen Gewölbeschichten verlängern sich noch 0^m,2 bis 0^m,3 hinter die Oberfläche der Böschungen und endigen auf dem unregelmässigen Mauerwerk, welches das Widerlager bildet.

Als ein Fall, dass bei schlechtem Untergrund diese Brücken wegen der geringen erforderlichen Basis des Fundaments ökonomisch sein können, ist anzuführen, dass auf der Französischen Nordbahn eine solche Brücke mit einem Bogen von 24 Meter Oeffnung (Durchmesser) in einem Auftrage von 14 Meter Höhe angeordnet ist, um einen Bach durchzulassen, welcher nur eine Breite von 3—4 Metern hat, aber durch Torfboden fließt, weshalb ein Pfahlrost erforderlich wurde.

In den meisten Fällen werden Wege oder Strassen unter der Bahn nicht in ihrer ganzen Breite, sondern in geringerer Lichtweite durchgeführt (vergl. Tabelle p. 389 und

¹⁸⁾ Collectaneen über einige zum Brücken- und Maschinenbau verwendete Materialien etc. von v. Kaven. Hannover. Schmorl und v. Seefeld. 1869. p. 42 etc., auch in Zeitschr. des Hannov. Archit.- und Ingen.-Ver. 1868 abgedruckt.

¹⁹⁾ Vergl. Collectaneen u. a. Q.

²⁰⁾ Vergl. G. Meyer, über englische Eisenbahnbrücken. Zeitschr. des Hannov. Archit.- und Ingen.-Ver. 1862. p. 286. A.

²¹⁾ Notiz über Brücken mit unterdrückten Widerlagern in Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-Vereins. XI. 1859. p. 113—116. A. Aus der französischen Zeitschrift L'Ingénieur 1858.

392), wobei also bei Brücken mit geraden Widerlagern eine Verengung des Weges eintritt, was am wenigsten gut aussieht, wenn der Weg eine sein Alignement stark hervorhebende Einfassung hat. Bei Brücken mit unterdrückten Widerlagern kann man das Alignement ohne Hinderniss verfolgen und die Einzäunung kann unter der Brücke durchgehen, wodurch das Mauerwerk vollständig dem Bereich des Publicums entzogen ist.

Ferner kann man den Weg späterhin bei solchen Brücken leicht erbreitern. Bei der Station Loivre zwischen Guignicourt und Rheims war man verpflichtet eine Brücke von 5 Meter Oeffnung für einen Weg zu bauen, der später wegen vermehrten Verkehrs vielleicht eine Erbreiterung erfahren musste. Man errichtete einen Bogen von 12 Meter Weite, der jetzt einem Wege von 5 Meter Breite zwischen zwei Auftragsböschungen von 45° den Durchgang gestattet. Bei späterer Erbreiterung des Weges auf 7 Meter kann man die Böschungen des Kegels etwas steiler machen und den Rasenbelag durch Abpflasterung ersetzen, in dieser Voraussicht hat man jedem Gewölbanfang 2 oder 3 Schichten behauener Gewölbesteine mehr zugesetzt.

Auch Durchlässe, welche oft zugleich mit einem Wege durchgeführt werden, kann man in den Fuss des Kegels legen, wodurch sie kurz werden und geringe Last tragen. Ebenso kann man Wasserläufe mit Wegen zugleich überbrücken und man hat den Vortheil, dass bei wachsendem Wasser das Durchflussprofil grösser wird.

Die bedeutende Weite des Bogens führt oft zu Ersparnissen bei Gründungen der Bauwerke unter Wasser, indem man die Widerlager ausserhalb der Ufer setzen und Abdämmungsarbeiten ersparen kann. Bei Ueberschreitung des Seitencanals bei l'Aisne durch die Bahn von Laon nach Rheims wählte man eine Brücke mit unterdrückten Widerlagern von 22 Meter Oeffnung. Die Breite des etwas eingezogenen Canals ist 6 Meter, er ist mit einer um 45° geneigten Abpflasterung aus trocknen Steinen versehen, dann kommen der Leinpfad und die Kegel des Auftrags. Unter jedem Widerlager stehen nur 32 Pfähle. Man konnte dies Bauwerk herstellen und die Brücke erbauen, ohne die geringste Belästigung des Schifffahrtsverkehrs.

Endlich sind die langen Wegunterführungen unter Bahndämmen schlecht rein zu halten und sehr beklommen; dies fällt bei Brücken mit unterdrückten Widerlagern, welche immer dieselbe Breite behalten fort, und sie sind bei Schneeanhäufungen weniger unbequem.

Die Anwendung dieses Systems ist übrigens nicht auf Bauwerke mit einem Bogen beschränkt; es wurde auch bereits bei zwei grossen Viaducten bei Chantilly und bei Comelle angewendet und zwar so, dass die äusseren Bögen in dem Auftrage unterdrückte Widerlager haben. Statt sonst erhebliche Widerlagsstärken nöthig zu haben, hat man hier die gewöhnlichen Dimensionen der Brücken mit unterdrückten Widerlagern beibehalten.

Uebrigens kann man bei grossen Oeffnungen statt des Kreisbogens eine andere Curve wählen, welche man mit Hülfe der Theorie feststellen wird.²²⁾

Ein Vortheil bei diesen Brücken ist noch, dass sie weniger sichtbares Mauerwerk, als solche mit geraden Widerlagern haben, daher weniger zu bearbeitende Flächen und dass man zu dem Material in der Erde solches von geringerer Qualität nehmen kann, welches an der Luft oft verwittern würde.

Dagegen wachsen mit grösserer Höhe und Weite die Kosten des Lehrgerüstes und des Aufbringens des Materials und man wird vielleicht ökonomisch sie nicht in einem

²²⁾ Vergl. Schwedler, die Theorie der Stützlinie. Zeitschrift für Bauwesen von Erbkam. 1859. p. 115 etc.; auch Heinzerling: Die Bauwaage und deren Ergebnisse für den Gewölbbau, dieselbe Zeitschrift. 1869. p. 60—110.

Auftrage von über 15 bis 16 Meter anwenden. Für gewöhnlich vorkommende Fälle wird man bestimmte Typen festzustellen suchen, um die Lehrgerüste wiederholt anwenden zu können.

Bei Widerlagern von festen Felsen wird man um so eher darauf geführt diese Brücken anzuwenden. Ueberhaupt bei Brücken über der Bahn, wenn solche im Einschnitte liegt, wird man diese Construction häufig anwenden können, wenn die Einschnittsböschungen so fest sind, dass man die Fundamente nicht bis auf das Niveau der Bahn hinabzuführen braucht. Bei der Beschüttung muss grosse Vorsicht angewendet werden, dass sie symmetrisch von beiden Seiten aufgebracht und gestampft werde. Die Flügel- oder Stirnmauern müssen sich vom Scheitel ab nach dem Widerlager verdicken und reichlich stark gemacht werden. Man wird z. B. 0,35 bis 0,4 der Höhe über dem Gewölbe zur Dicke nehmen und geeigneten durchlässigen Boden zur Hinterfüllung herbeizuschaffen suchen. Das Gewölbe wird man wie gebräuchlich mit zwei Lagen Asphalt, nacheinander aufgebracht und zusammen wenigstens 1 Centimeter stark abdecken und ebenso wenigstens die Hinterflächen der sichtbaren Theile der Stirnmauern mit Asphalt bekleiden.

Bei eingleisigen Bahnen wird man diese Brücken über Wege vermeiden, wenn eine Erbreiterung für zwei Gleise in Aussicht steht, da eine solche bei dieser Construction schwierig ist; bei Wegebrücken über eingleisigen Bahnen wird man sie meistens so anlegen, dass sie bei Erweiterung des Einschnittes auf zwei Gleise ohne Weiteres dienen können. Uebrigens kann man die Weite des Bogens einschränken, wenn man die Grabenböschungen durch kleine Futtermauern ersetzt, ebenso wie es oft in Einschnitten geschieht, wenn man an auszuhebender Erde sparen will.

Wenn endlich in Felseinschnitten die Wände aus wetterbeständigem, tragfähigem und günstig geschichtetem Gesteine bestehen, so wird das Gewölbe einer Ueberbrückung unmittelbar gegen dieselben gespannt, jedoch so weit in das Felswiderlager hinabgeführt, dass dasselbe jenseitig einen Vorsprung von 1 bis 2 Fuss erhält, damit etwaige Ablösungen des Gesteins das Widerlager nicht gefährden und dasselbe jedenfalls auf gesundem Stein sich befinde (Fig. 25, Tafel XXV).

Liegen die Brücken nicht im durchgehenden Gefälle, so wird bei Wegebrücken das Pflaster von der Mitte ab nach den beiden Widerlagern hin mit einem der Neigung der Rampen entsprechenden Längengefälle versehen, um das Wasser abführen zu können. Selbstredend ist ausserdem Quergefälle vorhanden von etwa $\frac{1}{24}$ Pfeil auf der ganzen Breite des Pflasters.

Die englischen Brücken ohne Widerlager, welche dort meistens bei Einschnitten vorkommen (flying arches, fliegende Bögen), finden sich in dem Aufsätze von G. Meyer (a. a. O.) ausführlich beschrieben nebst Zeichnungen. Sie sind auf der Wilt- und Somerset-Bahn mehrfach in Einschnitten in blauem Thon hergestellt, auch als schiefe Brücken und Brücken mit ansteigender Fahrbahn und in Spannweiten bis 66 Fuss mit $\frac{1}{5}$ Pfeil. Diese von Bruchstein oder auch von Backstein hergestellten Bögen, welche unter normalen Verhältnissen in gewöhnlichem Kalkmörtel hergestellt wurden, erhalten im Scheitel einen Druck von ungefähr 46 Pfd. pro Quadrat Zoll.

Tafel XXV, Fig. 5—7, 18—20, sowie 23 und 24 geben verschiedene Constructionen von Brücken à culées perdues auf der Orleans-Bahn aus einer uns vom Ingenieur en chef Herrn Nördling mitgetheilten Instruction.

§. 9. *Erforderliche Höhe für Brücken unter der Bahn, unter Zugrundelegung der vorhin angegebenen Constructionen und Maassen.* — Die folgende Tabelle gibt eine

Uebersicht der für die verschiedenen Systeme erforderlichen Constructionshöhen zur Vergleichung.

Normale Breite des Weges.	Constructionssystem.	Dicke der Fahrbahn bis Unterkante-Träger oder innere Gewölblinie.	Lichte Höhe.	Erforderliche Höhe von Schieneober- bis Wegoberkante.	
		Meter.			Meter.
4 Meter. (chem. vicinal.)	Halbkreis	55* 7	1,15	5,00	6,15
		53			
	Fliegender Bogen	55 7	1,45	4,50	5,95
		53			
	Stichbogen (4/8)	55 7	1,15	4,50	5,65
		53			
Armirt Langschw. 90° Zwillingssträger 45°	55 7	0,28	4,30	4,85	
	53				0,40
5 Meter. (chem. vicinal de grande commun.)	Halbkreis	55* 7	1,25	5,00	6,25
		63			
	Fliegender Bogen	55 7	1,50	4,50	6,00
		63			
	Stichbogen (1/8)	55 7	1,25	4,60	5,85
		63			
Armirt Langschw. 90° Zwillingssträger 45°	55 7	0,30	4,30	4,60	
	63				0,41
7 Meter. (Route départemen- tale.)	Halbkreis	55* 7	1,35	5,30	6,65
		73			
	Fliegender Bogen	55 7	1,60	5,00	6,60
		73			
	Stichbogen (1/5)	55 7	1,35	5,00	6,35
		73			
Zwillingssträger 90° Blechtr. m. Consol. 45°	55 7	0,41	4,30	4,71	
	73				0,60
8 Meter. (R. impériale.)	Halbkreis	55* 7	1,40	5,50	6,90
		78			
	Fliegender Bogen	55 7	1,70	5,00	6,70
		78			
	Stichbogen (1/3)	55 7	1,40	5,00	6,40
		78			
Zwillingssträger 90° Blechtr. m. Consol. 45°	55 7	0,49	4,30	4,79	
	78				0,60

*) Bemerkung. Bei den massiven Brücken beträgt die Höhe der Schiene und Stärke des Kieses 550 Mill., dann folgt eine 70 Mill. starke Abdeckung mit einer Flachsicht von Ziegeln in Cement und darüber Asphalt, das untenstehende Maass von den dreien giebt die Gewölbstärke in Centimetern.

Man wird, wenn die erforderliche Höhe vorhanden, die Halbkreisbögen den Stichbögen vorziehen. Die grösste Höhe, welche man nach Nördling zweckmässig bei Halbkreisbögen anwendet, giebt die folgende Tabelle:

Weite des Weges.	Höhe unter dem Schlussstein.	Höhe unter Oberkante-Schiene.
Meter.	Meter.	Meter.
4	5,50	6,65
5	5,50	6,75
7	6,00	7,35
8	7,00	8,40

Reichen diese Höhen nicht aus, um bis zur Schienenoberkante zu kommen, so nimmt man das Minimum der Höhe aus der ersteren Tabelle und bringt Schüttung über dem Halbkreisgewölbe an, wobei man die Gewölbstärke und Widerlagsstärke vermehrt und wobei also das Gewölbe auch länger wird. Für genaue Ermittlungen würde man vergleichende Kostenberechnungen anzustellen haben.

Endlich ist noch zu bemerken, dass die Wahl zwischen massiven Brücken oder eisernem Oberbau hauptsächlich von der disponiblen Höhe und Schiefe abhängt und dass häufig in dem Herstellungspreise nicht viel Unterschied ist. Im Allgemeinen wird man, wenn dies ohne erhebliche Opfer geschehen kann, massive Brücken vorziehen.

§. 10. *Erforderliche Höhen für Wegebrücken über der Bahn.* — Wenn genügende Höhe vorhanden ist, erscheint es sehr zweckmässig, aus den früher angeführten Gründen, fliegende Bögen anzuwenden. Nach den Normalien der Orleansbahn ist die normale Höhe von Schienenoberkante bis zum innern Gewölbescheitel für zweigleisige Bahn 5^m,20 mit einem Radius von 10^m, wozu eine totale Höhe von 6^m,50, wie unten specificirt, gehört. Für das Normalprofil der deutschen Bahnen werden annähernd dieselben Maasse passen.

In einzelnen Fällen können für Wege, wo kein Fuhrwerk passirt, diese Dimensionen noch ermässigt werden. Nach Nördling ist auf der Montluçon-Limoges Bahn eine Fussgängerbrücke aus Backsteinen erbaut mit 12 Meter Halbmesser der inneren Gewölblinie, 14 Meter Sehne und 2^m,30 Pfeil, welche im Scheitel nur eine totale Dicke von 0^m,70 hat. Man kann also, da man bei einem Gleise die Lichthöhe des Scheitels auf 4^m,90 erniedrigen kann, auf diese Weise bei 5^m,60 Höhe des Weges über Schienenoberkante einen fliegenden Bogen herstellen. Indessen gehört dazu eine vorzügliche Ausführung und ein solches Beispiel ist nicht gerade zur Nachahmung zu empfehlen.

Brücken über der Bahn mit fliegenden Bögen.	Gewöhnliche Maasse.	Ausnahmsweise bei eingleisiger Bahn.
	Meter.	Meter.
Höhe unter Schlussstein	5,20	4,90
Schlusssteinstärke	0,95	0,50
Kies im Scheitel	0,15	0,08
Steinbahn	0,20	0,12
Ganze Höhe zwischen Oberkante, Schiene und Weg	6,50	5,60

Liegt der Weg höher als diese Maasse, so muss man erwägen, ob es zweckmässiger ist, den Weg zu senken oder das Bauwerk zu erhöhen. Uebertrifft im letzteren Falle die Lichthöhe bis Scheitel der Intrados 8 Meter, so wird man den Halbmesser der letzteren vergrössern müssen.

Bei der Brennerbahn wird für die Gewölbe von Wegebrücken ein Segmentbogen von $\frac{1}{4}$ Pfeil angewendet, wozu eine Höhe der Fahrbahn über Schienenoberkante in der Mitte der Bahn von 22 Fuss österr. ($6^m,95$) gehört. Wenn die Fahrbahn mehr als 30 Fuss über den Schienen liegt, können auch Halbkreisbogen gewölbt in Anwendung kommen (Fig. 25, Tafel XXV).

Ist man in der Höhe beschränkt, so wendet man eisernen Oberbau an, zu welchem folgende Höhen erforderlich sind, wenn die Wegebrücken gekrümmt (mit Eselsrücken) angelegt sind, so dass von beiden Seiten Rampen hinaufführen.

Strassen.	W e g e.			Fussgänger- Brücken.
	Spannweite 8 ^m .	Spannweite 10 ^m ,50	Spannweite 8 ^m .	
	C. Taf. XXIV. F. 6. Meter.	B. Meter.	B. Taf. XXIV. F. 3. Meter.	A. Meter.
Höhe unter dem Träger in der Achse der Bahn	4,85	4,85	4,85	4,85
Dicke der Construction *)	0,45	0,40	0,30	0,334
Kies und Besteinung	0,35	0,25	0,25	,,
Ganze Höhe von Schienenoberkante bis Oberkante Strasse	5,65	5,50	5,40	5,184

*) Von Unterkante-Träger bis zum Kies.

Diese Höhen- und Breitenmaasse passen auch für deutsche Verhältnisse, da sie nicht weniger geben als das Normalprofil verlangt (vergl. p. 390).

Bei geneigten Trägern in fallenden Wegen, muss die Bedingung erfüllt sein, dass die geringste Höhe über einer der äusseren Schienen jedes Gleises wenigstens $4^m,80$ betrage. Was die Lichtweite der Brücken anbelangt, so muss diese nach den Eingangs angeführten französischen Vorschriften bei Befolgung welcher dem deutschen Normalprofil auch Genüge geleistet wird, 8^m betragen. Bei eisernem Oberbau für Haupt-Chausseen (r. impériaux) und Bezirksstrassen (r. départementales) wird man, einerlei ob für ein oder zwei Geleise, diese Weite beibehalten, um im ersteren Falle ohne Weiteres die Anlage des zweiten Gleises vornehmen zu können.

Bei Ueberführung von Vicinalwegen schreibt Nördling in der Instruction der Orleans-Bahn vor, 8^m lichte Weite bei Einschnitten eingleisiger Bahnen und $10^m,50$ bei zweigleisigen Bahnen zu nehmen. Hierbei ist die spätere Herstellung des zweiten Gleises im ersteren Falle ohne Weiteres zu beschaffen; dies geringe Mehr an Spannweite vermehrt die Anlagekosten nicht erheblich, dagegen ist die Durchsicht erheblich verbessert.

§. 11. *Bemerkungen über die Anlage der Flügel bei Brückthoren und Wegebrücken.* — Das Gurtungsgesimse bei fliegenden Bögen und der mit dem Wege parallelen oder ein wenig abgekrümmten Flügel kann man nach einem Eselsrücken (von beiden Seiten ansteigend), horizontal, oder auch mit gleichmässigem Gefälle anordnen. Das Aussehen der fliegenden Bögen, die in fallenden Wegen oder fallender Bahn angeordnet sind, gewinnt, wenn die Widerlager nicht horizontal angeordnet werden, sondern dem Gefälle folgen.

Bei massiven Brückthoren oder solchen mit eisernem Oberbau giebt man den

Flügeln eine Erweiterung (Fig. 10, Tafel XXV), um die Breite der Strasse in die Weite der Brücke besser überzuführen oder um den Anschluss von Seitenwegen zu erleichtern. Sie beträgt gewöhnlich für jeden Flügel $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ der Länge desselben nach auswärts von der Flucht des Widerlagsmauerwerks abweichend, oder es sind, wie es vielfach auf französischen und englischen Bahnen geschieht, zweckmässig die Flügel concav gekrümmt, um Seitenwege einzuführen (also umgekehrt wie bei der Brücke bei Medingen (Fig. 22, Tafel XXV), wo sie convex sind, was für die Stabilität etwas günstiger), auch die Anschüttung von Kegeln bei geeignetem Dammmaterial leistet dasselbe. Bei Brücken für eingleisige Bahn, welche möglicher Weise für zweigleisige Bahn erbreitert werden können, wird die Abweichung der Flügel oder die Krümmung erst so weit von der Achse der Bahn anfangen können, dass später das Widerlager in der erforderlichen Länge gerade ist.

Die Flügel bei Wegebrücken finden sich in der verschiedensten Weise angelegt und z. B. ihre Flucht in der Richtung des Weges, also parallel oder doch nahe parallel mit den Stirnen der Wegebrücke (Tafel XXIV, Fig. 3, 4, 6 und 7), oder auch parallel mit der Achse der Eisenbahn (also bei rechtwinkliger Ueberkreuzung um 90 Grad verschieden [Hetjershäuser Weg, Tafel 25, Fig. 15]). Zwischen diesen beiden Extremen können die verschiedensten Neigungen derselben, im Grundriss gesehen, vorkommen, wie sie z. B. bei den Normalien der Orleans-Bahn etwas gekrümmt sind, um ein besseres Ueberleiten des Weges in die sich erweiternden Brüstungen zu veranlassen. Die zweckmässigste Anordnung muss unter Berücksichtigung der Beschaffenheit der Böschung, welche, wenn fest genug, eine Abtreppung des Fundaments für die Flügel gestattet, ob man Ursache hat mit Mauermaterial, weil solches schwierig zu erlangen, sparsam zu sein etc., entschieden werden.

Auf der Oesterreichischen Brennerbahn besteht die Vorschrift, dass, wenn die Widerlager der Bahnüberbrückungen in geböschten Einschnitten stehen, sich also nicht an fortlaufende Futtermauern oder an Felsböschungen, welche die Anlage von Flügelmauern überdies überflüssig machen, anschliessen, wie (Tafel XXV, Fig. 26) die Flügel durch rasch ansteigende, parallel mit der Bahnachse und in der Flucht der Widerlager angelegte $\frac{1}{6}$ füssige Wandmauern ersetzt werden. Die Länge des im Anschluss an die Widerlager horizontal zu führenden Theils dieser Mauern, wird nach der Form der Strasseneinfriedigung (Schutzdämme, Brüstungen, Geländer) festgestellt.²³⁾

§. 12. *Beschreibung einiger ausgeführten Brücken über und Brücken unter der Bahn.*
Brücken über der Bahn. — Steinerne mit Segmentbögen (Wegebrücke, Tafel XXV, Fig. 15). Im Hetjershäuser Wege²⁴⁾ (Hannover-Cassel). Einschnitt 20' tief, Brücke 28' hann. weit,

²³⁾ In ähnlicher Weise wie man bei Erdarbeiten zur Berechnung des cubischen Inhalts von Dämmen und Einschnitten, Oberflächen, welche zu bekleiden sind etc., graphische Darstellungen gemacht hat, um die Quantitäten mit dem Zirkel abgreifen zu können, hat der Ingenieur Knowles Diagramme entworfen, welche es gestatten, die Quantitäten für Bauwerke, z. B. Durchlässe, Brücken, Futtermauern etc., welche von verschiedenen Materialien dazu erforderlich, abzugreifen und welche für Ueberschläge von grossem Werthe sind, da sie rasch zu arbeiten gestatten und man sich nicht so leicht irrt als bei Rechnungen oder dem Gebrauche von Tabellen. Es ist selbstredend, dass solche Diagramme nur für Bauwerke, die nach einer bestimmten Schablone gemacht werden können und denen man also Normalien zu Grunde legen kann, gemacht werden können. Vergl. die besondere Abhandlung des Verf. über denselben Gegenstand in der Zeitschr. des Hannov. Archit.-Ver. 1869. Weitere Angaben hierüber in der Zeitschr. Engineering V. 1868. p. 208—209. Diagrams of quantities in overline bridges.

²⁴⁾ Wegebrücken auf der Hannoverschen Südbahn, von Rumpf. Zeitschr. d. Hannov. Archit.- und Ingen.-Ver. II. 1856. p. 330—336. A., mit ausführlichen Angaben der Einheitspreise für die Materialien und Arbeiten. Dasselbst auch die folgende Brücke. Vergl. auch: Schiefe Wegebrücke zur Ueberführung der Göttingen-Casseler Chaussee. Notizblatt des Hannov. Archit.- und Ingen.-Ver. III. p. 554. A. (1 Fuss hannov. = 0^m,292.)

20' zwischen den Häuptern für eine $16\frac{1}{2}'$ breite Strasse, Gewölbe mit $\frac{1}{6} = 4' 8''$ Pfeil, Widerlager vom Kämpfer bis Fundamentabsatz 17' hoch, 10 Fuss stark, Fundament 3' tief, Bahngräben auf 1' Breite zusammengezogen, mit kleinen Futtermauern vor dem Widerlager hergeführt. Gewölbedicke 2' 6", von behauenen Bruchsteinen, Widerlager 10' stark, alles aus Kalkbruchstein in Trassmörtel, mit Ausnahme der Deckplatte, Kämpferquader des Gesimses und der Brüstung, welche von Sandsteinquadern. Kosten 4000 Thlr.

Wegebrücke im Ossenfelder Wege. (Tafel XXV, Fig. 3 und 4.) Einschnitt mit 3 Gewölben überspannt. Mittleres Gewölbe 28' hann. weit, Seitengewölbe 15' 6", beide $\frac{1}{6}$ Pfeil, Pfeiler 5' 6". Fahrweg 16', Weite zwischen den Geländern 20', Breite zwischen den Häuptern 23', Gewölbstärke 2', von Sandsteinquader, der kleinen Gewölbe 1' 9". Abdeckung zwei platte Backsteinschichten, 5" stark, darüber Asphaltlage. Dicke vom inneren Gewölbscheitel, in der Mitte des grossen Gewölbes, bis Strassenoberkante 4', Höhe der Intrados über Schienenoberkante 27' 6". Pfeiler von Oberkante Fundament (Grabensohle) bis Kämpfer 25' 10", Fundamentschicht 2' hoch, Widerlager, welche in die Einschnittsböschungen fallen, nur 9' hoch, deren Fundamentschicht 3' tief, die Sohle des Fundaments also 15' 10" höher als die Grabensohle, was bei der Beschaffenheit des Einschnittsbodens (fester, nur an der Luft verwitternder Kalkstein) zulässig. Die Bahngräben sind hinter den Pfeilern herumgeführt und hier durch Futtermauern eingefasst.

Fundamente, Pfeiler, Widerlager und Hintermauerung der Gewölbe, in Trass-, theils in Kalkmörtel aus Kalkbruchstein von nahe gelegenen Brüchen, in wagerechten Schichten vor Haupt bearbeitet. Pfeilergesimse, Gewölbkämpfer, Gewölbe, Verblendungen der Stirnmauern, Hauptgesimse und Brüstungen von Sandsteinquadern. Kosten 6907 Thlr.

Bei Hobbensen im Bückeburgischen (Fig. 16 und 17, Tafel XXV). Verzahnte Träger mit Sattelhölzern. Drei Weiten, die mittlere 33' hann., die äusseren 26' 3". Breite der Brücke 16' zwischen den Geländern, ganze Länge der Fahrbahn 94' 6", Mittelpfeiler 4' 6" stark, 18' 5" breit, im Fundament 21' 11", mit 6' weiten im Halbkreis überspannten Durchbrechungen, Widerlager 4' 6" stark. Die verzahnten Träger, 5 Stück, jeder aus zwei Theilen, 13" hoch, 12' breit zusammengesetzt im Ganzen 24" hoch, Schraubbolzen durch die Balken $3\frac{1}{2}'$ von Mitte zu Mitte auf der Oberfläche an der Stelle über den Pfeilern und auf dem Sattelholz mit Long'schen Zahneisen. Sattelholz 15' lang, 15" hoch und 12" breit. Bebohlung 3" stark. Geländer 3' 6" hoch, seitlich an den Trägern befestigt, die oberen Holme $\frac{5}{8}''$, die mittleren $\frac{4}{4}''$. Gräben durch die Pfeiler mittelst $\frac{18}{18}''$ Oeffnungen; von Sandbruchstein mit Oberkirchener Sandstein verblendet. Kosten 4125 Thlr.

Bei Lühnde in der Hildesheimer Bahn (Fig. 1 und 2, Tafel XXV). Einfaches Sprengwerk. Drei Oeffnungen, die mittlere 32, die äusseren 28'. Breite zwischen den Geländern 21' 6", davon 12' 6" für Fahrweg und 4' 6" für jeden um eine Bohlendicke erhöhten Fussweg. Pfeiler 4' stark, mit an jeder Seite 9" vorspringenden Pilastern, 24' 8" breit, 3' unter Grabensohle fundirt, mit halbkreisförmig überwölbter Durchbrechung von 7' Weite. Widerlager in der Höhe der Sprengstreben 4' stark. Lichte Höhe von Unterkante Spannriegel bis Schienenoberkante 22'. Fünf Sprengwerke in 4' 7" Entfernung von Mitte zu Mitte, durchgehende Brückenbalken 35' und 37' 6" lang, 11" hoch, 9" breit, darunter Windkreuze $\frac{8}{8}''$ stark, eben solche über den Sprengstreben, Ueberzüge über Spannriegel und Sprengstreben, wogegen die Windkreuze stossen $\frac{9}{9}''$ stark, Spannriegel und Sprengstreben 13" hoch, 11" stark, Pfeil des Sprengwerks 3' 9", Geländer 3' 6" hoch, seitlich an übergekragten Stichhölzern befestigt, worauf auch das Trottoir liegt. Vierzöllige Bebohlung für Fussweg und Fahrbahn. Fusswegbohlen nach der Länge, Fahrbahnbohlen quer. Pfeiler und Widerlager von hartem Muschelkalkstein, Gesimse, Sprengstrebenquader und Gewölbesteine, Geländer und Postamentquader von rothem Alfelder Sandstein, Brüstung über den Widerlagern von Backstein.

§. 13. *Brücken unter der Bahn (Brückthore)*. — Steinerne mit Segmentbogen. Bei Kloster Medingen (Fig. 15, Tafel XXV) (Celle-Harburger Bahn) 16' weit, 28' 6" zwischen den Stirnen lang für zweigleisige Bahn. Pfeil 4', Gewölbe aus Sandstein 2' stark, Dammhöhe $17\frac{1}{2}'$ Flügel parabolisch gekrümmt auf $34\frac{1}{2}'$ Oeffnung sich erweiternd. Widerlager 10' hoch, in Kämpferhöhe 4' 6", über Fundamentabsatz 5' 9" stark, Fundament 6' 6" stark, 4' tief. Aus Granit, der sich in Geschieben dort findet, gebaut, mit Ausnahme des Gewölbes welches von Sandsteinen, der Abdeckschicht über dem Gewölbe und den Flügelansätzen, welche aus Backsteinen. Kosten 5400 Thlr.

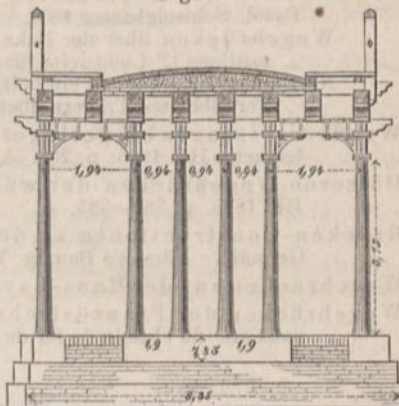
Hölzernes einfaches Sprengwerk. Brücke bei Sehnde in der Lehrte-Hildes-

heimer Bahn (Fig. 21, Tafel XXV). Damm 17' hoch, 30' im Lichten weit, $12\frac{1}{2}'$ Durchfahrts-
höhe, zugleich Fluthbrücke. Vier Sprengwerke wie bei der vorigen angeordnet, Hauptbalken
36' lang, 16" hoch und 12" breit, Spannriegel und
Sprengstreben $\frac{12}{12}$ " stark, unter den Spannriegeln
und über den Sprengstreben Windkreuze $\frac{6}{7}$ " stark.
Zwei Ueberzüge $\frac{8}{8}$ ", Hängsäulen, jede aus zwei
Hölzern, $\frac{5}{7}$ ", Belag: dreizöllige Bohlen zwischen den
14' langen, 9" breiten, 8" hohen Querschwellen.
Widerlager oben 4' 6", unten 6' stark. Kosten 2200
Thlr., Mauerwerk für 2 Gleise, Holzoberbau für 1
Gleis.

Hölzerne Balkenbrücke auf der Olden-
burg-Heppens Bahn, Fig. 9, über einen Einschnitt
von 15^m,56 Tiefe mit 4 Oeffnungen und 3 Unter-
stützungen von je 6 eisernen Säulen, so dass also eine
der Säulenreihen zwischen den beiden Gleisen steht,
eine Construction, welche zwar gute Durchsicht ge-
währt, bei welcher aber die mittlere Säulenreihe auch
besser, wenn der Oberbau genügend verstärkt wird,
wegbleiben könnte. Fig. 20 und 21 auf Tafel XXIV
zeigt eine Anordnung der schweizerischen Bahnen,
wo die Stützen von Holz sind und die verdübelten Balken in 32' Weite über beide Gleise reichen.

Fig. 8, 9 und 10, Tafel XXV zeigt einen oft vorkommenden Fall, wo Weg und Bach in
einer Oeffnung unter der Bahn durchgeführt werden; Fig. 11, Tafel XXV, wo der Weg und der
Wasserlauf je eine Oeffnung für sich haben.

Fig. 9.



Querschnitt des Mitteljoches.

Literatur.

(A. bedeutet: Abbildungen.)

a. Allgemeines.

- Normalien, von dem Gouvernement für Indien festgesetzt, betreffend: Uebergänge im
Niveau, Wegebrücken, Brückthore, Wegeverlegungen und Rampen, wie auch Rampen und
Auffahrten bei Stationen. In Civ. Eng. and Arch. Journ. XXIII. 1860. p. 303, Indian railways.
- Normalien für Durchgänge und Durchfahrten unter der Bahn der württemberg. Staats-
Eisenbahnen. Eisenbahntg. III. 1845. p. 57—58. A.
- Chemins de fer. Construction des travaux d'art, aqueducs, ponts, tunnels, maisons de
garde, barrières, plate-formes, ballast et voies. Texte et dessins types avec métrés estimatifs
et notes explicatives par E. Villevert. Paris. Dunod. 1866.

b. Zur Berechnung der Dimensionen von massiven Brücken oder zu Beispielen können benutzt werden:

- Normalbrücken und Durchlässe nebst den zur Veranschlagung derselben erforderlichen Raum-
ermittelungen, von L. Henz, mit 22 Tafeln. Berlin. Ernst u. Korn; oder: Die Brücken
der neuen hannoverschen Eisenbahnen, von Mohn. Notizblatt des hannov. Arch-
u. Ing.-Ver. I. 1851/52. p. 68, auch Plessner, Anleitung zum Veranschlagen der Eisen-
bahnen nebst Preisermittelungen etc. 2. Aufl. p. 266 etc. Berlin. Ernst u. Korn. 1866.
- Vorschriften für Brücken-Anlagen und die Dimensionirung der einzelnen Theile, in: Die
Bau-Anlagen der Rhein-Nahe Bahn. Berlin. Bauztg. XII. 1862. p. 499. A.
- Normalien von Brunel und Stephenson, in: Ueber englische Eisenbahnbrücken von G. Meyer.
Zeitschr. d. hannov. Arch.- u. Ing.-Ver. VIII. 1862. p. 281. A.

c. Holz-Constructionen.

- Organisation des Baudienstes bei der schweizerischen Centralbahn, von Etzel.
 * Basel. Schweighauser 1854.
- Wegebrücken über der Bahn (Normalplan 23 und 24). Anordnung mit 3 Oeffnungen, die mittlere 32' Lichtweite für 2 Gleise, über einem Einschnitt.
- Normalplan XXXV giebt ein hölzernes Sprengwerk über 2 Gleise, XXXVI eine Wegebrücke mit verdübelten Trägern über 34' tiefen Einschnitt.
- Wegübersetzungen bei geringer Dammhöhe auf den württembergischen Eisenbahnen. Eisenbahnztg. III. 1845. p. 239. A.
- Hölzerne Wegebrücken der württembergischen Staatseisenbahnen. Eisenbahnztg. III. 1845. p. 382—385. A.
- Brücken-Constructionen zu den Wegübergängen auf der Eisenbahn von Paris nach St. Germain. Förster's Bauztg. V. 1840. p. 300—304. A.
- Wegebrücken auf der Mans-Laval Bahn, von Barreau. Nouvell. annal. II. 1856. p. 22. A.
- Wegebrücken der Französischen Westbahn mit hölzernen Bögen, in: Martin, sur les travaux etc. du chemin de fer de l'Ouest. Annal. des ponts et chauss. XIV. 1857. A.

d. Eisen-Constructionen.

- Type de pont vicinal métallique, par M. le Grand. Aus Doppel-T-Eisen, Längsträger mit gewelltem Blech querüber abgedeckt. Leichtes Gelände von Schmiedeeisen. Zeichnungen und Kosten. Nouv. annal. XIV. July 1868. p. 62—64. A.
- Brücken über Wege mit beschränkter Höhe bei französischen Bahnen, von Nördling. Eisenbahnztg. VI. 1848. p. 139—142. A.
- Brücke von 4^m Weite aus gewalztem Eisen und Holz, von Couche. Nouv. annal. II. 1856. p. 131. A.
- Typen der eisernen Eisenbahn-Brücken der Genua-Arona Bahn. Nouv. annal. VII. 1861. p. 21 und 22. A.
- Typus einer Blechbrücke von 5^m Weite auf der Neapolitanischen Bahn, von Bella. Nouv. annal. de la const. X. 1864. p. 131—132. A.
- Typus einer eisernen Eisenbahnbrücke auf der St. Rambert-Grenoble Bahn, von T. Fontenay. Nouv. annal. IV. 1858. p. 163. A.
- Brücken von Eisenblech auf der Verbindungsbahn zu Paris, von Winterstein. Berlin. Bauztg. v. Erbkam. IV. 1854. p. 171—182. A.
- Schiefe eiserne Wegebrücke auf der Bahn von Dole nach Salins, von Oudry. Nouv. annal. II. 1866. p. 6. A.
- Chausseebrücken mit Gewölben zwischen eisernen Längsträgern. Annales des ponts et chauss. 1853. A.
- The London railway. Grand Surrey Canal bridge. The Engineer. XXIII. 1867. p. 82. A.
- Railway bridges of small span and cross beams of railway bridges. The Engineer. May. 1866. A.
- Wegebrücke über einen Einschnitt von 24^m Weite auf einer italienischen Eisenbahn, von Vauthier. Nouv. annal. VII. 1861. p. 99. A.
- Fusssteig von Eisen auf der Paris-Mühlhausen Bahn. Nouv. annal. de la constr. V. 1859. p. 150. A.
- Eiserne Gehbrücke für Fussgänger und Pferde über einen Einschnitt, 2^m zwischen den Trägern; gefällige Construction. Förster's Bauztg. 1864. A.
- Kleiner Aquäduct von Blech auf der St. Rambert-Grenoble Bahn. Nouv. annal. III. 1857. p. 124. A.
- Geländer von gebogenem Flacheisen. Nouv. annal. VII. 1861. Zeichnungsanlagen zum Januarhefte.
- Billiges Brückengeländer von eisernen Röhren, von Gaguin ainé. Nouv. annal. II. 1856. p. 7. A.
- Billiges Geländer von Flacheisen. Nouv. annal. III. 1857. p. 62.

e. Massive Brücken.

- Wegebrücke à culées perdues, von Couche, nebst Massenberechnung. Oppermann, Nouv. annal. de la constr. 1855. Taf. 9.

- Wegebrücke der St. Rambert-Grenoble Bahn, von L. Fontenay. Nouv. annal. IV. 1858. p. 30—31. A.
- Wegebrücke à culées perdues. Nouv. annal. III. 1857. p. 124.
- Wegebrücke (Brücke über der Bahn, passage en dessus) à culées perdues der Pyrenäen-Bahn, von Couche. Nouv. annal. I. 1855. A.
- Wegebrücke à culées perdues auf der Bahn von Poitiers nach Angoulême und la Rochelle. Nouv. annal. II. 1856. p. 124. A.
- Typen von massiven Eisenbahnbrücken der Orleans-Centralbahn, von Nördling. Nouv. annal. de la constr. VIII. 1862. p. 62—63. A.
- Französische Normalien für Eisenbahnbrücken, in Berl. Bauztg. v. Erbkam. XV. 1855. p. 360. A.
- Schiefe Eisenbahnbrücken der Orleans-Centralbahn, von Nördling. Nouv. annal. de la constr. par Oppermann. 1862. Mai. A.
- Kosten kleiner Brücken unter und über der Bahn in der Strecke La Rochelle-Rochefort, von Morandière. Nouv. annal. I. p. 55—56.
- Durchschnittskosten von Wegebrücken (passages en dessus, ponts routes), Eisenbahnbrücken (passages en dessous, ponts rails) und Durchlässen der 2. Section der Franz. Westbahn. Nouv. annal. III. 1857. p. 112.

Brückenbau

Die Brückenbaukunst ist eine der ältesten und wichtigsten der Menschheit. Sie hat sich im Laufe der Jahrhunderte von einfachen Holzbrücken über Stein- und Eisenbrücken bis zu den heutigen Stahlbrücken entwickelt. Die Aufgabe des Brückenbauers ist es, einen sicheren und dauerhaften Übergang über einen Hindernis zu schaffen, der den Anforderungen des Verkehrs standhält. Die Konstruktion einer Brücke erfordert eine sorgfältige Berechnung der Lasten und der Widerstände, sowie eine sorgfältige Ausführung der Bauarbeiten. Die Brückenbaukunst ist eine der schönsten Künste, die der Menschheit zu Gebote steht, und sie hat sich im Laufe der Jahrhunderte zu einer der wichtigsten Wissenschaften entwickelt.

XII. Capitel.

Drehscheiben und Schiebebühnen.

Bearbeitet von

Dr. W. Fränkel,

Professor an der Polytechnischen Schule in Dresden.

(Hierzu die Tafeln XXVI bis XXVIII.)

Drehscheiben.

§. 1. *Zweck und Anlage der Drehscheiben.* — Es ist leicht einzusehen, dass es sehr umständlich wäre alle Bewegungen der Wagen und Locomotiven, namentlich in bedeutenden Stationen, lediglich mit Hülfe der Weichen (Cap. IX) vornehmen zu müssen, obwohl dieselben in Berücksichtigung ihrer grössern Einfachheit und namentlich durch die Möglichkeit mit einer grossen Anzahl von Wagen gleichzeitig unter Benutzung der Zugkraft der Locomotive zu manipuliren gewisse Vortheile bieten.

Man hat daher Vorrichtungen erfunden, um einzelne Locomotiven und Wagen in schnellerer Weise und mit plötzlicher Richtungsveränderung von einem Gleise auf ein anderes oder in die Remisen, Werkstätten u. s. w. überzuführen. Diese Vorrichtungen sind die Drehscheiben.

Wollte man in Bahnhofen von belangreichem Verkehr alle Gleise nur mittelst Weichen verbinden, so würde eine grosse Bodenfläche und eine sehr bedeutende Gesamtlänge der Gleise nöthig werden, und überdies würden in Folge der grossen von den Wagen zu durchlaufenden Längen alle Bewegungen sehr zeitraubend und sehr kostspielig sein. Bei Anwendung von Drehscheiben kann auf sehr kleinen Räumen und mit geringem Personale die Verwechselung der Wagen und Rangirung der Züge schnell bewirkt werden, jeder Raum auf dem Bahnhofsterrain lässt sich zweckmässig ausnutzen, es lassen sich daher auch mit Leichtigkeit neue Anlagen den bestehenden bequem anpassen.

Gerade in dieser Beziehung bilden die Mehrzahl der deutschen Bahnhöfe gegenüber den französischen und besonders den englischen Stationen einen Gegensatz. Während man bei den diesseitigen Bahnen die Benutzung der Drehscheiben meist als einen Uebelstand betrachtet und selbst die unvermeidlich nothwendigen Drehscheiben zum Wenden der Locomotiven und Tender in der Regel so legt, dass sie ganz ausserhalb der Betriebsgleise liegen und auf keine Weise zur Verbindung derselben, sondern nur zum Wenden der Maschine benutzt werden können, wendet man in England die Weichen nur für die

Uebergangsstellen ganzer Züge an und bewerkstelligt den Bahnverkehrsverkehr durch Drehscheiben. In Frankreich, wo die Drehscheiben auf den Bahnhöfen ebenfalls eine ausgedehnte Anwendung finden, werden dieselben in neuester Zeit oft durch Schiebebühnen ohne versenktes Gleis ersetzt, wobei die Schienen der Hauptgleise ununterbrochen bleiben (siehe weiter unten).

Ein Grund, welcher die Anwendung der Drehscheiben in Deutschland erschwert, ist das noch immer häufige Vorkommen der sechs- und achträderigen Wagen mit grossem Radstande, durch welche grössere und demnach auch schwerere Drehscheiben, sowie eine grössere Zwischenweite der Gleise als wie sie für das Drehen der vierräderigen Wagen nothwendig ist, bedingt wird.

Auch ist im nördlichen Deutschland ein Feind zu bekämpfen, welchen man in England nur in der mildesten Form kennt. Es ist dies der Frost. Festgefrorene Drehscheiben kommen im deutschen Winter nicht selten vor und es kann daher nicht immer auf die rasche und sichere Lösung vieler Drehscheiben gerechnet werden.

Der Hauptübelstand endlich, welcher den Drehscheiben vorgeworfen wird, ist die Unterbrechung der Gleise und die Anlage beweglicher Theile in denselben, wodurch beim Passiren derselben starke Schläge entstehen, die abnützend auf die Betriebsmittel wirken. Es bestimmt daher §. 73 der Grundzüge von den Technischen Vereinbarungen des D. E. V.:

In durchgehenden Gleisen sind Drehscheiben unzulässig.

Fig. 1.

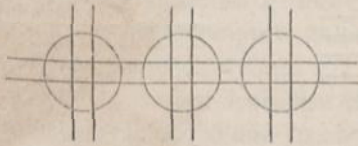
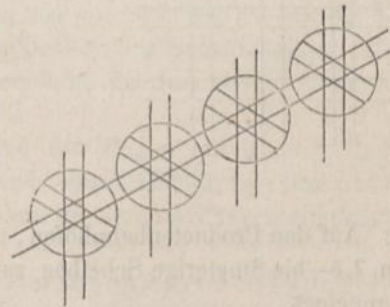


Fig. 2.



Berücksichtigt man andererseits, dass die Construction der Drehscheiben in neuerer Zeit in Bezug auf Zweckmässigkeit und Solidität bedeutende Fortschritte gemacht hat, so muss die Anwendung derselben in den Gleisen, wo sich die Züge langsam bewegen, besonders auf Güterbahnhöfen, befürwortet werden.

In Bezug auf die Anlage der Drehscheibenstrasse wird man sich hauptsächlich nach der Grösse der Scheiben und dem disponiblen Raum zu richten haben.

Bei genügendem Raume zwischen den parallelen Gleisen ordnet man die Drehscheibenreihe senkrecht zu der Richtung der Hauptgleise an. (Fig. 1.)

Ist jedoch der Durchmesser der Scheiben grösser als die Entfernung der Gleismitten, so muss die Drehscheibenstrasse geneigt zur Gleisrichtung (Fig. 2) oder zickzackförmig (Fig. 3) angelegt werden. In letzterm Falle bedarf man freilich zweier Quergleise, wodurch die Kosten erhöht werden.

Die Drehscheiben dienen auch zur Verbindung convergirender Gleise, wie solche am Ende von Kopfstationen gebräuchlich sind (Fig. 4) sowie der auf Productenladeplätzen und in runden Locomotivremisen vorkommenden Strahlengleise (Fig. 5). Die hierbei ent-

stehenden Gleisdurchschneidungen müssen, der Einfachheit halber unter möglichst gleichen Winkeln disponirt werden, damit man mit einer geringen Herzstücktypenzahl auskommt.

§. 2. *Grösse der Drehscheiben.* — Die Grösse der Drehscheiben richtet sich nach dem Maximalradstande der Fahrzeuge, die auf denselben gedreht werden sollen, und können erstere von diesem Gesichtspunkte in folgende Gruppen getheilt werden:

a. Drehscheiben für Werkstätten zum Drehen von Räderpaaren oder kleinerer Transportwagen, Drehscheiben für Fabrik- und Baugleise.

b. Drehscheiben zum Drehen von vierräderigen Wagen, vorzugsweise zur Erleichterung des Verschiebendienstes in der Nähe der Güterschuppen, sowie für Personenwagen. Da im Allgemeinen der Radstand der Letztern grösser als der der Güterwagen ist, so bedingen diese auch etwas grössere Scheibendurchmesser. Die ausgeführten Dimensionen variiren für Güterwagenscheiben zwischen 3^m,25 (Rheinische Bahn) und 4^m,50 (Französische Westbahn), für Personenwagenscheiben zwischen 4^m,25 (Preussische Bahnen) und 5^m,00 (Paris-Marseiller Bahn). Mit Hinsicht auf die nach §. 149 der Grundzüge zulässigen bedeutenden Radstände der Wagen, sollten die Durchmesser der Drehscheiben für Güterwagen nicht unter 4^m,40, für Personenwagen wenn möglich nicht unter 4^m,75 angenommen werden.¹⁾

Fig. 3.

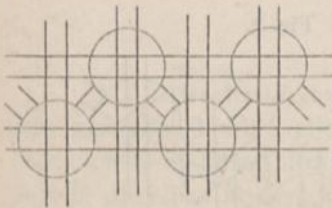


Fig. 4.

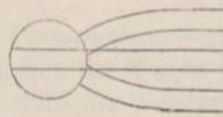
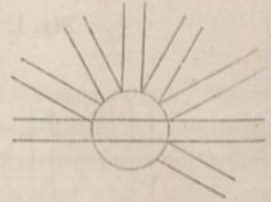


Fig. 5.



c. Auf den Productenbahnhöfen, vor den Rampen u. s. w. werden auch wohl noch zuweilen 7,5- bis 8meterige Scheiben zum Drehen von sechs- und achträderigen Wagen angelegt.

d. Als Aushilfsmittel für kleinere Stationen, auf welchen die Aufstellung von ganz grossen Drehscheiben nicht lohnt, wo aber hin und wieder das Bedürfniss eintritt Locomotiven zu drehen, verbindet man die Nothwendigkeit einer Drehscheibe für Wagenverschiebungen mit dem hier und da eintretenden Dienst für Locomotiven, indem man der Drehscheibe für Wagen einen etwas grössern Durchmesser und Tragfähigkeit giebt, um die Locomotive, nach Abkuppelung des Tenders, drehen zu können. Die zu diesem Zwecke bestehenden Scheiben haben einen Durchmesser von 5^m,00 (Paris-Lyon) bis 7^m,20 (Preussische Bahnen). Da nach §. 106 der Grundzüge der Maximalradstand für Locomotiven selbst bei Bahnen mit den schärfsten Krümmungen noch 3^m,00 erreichen darf, so müsste demnach der Durchmesser der für das Drehen der Locomotive allein dienenden Scheiben über 6^m,00 betragen.

e. Obschon man gegenwärtig eine bequeme Art der Kuppelung zwischen Locomotive und Tender allgemein anwendet, so giebt doch das Ablösen und Wiederanhängen des Letztern zu Zeitversüumnissen Veranlassung. Man pflegt daher auf jedem grössern Bahn-

¹⁾ Vergl. Band II. dieses Handbuchs, p. 18.

hufe, wo das Drehen von Locomotiven häufig vorkommt, Drehscheiben von solchem Durchmesser anzuordnen, dass eine Trennung des Tenders nicht nothwendig ist. Vergleiche §. 69 der Grundzüge: Auf allen Locomotivstationen ist mindestens eine Drehscheibe nothwendig. Dieselbe soll eine solche Grösse haben, dass Locomotive und Tender (verbunden) darauf umgewendet werden können, wozu mindestens 11^m,60 gehören.

Uebrigens wird die Grösse solcher Drehscheiben sich auch nach dem Constructionsprincip derselben zu richten haben. Soll z. B. das ganze Gewicht der Locomotive sammt Tender vorzugsweise von dem mittlern Zapfen der Scheibe getragen werden, so muss die Maschine so weit auf Letztere vorfahren können, dass der Schwerpunkt der Gesamtbelastung mit der Mitte der Scheibe zusammenfällt. Hierdurch wird ein grösserer Durchmesser bedingt und ist derselbe z. B. bei den Drehscheiben der Französischen Nordbahn, wo fünfachsige Engerthlocomotiven benutzt werden, zu 14^m,00 angenommen.

Noch weiter geht man in dieser Beziehung in Amerika. Nach Kirchwegers Reisebericht sollen dort Drehscheiben von ca. 15^m in Gebrauch sein.²⁾

§. 3. *Material und Form des Drehscheibenkörpers.* — Das Material der Drehscheiben muss der Bestimmung und Grösse der Letztern angepasst werden.

a. Die kleinen für die Werkstätten und das Innere der Waarenlager dienenden Drehscheiben werden oft aus Holz oder Gusseisen hergestellt. Im ersteren Falle erhalten sie meist bloss ein Gleis, da sonst die Ausschnitte der Hölzer an den Ueberplattungsstellen dieselben zu sehr schwächen, wodurch eine geringere Steifigkeit und in Folge dessen vermehrte Widerstände entstehen.

Wo jedoch die Drehscheibe stark benutzt wird und es zu zeitraubend wäre dieselbe stets um 90° zurückzuführen, ist die Anwendung von mit zwei sich rechtwinkelig kreuzenden Gleisen versehenen gusseisernen Scheibenkörpern zweckmässiger. Die Gussplatte mit Verstärkungsrippen unter den Schienen kann bei dem kleinen Durchmesser in einem Stücke gegossen werden.

Bei der Oesterreichischen Staatsbahn sind für Wagen mit kleinen Radständen Drehscheiben von 2^m,00 und von 2^m,80 in Gebrauch, deren Hauptträger aus einfachen resp. Doppelschienenträgern gebildet werden, die durch 4 Stangen mit dem Centralzapfen in Verbindung stehen.³⁾

b. Die zum Drehen der Güter- und Personenwagen dienenden Drehscheiben weisen grosse Verschiedenheit in Material und Form auf. Die älteren wurden meist aus Holz in Form eines Rahmwerks construirt, in dessen Mitte sich ein gusseisernes Stück zur Aufnahme des Drehzapfens befand. Durch billigen Anschaffungspreis verlockend, eignen sich jedoch dieselben höchstens für solche Stellen, wo sie trocken liegen können. Im Freien werfen dieselben sich bald und arbeiten dann nicht mehr leicht und sicher. Auch geben sie in Folge der Holzfäulniss zu häufigen Auswechslungen Veranlassung.

Das Holz wurde daher bald durch das Gusseisen verdrängt und es sind jetzt die gusseisernen Wagenscheibenkörper in Frankreich und England wohl die verbreitetsten.

Gewöhnlich versieht man dieselben mit zwei sich rechtwinkelig kreuzenden Gleisen und dann bestehen sie, in der Hauptsache, aus einem soliden Gestell mit kräftigen Rippen auf der ganzen Länge unter den Schienen, etwas niedrigeren Verbindungsrippen am Um-

²⁾ Organ 1867, p. 56.

³⁾ Beachtenswerth ist auch eine vom Ingenieur Lindner vorgeschlagene Construction für mobile Drehscheiben, welche zugleich als Drehscheibe, Schiebebühne und Bahnwagen benutzt werden kann. Der Körper derselben ist aus Guss- und Schmiedeeisen combinirt. (Organ 1868, p. 19.)

fange und einem starken Kreuze in der Mitte. Fig. 1, Tafel XXVI. Man findet dergleichen Scheibenkörper von über 4^m Durchmesser in einem Stücke gegossen (Oesterr. Südbahn). Doch ist es viel vortheilhafter dieselben aus mehreren Stücken zusammenzusetzen, um den Guss zu erleichtern und das Entstehen schädlicher Spannungen zu verhindern. Auch ist für den Guss nur vorzügliches zähes Gusseisen zu verwenden.

Bei den englischen Drehscheiben wird häufig nur das eine der sich kreuzenden Gleise von einem gusseisernen, mit Rippen versehenen Gestell getragen, während die Stränge des andern Gleises freitragend auf dem äussern, aus Schienen gebildeten Kranze und dem erwähnten Gestelle auflagern (Irlam's Patent).

Obige Constructionen sind jedoch blos für Belastung mit Wagen ausreichend. Wenn dieselben, wie in Frankreich und England, von ganzen Wagenzügen und schweren Locomotiven befahren werden, so kommen, trotz der Vorsichtsmaassregeln, oft Brüche vor.

Man hat daher (Französische Nordbahn) das Gusseisen mit dem Holze zu combiniren gesucht. Der Scheibenkörper besteht hier aus einem gusseisernen, in einem Stücke gegossenen Kreuze, welches mit dem aus 2 Theilen bestehenden äussern Ringe zusammengeschräubt ist. Die zwei sich rechtwinkelig schneidenden Gleise werden von hölzernen Balken getragen, welche ihre Auflagerung an den Flanschen der Gussstücke finden. Doch ist durch die Hinzufügung des Holzes die Sache nur noch schlimmer gemacht, da durch die Balken weder die Steifigkeit der Construction vergrössert, noch die Häufigkeit der Brüche gemindert wird, das Eichenholz aber gewöhnlich nach 8 bis 10 Jahren schon bedeutend angegriffen ist und ausgewechselt werden muss.

Bei den Drehscheiben der Paris-Lyoner Bahn ist eine aus Guss- und Schmiedeeisen bestehende Construction angewandt. Die Hauptträger des einen Gleises, sowie die äussern Theile der Träger für das kreuzende Gleis haben genietete T-Form. Das mittlere Kreuzstück, sowie der äussere Kranz sind dagegen gusseisern.

Alle oben erwähnten, aus verschiedenen Materialien combinirten Constructionen sind für Drehscheiben, die starke Stösse zu erleiden haben, nicht zu empfehlen. Will man bei Gusseisen bleiben, so ist es am rationellsten dasselbe ohne Hinzufügung anderer Materialien zu benutzen und den Drehscheibenkörpern verhältnissmässig sehr starke Dimensionen zu geben, damit dieselben durch ihre Masse unempfindlicher gegen die Stösse werden.

In neuerer Zeit werden in Deutschland die Körper der Wagendrehscheiben meist aus Schmiedeeisen construirt. So z. B. aus Schienenträgern, Fig. 2, Tafel XXVI, bei den Sächsischen östlichen Staatsbahnen u. a., aus Schienen mit verticaler Blechfüllung, Fig. 3, Tafel XXVI, aus gewalzten Γ -Trägern bei verschiedenen preussischen Bahnen, Fig. 4, Tafel XXVII, zeigt eine sehr hübsche derartige Drehscheibe von Van der Zypen und Charlier in Deutz. Diese Constructionen zeichnen sich durch ihr leichtes Gewicht aus, müssen jedoch mit besonders starken Querverbindungen versehen werden, weil sonst beim Drehen der Scheibe eine Deformirung derselben entstehen kann.

Auch in England fängt man an die gusseisernen Drehscheiben durch ganz schmiedeeiserne zu ersetzen. So sind z. B. gegenwärtig über 100 schmiedeeiserne Wagendrehscheiben verschiedener Grösse nach Baines' Patent in Gebrauch (Engineer 1867, p. 179), deren Obertheil ganz aus gewalzten Trägern von dem in Fig. 8^d, Tafel XXVII dargestellten Querschnitte gebildet ist. Die Träger haben eine Höhe von 7¹/₄ Zoll und eine Dicke von ³/₈ Zoll und sind so geformt, dass wenn man dieselben mit ihrem Ober- und Untertheil abwechselnd nach oben kehrt, wie Fig. 8^d zeigt, die Rippen und Rinnen vollkommen ineinander passen und man leicht eine Verbindung durch Zusammenschrauben bewirken kann. Fig. 8^{a-c} zeigen, wie durch das Zusammenfügen der gebogenen Träger ein nach allen Richtungen steifer Rahmen gebildet wird. Das Biegen selbst geschieht durch hydraulischen Druck. Der äussere Kranz des Drehscheibenrahmens liegt mit seiner Unterkante auf den Laufrollen und besteht aus einem nach Fig. 8^e im Querschnitt ausge-

walzten Träger. Ein Hauptvorthail dieser Drehscheiben besteht in der leichten Versandbarkeit derselben, weil das Obertheil aus lauter einzelnen, leicht auseinanderzunehmenden Stücken besteht.

Endlich wird das Gestell der Wagendrehscheiben auch aus genieteten Blechträgern hergestellt. Eine zweckmässige Construction dieser Art zeigt die 4^m im Durchmesser haltende Drehscheibe der Oesterreichischen Südbahn, Fig. 4, Tafel XXVI. Wenn derartige Scheiben oft von Locomotiven befahren werden, so tritt wohl mit der Zeit eine Lockerung der Verbindungen ein. Um diesem Uebelstande abzuhelpen, wendet man stellenweise kalte Nietung an, welche den Vorthail der vollständigen Ausfüllung des Nietloches gewährt.

e. Die Drehscheiben, welche zum Drehen der Locomotiven allein oder der Locomotiven sammt Tender dienen, wurden früher ebenfalls aus Holz mit gusseisernem Mittelstück construirt. Es zeigte sich jedoch bald, dass denselben die nöthige Steifigkeit fehlte. Gusseisen, welches man bei verschiedenen Bahnen (Württembergische, Main-Neckar u. a. m.) anwandte, erwies sich ebenfalls gegen die starken Stösse als nicht zuverlässig genug⁴⁾, weshalb man in neuerer Zeit die Hauptträger der Locomotivdrehscheiben meist aus Schmiedeeisen construirt. Vergl. §. 70 der Grundzüge: **Die Hauptträger der Drehscheiben für Locomotiven sollen von Schmiedeeisen oder Stahl construirt werden.**⁵⁾ Letzteres Material dürfte sich in den Fällen empfehlen, wo es auf eine besonders solide Construction ankommt, so z. B. für die Drehscheiben vor oder in den Locomotivschuppen (ringförmige, segmentförmige Schuppen), da ein Defect hier zu bedeutenden Betriebsstörungen Veranlassung geben kann.

Zur Anwendung gekommen sind, unseres Wissens, gussstählerne Drehscheiben nur in Frankreich (Nordbahnhof in Paris und auf der Ardennes-Linie). Der mittlere Theil der 4^m,50 im Durchmesser haltenden Platten ist aus einem einzigen, mit radial auslaufenden Armen versehenen Gussstahlstücke gebildet. Die Enden der Arme sind mit einem peripherischen schmiedeeisernen Bande verschraubt. Die Fahrschienen sind angegossen.

Man construirt die zum Drehen der Locomotiven dienenden Scheiben jetzt meist nur mit einem Gleise (also als Drehbrücken) und bestehen dieselben dann in der Hauptsache aus zwei um die Spurweite voneinander entfernten und die Fahrschienen unmittelbar stützenden Hauptträgern, deren Verbindung durch guss- oder besser schmiedeeiserne Querträger, sowie durch horizontale Andreaskreuze aus Flacheisen hergestellt wird. Vergl. Fig. 6^b, Tafel XXVI und Fig. 2^b, Tafel XXVII. Die Hauptträger ordnet man als Gitter- oder besser, der grössern Steifigkeit halber, als Blechträger an. Zweckmässig ist es, den Querschnitt derselben nicht symmetrisch zu wählen, sondern dem untern Gurte, als dem hauptsächlich gedrückten, eine grössere Stärke und Breite zu geben, so dass die neutrale Achse unter die Mitte der Trägerhöhe zu liegen kommt.

Der mittlere Querträger ist am häufigsten aus Gusseisen, Fig. 2, Tafel XXVII, oder auch aus zwei gekuppelten Blechträgern mit dazwischen befindlichem gusseisernen Mittelstücke gebildet. Fig. 1, Tafel XXVII.

Der übrige Theil der Grube bleibt entweder offen, Fig. 6^b, Tafel XXVI, oder es werden an die Hauptträger seitliche Strebenträger aus Holz oder besser aus Schmiedeeisen,

⁴⁾ Nach Kirchwegers Reisebericht sind in Amerika 15meterige gusseiserne Drehscheiben in Gebrauch. Das Material soll jedoch ein ganz vorzügliches sein.

⁵⁾ Eine der ältesten aus Eisenblech construirten Drehscheiben für Locomotiven und Tender ist die nach Angabe von Flachet von Lemaitre für den Bahnhof der atmosphärischen Eisenbahn zu Nanterre ausgeführte. (Armengaud, Publications industrielles des machines etc. Tome V. Livr. 9.)

Fig. 5, Tafel XXVI und Fig. 2^b, Tafel XXVII, befestigt, die den Belag als Abdeckung für die Grube tragen. Diese Streben sind nicht zu schwach zu construiren, damit im Falle einer Entgleisung von Wagen die an letztern und an der Drehscheibe entstehenden Verletzungen möglichst reducirt werden. In manchen Fällen, Fig. 1^b, Tafel XXVII, werden die Consolträger nur kurz gehalten, so dass an beiden Seiten des Hauptkörpers bloss schmale mit Belag versehene Passagen bleiben.

§. 4. *Fahrschienen und deren Befestigung. Abdeckung des Drehscheibenkörpers.*—

Die Schienen auf den Scheiben wurden früher auf den gusseisernen Trägern mit angegossen und erhielten einen einfach viereckigen Querschnitt. Jetzt werden sie meist von gewöhnlichen schmiedeeisernen oder stählernen Bahnschienen gebildet⁶⁾ und auf den Trägern entweder direct oder mittelst Klemmplatten, Fig. 6, Tafel XXVI, verschraubt, wobei in manchen Fällen die Kopfplatten der obern Hauptträgergurte mit versenkten Nietköpfen versehen werden müssen. Man findet wohl auch die Fahrschienen direct auf die Hauptträger aufgenietet und selbst als Armirung des obern Gurtes angesehen; doch ist dies sowohl aus Festigkeitsgründen, als auch wegen der schwierigen Auswechslung zu verwerfen.

Bei Drehscheiben mit Kreuzgleisen arbeitet man die zusammentreffenden Ecken der Schienen auf Gehrung oder auch stumpf zusammen, wobei für das Passiren der Spurkränze besondere Ausschnitte hergestellt werden müssen, Fig. 4^d, Tafel XXVII. Der grössern Haltbarkeit halber macht man die Kreuzstellen auch aus einem Hartguss- oder Gussstahlstücke und gilt für die Construction derselben das in Capitel IX, §. 23 und 24 Bemerkte.

Bei manchen englischen Drehscheiben befinden sich zwischen den Hauptträgern und den Fahrschienen diagonal unter beiden Gleisen durchgehende Bohlen, wodurch ein elastisches Unterlagsmedium, sowie ein wirksamer Verband der einzelnen Theile bezweckt wird.

Am häufigsten liegt jedoch die Bebohlung bloss neben (nicht unter) den Schienensträngen und dient als Grubenabdeckung. Zur bessern Entwässerung ist es vortheilhaft, dieselbe etwas schräg zu legen. Die Breite der Bohlen soll, wegen des Werfens, nicht viel über 15^{cm} betragen. Werden für den Bahnhofsdiens Pferde benutzt, so empfiehlt es sich das Plateau der Drehscheibe mit kleinen Leisten, als Stützpunkte für die Hufe, zu versehen.

Die neuern Drehscheiben sind zwischen den Fahrschienen gewöhnlich mit dünnen, gerippten gusseisernen Platten oder besser mit geriffeltem Eisenblech, welches durch Stösse nicht so leicht bricht, versehen. Der übrige Scheibenthail erhält Holzabdeckung.

Wo jedoch, wie bei den grossen Drehbrücken, nicht die ganze Grube zu ist, sondern an beiden Seiten der Hauptträger sich bloss ein auf Consolen ruhendes Trottoir erstreckt, Fig. 1^b, Tafel XXVII, wird am besten auch Letzteres mit Eisenblechtafeln, die mit den Winkeleisen sämmtlicher Träger fest vernietet resp. verschraubt werden und so zur Versteifung des Ganzen beitragen, abgedeckt. Die Stösse dieser einzelnen, möglichst grossen Bleche müssen dann nicht auf den Trägern oder Consolen, sondern zwischen denselben liegen und so vertheilt sein, dass die Stösse in der Breite nicht durchgehen.

Um jederzeit in das Innere der Drehscheibengrube gelangen zu können, müssen in der Scheibenabdeckung bequeme Mannlöcher mit Deckeln angebracht werden. Fig. 1^b, Tafel XXVII.

⁶⁾ In Frankreich und England ist die Brückschiene hierzu sehr gebräuchlich.

§. 5. *Die Unterstützung des Scheibenkörpers in der Mitte und am Umfange.* — Bezüglich der Unterstützungsweise sind folgende Drehscheibenconstructions zu unterscheiden:

- a. Solche, welche im Zustande der Ruhe oder der Bewegung entweder unmittelbar an oder in der Nähe der Peripherie von Rollen getragen werden.
- b. Solche, welche theils im Centrum, theils an der Peripherie gestützt werden.
- c. Solche, deren Gewicht entweder ganz oder doch hauptsächlich in ihrer Mitte durch eine Centralsäule getragen wird (Krahnconstructions).
- d. Solche, welche im Zustande der Ruhe an der Peripherie, bei der Bewegung jedoch im Mittelpunkte die Stützung finden.

Bei der Construction a ruht die ganze Last auf den Laufrollen. Der mittlere Zapfen kann entweder ganz weggelassen werden, wenn für die centrische Bewegung der Drehscheibe anderweitig gesorgt wird⁷⁾, oder derselbe dient bloß als Führung. Letzteres wird bei kleinen Drehscheiben oft angewandt. Doch ist diese Construction für grössere Lasten aus dem Grunde nicht zu empfehlen, weil der Hauptwiderstand der Reibung an der Peripherie, also an einem verhältnissmässig grossen Hebelarme wirkt, wodurch ein Schwergang der Scheibe erzeugt wird.

Bei der Construction b tragen die Laufrollen bloß einen Theil der Last, während der übrige Lasttheil seine Stützung auf dem Mittelzapfen findet. Das Vertheilungsverhältniss selbst muss sich nach der Constructionsart, dem Material und der Fundationsmethode der Drehscheiben richten. So wird man bei gusseisernen Drehscheiben eine ziemlich gleichmässige Lastvertheilung als die zweckmässigste ansehen müssen, weil bei diesem Material eine Concentration der Inanspruchnahme nicht rathlich erscheint, während man bei den schmiedeeisernen Drehscheiben, zur Erreichung eines leichten Ganges derselben, das Princip befolgen wird, den grössten Theil der Belastung vom Mittelzapfen tragen zu lassen und den Laufrollen nur die Differenz der Belastungen beider Scheibenhälften zu tragen geben wird. Eine derartige Lastvertheilung wird aber erreicht sein, wenn im unbelasteten Zustande die Drehscheibenlaufrollen auf einer Seite über den Laufkranz sich erheben.

Um die hierfür nöthige Höhenjustirung der Unterstützungspunkte vornehmen zu können, wird der Scheibenkörper in der Mitte entweder mittelst Schraubenbolzen an das auf den Centralzapfen sich stützende schmiedeeiserne Druckhaupt angehängt, Fig. 2, 3, 4, Tafel XXVI und Fig. 1, 2, 4^b und 8^b, Tafel XXVII, oder es stützt sich der mittlere gusseiserne Querträger und durch denselben der ganze Scheibenkörper mittelst eines verstellbaren Keiles auf den Centralzapfen, Fig. 6^d, Tafel XXVI. Erstere Anordnung ist im Allgemeinen vorzuziehen, da der Druckzapfen bei derselben kürzer gehalten werden und auch das Schmieren leichter erfolgen kann. Bei Anwendung von 4 Aufhängungsschrauben, die meist mittelst Vorsteckkeilen in den Angusschülften des gusseisernen Querträgers befestigt werden, können übrigens bei ungleichmässigem Anziehen leicht Pressungen entstehen. Bloß 2 Mutterschrauben von gehöriger Stärke sind daher vorzuziehen, Fig. 1^b und 4^c, Tafel XXVII.

Der Centralzapfen besteht meist aus Schmiedeeisen mit gehärteten Enden oder auch mit Gussstahleinsatz, Fig. 2^a, Tafel XXVII. Am besten ist es, denselben bei kurzen Längen ganz aus gehärtetem Gussstahl anzuordnen, Fig. 1^a, Tafel XXVII. Die Stützung geschieht auf einer stählernen Platte, welche in einem besondern Spurlager, dem so-

⁷⁾ Z. B. durch horizontale Führungsrollen, wie bei Thorold's Patentdrehscheibe. Vergl. Dingle's Polytechn. Journal Bd. 110, p. 161.

genannten Königsstuhl, eingelegt ist. Behufs Justirung wird die Platte zuweilen in eine besondere, durch Stellschrauben zu verschiebende Pfanne eingelegt, welche ihrerseits sich in einem mit dem Fundamente fest verbundenen Gussstücke befindet, Fig. 6^d, Tafel XXVI.

Anstatt die Stahlplatte direct in den Königsstuhl einzulegen, wendet man zu ihrer Stützung in manchen Fällen ein besonderes schmiedeeisernes Mittelstück, den Königszapfen an, welcher meist direct in das gusseiserne Fundamentstück eingelassen ist. Fig. 1^a, Tafel XXVI.

Die Flächen des Königsstuhles oder Königszapfens einerseits und des mittleren gusseisernen Querträgers andererseits müssen, soweit sie ineinander gehen, sauber abgedreht werden. Der Scheibenkörper muss sich auf dem Königsstuhle frei und ohne Zwängen bewegen und der Centralzapfen genau in der Mitte der Drehscheibe stehen.

Damit der Zapfen allein sich nicht drehen kann, ist derselbe entweder auf einen Theil seiner Länge mit einem viereckigen Querschnitt versehen und in das Druckhaupt eingelassen, oder es erhält derselbe einen Keil von Gussstahl, Fig. 1^a, Tafel XXVII, welcher in einer entsprechenden Nuth des Druckhauptes seinen Platz findet.

Da es auf eine unveränderliche Lage des mittlern Scheibenstützpunktes sehr viel ankommt, so thut man gut über dem Druckhaupte einen verschliessbaren Deckel anzubringen, welcher gleichzeitig das Schmiermaterial vor Staub schützt.

Eine interessante Stützungsart der Scheibenmitte haben nach Kirchwegers Reiseberichte⁸⁾ die grossen gusseisernen Drehscheiben für runde Maschinenhäuser in Amerika. An den Enden der Hauptträger befinden sich kleine Laufrollen, welche, wenn Gleichgewicht hergestellt ist, 3 bis 4^{cm} frei über dem Rollkranze schweben. In der Mitte ist ein aufrecht stehender gusseiserner Zapfen mit einem System von konischen Frictionsrollen angebracht, und zwar liegen 10 Stück Kegelrollen von Stahl zwischen harten Platten. Mit eingestecktem Hebebaum dreht ein einziger Mann die schwerste Maschine.⁹⁾

Die Laufräder, welche nach Obigem am zweckmässigsten nur die ungleichmässige Belastung der Drehscheibe zu tragen haben, sind soweit als möglich nach auswärts zu legen, um beim Befahren der Drehscheibe eine gute Stütze gegen das Kippen zu bieten, d. h. also, um den beim Einfahren wirkenden Hebelarm der Last in Beziehung auf diese Stützpunkte so klein als möglich zu machen.

Für den leichten Gang der Drehscheibe ist es ferner von Wichtigkeit, dass die Lauf-(eventuell Treib-)Räder genau radial montirt sind und in dieser Lage festgehalten werden. Jede Abweichung von dieser Lage erschwert den Gang der Drehscheibe und richtet die Räder und die Zapfenlager zu Grunde.

Man erkennt die unrichtige Stellung der Radachsen während dem Gange der Drehscheibe dadurch, dass Letztere sich stellenweise sehr schwer und nach einem dumpfen Tone aus der Grube plötzlich wieder leicht bewegen lässt. Das Rad war nämlich in Folge der unrichtigen Stellung der Achse soweit von seinem richtigen Wege abgelaufen, bis dasselbe gewaltsam und zwar mit einem Rucke wieder in denselben gedrängt wurde.¹⁰⁾

⁸⁾ Organ 1867, p. 56.

⁹⁾ Eine ganz ähnliche Einrichtung mit aus je zwei an der Basis zusammengewachsenen Kegeln gebildeten Frictionsrollen ist den 6. Januar 1853 Ed. Will. Newton patentirt worden. (London Journal of arts C. S. V. 42, p. 8.) Während die Neigung der innern Kegelflächen genau der Neigung der entsprechenden Plattenrinne gleich ist, weichen diese Neigungen für die Flächen der äussern Kegel etwas von einander ab, wodurch eine Führung der Rollen erreicht wird.

Vergleiche auch die im Engineer 1864, p. 4 beschriebene Drehscheibe von Hugh, bei welcher die Stützung sowohl der Scheibenmitte als auch des Scheibenumfangs auf Kugelkränzen erfolgt.

¹⁰⁾ R. Paulus. Der Eisenbahn-Oberbau in seiner Durchführung auf den neuen Linien der k. k. p. Südbahn-Gesellschaft bis zu Ende des Jahres 1867.

Die Laufrollen (Laufräder) unter der Drehscheibe können in dreierlei Weise angeordnet werden.

b. 1) Die Laufrollen liegen bei ältern Constructionen in mit dem Fundamente der Drehscheibe fest verbundenen Lagern.¹¹⁾ Vergl. Fig. 7, Tafel XXVI. Man versuchte, des bessern Gusses halber, dem Rollenumfange eine abgerundete Form zu geben. Doch nutzten sich hierbei die Rollen sowohl als auch der Lauf-ring rasch ab, die Achslager liefen sich bald aus, was zum Seitwärtskippen und daher zum Brechen der Zapfen Veranlassung gab. Zweckmässiger ist es, den Laufrollen die Form eines abgestumpften Kegels zu geben, dessen Spitze sich im mittlern Drehzapfen der Scheibe befindet.

Jetzt wird jedoch die beschriebene Einrichtung bloss nur für kleinere Werkstätten- oder Baugleisdrehscheiben benutzt. Hier ist es zweckmässiger, wegen der leichtern Reparatur, die Rollen mit festen Achsen zu versehen, welche in den festen Lagern ruhen und bequem herausgenommen werden können.

b. 2) Die Achsen der Laufräder drehen sich in an der Scheibe befestigten Achslagern, haben also zugleich eine fortschreitende Bewegung, z. B. Fig. 2, Tafel XXVII. Diese Construction ist für die grossen, schwere Lasten tragenden Drehscheiben die gebräuchlichste, da man hier den Durchmesser der Laufräder viel grösser als bei der Construction b1 annehmen darf, insofern sogar ein Hervorragens der Räder über die Oberfläche der Scheibe zulässig ist. Je grösser aber der Raddurchmesser gemacht werden kann, desto leichter ist der Gang der Scheibe.

Die Laufräder werden entweder aus Gusseisen mit gehärteten Laufflächen oder mit schmiedeeisernen resp. puddelstählernen Bandagen gefertigt. Letztere müssen jedoch sehr sorgfältig warm auf die gusseisernen Radkörper aufgezogen werden, nachdem vorher die betreffenden Flächen etwas concav abgedreht worden sind. Das Befestigen der Bandagen durch Verschraubung oder Vernietung ist unzulässig, da beim Gebrauch die Bandagen sich leicht strecken und dann lose werden. Der verwendete Puddelstahl muss bester Qualität sein und sich härten lassen. Nach dem Erkalten müssen die Bandagen zum letzten Abdrehen gelangen, da auf die genaue kreisrunde Gestalt der Laufräder sehr viel ankommt.

Die Sächsischen (westlichen) Staatsbahnen wenden für die Drehscheiben Laufräder mit gusseisernen Naben, schmiedeeisernen im Kranz geschweissten Speichen und einen 2,5^{cm} starken, abgedrehten schmiedeeisernen Reifen an. Diese Räder widerstehen den Stössen sehr gut und sind nicht theurer als gusseiserne Räder, welche bei weit geringerer Festigkeit ein wesentlich grösseres Gewicht haben.

Die Naben der gusseisernen Laufräder erhalten schmiedeeiserne, warm aufgezo-gene Ringe und es geschieht die Befestigung der Räder auf die Achsen mittelst starker Pressung und Aufkeilung.

In Bezug auf die Längen dieser aus Feinkorneisen herzustellenden Achsen kann man 2 Systeme unterscheiden. Bei den kleinern Drehscheiben mit Doppelschienenträgern der Sächsischen Staatsbahnen, Fig. 2, Tafel XXVI, sowie bei den grossen Drehscheiben der Oesterreichischen Südbahn, Fig. 6^b, Tafel XXVI, u. s. w. sind die Achsen bloss kurz gehalten und es befinden sich die beiden Achslager bei den erstern an einem und demselben gusseisernen Querträger, bei den letztern dagegen an zwei concentrisch neben-einander laufenden genieteten Endquerträgern u. s. f.

Meist ist jedoch bloss je ein Querträger vorhanden, welcher soweit verlängert wird,

¹¹⁾ Ein Patent für eine derartige Construction des Elisha Oldham zu Cricklade, Grafschaft Wilts datirt vom 8. Febr. 1841. Dingler's Polyt. Journal, Bd. 84, p. 258.

dass er das eine Lager der Laufradachse trägt, Fig. 1^b, Tafel XXVII. Das andere Lager der nach dem Mittelpunkte der Drehscheibe gerichteten und meist schwach conisch gehaltenen Achse findet seinen Platz entweder unter dem Hauptträger, Fig. 4^a, Tafel XXVI, oder auf den an die Hauptträger befestigten Consolen, Fig. 2^a, Tafel XXVII, oder, endlich, es ist dieses innere Lager selbst consolartig gegossen und an den Hauptträger fest geschraubt. Je nachdem man den einen oder den andern der eben erwähnten Fälle vor sich hat, wird natürlich auch die Construction der Achslager verschieden ausfallen. Jedenfalls erhält das bei starkem Drucke am besten aus Schmiedeeisen construirte Lager auf der Seite, gegen welche der Druck wirkt, ein metallenes (Rothguss-)Futter, während auf der entgegengesetzten Seite am zweckmässigsten die Schmiervorrichtung angebracht wird. (Z. B. Docht, welcher durch Federn an den Lagerhals gedrückt wird. In Oel getränkte Baumwolle leistet bei gutem Schlusse auch lange Zeit Dienst.)

Zur Verminderung des Reibungswiderstandes in den Achslagern sind Frictionsrollen angewandt worden. Bei der circa 12meterigen Drehscheibe im Güterbahnhofe zu Dresden stützt sich jede Laufradachse gegen je eine Frictionsscheibe aus Gussstahl, deren Durchmesser circa 0,4 des Laufraddurchmessers beträgt, Fig. 8, Tafel XXVI. In neuem Zustande gehen derart Drehscheiben sehr leicht. Doch hat die Frictionsscheibe, hauptsächlich wenn die Hauptträger der Drehbrücke nicht sehr stark gehalten werden und beim Darüberfahren der Locomotiven sich stark einbiegen, keinen sichern Stand. Der Druck des Laufrades wirkt einseitig, wodurch in kurzer Zeit die scharfen Scheibenränder abgedrückt werden und überhaupt durch die eintretende Lockerung der leichte Gang der Drehscheibe verschwindet.

Zweckmässiger ist die in Fig. 5, Tafel XXVII dargestellte Construction der Achslager mit einem die Achse umgebenden Kranze von kleinen cylindrischen stählernen Frictionsrollen von etwa 2,5^{cm} Durchmesser.

Die Laufräder haben bei ihrer Bewegung auf dem kreisrunden Laufkranze das Bestreben sich in tangentialer Stellung zu erhalten, wodurch eine seitlich auf die Achsen wirkende Kraft hervorgerufen wird. Es ist daher, hauptsächlich bei Lagern mit Frictionsrollen zweckmässig, zur Centrirung der Laufradachsen besondere Bügel, Fig. 7, Tafel XXVII, anzuwenden.

b. 3) Die Laufrollen wälzen sich zwischen 2 Laufringen, von denen der eine am Fundamente, der andere an der Scheibe befestigt ist. Die richtige Entfernung der Rollen von der Scheibenmitte wird durch centrale Stangen fixirt, um welche sich die Rollen drehen und die mit dem einen Ende an einem um das Lager des Centralzapfens beweglichen Ringe befestigt sind.¹²⁾ Fig. 1, Tafel XXVI. Die gegenseitige Entfernung der Rollenachsen wird entweder durch Traversen erhalten, Fig. 1, Tafel XXVI, oder es befinden sich die Rollen zwischen zwei schmiedeeisernen Ringen, welche auf den Centralstangen befestigt sind und Letztere gegeneinander unveränderlich festlegen.

So construirte Drehscheiben zeichnen sich durch ihre leichte Beweglichkeit aus, weil die Laufrollen hier die Belastung nicht auf ihre Achsen, sondern auf den Umfang erhalten; demnach bei der Bewegung bloß wälzende Reibung verursachen. Auch sind hier die Missstände, welche bei Abnutzung einzelner Rollen entstehen, weniger fühlbar als bei den beiden vorher beschriebenen Einrichtungen. Andererseits erfordern derartige Dreh-

¹²⁾ Bei der Sieber'schen Drehscheibe (Génie industriel. 1864) sitzen die Laufrollen fest auf den Centralstangen und es drehen sich Letztere in Lagern, die in dem mittlern, den Centralzapfen umgebenden Ringe angebracht sind.

scheiben zwei Laufringe statt eines und sind deswegen etwas theurer. In Frankreich und England ist diese Construction für kleine und mittlere Drehscheiben die gebräuchlichste.

Die Laufrollen stehen gewöhnlich vertical und haben eine conische Form, welcher auch die beiden Laufringe an der Drehscheibe und dem Fundamente entsprechen müssen. Hierbei entsteht jedoch der Nachtheil, dass die unvermeidliche geringe Seitenbewegung der Scheibe, welche bei dem Darüberfahren der Locomotive entsteht und für welche auch bei dem Centralzapfen genügende Luft gelassen werden muss, ohne bedeutende Stösse nicht vor sich gehen kann. Auch entsteht hierbei eine theilweise Entlastung einiger und Ueberlastung der übrigen Rollen.

Diesem Uebelstande kann abgeholfen werden, indem man die conischen Laufrollen um den Betrag ihrer Conicität neigt, so dass die obere Tragflächen in eine horizontale Ebene zu liegen kommen und die Scheiben mit einem ebenfalls horizontalen Laufring sich auf dieselben stützen. Hierbei muss natürlich das letzte Stück der radialen Laufrollenachsen entsprechend umgebogen werden und ist dann z. B. die von van der Zypen und Charlier in Deutz ausgeführte Construction, Fig. 4, Tafel XXVII, bei welcher die Centralstangen nur kurz gehalten und an einem ringförmigen \perp -Eisen befestigt sind, das durch T-förmige Centralstäbe mit dem um den Königsstuhl drehbaren Ringe in Verbindung steht, zu empfehlen.

Bei der Construction c trägt (ähnlich wie bei einem Krähne) eine starke Mittelsäule die Scheibe, welche durch Steifen gegen die erstere abgestrebt ist. Ausserdem sind, zur Unterstützung des Umfanges, zuweilen noch Rollen angebracht.

Diese in Frankreich und hauptsächlich in England zur Anwendung gekommene Construction hat den Zweck, folgende Uebelstände der ad b beschriebenen Einrichtungen zu umgehen.

Durch die Ausbreitung der tragenden und bewegten Theile über zwei getrennte Fundamente, von denen das eine, ringförmige den Laufkranz, das mittlere, blockartige den Mittelzapfen der Scheibe trägt, ist ein vollkommen gleichmässiges Setzen unmöglich gemacht; besonders ist das äussere ringförmige durch seine grössere Erstreckung, beim Froste stellenweisen Veränderungen, Hebungen und Senkungen unterworfen, denen das auf ihm ruhende Rollgleis folgen muss, wodurch ein Schwergehen der Scheibe erzeugt wird.

Der zweite Uebelstand bedingt an und für sich eine grössere zum Umdrehen der Scheibe nöthige Kraftanstrengung, denn da die Reibung an den Rollenachsen beinahe am Umfange der Scheibe thätig ist, so wird es eines bedeutend langen Hebels bedürfen, um günstig auf die Bewegung der Scheibe zu wirken, wenn die Maschine darauf steht, wo die Rollen jederzeit wenigstens auf einer Seite bedeutend gepresst werden.

Den dritten Mangel lassen meteorologische Einflüsse am meisten ans Licht treten, indem sich nämlich auf dem horizontalen Gleise im Winter durch den an der Sonne am Tage auf der Oberfläche der Scheibe thauenden Schnee, der als Wasser durch die Spalten der Bedielung tropft und unten in der Kälte auf dem Eisen wieder gefriert, Eishöcker und Klumpen bilden, die oft den Gang der Drehscheibe ausserordentlich erschweren.

Diese drei erwähnten Mängel zu eliminiren, suchte zuerst Elias Robinson Hancock in Birmingham, dessen am 28. Decbr. 1840¹³⁾ patentirte Drehscheibenconstruction eine mittelst eines stählernen Zapfens auf einem hohen, säulenartigen Unter-

¹³⁾ London Journal of arts. Septbr. 1841, p. 126 und Dingler's Polytechn. Journal, Bd. 82, p. 166.

gestell ruhende Scheibe zeigt, deren Peripheriepunkte durch Steifen gegen ein die Central säule umgebendes röhrenförmiges Gehäuse abgestrebt sind. Zwischen der Säule und dem sie umgebenden Rohre befanden sich eiserne Halsringe behufs Verminderung der Reibung und Verhütung der während des Drehens der Scheibe entstehenden Vibrationen.

Eine wesentliche Verbesserung erreichte Hancock später dadurch, dass derselbe den röhrenförmigen Mantel der Central säule in zwei ringförmige durch lange Schraubenbolzen mit der eigentlichen Scheibe fest verbundene Gehäuse verwandelte, deren jedes vier horizontale Frictionsrollen enthielt, um dem Druck in irgend einer Richtung zu begegnen und stets ein freies Bewegen der Drehscheibe zu ermöglichen. Nach ähnlichen Principien construirte Drehscheiben, jedoch blos mit einem untern Rollringe, haben auf der Chemnitz-Riesaer Bahn Anwendung gefunden und sind dieselben von M. M. v. Weber veröffentlicht.¹⁴⁾

Construction d. Die zuletzt beschriebenen Constructionen zeichnen sich, in Folge der Concentration der Belastung auf den Mittelzapfen, durch leichte Beweglichkeit aus. Andererseits giebt aber gerade das verhältnissmässig sanfte Aufliegen der Drehscheibe an ihrem Umfange, beim Auffahren der Locomotiven, zu bedeutenden Schlägen Veranlassung.

Es hat daher am 22. Juni 1843 Sam. Ellis, Ingenieur zu Manchester, sich eine Anordnung patentiren lassen¹⁵⁾, bei welcher die Plattform der Drehscheibe, wenn dieselbe ausser Bewegung ist, mit ihrem Umfange fest und sicher auf einer starken Unterlage zu liegen kommt, dagegen in dem Moment, wo die Scheibe gedreht werden soll, mittelst eines Hebels rasch in ihrem festen Centrallager gehoben werden und sich nun um eine Centralachse drehen kann. Dieser Hebel ist, je nachdem es erforderlich ist, mit einer Schnellwaage verbunden, um die Belastungen messen zu können, denen die Drehscheibe unterliegt. Hierdurch wird aber die Anlage complicirter und häufigen Reparaturen unterworfen.

Die nach Ellis' Princip construirte Drehscheibe hat später Nilus¹⁶⁾, hauptsächlich in Bezug auf die Stützung und Führung des Centralzapfens verbessert und es wurden derartige Drehscheiben ausser in England z. B. auch auf der ganzen Bahnlinie von Rouen nach Havre eingeführt.

Bei Broomann's Drehscheibe, Patent 1847 (Polyt. Centralbl. 1848, p. 308), ruht die untere Fläche der Mittelsäule auf einem Zapfen, der wie der Presskolben einer hydraulischen Presse durch mit einer Druckpumpe eingedrücktes Wasser um die erforderliche Grösse gehoben werden kann. Doch ist dieser Mechanismus zu complicirt und in der Unterhaltung unvortheilhaft.

Während bei den zuletzt beschriebenen Constructionen der Centralzapfen mit der Plattform und der darauf befindlichen Last gehoben werden muss, wenn eine Drehung der Scheibe vorgenommen werden soll, verfolgten Mallet und Dawson¹⁷⁾ bei der von ihnen angegebenen Construction das (richtigere) umgekehrte Princip, insofern dieselben den Rand der Scheibe auf gusseiserne centrisch abgedrehte, jedoch excentrisch auf ihren Achsen sitzende Rollen aufrufen liessen. Durch einen Hebel ist es leicht möglich, Letztere vom Scheibenrande zu entfernen oder gegen denselben anzudrücken.

Die ad c beschriebenen krahmartigen Drehscheibenconstructionen mit hoher Mittel-

¹⁴⁾ Die Drehscheiben der Chemnitz-Riesaer Bahn von M. M. v. Weber. Organ 1847, p. 40.

¹⁵⁾ Repertory of patent inventions 1845, p. 137 und Dingler's Polyt. Journal, Bd. 96, p. 89.

¹⁶⁾ Armengaud. Publications industr. Tome V, Livr. 9.

¹⁷⁾ Mechanical Magaz., Bd. 46, p. 146. Auch Dingler's Polyt. Journal, Bd. 104, p. 321.

säule sind sowohl an sich, als auch wegen der tiefen Gründung kostspielig. Sie werden daher jetzt meist durch neuere Constructionen mit niedrigeren Gruben ersetzt, wobei auch, jedoch noch selten, das Mallet'sche Princip des Plattformrandes benutzt wird. Statt excentrischer Rollen wendet man jetzt zweckmässiger Stützkeile an.

Schon im Jahre 1851¹⁸⁾ konnte man bei vielen Drehschleiben in England die Anordnung finden, dass unter der Plattform innerhalb des Rollkranzes ein schliittenartiges Gestell, dessen Langbäume zwei schiefe Ebenen bilden, vermittelst eines Kniehebels leicht vor- und zurückgeschoben werden konnte. Im erstern Falle legen sich die schiefen Ebenen unter entsprechende Ansätze der Plattform und unterstützen dieselbe gegen jede verticale Bewegung. Beim Zurückziehen des Hebels wird die Drehschleibe noch, wie gewöhnlich, durch den Centralzapfen und die Laufrollen unterstützt.

Ganz ähnlich ist auch die Einrichtung bei manchen neuesten Drehschleiben in Frankreich, Belgien, England und Deutschland, bei denen das Princip, die sich drehende Schleibe auf dem Mittelzapfen allein zu stützen, verfolgt wird. Fig. 3, Tafel XXVII zeigt die Entlastungsvorrichtung der Hauptträger bei der Drehschleibe der Französischen Nordbahn. Letztere erhält einen Durchmesser von mindestens 14^m,00, damit die Locomotive sammt Tender weit genug vorfahren kann, so dass der Gesamtschwerpunkt der Last mit der Mitte der Schleibe zusammenfällt. Die Führer merken sich bald die hierzu nöthige Stellung. An den Enden der in der Mitte 0^m,90 hohen und bis 0^m,60 sich verjüngenden Hauptblechträger befinden sich gusseiserne, 0^m,60 im Durchmesser haltende Laufrollen, die jedoch für gewöhnlich bei unbelasteter Brücke 0^m,006 über dem Rollkranze schweben, während die Stützung durch vier, schwach zulaufende Riegel von 0^m,085 Höhe und 0^m,075 Breite erfolgt, von denen je ein Paar durch einen gemeinschaftlichen Hebel mit der Uebersetzung von 1 zu 16 bewegt werden kann.

Ist die Maschine mit dem Tender aufgefahren, so werden die Riegel zurückgezogen, die ganze Last überträgt sich nun auf den Mittelzapfen, die Hauptträger biegen sich um höchstens 0^m,002, so dass zwischen den Rollen und dem Rollkranze noch ein Zwischenraum von 0^m,004 bleibt. In diesem Zustande kann die Drehschleibe von 2 Mann ohne Handbäume gedreht werden.

Nur für den Fall, wenn man das Festriegeln der Schleibe vergessen hätte, würden die am Umfange befindlichen Rollen zur Stützung gelangen. Aehnliche Entlastungsvorrichtungen der Laufräder findet man u. a. auch bei den Drehschleiben der Bayerischen Staatsbahnen (Klett & Comp.), wenn die Situation es erfordert ganze Züge darüber gehen zu lassen, bei der Drehschleibe im Heizhause der Oesterreichischen Südbahn in Wien, bei einigen Holländischen Bahnen u. s. w.

Seit mehreren Monaten sind auch in den Gleisen mehrerer industrieller Etablissements in Oldenburg einige nach diesem Princip vom Baudirector Buresch construirten und in Fig. 3, Tafel XXVI dargestellten Drehschleiben von 7^m Durchmesser in Gebrauch.¹⁹⁾ Dieselben werden für Wagen von einem Bruttogewichte von 330 Ctr. und mehr täglich benutzt. Das Drehen selbst geschieht ausserordentlich leicht; die Arbeiter bewirken es mit viel weniger Kraftaufwand als das Fortschieben der Wagen auf der Bahn. Das richtige Centriren der mit höchstens 5^m weiten Radständen versehenen Wagen der dortigen Bahn ist von den Arbeitern leicht erlernt worden.

Der Hergang beim Gebrauche der Drehschleibe ist einfach der, dass dasjenige Ende derselben, von welchem der zu drehende Wagen aufgefahren werden soll, durch die zu-

¹⁸⁾ Nach den Reisenotizen des Geh. Reg.- und Baurath Henz. Organ 1853, p. 141.

¹⁹⁾ Organ 1869, p. 213.

gehörigen Keile in gleicher Höhe mit der Bahn unterstützt wird, während das andere Ende frei schwebend bleibt. Man schiebt den Wagen dann auf und arretirt denselben, sobald das vordere Ende der Drehscheibe etwas zu sinken beginnt, wodurch das unterstützte Ende derselben dann wieder frei und die Drehscheibe bewegbar wird. Nachdem der Wagen für beide Richtungen sicher verlegt ist, dreht man, unterstützt das vordere Ende der Drehscheibe mit dem losen Keil, so dass dasselbe in Bahnhöhe liegt, schiebt den Riegel vor und fährt den Wagen ab. Diese Drehscheiben zeichnen sich durch ihre ausserordentliche Billigkeit aus.

Auch bei den schon oben erwähnten gussstählernen Drehscheiben der Französischen Nordbahn und der Ardennenlinie ist die Stützung der sich drehenden Scheibe nur auf den Mittelzapfen durchgeführt.²⁰⁾ Besonders interessant ist aber hier die Unterstützungsweise des Scheibenumfanges im Ruhezustande mit Hilfe von acht beweglichen Stützsäulchen, Fig. 6, Tafel XXVII. Dieselben bestehen aus je 2 Theilen eines und desselben verticalen Cylinders, deren Trennung eine gebrochene schraubenförmige Fläche bildet. Der obere Theil kann sich um eine verticale Achse, die zu gleicher Zeit zur Befestigung des untern Cylinderstückes an das Fundament der Scheibe dient, drehen, wobei eine Erhöhung oder Senkung dieses obern Cylindertheiles um circa $0^m,02$ erfolgt, wodurch der Centralzapfen der Drehscheibe entlastet oder belastet wird. Durch die besondere Gestalt der Trennungsfläche wird erreicht, dass sowohl in der höchsten als auch in der tiefsten Stellung der obere Cylindertheil eine feste Stützung auf dem untern findet.

Um eine gleichzeitige Drehung der 8 Unterstützungssäulchen zu ermöglichen, sind dieselben äusserlich mit angegossenen horizontalen Zahnkränzen versehen, in welche eine im Grundrisse polygonal laufende Gliederkette eingreift, die mittelst eines kleinen Vorgeleges nach einer oder der andern Seite gezogen werden kann.

Um ferner die Hauptträger der erwähnten Drehscheibe schwächer in den Dimensionen halten zu können, befindet sich zwischen dem Centralzapfen und den Unterstützungssäulchen noch ein Kranz von mit der Plattform verbundenen Laufrollen, die bei leerer Drehscheibe, in Folge der Wirkung der zwischen dem Centralzapfen und dem Druckhaupte eingelegten Federn um einige Millimeter über dem ihnen entsprechenden Rollkranze gehalten werden. Die Elasticität der Federn genügt sogar, um bei belasteter Drehscheibe die Hauptlast einzig und allein auf dem Mittelzapfen zu erhalten, und es haben die Rollen bloss denjenigen Theil der Belastung zu tragen, der in Folge der elastischen Biegsamkeit der Hauptträger unter den schwersten Locomotiven auf dieselben übertragen werden kann.

Das Princip der beschriebenen Drehscheiben ist jedenfalls sehr beachtenswerth; leider haben dieselben jedoch bis jetzt, wahrscheinlich in Folge nicht ganz vorzüglicher Ausführung, zu vielen Reparaturen und Unterhaltungskosten Veranlassung gegeben.

§. 6. *Rollkranz. Fundamente für das Lager des Centralzapfens und für den Rollkranz.* — Der zur Unterstützung der Laufrollen dienende Kranz besteht bei ganz kleinen Drehscheiben (z. B. für Baugleise) aus Flacheisen, die auf einem hölzernen Rahmen befestigt werden.

Bei den für das Drehen von Eisenbahnwagen dienenden gusseisernen Scheiben ist der untere Lauftring am zweckmässigsten entweder mit dem gusseisernen Fundamenttheil oder mit der Umfassung zusammengelassen, Fig. 1 und 4, Tafel XXVI, wodurch ersterer seine Form sicherer behält.

Für grössere Drehscheiben, die schwere Lasten zu tragen haben, ist das Gusseisen als Laufkranzmaterial nicht mehr genügend, da dasselbe sich zu schnell abnutzt und zu störenden Reparaturen Veranlassung giebt. So musste man z. B. bei den Sächsischen Staatseisenbahnen die aus abgedrehten gusseisernen Segmentstücken bestehenden Laufkränze mit schmiedeeisernen Schienen von $0^m,024$ Stärke und $0^m,06$ Breite belegen und schliesslich wurden dieselben durch Ringe von gebogenen Eisenbahnschienen, die sogar

²⁰⁾ Armengaud. Publications industr. XVI, Pl. 18.

billiger herzustellen kamen, ersetzt. Aehnliches geschah bei den meisten Bahnen und es sind daher jetzt die aus Eisenbahnschienen hergestellten Laufkränze selbst für Wagendrehscheiben die verbreitetsten. Man hat jedoch hierbei die Vorsicht anzuwenden, die Schienen nach dem Biegen etwas abzuhebeln, damit die Bahn möglichst genau kreisförmig wird.

Wo der Laufkranz sehr starke Drücke aufzunehmen hat, empfiehlt es sich denselben aus Puddelstahlschienen von zweckmässigem Profil herzustellen. Fig. 1^a, Tafel XXVII.

Während die gusseisernen Laufringe gewöhnlich direct in die darunter liegenden Quader eingelassen und von Zeit zu Zeit durch Steinschrauben befestigt werden, ist es meist gebräuchlich zwischen den aus Schienen gebogenen Kränzen und dem Mauerwerk besondere gusseiserne Unterlagsplatten einzulegen und die Schienen auf Letzteren mittelst Klemmplatten und Steinschrauben zu befestigen, Fig. 8, Tafel XXVI. Nach den Erfahrungen der Oesterreichischen Südbahn²¹⁾ ist es jedoch am zweckmässigsten, auch die aus Eisenbahnschienen gebildeten Laufkränze unmittelbar auf die gut abgeebneten Steine zu lagern, weil alle Zwischenlager nicht haltbar sind.

Für den leichten Gang der Drehscheibe ist es vor Allem nöthig, dass sowohl das Fundamentstück des Mittelzapfens als auch der Laufkranz genau horizontal auf unachgiebigem Fundamente liege.

Diese Fundamente bestehen bei ganz kleinen Drehscheiben aus hölzernen Rahmen mit zwei sich kreuzenden Diagonalhölzern, in deren Mitte das Spurlager für den Mittelzapfen befestigt wird.

Bei Drehscheiben für Eisenbahnwagen findet man bis jetzt am häufigsten getrennte Steinfundamente für den Mittelzapfen und für den Rollkranz. Ersteres soll nicht ein aus kleinen Steinen bestehendes Mauerwerk, sondern ein grosser schwerer Quader sein, der genügend gegen seitliche Verschiebung gesichert ist, Letzteres ist meist blos ein Fundamentvorsprung des Umfassungsmauerwerks und muss natürlich auch genügenden Verband besitzen. Der Zwischenraum wird entweder ausgepflastert oder man wölbt bei tiefern Foundationen Gurte ein, so dass der Mittelquader den Schlussstein der Letztern bildet, wodurch eine Druckübertragung bezweckt wird.

In den Fällen, wo solche Drehscheiben in Aufschüttungen zu liegen kommen und eine Fundirung bis auf den gewachsenen Boden zu kostspielig wäre, compensirt man das allmähliche Setzen des Mauerwerks durch ursprünglich angebrachte Keile oder irgend welche andere Hebevorrichtungen am Spurlager und am Rollkranze. Viel zweckmässiger ist jedoch die in neuerer Zeit oft vorkommende Fundirung der Wagendrehscheiben auf ein einfaches Schotterbett, wobei natürlich die Drehscheibe mit einer zusammenhängenden Fundamentschale von genügend breiter Basis zu versehen ist. So haben z. B. die 4meterigen schmiedeeisernen Drehscheiben der Oesterreichischen Südbahn eine in vier Stücken gegossene Fundamentschale, Fig. 4, Tafel XXVI, die auf eine Bettung von 0^m,95 Tiefe ohne jede weitere Fundirung gelegt wird.²²⁾ Diese Bettung besteht in der tiefsten Lage aus groben Schotter, in der mittlern Lage aus mittelfeinen Schotter und in der obersten Lage aus sehr feinem mit Sand gemischtem Schotter. Jede dieser Lagen bildet circa den dritten Theil der Gesamthöhe. Wenn die Bettung von gleichmässigem Widerstand hergestellt wird, so bleiben diese Drehscheiben, ohne irgend welche Nachhülfe nöthig zu machen, unverrückt in derselben Lage, es müsste denn sein, dass die Bettung auf einer

²¹⁾ Paulus a. a. O.

²²⁾ Paulus a. a. O.

Auffüllung liegt, welche noch nicht in Ruhe gekommen ist. In diesem Falle ist aber die Reparatur viel leichter als bei gemauerten Fundamenten. Man hat nur die Fundamentalschale heraus zu nehmen und die Bettung aufs neue zu überrahmen.

Derartige Schotterbettfundationen findet man in Frankreich schon von 0^m,60 Mächtigkeit an, und zwar selbst für Drehscheiben, die von Locomotiven und Zügen befahren werden, angewandt; zwischen dem Schotter und der Fundamentalschale der Drehscheibe wird dann ein hölzerner Rahmen eingelegt, der zur Druckvertheilung dienen soll. Auf der Französischen Nordbahn werden die für Locomotiven sammt Tender dienenden Drehscheiben auf Bétonplattformen von etwa 0^m,50 Mächtigkeit gegründet. Zur Druckvertheilung dient auch hier ein in das Bétonbett eingelegter hölzerner Rahmen.

Um die erheblichen Kosten der Fundirung in sehr schlechtem Baugrunde zu umgehen, wendet Baudirector Buresch in Oldenburg für das Drehen von Güterwagen auf dem Mittelzapfen aequilibrierte Drehscheiben ohne Laufrollen an, Fig. 3^a und 3^b, Tafel XXVI, deren Unterstützung durch 6 Stück gewöhnliche, fest unterstopfte Bahnschwellen geschieht. Diese Stützungsart hat für die Belastung mit 330 Ctr. schweren Wagen sich als genügend erwiesen und gewährt den Vortheil, dass sie bei nachgiebigem Grunde stets sehr leicht zu verbessern ist. Die flache Grube wird in einfachster Weise durch gestampfte Schlacken gebildet.

Das Sicherste bleibt jedoch für die grossen Locomotivdrehscheiben die Gründung auf gut fundirtes Mauerwerk und sollte man hiervon nicht so leicht absehen, wenn auch die Kosten in Folge des grossen Cubikinhalts des Letztern eine bedeutende Höhe erreichen können. Die Ersparnisse an Reparaturkosten, die Sicherheit und Leichtigkeit des Betriebes sind hinreichende Gründe hierzu. Auch bei den auf dem Mittelzapfen aequilibrierten Drehscheiben wird man nicht viel an den Fundamenten sparen können, da einerseits der den ganzen Druck aufnehmende Centralzapfen eine stärkere Foundation erfordert, andererseits aber auch die für gewöhnlich nicht belasteten Laufrollen im Falle einer falschen Keilstellung beim Auffahren der Locomotive genügende Unterstützung finden müssen.

§. 7. *Einfassung, Form und Tiefe der Grube. Entwässerung derselben.* — Die Einfassung der Drehscheibe ist gewöhnlich von Mauerwerk gebildet, welches mit einem Kranze von genügend grossen, untereinander gut verankerten Quadern abgedeckt wird. Die Quader reichen bis an die Unterkante der Bahnhofsschienen und werden die Enden der Letztern mittelst in Blei eingegossenen Steinschrauben befestigt. Bei manchen Bahnen liegen die Bahnhofsschienen in unmittelbarer Nähe der Drehscheiben auf Langschwellen und werden diese dann gewöhnlich auf ein gusseisernes, auf dem Quaderring liegendes Kranzstück befestigt.

Zur soliden Verbindung des Quaderkranzes bringt man an den innern Kanten desselben einen gusseisernen, aus mehreren Stücken bestehenden Ring an, der ebenfalls Vorsprünge zur Befestigung der Schienen erhalten kann. Endlich legt man auch auf das Umfassungsmauerwerk bloss einen Holzkranz, der durch eingemauerte Ankerschrauben gut befestigt und an der Innenkante ebenfalls durch einen Eisenwinkel geschützt wird, auf. Die Bahnhofsschienen werden dann einfach mit Hakennägeln befestigt.

In neuerer Zeit sind für die Umfassung der Drehscheiben öfters mit pecuniärem Vortheile gusseiserne Wände angewandt worden. Bei kleinern Dimensionen sind dieselben zweckmässiger Weise mit der Fundamentalschale, oder mit dem Laufkranze zusammen gegossen, Fig. 1 und 4, Tafel XXVI, und bestehen aus mehreren Segmentstücken. (Bei Anwendung von Laufrollen in festen Lagern nach §. 5a können Letztere ebenfalls gleich angegossen werden, Fig. 7, Tafel XXVI.) Bei grossen Drehscheiben steht die gusseiserne Umfassungswand auf gemauertem Fundamente. Es muss jedoch in allen

diesen Fällen darauf gesehen werden, dass der gusseiserne Mantel keinen zu grossen und namentlich keinen zu einseitig wirkenden Druck durch das an denselben stehende Bettungsmaterial erleide, weil er sonst seine kreisrunde Form verändern und auf die Bewegung des Drehscheibenwagens hemmend wirken könnte.

Wie schon oben erwähnt, werden in neuerer Zeit die grossen Scheiben für Locomotive sammt Tender nicht voll, sondern oft nur als Drehbrücken construirt, wobei der übrige Theil der Grube offen bleibt. Man spart hierbei sowohl an Herstellungskosten als auch an Kraft zum Drehen der Brücke. Um jedoch hierbei Unglücksfälle durch Hineinstürzen von Personen oder Pferden zu verhüten, werden die Gruben möglichst niedrig gehalten, nach dem Rande zu allmählich ansteigend und mit einem möglichst niedrigen Umfassungskranze ausgeführt.

Noch einfacher ist es, die Grube ganz ohne Ringmauer und bis zur Terrainhöhe flach abgepflastert anzulegen. In letztem Falle ist nur an den Stellen, wo ein Gleis zur Drehscheibe geführt wird, ein kurzes Ringmauerstück nöthig und man kann mit Bequemlichkeit durch die Grube hindurch gehen.

Die Anlage von niedrigen Drehscheibengruben kann auch durch hochstehende Grundwässer bedingt werden, insofern tiefere Gruben unter Wasser kommen würden.

Die Anwendung offener Gruben ist jedoch wegen der möglichen Verschneigung, wenigstens im nördlichen und mittlern Deutschland mit grosser Vorsicht anzuordnen. Die Strenge des Winters und die lange Dauer desselben, namentlich in gebirgigen Gegenden, wird hier manchmal von unbedeckten Drehscheiben abzusehen zwingen, indem das Hinwegräumen des Schnees während eines einzigen Winters weit mehr als die Beschaffung der Bedeckung kosten kann.

Ist aber einmal die Grube zu, so ist es auch zweckmässig dieselbe nicht zu niedrig zu halten, weil man dadurch leichter in den Stand gesetzt wird, eine einfache, kräftige Drehscheibenconstruction und grosse, leichter gehende Laufräder anzuordnen.

Behufs der Entwässerung wird die Grubensohle entweder ausgepflastert oder mit einer flachen Backsteinlage und hierauf mit zwei nacheinander aufgebrachten Lagen Asphalt (à 0^m,006) versehen. Je nach dem, übrigens nicht unter $\frac{1}{24}$ anzunehmenden Gefälle der Sohle sammelt sich nun das Schnee- und Regenwasser entweder in der Nähe des Mittelquaders, Fig. 6^a, Tafel XXVI, wo dasselbe durch einen gusseisernen Rost in einen Fallkessel und von hier aus in die Entwässerungsschleuse abfliesst, oder es wird dasselbe unter den Laufring durchgelassen, wo es sich ebenfalls in einem Umfassungscanal sammelt und an dem tiefsten Punkte desselben abgeleitet wird.

§. 8. *Bewegungs- und Feststellungsmechanismen der Drehscheiben. Stellungssignale.* — Die kleinen Drehscheiben werden gewöhnlich am einfachsten durch auf der Umfassungsmauer stehende Arbeiter, welche sich gegen den auf der Scheibe befindlichen Wagen stemmen, gedreht.

Bei den Wagendrehscheiben findet man meist besondere Handbäume, die in gusseisernen Oesen, welche ihre Befestigung neben den Achslagern an den verlängerten Endquerträgern finden, eingesteckt werden. Auf diese Weise können sogar Locomotivscheiben, je nach der Construction und der Unterhaltung durch 2 bis 8 Mann gedreht werden.

Häufiger wendet man jedoch bei grossen Drehscheiben besondere Windenvorgelege an, die durch auf der Scheibe stehende Arbeiter in Bewegung gesetzt werden. Die Anordnung kann hierbei eine verschiedene sein.

Bei vielen ältern und manchen der neuesten Drehscheiben greift das letzte Glied des Vorgeleges in einen am Umfassungsmauerwerk oder an den Laufring befestigten Zahnkranz ein, so dass durch das Drehen der Kurbel auch eine Bewegung der Scheibe

bewirkt wird. Sehr bequem lässt sich ein derartiger Zahnkranz an die gusseisernen Umfassungswände angliessen. Fig. 2^a, Tafel XXVII. Wie die Figur zeigt, lässt sich das Triebwerk leicht mit einer Auslösung versehen, um die leere Scheibe mit Handbäumen drehen zu können.

Bei den grossen Drehbrücken genügt die Reibung der Laufräder auf dem Laufkranz, um, wenn zwei derselben durch ein Vorgelege in Umdrehung gesetzt werden, die Drehung der Brücke zu bewirken, Fig. 6, Tafel XXVI und Fig. 1, Tafel XXVII; hierbei spart man den grossen Zahnkranz. Da übrigens die Triebräder nicht immer von ganz gleichem Durchmesser bleiben und oft eines der Räder gleitet und zurückbleibt, wodurch vermehrte Widerstände entstehen, so ist die Einrichtung mit zwei Getrieben, wobei jedes unabhängig vom andern je ein Rad treibt, der Einrichtung, wo die Treibachsen gekuppelt sind, vorzuziehen.

Zur Bewegung sehr stark benutzter Drehscheiben (besonders in Locomotivschuppen und Werkstätten) wendet man kleine Dampfmaschinen oder hydraulische Vorrichtungen (Letzteres bei der Paddington-Station in London) an.

Die von dem Maschinenmeister Krauss construirte, im Bahnhof Zürich befindliche Drehscheibe²³⁾ muss, weil Zürich eine Kopfstation ist, alle ankommenden Locomotiven drehen und es vermittelt die Drehscheibe allein den Verkehr mit den Locomotiv- und Wagenwerkstätten, sowie mit den Kohlen- und Baumateriallagerplätzen.

Die Maschine ist nach der einfachsten Construction gebaut. Sie hat einen vertical stehenden Röhrenkessel, der nicht mit Kohlen, sondern mit Abfällen der Locomotivfeuerung geheizt wird. Eine Schleifenübersetzung auf die Kurbelachse und eine einfache Umstenerung mit einem Excenter gestattet die Drehscheibe in jeder Richtung zu drehen. Eine Klauenkuppelung stellt die Verbindung mit dem Triebwerke der Drehscheibe her. Durch eine Bremse ist es dem Wärter möglich, die Scheibe auf jede Spur einzustellen.

Die jährliche Ersparniss gegen den frühern Betrieb mit 4 Mann beträgt 2723 Fres. Dabei wäre noch zu bemerken, dass jetzt die Scheibe zuverlässiger bedient und unterhalten wird und weniger Reparaturkosten verursacht; auch functionirt dieselbe viel rascher, da der Motor 320 Rotationen in einer Minute macht, so dass eine Maschine in $\frac{1}{2}$ Minute gedreht werden kann.

Die Drehscheibe steht im Freien und arbeitet bei Winterszeit ebenso gut wie im Sommer.

Auch in Frankreich, so z. B. in den Bahnhöfen zu Châlons sur Marne, zu Nancy und zu Epervain werden Locomotiven zum Betriebe von Drehscheiben benutzt. An dem letztern Orte befinden sich die Hauptreparaturwerkstätten der Französischen Ostbahn und wird die Tag und Nacht gehende Dampfmaschine zugleich zum Auswaschen der Kessel der in der Rotunde des Maschinenhauses befindlichen Locomotiven verwendet. Die Heizung geschieht mit kleinen Cokes und es beträgt die Ersparniss gegen den frühern Betrieb mit 6 Mann 20 Fres. pro 24 Stunden.

Es braucht nach obigem wohl kaum bemerkt zu werden, dass die Anwendung der Dampf Drehscheiben bei sehr lebhaften Betriebsverhältnissen von grossem Nutzen sein kann.²⁴⁾

²³⁾ Vergl. Organ 1866, p. 29.

²⁴⁾ Auf die Beschreibung verschiedener vorgeschlagenen und in England patentirten Constructionen behufs Drehung der Scheibe durch die auf derselben befindliche Locomotive selber mit Benutzung entweder des Dampfes der Letztern oder der drehenden Bewegung ihrer Triebräder u. s. w. gehen wir hier nicht ein. Vergl. die Literaturangabe am Ende des Capitels.

Zur Feststellung der Drehscheibe dienen am häufigsten sogenannte Klinkhaken, welche um an der Scheibe befestigte horizontale Achsen sich drehen und in gusseiserner auf der Einfassung befindliche und mit 2 Erhöhungen versehene Platten (Klinkscheiben) sich einlegen lassen. Jeder Stellung eines der auf die Scheibe mündenden Gleise entspricht eine besondere solche Klinkscheibe. Die Erhöhungen der Letztern sind gewöhnlich mit schrägen Anläufen versehen, damit man beim Drehen der Scheibe den Klinkhaken schon vor dem richtigen Stande der Letztern auf das Umfassungsmauerwerk niederfallen lassen kann, wobei derselbe auf der schiefen Ebene der Klinkscheibe aufsteigt und in die Vertiefung einfallend eine plötzliche Unterbrechung der Bewegung hervorruft. So bequem dies bei kleinen Drehscheiben ist, so oft werden, in Folge des plötzlichen Anhaltens der auf grössern Scheiben befindlichen erheblichen Massen der Wagen und hauptsächlich der Locomotiven und Tender, die Klinkhaken in den Lagern ausgeschlagen und die Klinkscheiben zerbrochen oder herausgerissen, wenn dieselben nicht sehr stark gehalten und sehr solide befestigt sind. Vorschriftsmässig sollen zwar die Haken erst dann eingelegt werden, wenn die Drehscheibe schon richtig steht. Aus Bequemlichkeit lassen jedoch die Arbeiter dieselben schleifen bis sie von selber einfallen. Ermahnungen, Drohungen und selbst Strafen fruchten wenig.

Es ist daher für grössere Drehscheiben die Anwendung von Riegeln, welche blos bei bestimmten Stellungen der Scheibe in entsprechende Löcher passen, unbedingt vorzuziehen. Hierbei erreicht man auch den Vortheil, dass die Drehscheiben beim Dartüberfahren von Locomotiven nicht so leicht sich selber auslösen können, wie dies manchmal bei Klinkhaken, trotz der öfters angebrachten, jedoch in Folge des Leichtsinnes der Bedienungsmannschaft meist nicht benutzten Versicherungen, geschieht.

Die schmiedeeisernen Riegel können entweder horizontal, Fig. 1^a, Tafel XXVII, oder vertical, Fig. 6, Tafel XXVI, sein (letzteres wegen der leichtern Verunreinigung der Oesen weniger zweckmässig), in einiger Tiefe unter dem Drehscheibenplateau oder besser zu Tage liegen. Zur leichtern Handhabung, sowie als Gegengewicht dient meist eine am Hebel befestigte gusseiserner Kugel.

Die Oesen und Führungen macht man aus Guss- oder Schmiedeeisen. Bei gusseisernen Umfassungen wäre es fehlerhaft, die Klinkscheiben resp. die Oesen an dieselben anzugiessen, weil im Falle des Bruches man ein ganzes Segment auswechseln müsste. Besser ist es diese Theile getrennt herzustellen und fest mit der Umfassung zu verschrauben.

Die Riegel werden entweder einzeln oder durch einen Hebelmechanismus zweckmässiger Weise von einer Stelle aus bewegt, Fig. 1^b, Tafel XXVII, und lässt sich dann leicht mit denselben eine auf der Scheibe befindliche Signallvorrichtung in Verbindung bringen, welche von weitem den richtigen Stand der Drehscheibe anzeigt. Die specielle Beschreibung der Signale gehört jedoch in den 4. Band dieses Handbuchs.

Bei manchen Constructionen treten die Riegel zugleich als Laschen zwischen den Bahnhofs- und den Scheibenfahrtschienen auf, wodurch jedoch offenbar keine so solide Feststellung als durch besondere Schieber, welche sich in fest mit dem Mauerwerk verbundene Oesen einlegen, erreicht werden kann.

§. 9. *Gewichte und Preise der Drehscheiben.* — Die Gewichte sowie die Preise der Drehscheiben sind ausserordentlich verschieden, je nach der Construction, dem Materiale, den Eisenpreisen, den Verhältnissen des Transportes u. s. w. Es lassen sich daher sehr schwer Gewichts- oder Preisnormen aufstellen und beschränken wir uns im Folgenden auf die Mittheilungen der Notizen, wie wir dieselben theils in den Quellen fanden, theils direct erhalten haben.

a. Drehscheiben für Locomotiven und Tender.

1. Die Oesterreichischen Südbahnen benutzen 12^m im Durchmesser haltende Drehscheiben zweierlei Construction.²⁵⁾ Die eine ist in Fig. 6, Tafel XXVI dargestellt. Dieselbe wiegt ohne die Fahrschienen mit gusseisernem Laufkranz 282 Ctr. und mit Laufkranz aus Eisenbahnschienen 274,54 Ctr., wobei das Gewicht des Laufkranzes 25,54 Ctr. beträgt. Der Preis stellte sich im Jahre 1862, incl. gusseiserner Laufkranz und Aufstellung, auf circa 3000 Thlr. (1 Fl. = $\frac{2}{3}$ Thlr.).

2. Die zweite Construction ist mit tiefer Grube. Die Bedeckung der Letztern wird durch besondere Seiten- und Stirnträger gestützt. Das Gewicht einer derartigen Drehscheibe wird in den Normalanschlägen excl. Fahrschienen und Laufkranz zu 400 Ctr., der Preis excl. do., aber incl. Transport und Aufstellung zu 4000 Thlr. angenommen.

Hierzu ist noch für die Bedienung der Seitenconstruction 333 Thlr. zu rechnen. Wenn dieselbe Drehscheibe ohne Seitenconstruction, also mit offener Grube angewendet wird, so kann dieselbe um mindestens 1000 Thlr. billiger geliefert werden.

3. Bei der Schlesischen Gebirgsbahn sind Drehscheiben von 11^m,93 Durchmesser in Gebrauch, die pro Stück excl. Laufkranz 310 Ctr. wiegen und von der Kölner Maschinenbau-Anstalt incl. Transport und Aufstellung für 2850 Thlr. geliefert werden. Der Laufkranz wiegt 24 $\frac{1}{2}$ Ctr. und kostet 100 Thlr. Die Bebohlung endlich stellt sich auf 140 Thlr.

Mit offener Grube, also ohne Seitenconstruction, wird die Drehscheibe um 350 Thlr. billiger.²⁶⁾

4. Die Ruhr-Sieg Bahn hat Drehscheiben von 11^m,93 Durchmesser in Gebrauch. Dieselben enthalten

Schmiedeeisen	187,00 Ctr.
Gusseisen	110,00 -
Gussstahl	1,15 -
Rothguss	0,50 -

und zahlte man im Jahre 1866 (Organ p. 60)

für 1000 Pfd. Schmiedeeisen	78 Thlr.
- 1000 - Gusseisen	46 -
- 1 - Gussstahl	15 Gr.
- 1 - Rothguss	25 -

5. Die 11,6meterigen Drehscheiben mit Kurbelmechanismus der K. Sächsischen westlichen Staatseisenbahnen wiegen ohne Achsen, Räder und Laufkranz 245,0 Ctr.

Ferner wiegen:	die Laufräder	28,5 -
	die Fahrschienen	14,5 -
	der Laufkranz	21,0 -
	die Einlegerplatten	2,0 -

In Summa 311,0 Ctr.

Der Preis für eine complete Drehscheibe ohne Aufstellung beträgt 2036 Thlr.

6. Die 11,6meterigen Drehscheiben der K. Hannoverschen Staatsbahn, Fig. 1, Tafel XXVII, kosten fertig montirt und aufgestellt incl. Schienen, bei längerer Lieferzeit 2220 Thlr., und ebenso bei kurzer Lieferzeit 2450 Thlr.

7. Die K. Bayerischen Staatsbahnen haben 11^m,1 im Durchmesser haltende Drehscheiben mit gusseisernem Umfassungsmantel und gussstählernen Frictionsrollen, sowie dergleichen Lagerschalen in Gebrauch, Fig. 2, Tafel XXVII. Dieselben werden von Klett & C^o. 570.Ctr. schwer für den Preis von ca. 3880 Thlr. (7 Fl. = 4 Thlr.) geliefert.

8. Die 11,674meterigen Drehscheiben der Bayerischen Ostbahnen sind etwas leichter gebaut. Dieselben haben keinen gusseisernen Mantel, sondern eine Umfassungsmauer, auf welcher ein Zahnkranz befestigt ist. Die Achsenlager sind mit Frictionsrollen versehen. Gewicht ca. 400 Ctr., Preis ca. 3480 Thlr. (Klett & C^o).

9. Eine andere, ebenfalls von Klett & C^o. ausgeführte Drehscheibe von 11^m,4 Durchmesser mit offener Grube kostet bei 250 Ctr. Gewicht ca. 2110 Thlr.

10. Die Oesterreichischen Südbahnen benutzen zum Drehen von Locomotiven allein 6meterige Drehscheiben mit offener Grube, die excl. Schienen und Laufkranz ca. 106 Ctr.

²⁵⁾ Paulus a. a. O.

²⁶⁾ Vergl. Plessner, Anleitung zum Veranschlagen der Eisenbahnen. 1869. p. 213.

wiegen und excl. Bedielung, Transport und Aufstellung 1111 Thlr. kosten. Die Blechbedielung innerhalb des Gleises kommt auf 133 Thlr. zu stehen.

b. Drehschleiben für Wagen.

1. Ganz besonders billig stellen sich die vom Baudirector Buresch construirten, 7^m im Durchmesser haltenden Drehschleiben, Fig. 3, Tafel XXVI. Die genaue Kostenspecification für 8 Stück solcher gleichzeitig in den Eisenbahnwerkstätten angefertigten Drehschleiben befindet sich im Organ 1869, p. 214, wonach eine Drehschleibe, excl. Schwellenfundament, Entlastungsvorrichtung, Ausstampfen der Grube u. s. w., auf 180 Thlr. und fix und fertig gangbar hergestellt bloß auf 210 Thlr. zu stehen kommt.

2. Die Ruhr-Sieg Bahn benutzt 5,65meterige Drehschleiben, zu deren Construction

83,00 Ctr. Schmiedeeisen,
51,00 - Gusseisen,
0,90 - Gussstahl,
0,50 - Rothguss

erforderlich sind. Die Preise sind die oben bei den 12meterigen Drehschleiben angegeben.

3. Klett & Co. liefern Drehschleiben von 5^m,5 Durchmesser mit zwei sich kreuzenden Gleisen, deren Gewicht 180 Ctr. und der Preis ca. 1600 Thlr. beträgt.

4. Aus derselben Fabrik bezieht man auch kleine gekuppelte Drehschleiben von 4^m,816 Durchmesser mit gusseisernen Umfassungsmänteln, die bei einem Gewichte von 300 Ctr. ca. 2170 Thlr. kosten.

5. Zu der 4,81meterigen eingleisigen Drehschleibe mit verdeckter Grube der K. Sächsischen westlichen Staatseisenbahnen gehören:

2 Stück complete Langträger (I-Eisen)	= 22,08 Ctr.
1 Kreuzstück mit 8 Schrauben und Muttern	= 6,37 -
1 Fussstück, Stehbolzen und Pfanne	= 2,14 -
2 Stirnwände, 4 Lagerbüchsen	= 7,52 -
2 Stirnwandquerstücke mit 4 Lagern und Schrauben	= 6,47 -
4 Achsen mit Rädern	= 10,50 -
16 Winkel zum Holzbelag	= 11,54 -
34 Pfosten zu demselben mit 19 Schrauben	= 8,45 -
3 Schienen zum Laufiring	= 9,33 -
18 Stühle	= 4,25 -
2 Einlegerstühle	= 0,38 -
48 Steinschrauben mit Muttern	= 0,88 -

Summa 89,91 Ctr.

Der Preis hierfür beträgt = 760 Thlr. — Gr. — Pf.

Hierzu kommen noch:

2 Eisenbahnfahrschienen	= 22 - 20 - 4 -
Löhne, Unkosten und Insgemein	= 42 - — - — -

In Summa 824 Thlr. 20 Gr. 4 Pf.

6. Für das Drehen vierräderiger Wagen benutzen die Oesterreichischen Südbahnen zweierlei Drehschleibenconstructions.²⁷⁾ Die eine, Fig. 4, Tafel XXVI dargestellt, zeigt einen schmiedeeisernen Wagen mit gusseisernem Fundamentheil. Dieselbe wiegt incl. Fahr(fach)schienen und Fundamentschale ca. 190 Ctr. und kostet excl. Transport und Aufstellung 1566 Thlr. Hierzu ist noch die Holzbedielung mit 33 Thlrn. hinzuzurechnen.

7. Bei der andern Construction bestehen die Drehschleiben mit Ausnahme der aus Schienen hergestellten Laufkränze und einiger kleinerer Bestandtheile ganz aus Gusseisen. Ihr Gewicht incl. Blechbedielung wird in den Normalanschlägen zu 150 Ctr. und der Preis excl. der mit 33 Thlr. zu veranschlagenden Aufstellung zu 1100 Thlr. angenommen.

Zahlreiche Angaben über die Gewichts- und Preisverhältnisse der Drehschleiben auf den Französischen Eisenbahnen findet man in Goschler's Traité pratique u. s. w., Bd. I.

Zum Schluss bemerken wir noch, dass die Kosten der Fundirung und des Mauerwerks der Drehschleiben in jedem Falle nach den bestehenden Einheitspreisen besonders zu entwickeln sind.

²⁷⁾ Paulus a. a. O.

Schiebebühnen.

§. 10. *Zweck und Anlage der Schiebebühnen. Schiebebühnen mit versenktem und nicht versenktem Gleise.* — Das Wesentliche einer Schiebebühne kann kurz als ein Stück gewöhnliches Gleises bezeichnet werden, welches parallel zu sich selbst und senkrecht gegen die zu verbindenden Gleise bewegt und der Reihe nach so in jedes der Letztern eingeschaltet werden kann, dass es sowohl im Grundriss als auch im Aufriss als ein Theil desselben sich darstellt. Dieses bewegliche Gleis trägt das zu verschiebende Fuhrwerk.

Diese letztere Art und Weise der Bewegung eines Fuhrwerks erscheint einfacher als die durch Drehscheiben bewirkte und deshalb findet die Schiebebühne auch immer mehr Eingang in den Bahnhöfen, namentlich für den Gebrauch der Remisen und Werkstätten.

Ohne Anwendung von Schiebebühnen ist es blos auf zweierlei Weise möglich die Fahrzeuge von den Remisen auf die Bahngleise und umgekehrt zu bringen. Entweder führt man sämtliche Remisengleise in Curven auf eine gemeinschaftliche Drehscheibe, welche mit den Bahngleisen in Verbindung steht oder es mündet, Fig. 6, jedes Remisengleis auf eine vor der Remise befindliche Drehscheibenreihe, wobei natürlich eine den Wagenständen entsprechende Anzahl Drehscheiben vorhanden sein muss.

Fig. 6.

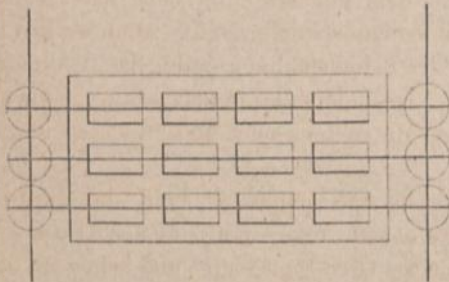
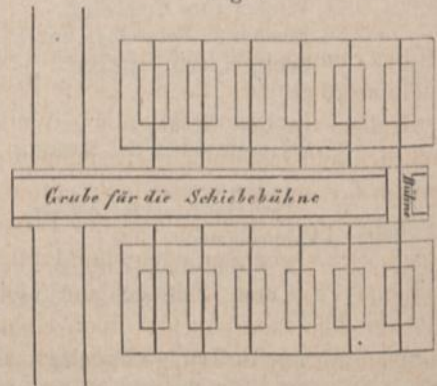


Fig. 7.



Die letztere Lösung verursacht viel Kosten, die erstere erfordert viel Platz. Auch kann man, wie Fig. 6 zeigt, manche Wagen erst nach Entfernung anderer aus dem Gebäude bringen, wodurch Zeitverluste entstehen.

Durch Verwendung einer Schiebebühne nach Fig. 7 erreicht man bedeutende Ersparnisse an den Kosten der ersten Herstellung und eine grössere Bequemlichkeit für den Betrieb.

An Waarenmagazinen kommt das Ausschieben schadhafter Wagen, das Ausschleppen einzelner mit dringenden Frachten beladenen, mit feuergefährlichen Gegenständen belasteten Wagen, welche mit andern Zügen als die übrige Wagenreihe befördert werden sollen, häufig genug vor. Die Störungen in der Verladung sind, will man mit Locomotiven verschieben, nicht unbedeutend, treffen auch das ganze Magazin und sind

auch kostspielig. Eine geeignete Verwendung von Schiebebühnen ist auch hier wünschenswerth.

Endlich können auch die Schiebebühnen wesentlichen Nutzen bei dem Rangirdienste in den Stationen leisten, wo es sich darum handelt, Wagen aus den Hauptgleisen in die Nebengleise und umgekehrt zu schieben. Auf diesen Punkt soll jedoch weiter unten speciell eingegangen und zunächst die Construction der Schiebebühnen im Allgemeinen besprochen werden.

Man unterscheidet:

- a. Schiebebühnen mit versenktem Gleise und
- b. Schiebebühnen ohne versenktes Gleis.

Die Construction a ist die ältere; es werden bei derselben sämtliche Parallelgleise um die Länge des beweglichen Gleisstückes durch eine senkrecht zu den Parallelgleisen sich erstreckende Grube, welche zur Unterbringung der Stütz- und Bewegungstheile der Schiebebühne dient, unterbrochen. Auf der Sohle dieser Grube liegen, ebenfalls senkrecht zu den Parallelgleisen, die Schienenstränge, auf denen sich die Schiebebühne mittelst ihrer Laufrollen bewegt.

Die Grube ist, wie leicht einzusehen, ein grosser Missstand. Sie ist nicht allein in mannigfacher Hinsicht sehr unbequem und bei grösserer Tiefe gefährlich, da es nicht möglich ist dieselbe auf practische Weise zu decken, sondern hindert geradezu die Anlage von Schiebebühnen an manchen Stellen des Bahnhofes, insofern sie wegen der Unterbrechungen der Gleise ein ungehindertes Darüberfahren der Züge nicht gestattet. Es bestimmen daher §§. 72 und 73 der Grundzüge:

Die Gruben der Schiebebühnen dürfen nicht über 460^{mm} (18 Zoll) tief sein.

In durchgehenden Gleisen sind Schiebebühnen mit versenkten Gleisen unzulässig.

Ausser den schon oben erwähnten Nachtheilen der Grube ist noch zu erwähnen, dass die Fundamente und Laufbahnen derselben sehr kostspielig sind, wenn sie gut hergestellt werden, was für die leichte Bewegung der Schiebebühnen nöthig ist. Auch sind die Gruben vor den Remisen und Werkstätten, besonders bei Feuersgefahr, ungemein hinderlich und schädlich, weil sie nicht erlauben, alle Wagen oder Maschinen gleichzeitig aus dem brennenden Gebäude zu entfernen.

Bei der Entwicklung des Eisenbahnwesens hat sich daher bald das Bestreben gezeigt, Schiebebühnen auch ohne Laufgruben zu construiren. Robert Lautz hat das Verdienst, die erste Schiebebühne ohne versenktes Gleis construirt und schon im Jahre 1847 auf dem Bahnhofe der Bonn-Kölner Eisenbahn in Bonn vor dem dortigen Wagenschuppen mit gutem Erfolge angelegt zu haben.²⁸⁾ Nach demselben Princip sind dann im Jahre 1848 auch Schiebebühnen ohne Laufgruben für Locomotiven von Benda auf der Magdeburg-Wittenbergschen Eisenbahn ausgeführt worden.²⁹⁾ Doch haben Letztere, in Folge der schnellen und bedeutenden Vergrösserung der Locomotivgewichte und wegen der dadurch bedingten schweren Beweglichkeit, sich nicht erhalten können (erst in neuester Zeit ist dieses Problem durch Anwendung eines Dampfmotors gelöst worden), während die Construction der unversenkten Schiebebühnen (Schiebeschleitten) für Personen- und Güterwagen sich in den Details aufs Mannigfaltigste ausgebildet hat, wobei ein Hauptziel punkt die leichte Beweglichkeit der Bühnen blieb. Der Durchmesser der Schleittenräder ist nämlich durch die Höhe der Wagenachsen resp. der noch tiefer herunterragenden Brems-

²⁸⁾ Organ 1850, p. 1.

²⁹⁾ Ebendasselbst p. 137.

theile begrenzt. Man kann daher meist nur kleine Laufräder anwenden, wodurch bei irgend einer erheblichen Belastung, z. B. bei beladenen Güterwagen, das Verschieben der Bühne sehr erschwert und eine grosse Bedienungsmannschaft bedingt wird.

Es ist daher eine bekannte Erfahrung, dass obgleich oberirdische Schiebebühnen bei der grössern Zahl von Bahnen zwar vorhanden sind, dieselben jedoch auf Stationen, wo jederzeit zum Rangiren und Umstellen der Wagen Locomotivkraft und hinlänglicher Raum zum Rangiren zur Disposition steht, die Schiebebühnen, wegen ihrer schweren Beweglichkeit, sehr wenig benutzt werden und deshalb auf solchen Stationen Schiebebühnen anzulegen, nicht gerathen erscheint, mit Ausnahme bei resp. in Werkstätten, wo in der Regel die Benutzung der Locomotiven wegen localer Hindernisse nicht stattfinden kann. Mit grossem Vortheil findet dagegen ihre Anwendung auf solchen Stationen statt, wo zwar wenig Arbeitskräfte vorhanden sind, Locomotivkraft aber ganz mangelt.³⁰⁾

In dem Folgenden sollen nun die einzelnen Schiebebühnensysteme in Bezug auf ihre Construction näher besprochen werden.

§. 11. *Construction der Schiebebühnen mit versenktem Gleise.* — Dieselben lassen sich in 2 Arten eintheilen:

- a. Solche, welche für das Fortbewegen von Wagen dienen.
- b. Solche für Fortbewegung von Locomotiven sammt Tender und der acht-räderigen Personenwagen.

Die Länge der Schiebebrücken richtet sich nach der Bestimmung der Letzteren und variirt zwischen 3^m,60 in Reparaturwerkstätten und 11^m,60 für das Verschieben von Locomotiven mit Tender.

Die Entfernung des versenkten Gleises von dem zunächst stehenden Gebäude (Wagen- oder Locomotivschuppen, Reparaturwerkstätten) muss so gross genommen werden, dass bei geöffneten Schlagthoren die längsten Wagen noch auf der Schiebebühne (auch Gleiskarren genannt) bewegt werden können. Bei Anwendung von Schiebethoren kann das versenkte Gleis viel näher an das Gebäude gelegt werden, so dass noch die Buffer einigen Spielraum haben.

Die Länge der Schlittengrube richtet sich selbstverständlich nach der Zahl der Wagen- oder Locomotivstände.

Der eigentliche Bühnenkörper besteht in der Hauptsache aus zwei unter den Fahr-schienen befindlichen Hauptträgern, welche durch Vermittelung einer Anzahl Querträger an den Laufrollenachsen ihre Stützung finden. Vergl. Fig. 6^c, Tafel XXVIII. Ausserdem wird die nöthige seitliche Steifigkeit des ganzen Körpers durch verticale und horizontale Querverbände erzielt.

Das Material sowohl als auch die Construction der Haupt- und Querträger kann sehr verschieden sein. Früher machte man dieselben aus Holz. Bei dem Innehalten der Maximalgrubentiefe von nur 460^{mm} lässt sich jedoch mit hölzernen Trägern nicht die für grössere Lasten nöthige Steifigkeit erzielen.

Es lautet daher §. 72 der Grundzüge:

Hölzerne Schiebebühnen sind nur für Wagen zuzulassen. Schiebebühnen für Locomotiven sollen aus Schmiedeeisen oder Stahl construirt werden.

³⁰⁾ Beschluss der Dresdener Conferenz 1865.

In neuerer Zeit werden die hölzernen Wagenbühnen höchstens in bedeckten Räumen benutzt. Kleine gusseiserne Gleiskarren kommen ebenfalls jetzt seltener vor. Meist bestehen die Bühnenkörper für Wagendienst aus Schmiedeeisen und zwar entweder aus einfachen oder gesprengten Schienenträgern, Fig. 7, aus I-Eisen, oder seltener aus genieteten Blechträgern. Bei Schiebebühnen für Locomotiven werden sowohl die Längs- als auch die Querträger aus genieteten oder gewalzten I-Trägern gebildet, Fig. 1 und 6. Die Querträger sind meist sogenannte Zwillingsträger, Fig. 6^a, und entweder durch guss- oder schmiedeeiserne Verbindungstheile miteinander gekuppelt. Die Anzahl sowie die gegenseitige Entfernung solcher Querträger richtet sich nach der Länge und der Tragfähigkeit der Bühnenlängsträger. Während bei kleinern Wagenschiebebühnen Letztere nur an ihren Endpunkten feste Stützpunkte bedingen, erhalten die längern Bühnen drei und vier Stützpunkte und folglich eben so viel Laufstränge auf der Grubensohle.

Die Gleiskarren für Locomotiven besitzen mindestens 3 Paar Laufräder und die entsprechende Zahl gekuppelter Querträger, Fig. 6.

Die Lauf- resp. Treibräder befinden sich innerhalb der gekuppelten Querträger und sind Letztere am zweckmässigsten an den Achsen der Räder angehängen, wodurch, bei geringer Grubentiefe, ein grosser Raddurchmesser und somit eine leichtere Beweglichkeit erreicht wird.

Die Achsen der Laufrollen sind entweder kurz gehalten oder gehen in den Fällen lang durch, wo man mittelst eines gemeinschaftlichen Triebwerks zwei oder mehrere Treibräder in Bewegung setzen will, welche dann natürlich miteinander gekuppelt werden müssen. Die Meinungen über die Zweckmässigkeit der einen oder der andern Construction sind noch sehr getheilt. Nach den Erfahrungen des Ober-Inspectors Paulus bei den Oesterreichischen Südbahnen, ist die Kuppelung der Treibräder nicht zu empfehlen, da es nicht zu vermeiden ist, dass bei ungleichmässiger Belastung des Schiebebühnenwagens durch Locomotiven sammt Tender und bei dem wechselnden Adhäsionsgrad der Laufbahnen entweder das eine oder das andere Treibrad gleitet, wodurch dieser Theil der Schiebebühne gegen den andern zurückbleibt. Dieses wechselseitige Gleiten verursacht ein Abweichen von der geraden Linie und folglich ein Klemmen. Es ist ferner nicht zu verkennen, dass bei dem Kuppeln von zwei Treibrädern die Letztern von durchaus gleichem Durchmesser sein und bleiben müssen, wenn die geradlinige Bewegung nicht gestört werden soll. Aus diesem Grunde zieht Paulus vor, jedem der Treibräder ein besonderes Treibwerk zu geben.

Nach den Erfahrungen anderer Techniker bewähren sich jedoch Schiebebühnen mit einer ganz durchgehenden Achse und conischen äussern Rädern, wenn die Anfertigung mit grosser Accuratesse geschieht, sehr gut und zeigen einen leichten Gang.

Zur Führung der Schiebebühnen werden entweder die Laufschienen für die Bühnenräder mit entsprechenden seitlichen Vorsprüngen versehen, oder, was entschieden vorzuziehen ist, man stellt die Laufstränge aus gewöhnlichen Schienen her und giebt dann den Laufrädern der Schiebebühne Spurkränze, Fig. 7^a, oder Führungsrollen, Fig. 6^a. Bei 3 Laufräderpaaren geschieht die Führung am besten an den äussern Rädern, während das mittlere Rad ohne Spurkranz gemacht werden kann. Weniger zweckmässig ist es, das mittlere Rad allein mit doppeltem Spurkranz zur Führung versehen, Fig. 1^a. Bei 4 Räderpaaren erhalten gewöhnlich die beiden inneren Spurkränze. Eine Führung mittelst äusserer conischer Räder ist jedoch auch hier vorzuziehen.

Das Triebwerk selbst der Schiebebühnen besteht aus einem Zahnradvorgelege mit Kurbelmechanismus. Das Uebersetzungsverhältniss der bewegenden Theile wird man entsprechend der auf dem Bahnhofe zum Verschieben der Wagen bestimmten Arbeitskräfte

wählen. Sind viele Kräfte vorhanden, wie auf grossen Bahnhöfen, so kann man durch geringe Uebersetzung an Zeit gewinnen; sind wenig Kräfte vorhanden, wie auf kleinen Bahnhöfen, so übersetzt man stärker und arbeitet mit Hilfe der disponiblen Zeit. Die Schiebebühnen für Locomotiven und Tender werden jetzt bei sehr lebhaftem Betriebe mit Dampf locomobilen versehen (z. B. bei der Französischen Ostbahn). Die Locomotiv-schiebebühnen von Klett & C^o. in Nürnberg werden gegenwärtig mit einem Mechanismus hergestellt, welcher durch ein Drahtseil getrieben wird, die Locomotiven auf die Bühnen bringt und letztere verschiebt. Mittelst dieses Mechanismus kann ein Mann durch einige Steuerungshebel Locomotiven von einem Gleise auf das andere bringen. Hierbei ist auch die Einrichtung getroffen, dass die leere Schiebebühne sich rascher bewegt als die beladene und dass dieselbe vorkommenden Falls von Hand mittelst Kurbel getrieben werden kann.

Interessant ist auch eine (bis jetzt leider noch nicht näher beschriebene³¹⁾ vom Bezirks-Maschinenmeister Imhof in Bamberg construirte und demselben patentirte Hebelvorrichtung, welche in dem neuen Bahnhofe zu Würzburg zur leichtern Fortbewegung mehrerer Schiebebühnen für Locomotiven und Tender in nur 0^m,10 versenkten Gleisen dient. Angestellte Versuche haben erwiesen, dass ein einzelner Arbeiter im Stande ist mittelst dieser Vorrichtung eine 600 Ctr. schwere ungeheizte Locomotive auf einer Schiebebühne mit einer Geschwindigkeit von 5^m,84 pro Minute zu verschieben. Die Kosten eines solchen Hebelmechanismus für die Schiebebühnen der Bayerischen Staatsbahn belaufen sich auf ca. 57 Thlr. (100 Fl.).

Die Befestigung der Laufschiene auf dem Grubenfundamente geschieht am häufigsten direct auf Stein, und zwar werden hier meist mit Vortheil Steinwürfel benutzt. Man findet jedoch auch die Lagerung der Laufschiene auf Quer- oder Langschwelle, sowie auf Combinationen der Letztern, was jedoch, der Vergänglichkeit des Holzes halber, weniger zu empfehlen ist.

Die Grubenmauern sind 0^m,40 stark, am besten aus cementirten Ziegeln herzustellen. Die Abdeckung der Mauern geschieht, ähnlich wie bei Drehscheiben, durch Holzschwelle oder Quader mit armirten Ecken.

Als Grubenpflaster genügt eine cementirte Flachschiebt, welche nach der Mitte zu etwas abfällt und mittelst eines kleinen Canals entwässert wird.

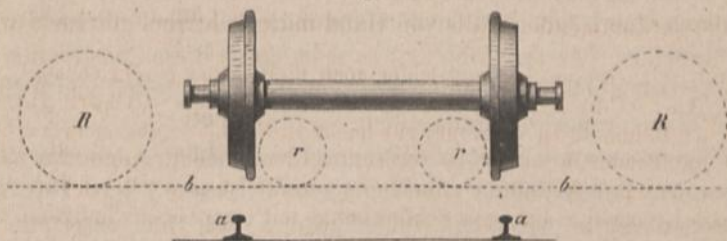
§. 12. *Construction der Schiebebühnen ohne versenktes Gleis.* — Die Construction der Schiebebühnen ohne Grube hat, da die Wagen beim Auffahren auf die Bühne sich nur um sehr wenig heben dürfen, mancherlei Schwierigkeiten; die meisten derartigen Schiebebühnen lassen daher in der That noch zu wünschen übrig.

In der nachstehenden Fig. 8 muss die Achse eines Wagens, um quer über die Parallelgleise transportirt werden zu können, so hoch gehoben werden, dass nicht allein die tiefsten Punkte der Spurkränze über die Köpfe der Schienengleise *a* sich bewegen können, sondern noch um so viel höher, dass die Constructionstheile der Schiebebühne, auf welche sich die Radflantschen der Wagen stellen, mit dem gehörigen Spielraum über die Schienenköpfe hinweggehen; selbstverständlich darf aber die ganze Hebung des Wagens nur eine sehr geringe sein, wenn es möglich bleiben soll, ihn bequem auf die Bühne zu schieben. Ist daher in der Skizze die Achse so hoch gehoben dargestellt, dass diesen Bedingungen entsprochen wird, so hätte man bei Construction der Bühne zunächst die Wahl, die Räder derselben entweder aussen, wie bei *R R*, oder innen, wie bei *r r*, anzubringen, wenn *b b* die Oberkante des Quergleises für die Bühne bezeichnet.

³¹⁾ Siehe Organ 1867, p. 14.

System Lautz. Bei der ältesten, von Lautz angegebenen Construction ist die erste Lösung angewandt.³²⁾ Die Räder sind äussere und erhalten einen für den leichten Gang der Schiebebühne erforderlichen, angemessen grossen Durchmesser. Hierdurch kommen jedoch die Mittelpunkte der erstern so weit von einander zu liegen, dass es unmöglich wird zwischen beiden einen Tragbalken herzustellen, der das bedeutende Gewicht des Wagens trägt, dabei aber an den beiden Seiten über den Schienen *a a* nur die hier zulässige geringe Höhe hat.³³⁾

Fig. 8.

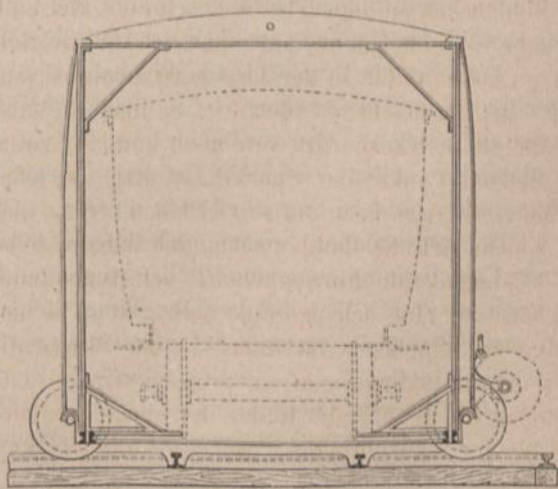


Bei der Lautz'schen Schiebebühne haben daher die Tragbalken oder Querträger eine grössere als diese Minimalhöhe erhalten, so dass freilich dieselben zum Theil unter das Niveau der Hauptgleise zu liegen kommen (vergl. Fig. 10), wodurch man genöthigt wird, um der Bewegung der Querträger nirgends hindernd in den Weg zu treten, alle Parallelgleise in der Linie, in welcher sich die Querträger bewegen, durch eine Fuge zu unterbrechen. Um aber diese Fuge so schmal als möglich machen zu können, hat man den Querträgern in der Höhe der Gleise eine möglichst geringe Breite gegeben.

³²⁾ Organ a. a. O.

³³⁾ Erwähnenswerth ist an dieser Stelle eine in den Borsig'schen Werkstätten ausgeführte und in den Annales du génie civil, avril p. 265, sowie im Organ 1867, p. 29 beschriebene Schiebebühnenconstruction für Locomotiven und Wagen, Fig. 9. Die Längsseitenwände der Bühne sind von Gitterträgern, deren Höhe die des Wagens übertrifft, hergestellt, welche durch gusseiserne Verticalständer von I-Form abgesteift werden. Die Verbindung der Wände geschieht oben, über dem Wagen, durch gusseiserne Stücke, unten durch starke Winkeleisen, welche zugleich die Schienen der Schiebebühnen tragen und durch Anschlussdreiecke von Blech an den Gitterträgern befestigt sind. Das Ganze ruht auf vier gusseisernen aussen angebrachten Rädern, von denen zwei mittelst eines Vorgeleges, als Treibräder dienen. Die Höhendifferenz der Schienen der Bühne und dem des anliegenden Gleisstückes wird dadurch ausgeglichen, dass man mittelst hydraulischer Vorrichtungen dies letztere Gleisstück um ein entsprechendes Stück hebt.

Fig. 9.



Dieses, wie erwähnt, von Lantz zuerst angewandte Constructionsprincip hat viel Nachahmung gefunden. Wegen der vollständigen Unterbrechung der Hauptgleise ist es jedoch meist nur für Schiebebühnen, die in resp. bei Reparaturwerkstätten liegen, weniger in Gleisen, wo ganze Züge cursiren, angewandt worden.

So ordnete v. Ruppert bei der Spurerweiterung der Badischen Eisenbahnen im Jahre 1855 Schiebebühnen mit continuirlichen Laufschiene an. Die Haupt-(Parallel-) Gleise lagen um die Spurkranzhöhe höher als die Schienen des Bühnengleises und waren unterbrochen.³⁴⁾

Strothman construirte für die Wagenreparaturwerkstatt des Bahnhofes zu Wittenberge nach demselben System eine Schiebebühne von 8^m,16 Länge und 3^m,14 zwischen den Rädern, deren Querträger und Querverbindungen alle aus unbrauchbar gewordenen alten Schienen bestehen. Die Tragfähigkeit, welche durch diese Construction erzielt wird, genügt, um die grössten achträderigen Güterwagen mit Leichtigkeit von 3 Mann dahin zu bringen, wo die Wagen reparirt werden sollen.

In der Wagenreparaturwerkstatt zu Braunschweig befindet sich eine nach ähnlichen Principien construirte Schiebebühne vom Ingenieur Clauss, Fig. 9 Taf. XXVIII. Die Querträger bewegen sich in vertieften, rinnenförmigen, mit Holz ausgefüllten Canälen. Die Detailconstruction ist sehr kräftig ausgeführt, um Wagen von grossen Längen und bis zu einem Gewichte von 400 Ctr. mit Sicherheit tragen zu können.

Die Oesterreichische Staats-Eisenbahn-Gesellschaft hat in der neuen Personenhalle zu Prag, sowie im Waarenbahnhofe daselbst eine vom Ingenieur Sambue unter der Leitung des Centraldirectors v. Ruppert ausgearbeitete Schiebebühnenconstruction angewandt, welche in Fig. 10 Taf. XXVIII dargestellt ist. Die Querträger bestehen jeder aus einem einzigen Stücke Schmiedeeisen und hängen an den aussen angebrachten, mit durchgehenden Achsen versehenen Rädern.

Die Laufstränge der Bühne liegen auf Langschwelen, neben welchen parallel andere Langschwelen laufen, so dass zwischen beiden Schwelen, als freier Raum, die Laufrinne für den unterhalb der Schienen liegenden Theil des Querträgers gebildet wird. Die Langschwelen sind unter sich durch Querriegel verbunden.

Zur Befestigung der Laufschiene an den Kreuzungsstellen dient ein gusseiserner Stuhl, Fig. 10^a, dessen Form der eines Steigbügels vergleichbar ist. Derselbe ist an die erwähnten Fundirungshölzer angeschraubt und hält die darauf befestigten Schienen, und zwar sowohl des Bühnen- als auch des Parallelgleises unverrückbar fest.³⁵⁾

Auch bei der Französischen Westbahn sind unversenkte Schiebebühnen mit aussen liegenden Rädern in Gebrauch. Um jedoch für Letztere einen möglichst grossen Durchmesser zu erzielen, sind die Quergleise für die Schiebebühne um 0^m,21 tiefer als die Parallelgleise gelegt, weshalb Letztere, wegen des Durchganges der 0^m,05 breiten Bühnenräder, breitere Fugen erhalten müssen. Die Querträger bestehen aus Gusseisen.

Bei sämmtlichen, oben beschriebenen Schiebebühnen liegen die das zu transportirende Eisenbahnfahrzeug unmittelbar tragenden Längsträger auf den Querträgern, und zwar ausserhalb der Räder des darauf stehenden Wagens, wodurch man den Vortheil erreicht, dass Letzterer auf den conischen Flächen und nicht auf den Spurkränzen

³⁴⁾ Eisenbahnzeitung 1855, p. 173.

³⁵⁾ Bemerkenswerth ist auch die von W. Beyer in Dresden angewandte Construction, bei welcher die Schienen der Parallelgleise auf die Länge der Schiebebühne aus Hartwiehschiene hergestellt werden und für das Durchlassen der Bühnenquerträger mit verticalen Schlitzten, die jedoch vom Kopfe ausgehend, nicht die ganze Schiene trennen, sondern den Fuss derselben unberührt lassen, wodurch ein vorzüglicher Zusammenhalt erreicht wird.

seiner Räder ruht, demnach auch die Höhe, um welche der Wagen zu heben ist, um von den Schienen auf die Bühne zu gelangen, um den Betrag des Spurkranzes geringer sein kann. Die Höhe reducirt sich daher hier auf ca. $0^m,05$.

Das Heben selbst kann mittelst verschiedener Vorrichtungen bewirkt werden, wie dies weiter unten auseinander gesetzt werden soll. Vorher möge jedoch die andere Classe von Schiebebühnen, bei welchen die Laufräder innenliegend angebracht sind, näher besprochen werden.

System *Dunn*. Die älteste derartige Construction und noch jetzt in Deutschland, Frankreich und besonders England viel verbreitet ist die von *Dunn* (Londoner Ausstellung 1851). Sie besteht in der Hauptsache aus einem eisernen, kastenförmigen, mit der Oeffnung nach unten gekehrten Schlitten, welcher mit den untern Kanten seiner Längsseiten den zu bewegendenden Wagen trägt. Dieser Kasten wird von paarweise gruppirten Laufrollen getragen (vergl. Fig. 5 Taf. XXVIII), die in der Weise gegeneinander versetzt sind, dass wenn das eine Rollenpaar auf die wegen des Passirens der Spurkränze der Eisenbahnfahrwerke in den Quergleisen ausgesparten Lücken zu stehen kommt, die Bühne auf dem andern Paare, aushülfsweise Unterstützung findet.

Die Laufrollen der *Dunn*'schen Schiebebühne sassen ursprünglich auf kurzen, nicht durchgehenden Achsen und hatten auch keine Spurkränze, sondern liefen auf besonders, mit Führungsrippen versehenen und auf Langschwelen befestigten Querschienen aus Flacheisen. In Folge der geringen Steifigkeit der Letztern in verticaler Richtung entstanden jedoch leicht im Gleise Vertiefungen und Unebenheiten, aus denen die kleinen Laufräder nur mit grösster Kraftanstrengung herauszubringen waren.

Fig. 5 Taf. XXVIII zeigt die von *Prüsmann* verbesserte *Dunn*'sche Schiebebühne zu *Löhne*.³⁶⁾ Jedes der beiden Quergleise ist aus zwei parallel dicht nebeneinander liegenden gewöhnlichen Eisenbahnschienen *aa* gebildet, die mit ihren Köpfen 13^m höher liegen als die Hauptgleise und die an den Kreuzungsstellen mit den Hauptgleisen entsprechend, für die Spurkränze der auf Letzteren gehenden Wagen, ausgeklinkt sind. Die Verbindung der Querschienen an diesen Stellen mit den Hauptschienen geschieht durch Schrauben, welche durch die aufeinander greifenden Schienenfüsse gezogen sind. Selbstverständlich ist die zweite Schiene der Quergleise eigentlich nur an den kurzen Stellen nöthig, wo die Haupträder *bb* der Bühne in die Ausklinkungen fallen und die Hülfsräder nun zum Tragen gelangen.

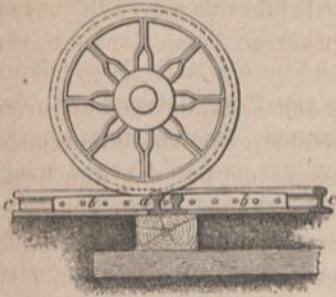
Je zwei der mit niedrigen, die Hauptschienen nicht berührenden Spurkränzen versehenen 4 Haupträder *bb* sitzen auf einer gemeinschaftlichen Achse *cc* fest und da die Laufflächen dieser Räder conisch sind, so ist ein Schiefelaufen der Bühne bei ungleichmässigem Anschieben nicht so leicht zu befürchten. Der äussere Durchmesser der Haupträder beträgt $0^m,35$. Durch Anwendung von gusseisernen Frictionsrollen *hh* wird jedoch der Widerstand soweit reducirt, als ob die Bühne Laufräder von $0^m,0757$ Durchmesser hätte. Mit einer derartigen Schiebebühne können 4 Arbeiter einen Güterwagen mit 200 Ctr. Ladung verschieben.

Badisches System mit zwei Achsen. Anstatt der kleinen Doppelräder der *Dunn*'schen Schiebebühne hat man zunächst in Baden (v. *Ruppert*) Gleiskarren mit vier resp. sechs möglichst grossen ($0^m,45$) Laufrädern angewandt, von welchen je zwei resp. drei auf einer und derselben ohne Unterbrechung durchgehenden Achse sassen. Die continuirlich durchgehenden Quergleise wurden von etwas niedrigeren Eisenbahnschienen als die Hauptgleise gebildet (s. umstehende Fig. 10) und erhielten ausserdem

³⁶⁾ Organ 1864, p. 139.

seitliche Führungsschienen von gewöhnlichem Profil. Hierbei müssen freilich die Schienen der Parallelgleise Einhaue erhalten. Wenn nun ein auf einem solchen Gleise ankommender Wagen über eine Kreuzungsstelle weggeht, um seinen Lauf fortzusetzen, so stützt er sich mit seinem Spurkranz auf den Kopf der Schiene *a* des Bühnengleises und auf 2 Laschen *b b*, die zu beiden Seiten der Schiene *c* des Parallelgleises angenietet sind.

Fig. 10.



Aelteres Badisches System mit drei Achsen. Um die immerhin unangenehmen Einhaue der Parallelgleise zu umgehen, wendet man jetzt häufig auf jeder Seite der Schiebebühne drei auf einem und demselben Schienenstrange laufenden Räder an und unterbricht an den Kreuzungsstellen bloß diese Querstränge, wobei die Bühne stets auf 4 Rädern gestützt bleibt, wenn auch ein Paar der Laufräder gerade über der Gleisunterbrechung steht. Fig. 3 Taf. XXVIII zeigt eine derartige Schiebebühne der Köln-Mündener Bahn. Die Querschienen für die Bühne sind durch auf Langschwelen geschraubte Flacheisen mit Führungsflansch gebildet.

Neueres Badisches System mit drei Achsen. Anstatt die 3 Räder auf jeder Seite der Bühne auf einem und demselben Schienenstrange laufen zu lassen, stützt man in neuerer Zeit das mittlere derselben auf einer höhern, neben der Hauptschiene liegenden Parallelschiene, Fig. 8. Letztere dient zugleich als Führung für die beiden andern Laufräder und erreicht man auf diese Weise eine steife Gleislage für die Schiebebühne.

Conische Laufrollen mit Spurkranzen. Nach den Erfahrungen vieler Eisenbahnverwaltungen (Sächsische Bahnen, Altona-Kieler Bahn u. m. a.) dürfte ein kurzer Einbau von geringer Tiefe in denjenigen Parallelgleisen, wo die Schiebebühnen bis jetzt die häufigste Benutzung gefunden haben, namentlich wenn Stahlschienen verwendet werden, nicht als Uebelstand anzusehen sein. Dann ist aber auch die Führung der Schiebebühnen am einfachsten durch Spurkranze an den äussern Laufrädern derselben zu erreichen. Sowohl die Parallel- als auch die Quergleise liegen in diesem Falle in gleicher Höhe, Fig. 2^c, und erhalten Letztere die für das Passiren der Spurkranze von Eisenbahnwagen nöthigen Ausschnitte.

Während die Dunn'schen Schiebebühnen wegen ihres schweren Ganges bloß für leere Wagen benutzt werden, können die nach dem Princip der Badischen construirten Gleiskarren auch für grössere Lasten mit Vortheil Anwendung finden. So verschieben 4 Arbeiter auf der mit je 2 Frictionsrollen pro Achse versehenen 3^m,14 langen Schiebebühne der Köln-Mündener Bahn mit Leichtigkeit 300 Ctr. Bruttogewicht. Die auf den grossherzogl. Badischen Staatsbahnen gebräuchlichen Schiebebühnen von 5^m,61 Länge mit festen Lagern für die Achsen der 0^m,45 im Durchmesser haltenden Laufräder gestatten bei 4 Mann Bedienung bequem die Verschiebung von 400 Ctr. Bruttolast.

Wegen der bedeutenden Raddurchmesser lassen sich jedoch diese Schiebebühnen nicht für Wagen mit einigermaassen tief liegenden Bremstheilen benutzen.

System Klett & C^o. Bei den in den Werkstätten der Maschinenbau-Gesellschaft zu Nürnberg gefertigten Schiebebühnen, Fig. 4 Taf. XXVIII, ist eine Combination von innen und aussen liegenden Laufrollen angewandt. Jeder der äusserlich angebrachten, aus einem hohen Winkeleisen bestehenden Längsträger, auf welche der Wagen mit den conischen Theilen seiner Räder zu stehen kommt, wird jederzeit von je zwei der vor-

handenen niedrigen 3 Laufrollen, deren Achsen mit Frictionsrollkränzen versehen sind, getragen. Die Hauptgleise gehen ohne jede Unterbrechung durch. Die Gleise für die Bühne liegen etwas erhöht und haben entsprechende Lücken an den Kreuzungsstellen. Die äusseren Laufrollen erhalten Spurkränze zur Führung auf den einfachen Laufschielen. Je nach dem Radstand der zu verschiebenden Wagen werden derartige Schiebebühnen mit 3 oder 4 Querschienen construirt. Nach den Erfahrungen der Pfälzischen und mehrerer anderer Bahnen sollen ähnlich gebaute Gleiskarren beim Rangiren von Güterwagen gute Dienste leisten.

System Nollau. Auf dem Bahnhofe zu Altona liegt seit Frühjahr 1866 zwischen 2 Wagenremisen, 5 Gleise, von denen zwei besonders stark befahren werden, durchschneidend, eine von dem Obermaschinenmeister Nollau angegebene und von der Münchener Techniker-Versammlung für Fälle mässiger Frequenz empfohlene Schiebebühne ohne versenktes Gleis, für welche unter Anderm charakteristisch die Anwendung eines Zahnradvorgeleges ist, mittelst dessen die Bühne in Bewegung gesetzt werden kann, Fig. 2.³⁷⁾ Bei sämmtlichen bisher beschriebenen Constructionen geschäh dagegen das Fortbewegen durch directes Schieben an den auf der Bühne stehenden Wagen.

Die Bewegungsübertragung bewirkt Nollau durch conische Räder, von denen die obere bei der Kurbel gleich gross sind, die untern sind so übersetzt (12 und 30 Zähne), dass die Bühne bei einer Kurbelumdrehung ca. 0^m,18 (7 Zoll) Bewegung hat. Bei guter Gleislage ist jedoch eine Schiebung von 0^m,29 (11 Zoll) vorzuziehen — die untern Räderpaare würden dann im Verhältnisse 1:2 übersetzt sein.

Ueberhaupt hat sich herausgestellt, dass bei Schiebebühnen für Locomotiven 0^m,16—0^m,21 (6—8 Zoll), bei solchen für Wagen 0^m,26—0^m,31 (10—12 Zoll) Schiebung bei einer Kurbelumdrehung gerechnet werden kann bei einer Kurbellänge von 0^m,39 (15 Zoll).³⁸⁾

Der Nollau'sche Gleiskarren läuft auf 4 Schienensträngen und besitzt 4 flache Querträger von 0^m,21 (8 Zoll) Breite und 0^m,033 (1,25 Zoll) Dicke, die durch \perp förmige Gussstücke versteift werden. Die Fahrbahn wird durch Winkeleisen von 0^m,18 (7 Zoll) und 0^m,124 (4,75 Zoll) Schenkellänge gebildet, die mit den Querträgern und den Lagerböcken verbunden sind und deren Tragfläche 0^m,085 (3,25 Zoll) über den Köpfen der Parallelschielen liegt. Die Endquerträger sind ferner durch Hilfsräder gestützt, da sie beim Auffahren der Wagen am meisten in Anspruch genommen werden, ausserdem trifft bei den langen sechsräderigen Wagen von 6^m,60 (21 Fuss) Radstand gerade je eine Achse auf die Endträger und endlich erleichtern sie den Uebergang über die Einschnitte des Quergleises. Die Flächen der Hilfsräder sind abgeschrägt, um das Einhaken der Sicherheitsketten zu verhüten. Sämmliche Räder sind von Gusseisen mit schmiedeeisernen Reifen, sämmliche Lager möglichst dicht geschlossen mit unterm Schmierkasten.

Eine Achse der Schiebebühne geht ganz durch und die äusseren Räder sind conisch gehalten und mit Spurkränzen versehen. Die Schienen der Hauptgleise müssen Einschnitte erhalten, doch genügt eine Breite von 0^m,033 bei 0^m,013 Tiefe.

Benutzt wird die Bühne gewöhnlich für Personenwagen bis zu 230 Ctr. Gewicht, doch sind auch schon schwerere Güterwagen damit rangirt worden. Gewöhnlich sind zwei Mann zum Drehen nöthig, leer kann die Bühne von einem Manne geschoben werden.

Durch Verwendung von Stahl zu den Trägern und eine etwas grössere Höhe derselben (0,035 bis 0^m,04) liesse sich die Tragfähigkeit der Bühne noch vergrössern.

Exter's Rangirmaschine. Für grosse Bahnen mit lebhaftem Dienste, nament-

³⁷⁾ Organ, Supplementband III, Tafel VII.

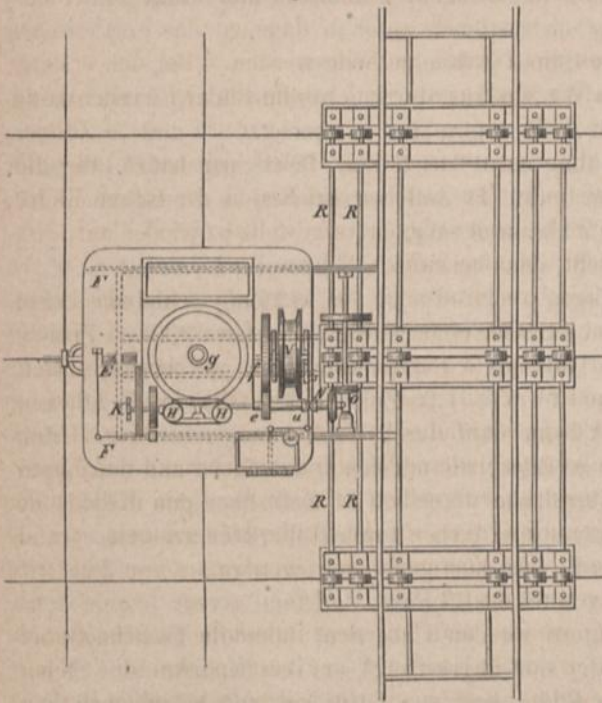
³⁸⁾ Originalmittheilung.

lich bei Güter-Rangir-Bahnhöfen, eignet sich vorzugsweise die auf dem Bahnhofe in Würzburg seit ca. 2 Jahren befindliche, dem Generaldirectionsrath Exter in München patentirte Dampfschiebebühne.³⁹⁾ (Fig. 11.) Diese Rangirvorrichtung ist so construiert, dass die Schiebebühne, auf welcher die Eisenbahnwagen in die verschiedenen Gleise gebracht werden, durch Dampfkraft verschoben wird und dass die zu verschiebenden Wagen durch dieselbe Kraft auf die Schiebebühne hinaufgezogen werden. Die Vorrichtung zum Heraufziehen dient auch dazu, ganze Wagenzüge in Bewegung zu setzen und zur Schiebebühne heranzuziehen.

Fig. 11 zeigt schematisch die Gesamtanordnung im Grundrisse.

An einer gewöhnlichen unversenkten Wagenschiebebühne ist in der Mitte der Längenseite ein auf dem mittlern Schiebebühnengleise durch zwei besondere Laufrollen *EE* unterstütztes Gestelle *F* befestigt, welches eine kleine Dampfmaschine mit verticalem

Fig. 11.



Röhrenkessel *G* trägt. Die mit 2 Dampfzylindern *HH* versehene Dampfmaschine ist zur Vor- und Rückwärtsbewegung mit Reversirhebel eingerichtet. Dieselbe setzt von der Schwungradachse *K* aus mittelst mehrerer Zahnräder zwei durchlaufende Achsen *R, R* der Schiebebühne in Umdrehung und bewegt dadurch je nach Bedürfniss und nach der Stellung des Steuerungshebels die Schiebebühne vor- oder rückwärts. Zum Ein- und Ausrücken der zur Bewegung der Schiebebühne dienenden conischen Räder *N, O* ist eine bei *U* angebrachte Frictionskupplung bestimmt, welche zugleich dazu dient, die zum Aufziehen der Wagen dienende Seiltrommel *V* mittelst der Zahnräder *e, f* in Umdrehung zu setzen. Auf dieser Seiltrommel wickelt sich ein langes

Seil auf, an dessen Ende die heranzuziehenden Wagen angehängt werden. Ausserdem ist auch eine Einrichtung vorhanden, welche dazu dient die Schiebebühne bei dem Verschieben derselben an den den verschiedenen Gleisen entsprechenden Stellen anzuhalten und zu fixiren.

Mit einer derartigen Rangirmaschine werden in Würzburg bei 5—6 Stunden Arbeitszeit 70—80 Wagen verstellt, bei längerer Arbeitszeit sind schon 120—140 Wagen pro Tag verstellt worden.

Im Vergleich zur Verwendung der Rangirlocomotive ergibt die Dampfschiebebühne folgende Vortheile:

1. Bedeutend geringere Betriebskosten,
2. Beseitigung der bei dem Rangiren mit Locomotiven unvermeidlichen Ge-

³⁹⁾ Organ 1868.

fahren für Menschenleben und der häufigen Beschädigungen von Wagen durch Zusammenstöße.⁴⁰⁾

§. 13. *Vorrichtungen zum Heben der Eisenbahnfahrzeuge auf die Schiebepöhlen ohne versenktes Gleis.* — Nach der Beschreibung der Stützungs- und Bewegungsweise der hauptsächlichsten Schiebepöhlensysteme erübrigt uns noch die Besprechung der Vorrichtungen, welche zum Aufbringen der zu verschiebenden Fahrzeuge auf die Pöhlenträger dienen.

Bei den ältern Einrichtungen (Bahnhof der Paris-Lyoner Bahn zu Paris) machte man die an die Pöhle zunächst liegenden Schienen der Bahnhofsgleise beweglich, indem man die Schienenenden mittelst zweier, an einer Achse befindlichen Excentrics bis zur Höhe der Pöhle hob, wobei eine Drehung um die andern Schienenenden erfolgte. Das Herablassen des Wagens vom Schlitten geschah mittelst auf dieselbe Weise hergestellten schiefen Ebenen. Man ist jedoch von dieser Construction wegen der Beweglichkeit der Bahnhofsgleise, sowie der bedeutenden Kosten halber abgekommen und bringt den Hebeapparat jetzt am Schlitten selber an.

Diese Hebevorrrichtungen können in 2 Arten getheilt werden. Bei der erstern geschieht das Auffahren und Heben des Wagens auf die Schiebepöhle nacheinander, bei der letztern dagegen zu gleicher Zeit.

Erste Art. Schon Brunel (Londoner Ausstellung 1851) construirte für die Great-Western Eisenbahn eine Schiebepöhle, bei welcher die Enden der Pöhlengleise durch besondere Hebel niedergelassen und wenn der Wagen aufgestellt ist wieder aufwärts gehoben werden, so dass der Wagen nicht ablaufen kann.

Auf der Kaiser-Franz-Joseph-Orientbahn sind nach der Angabe von Paulus eine grössere Anzahl von Schiebepöhlen ohne versenktes Gleis nach dem Lautz'schen Princip mit durchschnittenen Hauptgleisen und aussen liegenden Laufrädern gefertigt worden, deren Querträger durch eine Schraubenvorrichtung beliebig gesenkt oder gehoben werden können, Fig. 11 Taf. XXVIII. Für gewöhnlich sind die Querträger in ihrer tiefsten Stellung, so, dass die Eisenbahnfahrzeuge ungehindert über die Schiebepöhle wegfahren können, ohne mit ihren Rädern an die Längsträger derselben zu kommen. Beim in die Höhe schrauben der Querträger werden dagegen die Wagen an ihren Spurkränzen gefasst und von den durchgehenden Gleisen gehoben. Bei Versuchen mit Güterwagen von 280 Ctr. Bruttogewicht hat sich diese Vorrichtung bewährt.⁴¹⁾

Anstatt der Schraubenvorrichtung wandte man auf dem Bahnhöfe zu Bristol und dann auf dem Bahnhöfe zu St. Germain hydraulische Vorrichtungen an. Nach demselben Princip ist auch die auf dem Bahnhöfe in Stettin gebrauchte Schiebepöhle construir.⁴²⁾ Auf jedem der 6 Querträger sind über jedem Achsschenkel Presscylinder angebracht, deren Presskolben in ihrer Verlängerung die Lagerdeckel bilden, so dass die Schiebepöhle vollständig auf den 12 Presskolben ruht. Sämmtliche Presscylinder sind durch Röhren mit einer Presspumpe verbunden, von wo aus dem zufolge der Druck gleichmässig nach allen Lagern vertheilt wird. In den Wintermonaten wird zur Füllung Glycerin verwendet, welches erst bei 27° R. anfängt sich zu verdicken, in der übrigen Zeit Wasser. Die Fortbewegung selbst der Schiebepöhle geschieht durch ein Windenvorgelege.

In Folge der bedeutenden, zum Heben verwendbaren Kraft eignet sich diese Con-

⁴⁰⁾ Eine der Exter'schen im Principe ähnliche, jedoch in den Details wesentlich verschiedene Dampfschiebepöhle wurde von dem Ingenieur Clauss in Braunschweig schon im Jahre 1862 ausgeführt. Vergl. Organ 1868, p. 191.

⁴¹⁾ Organ 1859, p. 131.

⁴²⁾ Organ 1866, p. 46.

struction selbst zum Bewegen von Locomotiven und Tender. Es ist jedoch gegen dieselbe anzuführen, dass

1. die hydraulische Hebevorrichtung in den einzelnen Verschraubungen schwer dicht zu halten ist,
2. der Verbrauch an Glycerin zu bedeutenden Betriebskosten Veranlassung geben kann.

Im Winter 1866—67 betragen dieselben für $7\frac{1}{2}$ Pfd. à 12 Thlr. = 90 Thlr. Uebrigens soll nach Dr. Zurek statt des kostspieligen Glycerins auch rectificirtes helles Petroleum, das erst bei 27° C. erstarrt, angewandt werden können.

Zweite Art. Viel gebräuchlicher ist die zweite Art der Hebevorrichtungen, welche in der Hauptsache aus an dem Schlitten selbst angebrachten schiefen Ebenen bestehen, die der Wagen beim Auffahren auf die Bühne ersteigen muss.

Schon Dunn wandte bei seiner Schiebebühne zu diesem Zwecke keilförmige Zungen (vergl. Fig. 5 Taf. XXVIII), die an den Enden der Längsträger mittelst schraubenförmig gewundenen, verticalen Scharnieren befestigt wurden. Auf den Parallelgleisen auf ruhend, befinden sich diese Zungen in ihrer tiefsten Lage und dienen nun als schiefe Ebenen für das Hinaufschieben der Wagen. Ist Letzterer auf die Bühne angelangt, so werden die Zungen um 90° nach innen umgeklappt, das schraubenförmige Gewinde hebt sie wieder und sie nehmen nun in dieser Stellung eine Höhe ein, welche die zu beginnende Bewegung der Bühne in keinerlei Weise hindert.

Bei neuern Constructionen hat man das schraubenförmige Gewinde durch schief gegen die Verticale gestellte Umdrehungsachsen der Keilzungen (Keilklappen) ersetzt, wobei Letztere in der umgeklappten Stellung durch besondere Klinkhaken (Fig. 5 Taf. XXVIII) gehalten werden.

v. Ruppert hat bei dem Umbau der Badischen Eisenbahnen in Deutschland zuerst nicht zum Umklappen eingerichtete Anlaufkeile mit Gegengewicht angewandt. Auf jeder Seite des Schlittenlängsträgers ist nämlich an einer horizontalen Achse eine Art spitz auslaufenden Balanciers (vergl. Fig. 8^b und 10^a) angebracht, welcher durch ein an seinem hintern Theile angebrachtes gusseisernes Gewicht während des Transportes sich horizontal einstellt. Wenn sich aber der auf die Bühne zu bringende Wagen den Parallelgleisen nähert, so drücken seine Räder die spitzen Zungen auf die Schienen nieder und diese bilden nun die zum Auffahren auf die Bühne dienenden schiefen Ebenen. Ist der Wagen angelangt, haben somit die hintersten Räder die Zungen verlassen, so werden diese ohne weiteres Zuthun vom Gegengewichte wieder gehoben und die Schiebebühne kann in Bewegung gesetzt werden.

Durch die Anbringung der Gegengewichte wird das lästige Ein- und Ausschalten der Keilzungen beseitigt; trotzdem bleiben diese Theile häufigen Reparaturen unterworfen.

Statt der Gegengewichte wendet Nollau zum Horizontalhalten der 0^m,94 (3 Fuss) langen Anlaufkeile bei seiner Schiebebühne (Fig. 2^a und 2^c) Spiralfedern aus 0^m,01 (0,375 Zoll) dicken Stahldraht an, welche auch bei der horizontalen Stellung der Keile etwas Spannung erhalten. Dieselben sollen den Zweck besser als die vorhin genannten Gewichte erfüllen.

Bei den Schiebebühnen der Französischen Ostbahn hat man von beweglichen Keilzungen vollständig abgesehen, indem man die Hubhöhe für die leeren Wagen möglichst reducirte. (Vergl. Couche, Voie materiel roulant et exploitation technique des chemins de fer. Pl. XXXI. Fig. 1—7.)

In einer sehr hübschen Weise hat dies auch Ingenieur Clauss bei der Schiebe-

bühne in der Wagenreparaturstätte zu Braunschweig erreicht (Fig. 9^a). Hier sind die beweglichen schiefen Ebenen durch sanfte Kröpfung und Versenkung der durchlaufenden Gleise erreicht, so dass die Schienenbahn der Bühne fast im Niveau der durchlaufenden Gleise zu liegen kommt. Eine kleine Höhendifferenz wird ebenfalls durch eine sanfte Senkung der Schiebebühnenlängsträger an den Auflaufpunkten der Wagen ausgeglichen, so dass die Letztern ohne Stoss und zu jeder Zeit sowohl auf die Schiebebühnen als auch durch das durchgehende gerade Gleis gefahren werden können und im erstern Falle nur eine sehr geringe Hebung bedürfen, um mit ihren Spurkränzen die Hauptgleise nicht zu berühren.

Ueberblickt man die bis jetzt angewandten Vorrichtungen für das Aufbringen des Wagens auf die Bühne, so dürfte für Werkstätten die vom Ingenieur Clauss angegebene besonders zu empfehlen sein.

Bei Bühnen in Bahnhofs- und Rangirgleisen ist die Kröpfung der Letztern nicht zulässig und wird man sich meist für bewegliche Zungen mit Gegengewichten oder Federn entscheiden. Dieselben haben freilich den Uebelstand, dass in Folge der immer noch beträchtlichen Höhendifferenz zwischen der Oberfläche der Bahngleise und der Schiebebühnenplanie erfahrungsgemäss das Aufbringen schwer beladener Wagen auf die Schiebebühne eine beträchtliche Anzahl Menschenkräfte nöthig macht. Will man dagegen mit wenig Menschenkräften ein schweres Fuhrwerk gegen die Schiebebühne mit einer gewissen, auf einem grössern Wege erlangten Geschwindigkeit in der Absicht schieben, um mit Hilfe der in Bewegung befindlichen Masse ein leichtes Aufbringen auf die Schiebebühne zu erzielen, so liegt auf der Hand, dass man dadurch nicht viel gewinnt, weil es in der Praxis sehr schwer ist, dem Fuhrwerke jederzeit diejenige Geschwindigkeit mit Berücksichtigung seiner Masse zu ertheilen, welche durch das Heben auf eine bestimmte Höhe wieder vollkommen aufgehoben wird. Die Folge einer solchen Manipulation ist gewöhnlich, dass ein Fuhrwerk auf der Schiebebühne nicht zum Stillstand gebracht werden kann und auf der andern Seite die Bühne wieder verlässt.

Dieser Missstand wird umgangen, wenn das Heben des Eisenbahnfuhrwerks nicht mittelst Rampen, sondern vom Niveau der Bahngleise aus vertical und ohne Stösse durch Hebel, Schrauben oder hydraulische Vorrichtungen geschieht. Freilich leiden diese Letztern Einrichtungen wiederum an Complicirtheit, Langsamkeit des Dienstes und Kostspieligkeit. Dieselben werden aber jedenfalls nur allein anwendbar sein, wo es darauf ankommt sehr grosse Lasten, z. B. Locomotiven, auf die Schiebebühnen zu bringen, wenn man nicht etwa — was freilich bei sehr lebhaftem Verschiebedienste stets das Rationellste bleibt — Dampfschiebebühnen anwenden will.

§. 14. *Gewichte und Preise der Schiebebühnen.* — Auch bei den Angaben über die Gewichte und Preise der Schiebebühnen müssen wir uns aus den schon bei den Drehschleiben angegebenen Gründen auf einzelne Beispiele beschränken.

a. Versenkte Schiebebühnen.

1. Die Oesterreichischen Südbahnen benutzen zur Bewegung der Locomotiven sammt Tender 12^m lange Schiebebühnen ähnlicher Construction wie die Drehschleiben Fig. 6, Tafel XXVI.⁴³⁾ Das Gewicht beträgt 212,44 Ctr. und der Preis (im Jahre 1862) incl. Aufstellung und Transport ca. 2830 Thlr. (1 Fl. = $\frac{2}{3}$ Thlr.).

2. In den Werkstätten derselben Gesellschaft werden Schiebebühnen ganz ähnlicher Construction von nur 8^m,85 gebraucht. Diese wiegen 171,51 Ctr. und kosteten (1862) incl. Aufstellung und Transport ca. 2450 Thlr.

3. Die in Fig. 6, Tafel XXVIII dargestellte Locomotivschleibe von Klett & Co. wiegt 160 Ctr. und kostet ca. 2000 Thlr.

⁴³⁾ Paulus a. a. O.

4. Die vierräderigen, 4^m,27 langen, aus Bahnschienen construirten (ähnlich der Fig. 7, Tafel XXVIII) Schiebebühnen der k. Sächs. westlichen Staatseisenbahnen erfordern:

Material: 4 Stück gebogene Bahnschienen = 1030,0 Pfd.

4	-	schmiedeeiserne Radkränze		
		Gusseisen	=	186,4 -
		Schmiedeeisen	=	308,0 -
4	-	Reifen dazu	=	584,0 -
16	-	Nieten	=	6,0 -
4	-	kurze Achsen	=	104,0 -
8	-	Nabenringe	=	16,0 -
16	-	gusseiserne Backen an die		
		Träger	=	256,0 -
32	-	Schrauben (7/8")	=	99,5 -
16	-	Büchsenlager (Guss)	=	336,0 -
24	-	Schrauben durch die guss-		
		eisernen Backen	=	12,0 -
100	-	Schrauben (1/2")	=	25,0 -
		Diagonal-Verbindung	=	200,0 -

Summa 3162,9 Pfd. = 138 Thlr. 7 Gr. 4 Pf.

Löhne incl. Unkosten = 81 - 7 - 5 -

Hierzu kommen: 2 Eisenbahnschienen à 4^m,27 lang }
Holzbedielung und Arbeitslohn } . . = 27 - 18 - 2 -

Totalsumme 247 Thlr. 3 Gr. 1 Pf.

5. Auch bei den Oesterreichischen Südbahnen ist eine Sorte Schiebebühnen von ca. 4^m,0 Länge, ganz aus Schienen construir, für vierräderige Wagen zur Ausführung gelangt. Das Gewicht derselben beträgt 25,0 Ctr. und der Preis in den gesellschaftlichen Werkstätten excl. Transport und Aufstellung ca. 400 Thlr.

b. Nichtversenkte Schiebebühnen.

1. Die Oesterreichischen Südbahnen benutzen für das Verschieben unbelasteter vierräderiger Personenwagen Schiebebühnen von 4^m,0 Länge nach der Construction von Dunn, Hattersly & Co. in Manchester. Diese wiegen 31,5 Ctr. und kosten in den Werkstätten in Wien excl. Transport und Aufstellung 300 Thlr.

2. Die Sächs. westlichen Staatseisenbahnen haben unversenkte, mit Frictionsrollen versehene Gleiskarren von 4^m,27 und von 6^m,71 Länge in Gebrauch. Zu den Letztern gehören:

Gusseisen	1382,0 Pfd.	=	69 Thlr.	10 Gr.	— Pf.
Stahl	65,0 -	=	13 -	21 -	7 -
Blech	2023,0 -	=	182 -	2 -	1 -
Schmiedeeisen	3064,7 -	=	163 -	13 -	5 -
Löhne		144 -	5 -	6 -
Allgemeine Unkosten		64 -	26 -	6 -

Summa 637 Thlr. 19 Gr. 5 Pf.

3. Klett & Co. liefern unversenkte Wagenschiebebühnen von 5^m,457 Länge, die bei einem Gewichte von ca. 90 Ctr. ca. 1260 Thlr. kosten. Fig. 4, Tafel XXVIII.

4. Dieselbe Fabrik baut auch Schiebebühnen von 5^m,790 Länge für Wagen mit sehr tief liegenden Bremstheilen. Das Gewicht beträgt ca. 125 Ctr., der Preis 1710 Thlr. (7 Fl. = 4 Thlr.).

5. Nach den Angaben von Sambue beliefen sich die Herstellungskosten der in Fig. 10, Tafel XXVIII dargestellten Schiebebühnen der k. k. Oesterreichischen Staatseisenbahngesellschaft loco Wien auf ca. 1270 Thlr. (Hierbei sind die Querträger im Gegensatz zur Zeichnung in ihrer Aufhängungshöhe durch Schrauben regulirbar.)

6. Die bei der Altona-Kieler Eisenbahn benutzte Schiebebühne von Nollau (Fig. 2, Tafel XXVIII) wiegt 67,70 Ctr. und enthält

19,20 Ctr.	Gusseisen
48,10 -	Schmiedeeisen
0,40 -	Metall.

Die Kosten der Bühne ohne Gleisanlage belaufen sich auf ca. 500 Thlr. Bei schon vorhandenen Modellen und Zeichnungen könnte dieselbe noch billiger hergestellt werden.

Angaben über Gewichte und Preise von französischen Schiebebühnen findet man in Goschler's *Traité pratique* u. s. w.

Die Kosten der Gruben sowie der Fahrgeleise für die Schiebebühnen sind besonders nach bestehenden Einheitspreisen zu veranschlagen. Vergl. hierüber Plessner, *Anleitung zum Veranschlagen der Eisenbahnen*. 1869. p. 215.

Auf die Bedingnisshefte für die Lieferung von Drehscheiben und Schiebebühnen können wir hier wegen des beschränkten Raumes nicht eingehen und verweisen daher nur auf das musterhafte Bedingnissheft in Paulus, *Eisenbahn-Oberbau*.

Literatur.

a. Ueber Drehscheiben.

- Baine's patentirte schmiedeeiserne Drehscheibe. *Engineer* vom 1. März 1867, p. 179. *Organ f. d. Fortschr. d. Eisenb.-W.* 1869, p. 224.
- Barlow's Drehscheibe. *Repertory of patent inventions* 1850, p. 278. *Polyt. Centralbl.* 1851, p. 130.
- Bouquie's, Ferdinand, hydrostatische Drehscheibe. Jobard, *Bull. de Musée* 1845. T. 8, p. 36. *Polyt. Centralbl.* 1846, p. 358. *Eisenbahnztg.* 1846, p. 61.
- Brame, Plagues tournantes in dem Aufsätze: *Sur les expériences faites par la Compagnie concessionnaire du chemin de fer du Nord pour l'amélioration des voies*. *Annales des Ponts et Chaussées*. Tome XX, p. 47.
- Broomann's Drehscheibe. *Mech. Magaz.* 1847. Nov. p. 467—473. *Polyt. Centralbl.* 1848, p. 307.
- Buresch, E. Eine einfache und billige Drehscheibe für Güterwagen. *Organ f. d. Fortschr. d. Eisenb.-W.* 1869, p. 213.
- Busse, neue Construction von Drehscheiben, Schienen u. s. w. *Dingler's polyt. Journ.* Bd. 98, p. 455.
- Eine Drehscheibe mit Dampfkraft. *Eisenbahnztg.* 1848, Nr. 46. *Scheffler's Organ* 1859, p. 94. *Polyt. Centralbl.* 1859, p. 69.
- Drehvorrichtung für Kohlenwagen in Hartlepool. *Organ f. Eisenb.-W.* 1865, p. 165.
- Drehscheiben, die sich selbst bewegen. *Dingler's polyt. Journ.* Bd. 130, p. 327.
- Drehscheiben. *Artizan* 1846, p. 71.
- Dunn, Hattersley & Co. Drehscheibe. *Artizan* 1852, p. 142.
- Drehscheiben von Dunn, Hattersley & Co. in Manchester. *Organ f. d. Fortschr. d. Eisenb.-W.* 1855, p. 64.
- Ellis. Verbesserte Drehscheibe mit Hebevorrichtung. *Moniteur industr.* 1845, Nr. 956. *Zeitung f. Eisenb.-W.* Bd. 2, p. 17. *Dingler's polyt. Journ.* 1865. Heft 2.
- Drehscheiben und Schiebebühnen auf englischen Bahnhöfen. *Zeitschr. d. Ver. deutscher Eisenb.-Verw.* 1863, p. 643.
- Fritz, C., Drehscheibenriegel auf der Taunusbahn. *Organ f. Eisenb.-W.* 1867, p. 8.
- Gusseiserne Drehscheibe von 2^m,05 Durchmesser. *Oppermann's Portefeuille économ. des machines* 1866, p. 26. *Organ f. Eisenb.-W.* 1867, p. 163.
- Handcock's verbesserte Drehscheiben. *Mechan. Magaz.* V. 35, p. 9. *London Journal of arts C. S.* V. 19, p. 126. *Dingler's polyt. Journ.* Bd. 82, p. 166. *Polyt. Centralbl.* 1841, p. 1094.
- Harrison's verbesserte Drehscheibe. *Mechan. Magaz.* V. 35, p. 173.
- Herstellungskosten der hölzernen Drehscheiben auf der Taunusbahn. *Organ f. Eisenb.-W.* 1848, Beibl. p. 69.
- Heusinger v. Waldegg, die hölzernen Drehscheiben auf der Taunusbahn. *Organ f. Eisenb.-W.* 1848, p. 89. *Polyt. Centralbl.* 1849, p. 456.
- Hewitt. Verbesserte Construction von Drehscheiben u. s. w. *Mechan. Magaz.* V. 50, p. 163.
- Holcomb's, F. B., Ersatzmittel für die Drehscheiben an Eisenbahnen (Drehweiche). *American railroad Journal* durch *Civil Engineer and Architect. Journal* II, p. 202. *Polyt. Centralbl.* 1839, p. 841. *Dingler's polyt. Journ.* Bd. 74, p. 167.
- Drehscheiben von Hugh. *Engineer* Nr. 418 von 1864. *Zeitschr. d. Ver. deutscher Eisenb.-Verw.* 1864, p. 91. *Organ f. Eisenb.-W.* 1864, p. 115.

- Johnson's Drehscheibe. London Journal C. S. V. 42, p. 8.
- Kirchweyer. Drehscheiben, Weichen, Maschinenhäuser u. s. w. der Nordamerikanischen Eisenbahnen. Organ f. Eisenb.-W. 1867, p. 21.
- Krauss. Drehscheibenlocomobile im Bahnhofe Zürich. Schweizer polyt. Zeitschr. 1865, p. 1. Organ f. Eisenb.-W. 1866, p. 29.
- Lange. Die grosse Drehscheibe auf dem Bahnhofe zu Buckau bei Magdeburg. Romberg's Zeitschr. f. pract. Baukunst. 1845. Bd. 5, p. 41.
- Lindner, A. Mobile Drehscheibe für Räderpaare. Organ f. Eisenb.-W. 1868. Heft 1.
- Grosse Drehscheibe von der Locomotiv-Remise in Lübeck. Organ f. Eisenb.-W. 1852, p. 127.
- Madigan's Drehscheibe. Mechan. Magaz. V. 48. p. 290, 314.
- Beschreibung einer grossen Drehscheibe auf der Magdeburg-Leipziger Bahn. Polyt. Centralbl. 1842, p. 695.
- Mallet's hydrostatische Drehscheibe. Mechan. Magaz. V. 37, p. 162. Dingler's polyt. Journ. B. 86, p. 401.
- Mallet's und Dawson's neue Eisenbahn-Drehscheibe. Mechan. Magaz. V. 46, p. 149. Dingler's polyt. Journ. 1847. Bd. 104, p. 321.
- Meggenhofen's gusseiserne Drehscheibe für Locomotiven auf der Main-Neckar Bahn. Organ f. Eisenb.-W. Bd. I, p. 220.
- Newton's Drehscheibe. London Journal of Arts. V. 45, p. 353.
- Verschiedene neue Drehscheibensysteme von Nillus, Flachat, Hancock. Armengaud Publications industr. T. V, Livr. 9. Organ f. Eisenb.-W. 1848, p. 15—19. Der Ingenieur. Bd. I, p. 349.
- Oldham's Drehscheibe. Mech. Magaz. V. 35, p. 176. London Journal C. S. V. 20, p. 93. Dingler's polyt. Journ. Bd. 84, p. 258.
- Pini. Drehscheiben aus Eisenblech auf der Herzogl. Braunschweigischen Südbahn. Scheffler's Organ 1857, p. 17—25.
- Project zum Umkehren ohne Drehscheibe. Mechan. Magaz. V. 30, p. 201.
- Pütsch. Hölzerne Drehscheibe für Pferde-Eisenbahnen. Zeitschr. d. Ver. deutscher Ingenieure 1866, p. 145.
- Simpson's hydropneumatische Drehscheibe und Drehbrücke. The pract. Mechan. Journal 1850, Febr. p. 241. Polyt. Centralbl. 1850, p. 583. Dingler's polyt. Journ. Bd. 116, p. 416.
- Drehscheibe der Stargard-Cöslin-Colberger Eisenbahn. Zeitschr. f. Bauw. v. Erbkam. 1864. Taf. 17.
- Stambke. Die 18füssigen schmiedeeisernen Drehscheiben der Ruhr-Siegbahn. Organ f. Eisenb.-W. 1866, p. 60.
- Thorold's Drehscheibe. Repert. of patent invent. E. S. V. 12, p. 182. Civ. Eng. 1848, p. 303. Dingler's polyt. Journ. Bd. 110, p. 161.
- Trick's, Jos., grosse Drehscheibe von 1000 Ctr. Tragkraft auf der K. Württembergischen Eisenbahn. Organ f. Eisenb.-W. 1851, p. 53.
- v. Weber, M. M. Kleine Drehscheibe für Güterbahnhöfe. Förster's Bauztg. 1859, p. 255.
- v. Weber, M. M. Die Drehscheiben der Chemnitz-Riesaer Eisenbahn. Organ f. Eisenb.-W. Bd. 2, p. 40. Polyt. Centralbl. 1847, p. 1119.
- Wild, C. H., in London. Drehscheibe. Organ f. Eisenb.-W. 1855, p. 85.
- Wood's, Edu. Drehscheibe. London Journal 1850, März, p. 73. Polyt. Centralbl. 1850, p. 586. Dingler's polyt. Journ. Bd. 117, p. 108.
- Die grossen Drehscheiben auf der Württembergischen Staatseisenbahn. Eisenbahnztg. 1847, p. 231. Polyt. Centralbl. 1847, p. 1117.
- Zobel. Beschreibung der eisernen Drehscheiben auf der Frankfurt-Hanauer Bahn. Organ f. Eisenbahn-W. Bd. 2, p. 114.

b. Ueber Schiebebühnen.

- Clauss. Der Rolltisch in der Wagenreparaturwerkstatt zu Braunschweig. Scheffler's Organ 1862, p. 64.
- Dunn. Mittel, um Locomotiven von einer Linie auf eine andere zu bringen. Mechan. Magaz. V. 54, p. 418.
- Dunn, Hattersley & Co. in Manchester. Schiebebühne ohne versenktes Gleis. Organ f. d. Fortschr. d. Eisenb.-W. 1855, p. 93.
- Exter's neue Rangirmaschine für Bahnhöfe. Organ f. Eisenb.-W. 1868, Heft 2.
- Imhof. Ueber die neue Hebelvorrichtung zum Fortbewegen der Schiebebühnen und ungeheizten Locomotiven. Organ f. Eisenb.-W. 1867, p. 14.

- Jogling. Ueber Plattformen für Eisenbahnen. *Mechan. Magaz.* V. 23, p. 371, V. 24, p. 124. *Dingler's polyt. Journ.* Bd. 60, p. 2.
- Lautz, R. Schiebebühne für Eisenbahnwagen ohne vertiefte Gleise. *Organ f. Eisenb.-W.* 1850, p. 1—3 und 157.
- Lautz, R. Schiebebühne für Locomotiven ohne versenktes Gleis. *Organ f. Eisenb.-W.* 1850, p. 137.
- Meggenhofen. Beschreibung einer Schiebebühne oder Transportplattform in dem Offenbacher Bahnhofe der Main-Neckar Eisenbahn zu Sachsenhausen. *Organ f. Eisenb.-W.* Bd. 2, p. 173.
- Paulus. Schiebebrücke ohne versenktes Gleis. *Scheffler's Organ* 1859, p. 131.
- Prüsmann. Schiebebühnen ohne Gleisversenkung. *Organ f. Eisenb.-W.* 1864, p. 139.
- Rolltische oder Schiebebühnen, die, auf der Londoner Ausstellung. *Amtlicher Bericht.* 1. Theil, p. 540. *Organ f. Eisenb.-W.* 1853, p. 171. *Polyt. Centralbl.* 1853, p. 266.
- Ruppert's Schiebebühne ohne versenktes Gleis. *Eisenbahnztg.* 1855, Nr. 44. *Polyt. Centralbl.* 1856, p. 24.
- Schiebebühne mit Gitterträgern für Locomotiven und Wagen. *Annales du génie civil* 1866, Avril, p. 265. *Organ f. Eisenb.-W.* 1867, p. 29.
- Neue Schiebebühne ohne versenktes Gleis. *Erbkam's Zeitschr. f. Bauw.* 1852, p. 282. *Organ f. Eisenb.-W.* 1852, p. 220.
- Stein. Die Schiebebühne im Niveau von 38 Fuss Länge mit hydraulischer Hebevorrichtung auf dem Bahnhofe in Stettin. *Organ f. Eisenb.-W.* 1866, p. 49.
- Strothmann. Beschreibung einer Schiebebühne von 26 Fuss Länge, 10 Fuss Breite im Lichten zwischen den Rädern. *Zeitschr. f. Bauw.* 1855, p. 202. *Organ f. Eisenb.-W.* 1855, p. 135.

Ferner sind noch aufzuführen:

- Paulus, Rudolph. Der Eisenbahn-Oberbau in seiner Durchführung auf den neuen Linien der K. K. p. Südbahn-Gesellschaft bis zu Ende des Jahres 1867. (Autographirt.)
- Plessner. Anleitung zum Veranschlagen von Eisenbahnen. 1866.
- Goschler, Ch. *Traité pratique de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer.* 1865. Tome II. Chap. VI. §. IV.
- Couche. *Voie, matériel roulant et exploitation technique des chemins de fer,* sowie die bekannten Lehrbücher über Eisenbahnbau von v. Kaven, Becker, Perdonnet u. s. w.

XIII. Capitel.

Gesamtanordnung der Bahnhöfe.

Bearbeitet von

W. Streckert

Eisenbahn-Bauinspector im Königl. Ministerium für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten in Berlin.

(Hierzu Tafel XXIX bis XXXIV.)

§. 1. *Einleitung.* — Die Anlagen, welche bei dem Verkehrswesen seit der ersten Zeit seines Bestehens nothwendig waren, um das Fortzuschaffende auf- und abzuladen oder um die zur Bewegung erforderliche Kraft zu erneuern, bezw. zu vermehren, finden wir auch bei dem neuern Communicationsmittel — dem Eisenbahnverkehr — unter der Benennung »Bahnhöfe, Stationen¹⁾ oder Haltestellen«. Der Lauf der Eisenbahnbetriebsmittel wird an diesen Punkten unterbrochen und der auf der Eisenbahn statt habende Verkehr tritt, mit dem ausserhalb desselben vorkommenden, durch die anderen Verkehrsmittel in Wechselwirkung; welche derartig stattzufinden hat, dass der Zu- und Abgang des zu Transportirenden auf die einfachste, billigste und zweckmässigste Weise zu und von den Fahrmitteln der Eisenbahn bewerkstelligt wird.

Diese Bedingungen sind bei derartigen Anlagen der einzelnen Bahnlinien sehr mannigfaltig erfüllt worden, wie denn überhaupt die Bahnhöfe sowohl in ihrer Gesamtanlage als auch in ihren Einzelheiten wenig Uebereinstimmung zeigen, — denn so verschiedene Interessen die einzelnen Bahnlinien ins Leben gerufen haben und ein so geringer planmässiger Zusammenhang für den Gesamtverkehr bei der Anlage der ersten Eisenbahnlinien vorhanden war, nach so verschiedenen Principien sind auch die Bahnhofsanlagen ausgeführt worden. Allgemein gültige Principien für die Bahnhofsanlagen aufzustellen, ist aber auch ebensowenig durchzuführen, denn es wirken hierbei nicht nur die Betriebs- und Verkehrsverhältnisse auf die Gestaltung derselben ein, sondern es können auch die localen, klimatischen und sonstigen Verhältnisse vollständig bestimmend sein. Es soll deshalb in diesem Capitel, welches wegen des beschränkt zugewiesenen Raumes eine der Wichtigkeit und grossen Ausdehnung des Gegenstandes entsprechende sehr specielle Behandlung nicht zulässt, die Gesamtanordnungen der Bahnhöfe auch nicht nach einer bestimmten Richtung hin erörtert werden, sondern unter Anschluss an die in den technischen Vereinbarungen der deutschen Eisenbahnverwaltungen für die Gestaltung der Eisenbahnen Deutschlands festgestellten Grundzüge und Mittheilung der betreffenden §§. an geeigneter Stelle, die allgemein als zweckmässig erkannten Anordnungen und Ein-

¹⁾ Statio der Römerstrassen.

richtungen unter Beifügung ausgeführter Bahnhofsanlagen besprochen und vorgeführt werden.

Die ersten Anlagen, welchen zur Bestimmung ihrer Ausdehnung die sorgfältigsten Ermittlungen der damaligen Verkehrsverhältnisse zu Grunde gelegt waren und wobei man stets fürchtete, dieselben zu günstig angenommen zu haben, genügten so lange als die einzelnen Bahnlinien ohne Zusammenhang bestanden, — nachdem dieser aber durch Zwischenbahnen hergestellt wurde und ein zusammenhängendes Bahnnetz dem allgemeinen Verkehr grosse Erleichterungen verschaffte, nahm dieser selbst auch andere bedeutende, nie geahnte Dimensionen an, und die bescheidenen Einrichtungen der damaligen Bahnhöfe mussten nach und nach vergrösserten Anlagen weichen.

Mit der nun allgemein sich fühlbar machenden zu geringen Ausdehnung der Bahnhöfe und erforderlich werdenden Vergrösserung derselben erkannte man auch das Bedürfniss einer gewissen Gleichmässigkeit in der Gesammanlage derselben, damit der durchgehende Verkehr, durch das ungehinderte Uebergehen der Betriebsmittel von einer Bahn zur andern, nicht gestört werde. Hierfür stellte deshalb der Verein der deutschen Eisenbahn-Verwaltungen die Grundzüge sowie das Normalprofil des lichten Raumes²⁾ in den technischen Vereinbarungen unter Zugrundelegung der bei den verschiedenen Bahnlinien als zweckmässig erkannten Einrichtungen zusammen. Obgleich man wohl annehmen darf, dass dieselben bei Neu- und Umbauten der Bahnhöfe als maassgebend betrachtet werden, so giebt es doch noch mancherlei Verschiedenheiten bei der Anlage derselben, welche theils auf örtlichen oder besonderen Betriebsverhältnissen der Bahnverwaltungen beruhen, theils ihren Grund in der verschiedenen Auffassung der Techniker über gemachte Betriebserfahrungen haben und wohl niemals vollständig zu beseitigen sein werden, denn die Fortschritte der Technik, welche das Eisenbahnwesen zu seiner weiteren Entwicklung braucht, werden fortwährend Neuerungen in dessen Einrichtungen, mithin auch für die Bahnhofsanlagen, im Gefolge haben.

Es ist wohl nicht zu viel gesagt, wenn man behauptet, dass seither wenig für eine zweckmässige Umgestaltung und Anordnung der Bahnhofsanlagen geschehen ist und erst in der gegenwärtigen Zeit, bedingt durch die bedeutende Zunahme des Verkehrs, denselben die Aufmerksamkeit gewidmet wird, welche im Stande ist, grössere und zweckmässigere Anordnungen für die Allgemeinheit herbeizuführen; selbstredend ist daher das nachstehend Mitgetheilte auch nicht den Gegenstand in seinem ganzen Umfange vollständig erschöpfend und als abgeschlossen zu betrachten.

Das Eisenbahntransportwesen unterscheidet im Allgemeinen zweierlei Arten des Verkehrs; den Personenverkehr und den Güterverkehr, und hiernach auch Bahnhöfe für den Personenverkehr und für den Güterverkehr, welche jedoch, je nach der Ausdehnung der beiden Verkehrsarten oder auch nach der örtlichen Lage des Bahnhofes oder sonstigen Einwirkungen, vereinigt, d. h. Anlagen sein können, welche sowohl den Personen-, als auch den Güterverkehr in sich aufnehmen.

Nach den im Eisenbahnbetrieb gemachten Erfahrungen ist für grössere Stationen eine Trennung der Anlagen für diese beiden Verkehrsarten zweckmässig. — I. §. 58 der technischen Vereinbarungen spricht über die Trennung der Anlagen: „Auf den grösseren Stationen sind die Anlagen für die Beförderung von Personen von denen für die Frachtgüter und Producte zu sondern.

Beide erhalten getrennte Auf- und Abfahrten. Es ist dabei zu berücksichtigen,

²⁾ Zu Triest, am 15. September 1858, durch die Generalversammlung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen anerkannt und bestätigt.

dass die Uebersicht über das Ganze nicht verloren gehe und das Ordnen gemischter Züge ohne grossen Zeit- und Kraftaufwand erfolgen kann.

Wünschenswerth sind solche Einrichtungen, welche die Expedition und Beförderung der Eilgüter mit dem Reisegepäck erleichtern.“

Bahnhöfe, welche einen bedeutenden Verkehr zu bewältigen haben, bedürfen ausserdem noch eines besonderen Raumes zur Zusammenstellung der für den Transport erforderlichen Fahrmittel zu einem Zuge, beziehentlich zur Theilung eines solchen in seine Theile und zur Aufstellung der in Reserve befindlichen Transportgeräte, welcher, da man die Manipulation des Zusammenstellens und Auflörens der Züge mit dem Ausdruck »Rangiren« bezeichnet, kurzweg »Rangirbahnhof« genannt wird; bei Bahnhöfen von geringerem Umfang ist derselbe nicht besonders angelegt, sondern bildet einen Theil der für den Güterverkehr vorgesehenen Anlagen.

Die zur Reparatur der Betriebsmaterialien (Maschinen, Wagen etc.) erforderlichen Werkstätten und dazu gehörigen Anlagen, auch Werkstättenbahnhof genannt, werden unabhängig von den den Verkehr bewältigenden Bahnhofseinrichtungen angelegt und nur durch ein Schienengleis mit denselben verbunden.

Bei Eisenbahnen, welche durch schwach bevölkerte und wenig cultivirte Gegenden führen, oder auch bei Gebirgsbahnen können besondere Anlagen³⁾ nur deshalb erforderlich werden, um Wasser und Brennmaterial für den Maschinenbetrieb einzunehmen; man bezeichnet dieselben auch wohl mit dem Namen Wasserstationen; im Allgemeinen versteht man jedoch hierunter einen bestimmten Theil einer Bahnhofsanlage, welcher dazu bestimmt ist, das für den Maschinenbetrieb erforderliche Wasser zu beschaffen.

Ob und wo ein Bahnhof angelegt werden soll, hängt von den Verkehrsbedürfnissen der Gegend und von den Betriebserfordernissen der Eisenbahnanlage im Allgemeinen ab; ausserdem können noch besondere Einwirkungen, z. B. die strategische Bedeutung eines Ortes, Festungsanlagen etc. maassgebend sein.

Nach ihrer Ausdehnung, bezüglich des auf denselben stattfindenden Verkehrs, theilt man die Bahnhöfe ein in:

1. Hauptbahnhöfe oder Bahnhöfe I. Classe, welche einen ausgedehnten Personen- und Güterverkehr, sowie den damit zusammenhängenden Rangirdienst zu bewältigen haben.
2. Bahnhöfe II. Classe, auch gewöhnlich Stationen genannt, welche ebenfalls den Personenverkehr und Güterverkehr in sich aufnehmen, jedoch nicht in der Ausdehnung der Hauptbahnhöfe; bei mehreren Bahnen theilt man dieselben je nach dem grösseren oder geringeren Verkehr wieder in Unterabtheilungen.⁴⁾
3. Haltestellen, welche entweder nur für den Personen- oder nur für den Güterverkehr — oder für beide Verkehrsarten, jedoch in beschränktem Maasse dienen.

Nach ihrer Lage zur Hauptrichtung der Bahnlinie werden die Bahnhöfe unterschieden als:

1. Anfangs- und Endstationen, welche also für die betreffende Bahnlinie die Grenz- oder Abschlussanlagen bilden, und
2. Zwischenstationen, welche in beliebigen Entfernungen untereinander angelegt werden und deren Lage durch die Verkehrs- oder Betriebsverhältnisse bestimmt ist.

³⁾ Auf russischen Eisenbahnen sind derartige Stationen zur Wassereinnahme in schwach bevölkerten Gegenden angelegt; auch auf einigen Stationen zur Wasseranschaffung Leitungen von beinahe 2 Meilen Länge hergestellt worden.

⁴⁾ Bei den Bahnen in Frankreich werden derartige Unterabtheilungen zu 4 bis 6 Classen gemacht.

Sodann theilt man die Bahnhöfe nach ihrer Form zur Richtung der Bahnlinie ein :

1. in Kopfstationen und
2. Durchgangsstationen.

Bei der letzteren Anordnung bleibt die Richtung des einfahrenden Zuges auch dieselbe für den ausfahrenden, während bei der ersteren der Lauf der Züge in der Richtung des einfahrenden Zuges unterbrochen wird und dieselben in entgegengesetzter Richtung weiter fahren müssen.

Die letztere Classificirung der Bahnhöfe ist vorwiegend für den Personenverkehr in Betracht zu ziehen.

§. 2. *Lage der Bahnhöfe in Bezug auf die Oertlichkeit etc.* — Durch die Richtung einer Eisenbahnlinie und den Zweck, welchen die Anlage derselben erfüllen soll, sind die Anfangs- und Endpunkte, beziehentlich die Anschlüsse bei Anschlussbahnen und also auch die daselbst anzulegenden Bahnhöfe im Allgemeinen festgelegt; während bei der Bestimmung der Lage der Zwischenstationen zunächst neben den Betriebserfordernissen das Verkehrsbedürfniss vorwiegend maassgebend ist. Zu berücksichtigen sind hierbei die Knoten- und Endpunkte verkehrsreicher Land- und Wasserstrassen, welche der allgemeinen Richtung der Bahnlinie nahe liegen oder dieselbe berühren; sodann solche Punkte einer Gegend, welche durch vorhandene gewerbliche Anlagen, sowie durch noch aufzuschliessende Quellen zur Gewinnung von Rohproducten etc. einen regen Verkehr in Aussicht stellen.

Das leitende Princip der Jetztzeit beim Traciren einer Bahnlinie ist das Gegentheil der früher befolgten Ansicht, die Bahnlinie über fast alle in ihrer Nähe gelegenen Orte, auch von nur geringer Bedeutung, zu führen; man sucht jetzt die kürzeste Linie für die Verbindung der hervorragenden und wichtigen Punkte zu erhalten und die ausserhalb dieser Linie gelegenen verkehrsreichen Orte eher durch eine Zweigbahn mit der Hauptlinie zu vereinigen.⁵⁾ Es werden auf diese Weise sowie durch Abschneiden der Umwege bestehender längerer Bahnlinien fortwährend neue Linien entstehen, welche sich so der kürzesten Richtungslinie oder Luftlinie zu nähern suchen und vorhandene Bahnhöfe, welche früher Zwischenstationen waren, Haupt- beziehentlich Anschlussstationen werden.

Dieser mögliche Wechsel in den Bahnhofseinrichtungen bedingt deshalb für die erste Anlage eine solche Anordnung, dass etwaige vorkommende Erweiterungen später ohne grosse Schwierigkeiten ausführbar sind.

Die Lage des Bahnhofes ist deshalb derartig zu wählen, dass eine etwaige Längen- und Breitenausdehnung derselben durch vorhandene Gebäulichkeiten, Wasserläufe, Wegeanlagen etc. nicht gehindert ist.

Besonders ist bei den Bahnhöfen für grössere Städte auf eine solche Lage derselben Bedacht zu nehmen, welche sowohl eine Bahnhofs-, als auch eine Stadterweiterung zulässt, ohne dass die eine durch die andere eine zu baldige Beschränkung erleidet, da erfahrungsmässig und auch naturgemäss die Ausdehnung eines Ortes stets nach der Richtung des Hauptverkehrsmittels stattfindet. Die Grundstücke für Bahnhofsanlagen, welche meistens schon durch die Nähe bewohnter Orte oder daselbst befindlicher gewerblicher Etablissements etc. einen höheren Werth haben wie diejenigen, welche zur Herstellung der freien Bahn erforderlich sind, sollten demnach sofort, auf Vergrösserung der Bahnhöfe berechnet, ausreichend gross erworben werden, damit bei dem stetigen und hier wohl in höherem Grade eintretenden Steigen des Grundwerthes Nacherwerbungen nicht

⁵⁾ Secundäre Bahnen, Montan- und Industrie-Bahnen.

zu grosse Geldopfer erfordern, wie dies die älteren Eisenbahnverwaltungen in den letzten Jahren bei dem nothwendigen Umbau ihrer Bahnhöfe haben erfahren müssen.

Die Bahnhöfe der preussischen Eisenbahnen haben seit den letzten 10 Jahren eine Vergrösserung von rot. $\frac{1}{3}$ ihrer gegenwärtigen Gesamtgrösse erhalten; — die Gleislängen der Bahnhöfe bilden $\frac{1}{5}$ der Gesamtlängen sämmtlicher Gleise. ⁶⁾

Die Alignements- und die Höhenverhältnisse der Bahnhöfe sind von dem Charakter der Bahnlinie, ob dieselbe eine Thal- oder eine Gebirgsbahn ist, abhängig. Diese beiden allgemein gehaltenen Unterschiede der Bahnlinien dürften für die Besprechung der Bahnhofsanlagen genügen und nur noch bestimmter zu begrenzen sein, indem man diejenigen Bahnen, deren stärkste Steigungen 1:100 nicht überschreiten, zu den Thalbahnen rechnet, während diejenigen mit stärkeren und längeren Steigungen zu den Gebirgsbahnen gezählt werden. ⁷⁾

Nach den Steigungsverhältnissen einer Bahnlinie ist die Stärke der zur Verwendung kommenden Maschinen und nach diesen wieder die Länge der zu bewegendenden Züge zu bemessen, welche letztere schliesslich die Länge der Bahnhöfe bestimmen.

Zur leichteren und sicheren Handhabung des Betriebes legt man die Bahnhofsflächen gewöhnlich horizontal, sowie die Mittellinie in eine gerade Linie und weicht hiervon nur in besonderen Fällen ab, z. B. bei Gebirgsbahnen etc. Die dann anzunehmende Steigung der Gleise darf nicht stärker sein als der Ruhewinkel der Fahrzeuge und der Radius der für die Mittellinie zu wählenden Curve muss so gross sein, dass noch eine Entwicklung und Ausbildung der Weichenstrassen möglich ist. Im I. §. 5 der technischen Vereinbarungen sind die auf Bahnhöfen zulässigen Steigungen wie folgt bestimmt:

„Grössere Steigungen als 1:400 sollen auf Bahnhöfen nicht vorkommen.“

Durch den Umbau beziehentlich die Vergrösserung der Bahnhöfe in neuerer Zeit haben vielfach die angrenzenden in einer Steigung liegenden Bahnstrecken zum Bahnhofsplanum herangezogen werden müssen und da die Steigungen ohne ungünstige Gestaltung der Gradienten der freien Bahn nicht vollständig zu beseitigen waren, so findet man vielfach Bahnhöfe zum Theil in, wenn auch nur mässigen Steigungen liegen. Ueber die Längen bestimmt I. §. 5 der technischen Vereinbarungen:

„Die Bahnhöfe sollen eine horizontale Strecke enthalten, welche im flachen und im Hügellande wenigstens 1800 Fuss (550^m,0), im Gebirge wenigstens 600 Fuss (180^m,0) lang ist. Im flachen und im Hügellande muss wenigstens ein Theil dieser Strecke eine gerade Linie von mindestens 600 Fuss (180^m,0) Länge enthalten.“

Für den in den letzten Jahren so ausserordentlich gestiegenen Verkehr sind die hier angegebenen Minimal-Längen bei unseren gegenwärtigen Betriebseinrichtungen nicht mehr ausreichend; die gemachten Erfahrungen verlangen, dass für Bahnen im flachen Lande den Bahnhöfen, auf welchen Züge kreuzen und überholt werden, und welche einen nur mittleren Güterverkehr haben, eine Länge von mindestens 2500 bis 3000 Fuss (900^m) ⁸⁾ gegeben werden muss, und den Bahnhöfen der Gebirgsbahnen wegen der grösseren Lei-

⁶⁾ Statistik der preussischen Eisenbahnen.

⁷⁾ Die technischen Vereinbarungen unterscheiden im §. 3 der Grundzüge etc. Bahnen im flachen Lande, im Hügellande und im Gebirge.

⁸⁾ Bahnhöfe grösserer Orte mit bedeutendem Güterverkehr haben auf den deutschen Bahnen schon eine Länge bis zu 10000 Fuss (3000^m) erreicht.

Anmerkung. Die angeführten Maasse neben dem Metermaass sind rheinländische, mit Ausnahme derjenigen, welche in den erwähnten §§. der Grundzüge der technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen enthalten und in englischen Fussen ausgedrückt sind.

stungen der in der letzten Zeit gebauten Maschinen eine solche von mindestens 1000 Fuss (300^m).

Bei Bahnen mit starken Steigungen empfiehlt es sich, die an die Bahnhofshorizontale anschliessenden Steigungen der freien Bahnstrecken nicht stärker als 1:200 oder 1:300 zu machen und diesen Uebergangsneigungen eine Länge von etwa 60, beziehentlich 100^m zu geben und die Gefällwechsel abzurunden.⁹⁾

Eine Begrenzung der Bahnhöfe durch Wegeanlagen, welche die Bahnlinie schneiden, ist soviel als möglich zu vermeiden, und an solchen Stellen, an welchen das Verkehrsinteresse oder andere vorwiegende Gründe die Lage eines Bahnhofes in der Nähe solcher Wegeanlagen wünschenswerth erscheinen lassen, sind die letzteren, wenn irgend thunlich, nicht im Niveau zu überführen, sondern unter der Bahn hindurch — Unterführungen — oder über dieselbe — Ueberführungen — zu leiten.

Man legt deshalb auch zweckmässig den Theil eines Bahnhofes, welcher den Güterverkehr oder überhaupt den vorherrschenden Verkehr aufzunehmen hat, auf die Seite, von welcher der Hauptverkehr zu erwarten steht; es wird hierdurch eine Ueberschreitung der Bahnlinie vermieden und zugleich der kürzeste Weg für die An- und Abfuhr erreicht.

Die Höhenlage des Bahnhofes ist, soweit die Horizontal- und Verticalprojection der Gesamtbahnlinie dies gestattet, derartig zu den vorhandenen Communicationsmitteln zu wählen, dass alle Zu- und Abfahren, ohne grosse Steigungen zu überwinden, bewerkstelligt werden können. Die Bahnhöfe in Verbindung mit Wasserläufen, den Flüssen, Canälen, Seehäfen etc. legt man auch nur so weit über die bekannten höchsten Wasserstände, dass noch ein directes Ueberladen von den Bahntransportgeräthen zu den Wasserfahrzeugen und umgekehrt, oder ein Ueberführen der ersteren selbst zu den letzteren¹⁰⁾, sowie eine Trockenlegung des Bahnhofesplanums möglich ist.

Sofern das Einlaufen anderer Bahnlinien in einen Bahnhof nur stattfinden kann, wenn dieser selbst oder die anschliessende freie Bahn vorher geschnitten wird, so sind derartige Kreuzungen nicht im Niveau der Schienen auszuführen, sondern der Einlauf in den Bahnhof ist durch Unter- oder Ueberführungen der bestehenden Bahnanlagen zu bewirken.¹¹⁾

Fig. 2 und 2^a Taf. XXX zeigt die Kreuzung eines Bahnhofes durch eine Bahnlinie anderer Richtung; die beiden Bahnhöfe sind durch ein geneigtes Gleis verbunden.

Für die Bauausführung wird in den meisten Fällen die Höhenlage des Bahnhofes am zweckmässigsten sein und die geringsten Anlagekosten erfordern, welche sich der vorhandenen Terrainoberfläche soviel als möglich anschliesst, d. h. nicht zu hohe Aufträge und nicht zu tiefe Einschnitte erforderlich macht; kostspielige Foundationen der aufzuführenden Gebäude werden hierbei vermieden und eine wenig veränderliche Höhenlage der Gleisanlagen sowie eine leichtere Entwässerung der Bahnhofesfläche erzielt werden.

Die Entwässerung der Bahnhofesfläche ist für die Erhaltung der normalen Höhenlage der Gleise von grosser Einwirkung und besonders auf grossen Bahnhöfen mit besonderer Vorsicht und systematisch auszuführen, weil auf diesen das ausreichende Gefälle zur Abführung der Wassermengen meist nur sehr spärlich zu erhalten ist. Die Ableitung

⁹⁾ Nördlinger, über die Vermittelung der Gefälle sowie der geraden und gekrümmten Strecken auf Eisenbahnen. — Zeitschrift für Bauwesen. Berlin 1868. p. 101 u. 433. (Nach den Annales des ponts et chaussées 1867. Novembre et Decembre. p. 312.)

¹⁰⁾ Trajectanstalten, Fähren aller Art, Dampfschiffverbindung etc.

¹¹⁾ Anordnung der Gleise auf der Nordbahn bei Paris zur Sicherung eines unbehinderten und sicheren Cursirens der Züge. Zeitschrift f. Bauwesen. Berlin, Jahrgang 1868. p. 273. Organ 1869. p. 114.

der Niederschläge zwischen den Schienengleisen bewirkt zweckmässig ein System von Drainröhren, welche durch Sammeldrains das Wasser kleinen gemauerten Abzugscanälen zuführen; die letzteren, welche auch zur Entwässerung der tiefer liegenden Bahnhofstheile, sowie der Drehscheiben, Schiebehühnen mit versenkten Gleisen etc. bestimmt sind, münden in grössere Abzugscanäle, denen man zweckmässig einen eirunden Querschnitt giebt und die man an den Einmündungen der kleineren Canäle mit Einsteigschächten zur Reinigung und zur Beseitigung etwaiger Verstopfungen der Canäle versieht. Die gesammelten Wassermengen werden entweder in die zur Aufnahme der Entwässerung und Trockenlegung der Bahnhoffläche anzulegenden tieferen Bahngräben geleitet oder in besonderen grösseren Canälen weiter geführt.

I. §. 55 der technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen bestimmt hierüber: „Die Entwässerung der horizontalen Bahnhöfe ist gründlich nur durch unterirdische Canäle zu erreichen. Mindestens ist für eine Drainirung und tiefe Gräben ausserhalb des Bereichs der Gleise zu sorgen.“

Die Bodenbeschaffenheit der zur Anlage eines Bahnhofes in Aussicht genommenen Fläche ist vorher genau zu untersuchen und durch Bohrungen oder Schürfungen die Gebirgsformation festzustellen, damit späteren etwaigen Betriebsstörungen durch Rutschungen, Senkungen etc. vorgebeugt und die Tragfähigkeit des zur Aufnahme der Gebäude etc. bestimmten Untergrundes geprüft werden kann.

Ausserdem ist die Untersuchung auf die Wasserbeschaffung auszudehnen und vor der Anlage des Bahnhofes festzustellen, ob das für den Betrieb erforderliche Wasserquantum zu erhalten und dasselbe soviel als möglich chemisch rein ist, oder ob dasselbe durch vorhandene Beimischungen so wenig brauchbar ist, dass durch Wasserleitungen der Wasserbedarf zugeführt werden muss.

§. 3. *Ermittelungen über den zu erwartenden Verkehr.* — Um die Ausdehnung eines Bahnhofes bestimmen zu können, ist der etwa zu erwartende Verkehr vorher zu ermitteln und der Projectaufstellung zu Grunde zu legen. Die Ermittlungen geben jedoch selten zufriedenstellende Resultate; der Verkehr ist in den meisten Fällen nur annähernd festzustellen; auch hat die Erfahrung gelehrt, dass die Annahmen hierüber fast durchweg weit hinter dem sich später entwickelnden Verkehr zurückgeblieben sind. Obgleich die wenig zutreffenden Berechnungen hauptsächlich ihren Grund in den grossentheils mangelhaften statistischen Aufzeichnungen über den stattgehabten Transport und die Beweglichkeit der Bevölkerung einer bestimmten Gegend haben, so werden doch auch durch die vorhandenen und noch entstehenden Zufuhrwege die Zufluss- und Abfuhrgebiete des rascher und billiger befördernden Communicationsmittels bedeutend grösser, als dies bei dem älteren Transportmittel der Fall war und ausserdem neue, seither nicht gekannte Verkehrsquellen erschlossen werden.

Zunächst sind Production und Consumption einer Gegend, sofern dieselben zu ihrer Verwerthung des Eisenbahntransportes bedürfen, sowie die Bevölkerung derjenigen Ortschaften, welche nach dem anzulegenden Bahnhof den kürzesten und directesten Weg haben, durch Zahlen festzustellen und diesen Summen ein gewisser Procentsatz für Zunahme des Verkehrs hinzuzusetzen, wobei man annehmen kann, dass in Gegenden, in welchen eine grössere Thätigkeit und industrielle Begabung vorhanden, der Verkehr sich in einem viel höheren Grade entwickeln wird, als in solchen Districten, in welchen diese Vorbedingung fehlt.¹²⁾

¹²⁾ Zur Bestimmung des Flächenraumes der Warteräume bei regelmässigem Personenverkehr,

Sodann ist es wichtig zu wissen, nach welcher Richtung der Bahnlinie der Verkehr sich hauptsächlich entfalten und ob derselbe zu allen Jahreszeiten gleich stark und regelmässig oder nur zu bestimmten Zeiten in grösserem Maasse stattfinden wird; ferner von welcher Beschaffenheit die zu transportirenden Güter sind, ob es Producte, beziehentlich Fabrikate sind, welche den Witterungseinflüssen entzogen werden müssen, oder derartige, welche denselben längere oder kürzere Zeit unbeschadet ausgesetzt sein dürfen, oder auch ob Gegenstände zu transportiren sind, deren Lagerung besondere Vorsichtsmaassregeln und deren Verladung bestimmte Vorrichtungen erfordert.

Nach diesen Ermittlungen ist sowohl die Ausdehnung der Gleisanlagen als auch die Grösse und die Lage der nothwendigen Lagerräume zu bemessen, und bezüglich der letzteren festzustellen, mit welchem Flächenraum dieselben überdeckt anzunehmen sind und in welchem Umfange freie, unbedeckte Lagerplätze erforderlich werden.

Finden grössere Transporte nur zu bestimmten Zeiten statt, so müssen die Anlagen auf einem Bahnhofe fast durchweg grösser angenommen werden, als wenn der Verkehr auf das ganze Jahr gleichmässig vertheilt zu bewältigen ist. Zu den Bahnhöfen mit Verkehr zu bestimmten Zeiten sind diejenigen zu zählen, welche ihren Transportaustausch hauptsächlich mit Canälen, Flüssen etc. unterhalten, und solche Personenbahnhöfe, z. B. in hervorragend schönen Länderstrichen, bei Heilbädern gelegen etc., welche nur während der wärmeren Jahreszeit stärker benutzt werden. Bei den Einrichtungen eines Bahnhofes für einen grossen Localverkehr ist auch die Grösse des durchgehenden Verkehrs in Berücksichtigung zu ziehen; derselbe wirkt hauptsächlich durch das Rangiren der Güterzüge und deren Länge bestimmend auf die Ausdehnung und die Anordnung der Gleise, deren Längenausdehnung nach der Länge der Züge bemessen werden muss.

§. 4. *Die Bedürfnisse für das Betriebsmaterial etc.* — Nach der Ausdehnung eines Bahnhofes, beziehentlich der Grösse des Verkehrs auf demselben, nach seiner Lage zur Richtung der Bahnlinie und nach dem Charakter der letzteren selbst, sind die Bedürfnisse für das Betriebsmaterial: die Gleisanlagen und die dazu gehörigen Einrichtungen, die Gebäulichkeiten etc., welche auf demselben untergebracht werden müssen, zu bemessen. Zu den Gleisanlagen sind nicht nur die Gleise und die dieselben verbindenden Weichen, Kreuzungen u. s. w. zu zählen, sondern auch die Drehscheiben, Schiebebühnen mit und ohne versenkte Gleise etc.

Die für das Betriebsmaterial erforderlichen baulichen Anlagen¹³⁾ umfassen den Locomotivschuppen, die Wasserstationen mit Brunnenanlage beziehentlich Wasserleitung und Wasserkrahn, den Wagenschuppen, den Cokesschuppen nebst Ladebühne, die Feuerlösch- und Reinigungsgruben, die Reparaturwerkstätten mit ihren Einrichtungen und den zugehörigen Magazingebäuden.

Die Zahl und die Grösse der einzelnen Anlagen hängt wiederum von der Ausdehnung des auf dem Bahnhofe zu erwartenden Verkehrs ab.

Die Lage der Locomotivschuppen ist derartig zu den übrigen Bahnhofseinrichtungen zu wählen, dass die Maschinen auf dem kürzesten Wege zu den Zügen und hauptsächlich zu den Personenzügen gelangen können, ohne die Rangir- und die Güter-

unter Berücksichtigung der umliegenden Bevölkerung und deren Beweglichkeit, siehe Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. 1864. S. 95.

»Beispiel zur Benutzung einiger statistischen Daten zur Ermittlung der Grösse von Bahnhofs-Räumlichkeiten bei Hauptgebäuden« von Kaven.

¹³⁾ Organ IV. Band p. 67. Ueber englische Bahnhofsanlagen von Jules Morandière daselbst p. 123. Ueber Bahnhofsanlagen für den Zugdienst auf den englischen Eisenbahnen im Jahre 1865 von Demselben.

verkehrgleise durchfahren zu müssen. Aus einem der Hauptgleise zweigt man hierzu meistens ein besonderes Gleis ab, welches durch Drehscheiben, Schiebebühnen oder Weichen mit den einzelnen Maschinenständen des Locomotivschuppens in Verbindung gebracht wird.

Die Grundrissformen der Locomotivschuppen sind sehr verschiedenartig; man unterscheidet zunächst rechteckige und kreisförmige, beziehentlich polygonale.¹⁴⁾ Bei der ersteren Form liegen die Maschinenstände parallel zu einander, während dieselben bei der letzteren radial zur Bogenform stehen und durch die Verlängerung ihrer zugehörigen Gleise einen Vereinigungspunkt erhalten, in welchem durch die Anlage einer Drehscheibe eine leichte Verbindung der einzelnen Maschinenstände untereinander und mit den anderen Gleisen bewirkt wird. Die kreisförmigen Grundrissformen können nun entweder aus kurzen Theilen eines Bogens, oder aus Halbkreisen, oder aus vollen Kreisen gebildet werden, oder auch in Form eines Hufeisens vorkommen.

Die Locomotivschuppen mit kreisförmiger, halbkreis- oder hufeisenförmiger, beziehentlich entsprechender polygonaler Grundrissform haben den Vortheil, dass die zugehörigen Drehscheiben mit überdacht werden können, auch ist ihre Anwendung wegen der Raumersparniss bei beschränkten Bahnhofflächen zu empfehlen.¹⁵⁾

Die zu denselben führenden Gleisanlagen bedürfen keine so ausgedehnte Längsentwicklung wie zumeist diejenigen erhalten müssen, welche zu den Gleisständen der rechteckigen Locomotivschuppen führen, deren Verbindung mit den übrigen Gleisen entweder durch ein von einem Schienenstrange abzweigendes Gleisbündel oder eine mit dem Abzweiggleis in Verbindung stehende, vor dem Locomotivschuppen befindliche Schiebebühne hergestellt wird. Der Durchmesser der Drehscheiben für Locomotiven ist zu mindestens 38 Fuss (rot. 12^m) anzunehmen, damit Maschine und Tender zugleich gedreht werden können. Vergl. I. §. 69 der technischen Vereinbarungen auf p. 417 des XII. Capitels.

Ausserdem hat man auch Drehscheiben von rot. 25 Fuss (7^m,8) Durchmesser, welche zum Drehen der Wagen oder der Maschine und des Tenders getrennt, benutzt werden.

Die Gleisanordnung mit Benutzung einer Schiebebühne vor den Locomotivschuppen kommt seltener zur Anwendung und dürfte auch, wegen der zur Bewegung der Schiebebühne erforderlichen längeren Zeitdauer weniger zu empfehlen sein.

Die Locomotivschuppen, für welche möglicherweise später eine Vermehrung der Maschinenstände erforderlich werden könnte, werden zweckmässig nach einer Grundriss-

¹⁴⁾ Allgemeine Bauzeitung. Wien 1861. p. 255. Locomotivrenise für 16 Maschinen.

Zeitschrift für Bauwesen. Berlin 1865. Locomotivschuppen der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn von W. Weise.

¹⁵⁾ Die Techniker-Versammlung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen hat sich in einer Conferenz zu München, 1868, über die Frage

Welche Erfahrungen liegen über die Zweckmässigkeit der runden, nur durch eine Drehscheibe zugänglichen Schuppen für Locomotiven im Dienste vor? folgender Weise ausgesprochen:

Runde Locomotivschuppen, welche nur durch eine, jedoch solid construirte und fundirte Drehscheibe zugänglich sind, haben sich im Dienste im Allgemeinen bewährt, desgleichen auch halbrunde und segmentförmige Schuppen in Gegenden, die von Schneewehen weniger zu leiden haben.

Beide Arten von Schuppen empfehlen sich für die Unterbringung einer grösseren Anzahl von Maschinen vorzüglich auf Bahnhöfen mit beschränkten Räumlichkeiten. Bei der Schwierigkeit der Rettung der Maschinen für den Fall eines Brandes wird für diese Schuppen die Vermeidung alles brennbaren Materials dringend empfohlen.

form gebaut, welche einen Theil eines Kreises oder Polygons bildet; eine Vergrößerung des Schuppens ist hierbei ohne Veränderung der bestehenden Anlage durch Anbau leicht zu bewerkstelligen, und ebenso einfach eine Verbindung der Maschinenstände mit den anderen Gleisanlagen herbeizuführen.

Die Locomotivschuppen sind massiv und feuersicher herzustellen.

Die Tiefe der Locomotivschuppen für einen Maschinenstand ist zu 60 Fuss (18^m,33) und für zwei Maschinenstände zu 110 Fuss (34^m,52), sowie die Entfernung der Gleise in den Locomotivschuppen zweckmässig zu 17 Fuss (5^m,18) von Mitte zu Mitte anzunehmen, damit vor, hinter und zwischen denselben noch ein genügender Raum zum Reinigen, Putzen etc. der Maschinen verbleibt; aus demselben Grunde werden auch unter jedem Maschinenstande zwischen den Schienen Reinigungsgruben angelegt, welche an den Kopfseiten mit Trittstufen zum Einsteigen versehen sind und in der Sohle zur Abführung des zum Reinigen der Locomotivkessel erforderlichen Spülwassers ein Gefälle erhalten. Ausserdem sind vor jedem Einfahrtsthor Löschgruben anzulegen, um das nach zurückgelegter Fahrt noch im Feuerraum der Maschine befindliche Feuer vor dem Einfahren in den Locomotivschuppen entfernen zu können. Für die Reinigungs-, Lösch- etc. Gruben ist eine massive und feuersichere Herstellung Bedingung; die Anwendung von Holz etc. ist zu vermeiden und sind die Schienen direct auf Stein- oder Eisenunterlagen zu befestigen; — entweder werden diese Gruben aus Mauerwerk hergestellt und dann empfiehlt sich für die innere Ausmauerung derselben die Anwendung gebrannter Steine oder man fertigt dieselben ganz aus Eisen und mauert die Sohle mit einer Rollschicht gebrannter Steine in Cement- oder Trassmörtel aus. Ueber die Construction der Locomotivschuppen selbst und die desfallsigen Bestimmungen der technischen Vereinbarungen des D. E. V. vergl. §. 79—103 des Capitels XIV.

Bei Bahnen mit starken Steigungen wird ausserdem mit dem Locomotivschuppen ein besonderer Raum zur Aufbewahrung, zum Trocknen etc. des für die Locomotive erforderlichen Sandes, zum Bestreuen der Schienen bei feuchter Witterung, zu verbinden sein.

Die Wasserstationsanlagen sind meistens mit dem Locomotivschuppen verbunden, um die Maschinen vor der Benutzung mit Wasser versorgen zu können; dahingegen werden auf grossen Bahnhöfen, auf welchen die Kosten der Rohrleitungen durch ihre bedeutende Länge sehr erheblich sein würden und auf Bahnhöfen, welche keine Locomotivschuppen haben, auch wohl besondere Wasserstationsgebäude auf jeder Seite des Bahnhofes zum directen Speisen der Maschinen errichtet, welche man beliebig und soweit von den Gleisen entfernt stellt, dass die Ausdehnung der Nebengleise und die Aussicht über den Bahnhof vom Perron aus nicht behindert ist.

Das nothwendige Wasser zur Speisung der Locomotiven zu beschaffen ist eines der wichtigsten Erfordernisse für den Eisenbahnbetrieb; es muss dasselbe in solcher Menge vorhanden sein, dass niemals eine Störung des Betriebes durch Wassermangel entstehen kann. Gewöhnlich wird das Wasser aus Brunnen, welche in oder nahe dem Wasserstationsgebäude angelegt werden, entnommen; zeigen dieselben sich nicht ergiebig genug oder ist das Wasser zu stark mit Beimischungen versehen, welche die Bildung des Kesselsteines befördern, so ist es zweckmässig dasselbe mittelst Wasserleitungen aus nahe gelegenen Wasserläufen etc. herbeizuführen; es empfiehlt sich dann, grosse Reservoirs, Sammelbassins anzulegen, in welchen die Sinkstoffe sich absetzen können, um für die Leitungen annähernd reines Wasser zu erhalten. Bei Anlage der Brunnen ist das zu erhaltende Wasserquantum genau festzustellen und sich zu überzeugen, dass nicht durch verhältnissmässig zu starke Wasserentnahme Versandungen etc. in denselben herbei-

geführt werden¹⁶⁾; dies findet nicht selten bei derartigen Anlagen in Niederungen und solchen Gegenden statt, in welchen das Erdreich der Diluvialformation angehört; in letzterem Falle kann es zweckmässig sein, statt eines Brunnens deren mehrere in nicht zu grosser Entfernung anzulegen.

Wenn das erforderliche Wasserquantum eines grossen Bahnhofes nicht aus Brunnen auf demselben entnommen werden kann, sondern durch grössere Wasserleitungen oder mittelst Dampfmaschinen aus tiefer gelegenen Wasserläufen zu beschaffen ist, so legt man zweckmässig gemauerte Reservoirs in ausreichenden Dimensionen und, wenn es die örtlichen Verhältnisse gestatten, in einer solchen Höhenlage an, dass nicht nur das für den Maschinenbetrieb erforderliche Wasserquantum, sondern der Gesamtwasserbedarf des Bahnhofes aus demselben gedeckt und überall noch mit dem hinreichenden Druck zur Verwendung gelangen kann (Vortheile zum Reinigen der Locomotivkessel).

Meistentheils werden die Reservoirs in den Wasserstationsgebäuden, und zwar in deren oberen Räumen anzulegen sein und ist es zweckmässig, dieselben mit Vorwärmern zu verbinden. In Gegenden, wo es die klimatischen Verhältnisse gestatten, werden dieselben auch wohl auf die Dächer der Gebäude gestellt.¹⁷⁾

Die Form der Reservoirs, welche rechteckig, rund, oval etc. sein kann, wird sich gewöhnlich nach der Grundform des Wasserstationsgebäudes zu richten haben.

Die Wasserförderung für die Wasserstationen zum Speisen der Locomotiven etc. kann auf verschiedene Weisen stattfinden¹⁸⁾:

1. Durch das natürliche Wassergefälle von benachbarten Höhen, hauptsächlich vorkommend in Gebirgsgegenden.
2. Durch Handpumpen aus Brunnenanlagen etc., jedoch meistentheils nur ausreichend auf kleinen Stationen mit geringem Wasserbedarf.
3. Durch Windmühlen, anwendbar in ebenen Gegenden.
4. Durch Dampfmaschinen, und zwar entweder durch vorhandene Maschinen, welche etwa für Werkstättenbetrieb etc. angelegt sind, oder durch besonders für diesen Zweck errichtete Maschinen.

In und bei grossen Städten können auch die daselbst vorhandenen Wasserwerke das erforderliche Wasserquantum liefern.

Die Wasserkrahne sind in den verschiedenartigsten Constructionen ausgeführt; ausser den gewöhnlichen zur Anwendung kommenden, welche nur zur Uebergabe des Wassers aus den Reservoirs in die Tender der Maschine bestimmt sind, hat man auch solche, welche zugleich Reservoirs¹⁹⁾ enthalten, sowie Apparate, welche den Dampfdruck der Maschine zum Ueberführen des Wassers aus den Reservoirs nach den Tenders benutzen und wiederum Vorrichtungen, welche eine Füllung des Tenders während der Fahrt gestatten.²⁰⁾

Aus den Reservoirs wird das Wasser nach den auf dem Bahnhofe stehenden Wasserkrahnen geleitet, welche für Personenzüge am geeignetsten an den Enden der Hauptgleise so zwischen dieselben gestellt werden, dass der Tender der Zugmaschine ohne eine Bewegung machen zu müssen, Wasser einnehmen kann.

¹⁶⁾ Zeitschrift für Bauwesen. Berlin 1865. Mentz, Wasserstationen.

Dieselbe. 1866. pag. 320. Ueber Wasserstationen von Koch. Berlin.

¹⁷⁾ Vielfach auf den englischen Bahnhöfen ausgeführt.

¹⁸⁾ Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. 1864. — Ueber die Wasserförderung zum Speisen der Locomotiven auf den hannoverschen Eisenbahnen von Funk. Hannover.

¹⁹⁾ Reservoirkrähne auf französischen Eisenbahnen.

²⁰⁾ Lange, zwischen den Schienen liegende Reservoirs.

Zugleich sind vor dem Wasserkrahn in den Hauptgleisen massiv gemauerte Senkgruben anzulegen, um die Roste der Maschine reinigen zu können.

I. §. 88 der technischen Vereinbarungen bestimmen hierüber:

Die Senkgrube zum Reinigen der Roste ist in den Hauptgleisen so anzulegen, dass diese Arbeit erfolgen kann, während die Maschine Wasser und Brennmaterial einnimmt.

Specielle Beschreibungen der Pumpapparate und Wasserkrahn, sowie die Construction der Wasserleitungen und Reservoirs werden im XV. Capitel gegeben und am Schlusse desselben auch die vollständige Literatur über Wasserstationen mitgetheilt.

Die Wagenschuppen, welche zur Aufnahme der in Reserve befindlichen Personenwagen dienen, sind nur auf bestimmten in grösseren Entfernungen gelegenen und mit regem Personenverkehr versehenen Stationen erforderlich. In neuerer Zeit werden die Wagenschuppen mehr und mehr entbehrlich, jedenfalls brauchen dieselben nicht mehr so vielfach angelegt zu werden, als dies früher der Fall war, denn erstens findet jetzt ein stärkeres Rolliren der Transportgeräthe bei dem fast durchweg stärker gewordenen Verkehr statt und zweitens wird die Zahl der vorhandenen Wagen selten das nothwendige Bedürfniss übersteigen. Die Schuppen erhalten zumeist eine rechteckige Grundrissform und sind so zu stellen, dass einzelne Wagen so rasch als möglich, ohne die übrigen Gleise durchfahren zu müssen, jedem Zuge zugetheilt werden können.

Zur Beförderung der Wagen aus den Schuppen in die Hauptgleise wird gewöhnlich eine Schiebebühne mit versenktem Gleis vor den Schuppen gelegt, welche durch ein Verbindungsgleis direct mit den Hauptgleisen zusammenhängt, oder es verbindet eine Schiebebühne im Niveau die Wagenschuppengleise direct mit den Hauptgleisen. Letztere Anordnung ist besonders für Personenbahnhöfe als zweckmässig zu empfehlen.

Die Länge, beziehungsweise Tiefe der Wagenschuppen bestimmt sich aus der Länge der Wagen und wird für einen Wagen einschliesslich des Umganges an den Kopfseiten zu 40 Fuss (12^m,5) und für zwei Wagen hintereinander zu 75 Fuss (23^m,5) im Lichten anzunehmen sein.

Die Wagenschuppen werden theils massiv, theils aus Fachwerk hergestellt und erhalten für jeden Wagenstand zwischen den Schienen Reinigungsgruben.

Bei den Hochbauten, im nächsten Capitel wird diese Gattung von Gebäuden ausführlicher besprochen und werden daselbst auch die darauf Bezug habenden Paragraphen der technischen Vereinbarungen mitgetheilt.

Die Cokesschuppen sind meist leicht gemauert oder aus Holz gebaut und in vielen Fällen sind dieselben nur eine längs oder zwischen den Gleisen erhöht gelegene überdachte Bühne (Cokesbühne), deren Bodenhöhe entsprechend der Höhe des Tenders rot. 8 Fuss (2^m,5) über der Schienenoberkante liegt; die Cokes werden in denselben zur Vermeidung des Verlustes durch Abfall meistens in Körben aufbewahrt. Die Stellung derselben auf den Bahnhöfen ist zweckmässig so zu wählen, dass die Maschinen bei dem Verlassen der Locomotivschuppen im Vorüberfahren den nöthigen Bedarf an Brennmaterial einnehmen können; zugleich empfiehlt sich auch die Aufstellung eines Wasserkrahnes an der entgegengesetzten Gleisseite. Da in neuerer Zeit häufig Kohlen zum Feuern verwandt werden und dieselben durch die Einwirkung der Witterung leicht an Heizkraft verlieren, so werden deren Lagerplätze beziehungsweise Ladebühnen ebenfalls vielfach überdeckt angelegt. Schuppen, Bansen, Bühnen, für Cokes, Kohlen, Torf, sowie Holz zum Anfeuern etc.

Die grösseren Reparaturwerkstättenanlagen einer Bahnlinie werden gewöhnlich mit Haupt-, Anfangs- oder Endstationen verbunden oder auch mit solchen Sta-

tionen, welche an einem Vereinigungspunkte mehrerer Bahnlinien liegen. Die Werkstätten sind abgesondert von dem Bahnhofe derart zu legen, dass eine Erweiterung derselben leicht ausführbar ist, auch ist bei der Wahl des Ortes auf die Unterbringung der Arbeiter Rücksicht zu nehmen. Die Grösse und die Einrichtung derselben ist von der Länge der Bahnlinie, also von der Grösse des Betriebsmaterialies und von dem Umfange der Reparaturarbeiten abhängig; d. h. ob sämtliche auf der Bahn vorkommenden Reparaturen oder nur ein Theil derselben dort vorgenommen werden sollen. Grössere und ausgedehnte derartige Anlagen verbinden mit den Reparaturen auch zugleich den Neubau von Maschinen, Wagen etc. Eine solche Ausdehnung der Werkstättenanlagen empfiehlt sich meistens für die Centralwerkstätten grosser Bahnverwaltungen, damit durch mangelnde Reparaturen nicht etwa eine Unterbrechung in der Beschäftigung der Arbeiter mehrmals eintreten kann. Die ausserdem auf kleineren Stationen erforderlichen Reparaturwerkstätten werden mit dem Locomotivschuppen verbunden und bestehen gewöhnlich aus einer kleinen Schmiede- und Schlosserwerkstatt.

Die Grundzüge der technischen Vereinbarungen enthalten hierüber Folgendes:

I. §. 104. Die Anlage von Centralwerkstätten ist der von mehreren kleineren vorzuziehen; dieselben sind an Hauptknotenpunkten des Verkehrs in solchem Umfange einzurichten und mit solchen Werkzeugen auszustatten, dass die Reparaturen an den Fahrbetriebsmitteln stets vollständig und schnell ausgeführt werden können.

Bei neuen Anlagen muss eine namhafte Ausdehnung der einzelnen Abtheilungen später möglich bleiben.

Es sind darin Vorrichtungen erforderlich, um Triebräder mit den Achsen leicht ein- und ausbringen und die Belastung der einzelnen Räder genau messen zu können.

I. §. 105. Es ist zweckmässig die Grösse sämtlicher bedeckter Arbeitsräume für einen Reparaturstand von 25 Procent der Locomotiven und mindestens 5 Procent der Wagen einzurichten.

Ausserdem sollen noch 5 Procent der Wagen auf den Gleisen innerhalb der Werkstätten-Einfriedigung aufgestellt werden können.

Mit den Reparaturwerkstätten sind noch Magazinräume zum Lagern der Werkzeuge, der verschiedenen Geräte, der zu den Reparaturen erforderlichen, vorräthig gefertigten Theile etc. zu verbinden; in denselben sind Aufzugsvorrichtungen, Decimalwaagen u. s. w. zweckmässig anzuordnen.

Zu einer vollständig ausgetesteten Bahnlinie sind folgende Betriebsmaterialien in ganzen Zahlen ausgedrückt pro Meile Bahnlänge zu rechnen.²¹⁾

Zwei Locomotiven, ausschliesslich der auf den Bahnhöfen zum Rangiren etc. erforderlichen Maschinen. Bei sehr frequenten Bahnen können sogar drei Maschinen erforderlich werden.

Vier Personenwagen.

Ein Gepäckwagen einschliesslich der Postwagen.

Fünfundzwanzig Güterwagen, sowohl bedeckte wie unbedeckte.

Zwei Arbeitswagen.

Die Zahl der Güterwagen in den verschiedenen Ländern ist variabel, während die Zahl der anderen Betriebsmaterialien pro Meile Bahnlänge ziemlich übereinstimmend ist.²²⁾

Eine volle Tenderfüllung ist zu 150 Cubikfuss Wasser anzunehmen; in neuerer Zeit haben jedoch auch viele Maschinen Tender zu 300 Cubikfuss Füllung. Eine Personen-

²¹⁾ Statistik der preussischen Eisenbahnen. Berlin.

²²⁾ Deutsche Eisenbahn-Statistik. Berlin.

zugmaschine erforderte auf den englischen Eisenbahnen im Jahre 1866 durchschnittlich 30 Pfd. pro englische Meile (rot. 1,5 Ctr. pro deutsche Meile) und eine Güterzugmaschine rot. 45 Pfd. (rot. $2\frac{1}{4}$ Ctr. pro deutsche Meile) Kohlen oder Cokes.

Bei einer Bahnlinie, welche bei verschiedenen Steigungen eine Maximalsteigung von 1:200 hat, sind die Wasserstationen²³⁾ durchschnittlich 3—4 Meilen, die Cokes-, Kohlenschuppen etc. 10—12 Meilen und die Reservemaschinenstationen 8—10 Meilen voneinander entfernt, anzunehmen. Für die Personenzüge würden die Wasserstationen in Entfernungen von 6—7 Meilen genügen. Drehscheiben sind auf allen Stationen erforderlich, auf welchen ein Maschinenwechsel stattfindet und Reservemaschinen vorhanden sind.

Bei einer Steigung der Bahnlinie von 1:40 würden schon in 1— $1\frac{1}{2}$ Meilen Entfernung Wasserstationen erforderlich werden.

Zur Feststellung der Betriebsgebäulichkeiten eines Bahnhofes soll als Beispiel eine grössere Zwischenstation einer rot. 30 Meilen langen Bahn mit Maschinenwechsel gewählt werden, welche zugleich Anfangsstation einer 3 Meilen langen Zweigbahn für Personenverkehr ist. Die Zahl der täglich auf der Hauptbahn fahrenden Züge betrage 12, nämlich 6 Züge in der einen und 6 Züge in der andern Richtung und die auf der Zweigbahn fahrenden seien 2 abfahrende und 2 ankommende Züge. Nach dem Fahrplan würden auf dem Bahnhofe 2 Kreuzungen und 2 Uebernachtungen der Züge stattfinden und ausserdem sind die Güterzüge auf demselben zu rangiren. Es würde hiernach ein Locomotivschuppen für 5 Maschinen, einschliesslich der einzustellenden Rangir- und Reservemaschinen, nebst einer Wasserstationsanlage, welche pro Tag rot. 5000 Cubikfuss Wasser zu liefern im Stande ist, erforderlich werden. Die Zahl und die Grösse der Wasserreservoirs im Wasserstationsgebäude ist nach vorerwähnter Cubikfusszahl und der Zwischenzeit der Wasserentnahme zu bemessen, ebenso auch die Ergiebigkeit des Brunnens beziehentlich der Wasserleitung. Sodann sind ausser einem Wasserkrane am Wasserstationsgebäude oder in der Nähe der Cokesschuppen noch deren zwei zwischen die Hauptgleise zu stellen.

Die Zahl der Stände im Wagenschuppen wird ausser den für die Hauptbahn unterzustellenden Reservewagen noch nach der Grösse beziehentlich dem constanten oder variablen Personenverkehr der Zweigbahn zu bemessen sein. Ausserdem ist eine Drehscheibe und eine Schiebebühne im Niveau anzulegen, Letztere zum directen Ueberführen der Wagen aus dem Wagenschuppen in die Hauptgleise, und ausser den für den Personenverkehr der Haupt- und Zweigbahn und den Güterverkehr anzulegenden Gleisanlagen noch besondere Rangirgleise.

Für die Hauptbahn würden also bei 30 Meilen Bahnlänge die Reparaturwerkstätten für einen Reparaturstand von 15 Maschinen und 86 Wagen einzurichten und hiernach die Grösse der erforderlichen Schmiedeeinrichtungen, der Dreherei, Schlosserei, Giesserei, Schreinerei, Sattlerei, Lackirerei etc., überhaupt der Locomotiv- und Wagenreparaturwerkstätten mit ihren einzelnen Unterabtheilungen, sowie Lagerräume für Eisen, Holz, den Stapelplätzen zum Aufstellen der in Reparatur befindlichen Transportgeräte, der grossen Reservestücke, Achsen, Räder, Bandagen etc. zu bestimmen sein.

Sämmtliche Reparaturwerkstattsräume, welche ausser wenigen, wie Tischlerei, Sattlerei etc., in die untern Räume der Gebäude gelegt werden müssen, sind zweckmässig untereinander und durch ein Gleisnetz mit den ausserhalb liegenden Gleisen in Verbindung zu bringen, ausserdem sind noch besondere Gleise in den Hofräumen zur Aufstellung grösserer Reservestücke, der Räder mit Achsen, fertiger Theile etc. zu legen²⁴⁾; sodann

²³⁾ Allgemeine Bauzeitung. Wien. Jahrgang 1864, p. 85. Reservoirs- und Wasservertheilungsapparate von den Ingenieuren Neustadt und Bonnefoud in Paris.

²⁴⁾ Organ etc. V. Band (1868), p. 19. Mobile Drehscheibe für Räderpaare von A. Lindner. Vorträge über Ingenieur-Wissenschaften an der polytechnischen Schule zu Hannover vom Baurath A. v. Kaven (Bahnhöfe bis Trajectanstalten). Hannover 1864.

Die Schule des Eisenbahnwesens von M. M. Freiherrn v. Weber, Ingenieur, K. S. Finanzrath und Eisenbahn-Director. 2. Aufl. Leipzig 1862.

ist ein Raum zur Aufbewahrung der Spritzen und zugehörigen Feuerlöschgeräthen leicht zugänglich herzurichten.

I. §. 84. In jedem Bahnhofe ist für einen Raum zur sicheren Aufbewahrung einer Feuerspritze zu sorgen.

Die Werkstattanlagen für Locomotiv- und Wagenreparatur sind getrennt zu legen.

Die zweckmässigste Grundform, bei welcher alle zu demselben Arbeitsabschnitt gehörigen Werkstattsräume miteinander in Verbindung stehen, wird für die Gesamtanlage der Werkstätten eine nach der Form eines Rostes, eines Hufeisens oder auch eine kreuzförmige sein.

Sämmtliche Werkstattsräume sind massiv und feuersicher herzustellen.

Specielles über Werkstattanlagen noch mitzutheilen würde hier zu weit führen, und dürfte im folgenden Capitel ausreichend Erwähnung finden.

Literatur.

Göschler, Ch. Traité prat. de l'entretien et de la exploitation des chemins de fer. Tome II. Paris 1865.

§. 5. *Das Erforderniss an Beamten-Dienstwohnungen* richtet sich vorwiegend nach der dichteren oder wenig dichten Bevölkerung der Gegend, welche durch die Bahnlinie durchschnitten wird, und werden auch hiernach die Principien, nach welchen bei Anlage derselben zu verfahren ist, verschiedenartig aufzustellen sein.

Die Bahnen in schwach bevölkerten Gegenden können Wohnungen nicht nur für die niederen, sondern auch für die oberen Bahnbeamten erforderlich machen; die Bahnverwaltungen in Deutschland haben grösstentheils mit wenigen Ausnahmen nur Wohnungen für die ersterwähnte Classe der Beamten, welche zur Wahrnehmung des äusseren Dienstes fast ständig in Thätigkeit sind, herzustellen nöthig gehabt. Dienstwohnungen für die oberen Beamten zu errichten wird in seltenen Fällen ein Bedürfniss sein, und wo dieselben besonders gebaut sind, kann man wohl aussergewöhnliche dienstliche oder locale Verhältnisse als Grund annehmen.

Die Forderungen, welche bei Anlage derartiger Wohnungen zu erfüllen sind, dürften wegen ihrer Verschiedenartigkeit in jedem speciellen Falle und wegen ihrer Uebereinstimmung mit bürgerlichen Wohnungen nicht weiter zu erörtern sein und sollen nur die an Wohnhäuser für niedere Eisenbahnbeamte zu stellenden Anforderungen und die Principien, nach welchen dieselben hergerichtet werden sollen, hier Erwähnung finden. In der Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 1867, p. 175 und weiter sind vom Preuss. Ministerium für Handel etc. in einem Aufsatz unter Beifügung der Zeichnungen und Beschreibungen derartig ausgeführter Gebäude, die Principien, nach welchen Wohnhäuser für niedere Eisenbahnbeamte herzurichten sind, veröffentlicht worden; das Hauptsächlichste hierüber ist: »Während früher die nothwendigsten Dienstwohnungen der Eisenbahnbeamten in den Empfangsgebäuden untergebracht wurden, haben die weiteren Erfahrungen im Eisenbahnbetriebe dahin geführt, die Dienstwohnungen in den Empfangsgebäuden sowohl als überhaupt in Verbindung mit den zum Dienst bestimmten Localitäten möglichst zu vermeiden und besondere einfache Beamtenwohnungen nebst Zubehör, auf disponiblen Terrain in der Nähe der Dienststellen anzulegen. Es sind vorzugsweise zwei Kategorien von Wohnungen, welche hier in Betracht gezogen werden sollen, da das Bedürfniss für dieselben sich auf allen Bahnen im Laufe der Zeit herausgestellt hat, nämlich:

1. Bahnwärter- und Arbeiterwohnungen.
2. Wohnungen für Bahnmeister, Assistenten, Werkmeister und andere in demselben Range stehende Beamten.

Folgende Grundsätze können für alle dergleichen Wohngebäude aufgestellt werden:

1. Die Gebäude müssen in den Umfassungs- und Haupttrennungswänden massiv aufgeführt werden. Innere Scheidewände von Fachwerk sind zulässig.
2. Sind mehrere Wohnungen in demselben Hause vereinigt, so sind dieselben getrennt voneinander zu halten.
3. Jeder Wohnung ist ein Keller- und ein Bodenraum zu überweisen. Der zu jeder Wohnung ferner erforderliche Stall, sowie der Abtritt, ist in einem besonderen Nebengebäude anzulegen.
4. Die Wohn- und Schlafzimmer sollten, soweit thunlich, Fenster nach der Südseite erhalten, während die Hausthüren am zweckmässigsten an der dem herrschenden Winde entgegengesetzten Seite angebracht werden.

Im Weiteren ist die Höhe der Wohn- und Schlafräume, sowie der Küche zu 8 Fuss 6 Zoll (2^m,67) für die Wohnungen ad 1, und zu 9 Fuss 6 Zoll (2^m,98) für die Wohnungen ad 2 angegeben.

Die Wohnungen für Bahnmeister, Bahnwärter etc. werden billiger hergestellt, wenn man die Wohnungen zweier mit ihren Aufsichtsstrecken aneinander grenzender Bahnmeister, Bahnwärter etc. in einem Gebäude mit besonderen Eingängen vereinigt, sogenannte Doppelhäuser baut.

Dem Bahnmeister ist eine Strecke von 1½ bis höchsten 2 Meilen zuzuweisen; die Länge einer Bahnwärterstrecke richtet sich nach den Terrainverhältnissen, sollte aber nicht über 4000—4500 Fuss (1250—1500^m) angenommen werden.

Die für die Bahnbeamten besonders zu errichtenden Wohngebäude nebst den zugehörigen Wirthschaftsräumen sind den Gleisen, sowie den Betriebsanlagen überhaupt, nicht zu nahe zu legen und in Verbindung mit Bahnhöfen, seitwärts auf eingezäunten Plätzen zu erbauen, damit jede Gemeinschaft mit dem Bahnverkehr ausgeschlossen wird.

Auf Bahnhöfen, welche am Sitz der Bahnverwaltung liegen, wird öfters das die Bureaus der Verwaltung und auch nicht selten die Wohnungen der oberen Betriebsbeamten enthaltende Hauptgebäude, mit den für den Verkehr erforderlichen Bureau- und Wärterräumen vereinigt; in diesem Falle empfiehlt es sich, die Zugänge zu den ersterwähnten Räumen nicht mit den für den äusseren Verkehrsdienst vorgesehenen Anlagen in Verbindung zu bringen. (Die Anordnung, die Verwaltungsbureaus etc. mit den Warte- und Expeditionsräumen zu einem zusammenhängenden Bau zu vereinigen, ist vielfach bei den Eisenbahnen in England, Deutschland etc. ausgeführt.)

Die Wohnungen für den Bahnhofsvorstand, Portier etc. werden gewöhnlich in die oberen Räume des Empfangsgebäudes gelegt; man darf wohl sagen, dass ausser der Kostenersparniss, welche ein Aufbau auf den Warte- und Expeditionsräumen gegen den Neubau eines Beamtenwohnhauses bietet, auch ästhetische Rücksichten für die Façade diese Anordnung öfter bestimmen. Die Zugänge zu diesen Wohnungen sind ebenfalls besonders getrennt von den unteren Räumen anzulegen. Bei den Werkstattsanlagen kann es wegen der jederzeit erforderlichen Aufsicht und der zuweilen aussergewöhnlichen Arbeitszeit als zweckmässig betrachtet werden, wenn die Wohnung des Maschinenmeisters, Werkführers etc. in die Nähe derselben gelegt wird.

Auf den Stationen, auf welchen die Züge des Nachts bleiben, also ein Uebernachten des Zugpersonals statt zu finden hat, werden zur Unterbringung des Letzteren, sofern nicht grössere, zur Aufnahme geeignete Ortschaften in der nächsten Nähe liegen, besondere Uebernachtungslocale nothwendig; die hierfür zu errichtenden Gebäude bestehen aus einzelnen Zimmern, welche zur Aufnahme von 3—4 Personen bestimmt sind und besondere

Eingänge vom Flur haben, ausserdem mit gemeinschaftlicher Küche, Waschräumen etc. versehen sind.

§. 6. *Vorarbeiten für die Bearbeitung der Bahnprojecte etc.* — Haben die Ermittlungen über die Verkehrsbedürfnisse einer Gegend oder die Betriebsanforderungen die Lage eines Bahnhofes im Allgemeinen bestimmt, so ist zur Aufstellung und Bearbeitung des Projectes zunächst eine specielle Terrainaufnahme in grösserer Ausdehnung, einschliesslich der in der Nähe gelegenen Strassen, Wege aller Art, Wasserläufe, Gebäulichkeiten etc. erforderlich; hiernach sind die sämmtlichen Höhenunterschiede einzunivelliren und in den aufgenommenen Situationsplan entweder die einzelnen Höhenzahlen einzuschreiben oder Horizontalen in Differenzen von 5 zu 5 Fuss Höhenabstand oder noch geringererem Maass, je nach den stärker oder schwächer vorkommenden Erhebungen des Terrains, einzuzichnen. In diesen Situationsplan ist die Gesamtbahnfläche mit sämmtlichen Nebenanlagen, Correctionen etc. einzutragen, beziehentlich zu projectiren und sofern die Höhenlage des Bahnhofes nun definitiv festgestellt worden ist, die Horizontale, welche dasselbe mit dem Terrain bildet, etwas stärker zu markiren.

Die Bodenbeschaffenheit des Untergrundes ist durch Schürfungen oder Bohrversuche genau zu ermitteln und die erhaltenen Resultate in Verticalprojectionen einzutragen, in welche ausserdem noch die höchsten Stände des Grund-, beziehentlich Hochwassers, sowie etwa vorhandene Quellen, wasserführende Schichten, überhaupt alle Punkte, welche auf die Construction, Haltbarkeit etc. der auf dem Bahnhofe zu errichtenden Anlagen von Einfluss sein könnten, enthalten sein müssen.

Nach dem aufgestellten Programm, welches die für den Verkehr und den Betrieb erforderlichen Anlagen in allen Einzelheiten zu enthalten hat, wird das Bahnproject unter Berücksichtigung der geeignetsten und günstigsten Stellung der Gebäulichkeiten, bezüglich der Fundamentirungen und des Baugrundes, etwa im Maassstab 1:1000 oder 1:1500 entworfen. Der hierfür angefertigte Plan, welcher als eine Skizze zu betrachten ist, hat alle erforderlichen Anlagen zu enthalten, wobei jedoch die Gebäulichkeiten nur in Umrissen der Grundrissform und die Gleise etc. mit einfachen Linien darzustellen sind. Hiernach ist ein detaillirter Plan etwa im Maassstab von 1:500 anzufertigen, in welchem die Gebäulichkeiten mit speciellem Grundriss des Parterregeschosses, die Gleise mit doppelten oder einfachen stark markirten Linien, die Weichen mit ihren Neigungen, Winkeln, Radien etc., die Wasserleitungen nebst Wasserkränen, die Löschgruben, die Drehscheiben, Schiebebühnen etc., die Perrons, die Entwässerungscanäle und ihre Abzweigungen, die Wege und Correctionen derselben, die Plätze, etwaige Gartenanlagen, Brunnen etc., Einfriedigungen etc., Distanzpfähle, sowie die Auf- und Abtragsböschungen etc. genau einzutragen und zur besseren und leichteren Uebersichtlichkeit der Anordnung in verschiedenen Farben anzugeben sind. Man wählt hierfür gewöhnlich folgende Darstellungsweise:

Die Gesamtbahnfläche matt röthlichgelb; die Strassen, Wege, Perrons, Lagerplätze, Hof der Wirthschaftsanlagen etc. je nach der Art deren Herstellung, ob dieselben gepflastert, chaussirt oder bekiest sind, entweder Neutraltinte oder eine gelbe (geb. Ocker) Farbe; die Umfassungsmauern der Gebäude mit schwarzer Tusche und die innern Räume derselben mattkarminroth; die Wasserleitungen mit blau punktirt, die Canäle, Entwässerungen in schwachroth punktirt Linien; die Gleise in dunkelblauen Linien, die Drehscheiben in mattbrauner und etwaige Anlagen, Rasenplätze, Buschwerk etc., sowie die Auf- und Abtragsböschungen mit mattgrüner Farbe.

Die unter der Planumsfläche liegenden Anlagen, Canäle, Röhrenleitungen, Zugänge, Wege, Durchlässe etc. sind in punktirt Linien darzustellen.

Die Bahnachse ist mit zinnberrother Farbe und die Zahlen für die Stationirung — Längenmessung — mit derselben Farbe auszudrücken.

Auf jedem Situationsplane sind die Gefällwechsel des Bahnplanums und die Längen der Horizontalen, sowie der geraden und gekrümmten Theile des Bahnhofes, ferner die Längen und Steigungsverhältnisse der Zufuhrwege, der Lagerplätze einzuschreiben und die Nordlinie einzuzichnen. Die letzterwähnte Einzeichnung ist nebenbei auch für die Beschreibung der Anlagen des Bahnhofes zweckmässig.

Die Gleiskreuzungen, Weichen etc. sind in grösserem Maassstabe, etwa 1:25 der wahren Grösse mit Einschreibung der Radien, der Winkel, der Neigungsverhältnisse der Herzstücke, der Zungen- und Zwischenschienenlängen, sowie aller zur Construction und Legung derselben erforderlichen Maasse auf besonderen Plänen darzustellen.

Die Profile der Schienen und die Verbindungen derselben in ihren einzelnen Theilen, als Laschen, Unterlagsplatten, Bolzen, Nägel etc. sind in natürlicher Grösse mit Einschreibung aller Dimensionen darzustellen.

§. 7. *Aufstellung der Kostenanschläge etc.* — Die Herstellung des Bahnhofesplanums und der zu demselben führenden Wegeanlagen, die Entwässerung des Untergrundes, der Grunderwerb, sowie besondere Befestigungen der Auf- und Abtragsböschungen des Bahnhofes werden gewöhnlich bei der Veranschlagung des Grunderwerbs, der Erdarbeiten, der Befestigungen, der Entwässerungen (Durchlässe etc.) der Gesamtbahnlinie mit in Rechnung gebracht.

Für die eigentliche Bahnhofsanlage sind zunächst zu veranschlagen:

1. Die Regulirung des Bahnhofesplanums, dessen Entwässerung, Einfriedigung etc.
2. Das Empfangsgebäude mit den Expeditionsräumen, dem Perron und dessen Ueberdeckung, beziehentlich überdeckten Hallen.
3. Locomotivschuppen nebst Wasserstationsanlagen, Brunnen, Wasserleitungen, Wasserkrahe, Cokesschuppen, Feuerlösch- und Reinigungsgruben etc.
4. Güterschuppen und Lade-, beziehentlich Umladerampe, Brückenwaage nebst Häuschen etc.
5. Wagenschuppen.
6. Wirthschaftsgebäude, Abtritte, Stallungen etc.
7. Drehscheiben, Schiebetheatere mit und ohne versenkte Gleise etc.
8. Pflasterung und Chaussirung des Bahnhofesplanums, der Lagerplätze etc.
9. Bewehrungen, Pflanzungen etc.
10. Werkstatthanlagen.

Der Oberbau ist einschliesslich der Beschaffung und Legung der Materialien etwa wie folgt in Anschlag zu bringen:

1. Beschaffung und Einbringung des Bettungsmaterials nebst Anlage der zur Trockenlegung derselben erforderlichen Sickeranäle etc.
 2. Legung des Oberbaues nebst allen dazu gehörigen Arbeiten.
 3. Beschaffung, Transport und Zubereitung (Imprägniren, Abhobeln etc.) der Schwellen.
 4. Beschaffung und Transport der Schienen.
 5. Beschaffung und Transport der Nägel, Schrauben, Unterlagsplatten, Laschen etc.
 6. Beschaffung und Transport der Weichen, einschliesslich aller zugehörigen Theile (mit Ausnahme des schon berechneten Oberbaues) etc.
 7. Unterhaltung des Oberbaues für eine bestimmte Zeitdauer.
- Für die Signale dürfte sich folgende Veranschlagungsweise empfehlen:
1. Electriche Telegraphen mit Zubehör.

2. Optische Telegraphen.

3. Dazu gehörige Wärterbuden, Wärterhäuschen, Weichenstellerbuden etc.

4. Abtheilungszeichen, Nummersteine, Gradientenzeiger, Distanzpfähle etc., soweit dieselben auf dem Bahnhofsplatau zur Aufstellung gelangen.²⁵⁾

Die einzelnen Positionen der angeführten Veranschlagungsweise sind je nach der Specificirung der Anschläge in verschiedene Unterabtheilungen zu theilen.

Die in die Anschläge einzusetzenden Preise sind in den verschiedenen Gegenden auch wesentlich verschieden; die Mehrzahl derselben z. B. Arbeitslöhne, Transporte etc. wird sich nach den Lohnsätzen der betreffenden Gegend berechnen, während einzelne Materialien, beziehentlich Fabrikate, z. B. die aus Eisen herzustellenden Gegenstände fast überall, wenigstens annähernd, zu gleichen Preisen veranschlagt werden können.

§. 8. Anordnung der kleineren Stationen (Zwischenstationen und Haltestellen). —

Die Anordnung derselben wird durch das Verkehrsbedürfniss der von der Bahnlinie durchschnittenen Gegend und durch die Betriebserfordernisse bestimmt; in den meisten Fällen lassen sich die letzteren mit den ersteren vereinigen, so dass für dieselben keine besonderen Stationen anzulegen sind. Bahnlinien in uncultivirten, sowie in Gebirgsgegenden können besondere Anlagen für die Betriebserfordernisse nothwendig machen.

Die technischen Vereinbarungen bestimmen hierüber:

I. §. 53. Von den Zwischenstationen müssen die folgenden drei Bedingungen erfüllt werden:

- a. dass Züge, welche sich begegnen, einander sicher ausweichen können;
- b. dass Züge dieselben mit Sicherheit durchfahren können;
- c. dass Züge nie unnöthig Ausweichcurven befahren.

Diese Bedingungen sind vollständig nur bei doppelgleisigen Bahnen zu erfüllen.

Auch bei eingleisigen Bahnen sollen Ausweichcurven in der Regel nur beim Kreuzen mit einem anderen Zuge und auch dann nur von dem einen der beiden Züge durchfahren werden. Die Zwischenstationen sind deshalb stets so anzuordnen, als ob die Bahn zwei Gleise hätte.²⁶⁾

I. §. 54. Jeder Zwischenbahnhof enthält ausser den beiden Hauptgleisen mindestens noch ein drittes und den Raum für ein viertes Gleis.

²⁵⁾ Anleitung zum Veranschlagen der Eisenbahnen nebst Preisermittelungen zur Feststellung der Baukosten von F. Plessner. 2. Aufl. Berlin 1866.

²⁶⁾ Bezüglich des letzten Theiles des §. 53 sei hier noch der auf der Conferenz der Techniker des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen zu München im Jahre 1868 beantworteten Frage Erwähnung gethan.

Ist es empfehlenswerth, auf den Zwischenbahnhöfen der vorläufig nur mit einem Gleis herzustellenden Bahnen die Gleise sofort ganz, wie für zweigleisige Bahnen einzurichten und, zur Vermeidung des Fahrens gegen die Spitze, die Züge einer Richtung von dem geraden durchgehenden Hauptgleis auf das abzweigende Nebengleis übergehen zu lassen?

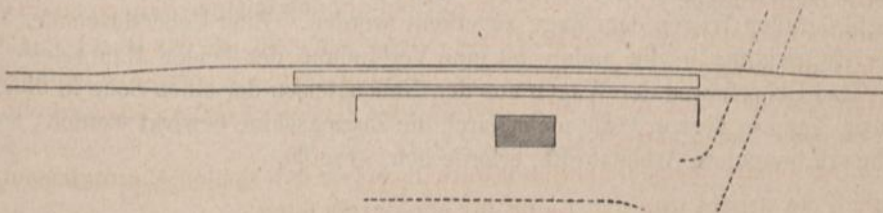
Beschluss. In diesem Sinne und unter diesen Voraussetzungen werden auch die Beantwortungen der Fragen aufzufassen sein, nach welchen die grössere Zahl der Eisenbahnverwaltungen empfehlen, auf den Zwischenbahnhöfen der vorläufig nur mit einem Gleis herzustellenden Bahnen die Gleise sofort wie für zweigleisige Bahnen einzurichten. Ausserdem entscheidet sich die Mehrzahl der sich über den zweiten Theil der Frage überhaupt bestimmenden Eisenbahnverwaltungen dafür, dass die Züge der einen Richtung regelmässig auf das zweite Hauptgleis übergehen sollen und dass die Gleisanlagen so einzurichten seien, dass ein Passiren der Züge möglich wird, ohne dass ein Rückstossen des einen Zuges in das durchlaufende Hauptgleis nöthig ist, wobei dann allerdings ein Fahren gegen wenigstens eine Weichenspitze für die Züge jeder Richtung nicht umgangen werden kann. Bei der späteren Ausführung des zweiten Gleises wird auch nur eine Weichenverlegung vorzunehmen sein.

Haben die Zwischenstationen einen regen Verkehr, so ist auf eine Trennung der Gleise für den Personen- und den Güterverkehr ebenfalls möglichst Bedacht zu nehmen. Das Empfangsgebäude und der Güterschuppen sind auf die Seite der durchgehenden Gleise zu legen, von welcher der Verkehr zu erwarten steht und wird diejenige Anlage die zweckmässigste sein, bei welcher sowohl der Personen- als auch der Güterverkehr auf einer und derselben Seite liegen; eine Ueberschreitung der Gleise seitens des Stationspersonals etc. wird hierbei vermieden und die Abfertigung der Personen und Güter kann durch weniger Personal, auf kleineren Stationen sogar die Billetaussgabe und Güterexpedition durch einen Beamten geschehen.

Der Bahnhofsanlage ist in diesem Falle eine ausreichende Länge zu geben, welche nach der Achszahl der Personen- und Güterzüge zu bemessen ist. Das Empfangsgebäude ist dann zweckmässig nach dem Ende des Bahnhofes und zwar zunächst der den Verkehr zuführenden Strasse und von derselben soweit entfernt zu legen, dass ein vor dem Perron haltender Personenzug die Bahnhofsgränze nicht mehr überschreitet.

Die einfachste Anlage eines Haltepunktes für den Personenverkehr ist diejenige, bei welcher nur die beiden durchgehenden Gleise vorhanden sind; diese aber nicht in der Entfernung der Gleise der freien Bahn auseinander liegen, sondern der Länge der Züge und der für die Stationen vorgeschriebenen Gleisentfernungen entsprechend, von Mitte zu Mitte etwa 19—20 Fuss auseinander gerückt sind, so dass der grössere Zwischenraum noch die Anlage eines Perrons gestattet. (Fig. 1.)

Fig. 1.



Das Ein- und Aussteigen der Passagiere wird für den Zug der einen Richtung vom Hauptperron und des Zuges der entgegengesetzten Richtung vom Mittelperron aus, stattfinden, also ein Ueberschreiten der Gleise vorkommen. — Diese Anordnung ist bei den Bahnhofsanlagen der deutschen Eisenbahnen vielfach angewandt; wenn dieselbe auch nicht als zweckmässig angesehen werden kann, so ist sie doch nach den Grundzügen der technischen Vereinbarungen statthaft, denn I. §. 57 bestimmt:

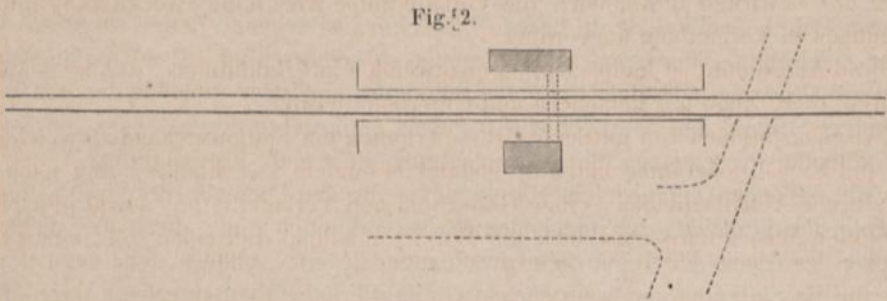
Die Anlage der Bahnhöfe in der Art, dass Gleise von den Reisenden überschritten werden, ist zulässig, da dies Ueberschreiten bei haltenden Zügen ohne Gefahr ist.

Eine andere Anordnung ist diejenige, bei welcher die beiden durchgehenden Gleise ohne besondere Gleiserweiterung nur in der für die Bahnhöfe vorgeschriebenen Gleisentfernung voneinander liegen und auf der entgegengesetzten Seite des zweiten Gleises ein Perron, nicht selten in Verbindung mit einer Halle zum Ein- und Aussteigen event. bloss zum Aussteigen angelegt wird. (Eine auf den französischen Bahnen gebräuchliche Anordnung.) (Siehe umstehende Fig. 2.)

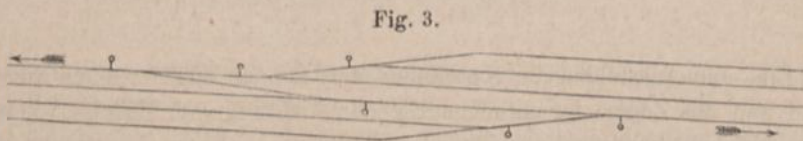
Das Stationsgebäude ist bei beiden Anlagen nahe dem Zufuhrwege zu legen.

Eine dritte Anordnung wird dadurch herbeigeführt, dass eine Verbindung zwischen

dem Stationsgebäude und dem Perron der entgegengesetzten Gleisseite mittelst einer Ueberbrückung oder Unterführung hergestellt wird. Hierbei ist eine Ueberschreitung der Gleise im Niveau vollständig vermieden und auf der dem Stationsgebäude gegenüberliegenden Seite gewöhnlich für die Reisenden eine besondere Einsteigehalle auf dem Perron; auf den englischen Bahnen ist diese Anordnung vielfach ausgeführt und gestattet die mannigfachsten Combinationen zwischen der Lage des Stationsgebäudes, dem gegenüberliegenden Perron und den Gleisen.



Für den Güterverkehr ist auf den kleineren Stationen diejenige Anordnung die einfachste, wenn die zu beiden Seiten der durchgehenden Gleise liegenden Güterverkehrsgleise derart mit denselben verbunden sind, dass die zurückbleibenden Wagen durch die Maschine beziehentlich den Zug in die Nebengleise geschoben und auf demselben Wege die zu befördernden Wagen dem Zuge zugetheilt werden. Zum Uebersetzen der Wagen aus einer Zugrichtung in die andere ist eine Verbindung der beiden Hauptgleise anzubringen. Das Ueberführen der Wagen aus den Nebengleisen der einen Seite in diejenigen der andern, kann in diesem Falle nicht durch die Zugmaschine bewirkt werden, sondern es sind hierzu besondere Arbeitskräfte erforderlich. (Fig. 3.)



Liegt der Güterverkehr auf einer Seite der Hauptgleise und derselben Seite des Empfangsgebäudes, so ist die Verbindung des äusseren durchgehenden Gleises mit den Güterverkehrsgleisen zweckmässig durch eine Kreuzung des anderen Hauptgleises event. mit diesem selbst durch die Anwendung sogenannter englischer Weichen herzustellen. (Siehe nachstehende Fig. 4.)

Bei dieser Anordnung wird das Fahren der Züge gegen die Spitzen der Weichen vollständig vermieden²⁷⁾; dieselbe kann auch für die Verbindung des Ueberholungsgleises mit den Hauptgleisen in nachstehender Skizze empfohlen werden. Der zu überholende Zug wird hierbei in das nebenliegende Gleis zurückgeschoben. (Siehe nachstehende Fig. 5.)

Die punktirte Lage des Ueberholungsgleises bedingt ein Fahren des Zuges gegen

²⁷⁾ Wochenblatt des Berliner Architekten-Vereins (deutsche Bauzeitung) 1867, Nr. 27. Ueber Sicherung von Eisenbahnzügen, welche bei Ausweichungen gegen die Spitze der Weichenzüge fahren.

die Spitze der Weiche, da hier angenommen ist, dass die Züge rechts ausweichen. Die technischen Vereinbarungen bestimmen hierüber I. §. 68:

Die Zahl der Weichen, bei welchen die Züge gegen die Spitze fahren, ist möglichst zu beschränken.

Für kleinere Stationen und Haltestellen empfiehlt es sich, das Stationsgebäude²⁸⁾ mit dem Güterschuppen derart zusammenhängend zu bauen und dem Letzteren eine solche Lage zu geben, dass zwischen dem Perron und dem angebauten Güterschuppen noch ein Gleis gelegt werden kann, um eine directe Um- und Ueberladung vom Perron und Schuppen aus bewirken zu können; die Verladerampe wird dann zweckmässig mit dem Güterschuppen in Verbindung angeordnet.

Diese Anordnung ist hauptsächlich anzuwenden auf Bahnlinien, welche gemischte Züge fahren, d. h. Züge mit Personen- und Güterbeförderung.

Zwischenstationen von mittlerer Grösse erhalten ein Stationsgebäude, welches die Warte- und Expeditionsräume enthält, sodann besondere zweckmässig und nach dem Perron gelegene Abtrittsanlagen, einen Güterraum und Verladerampe, sowie je nachdem auf der Station Maschinenwechsel oder nur Wassereinnahme statthaben soll, einen Loco-

Fig. 4.

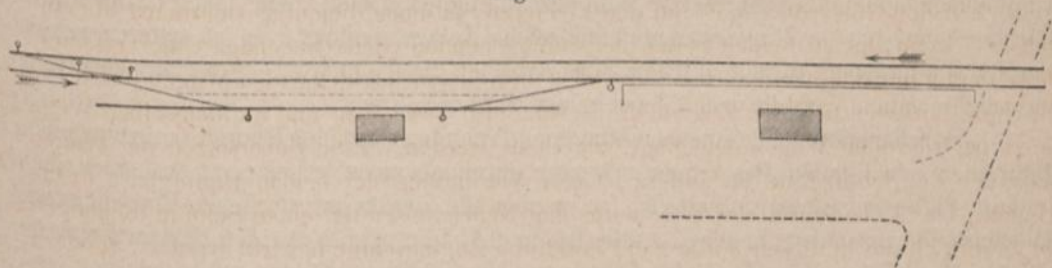
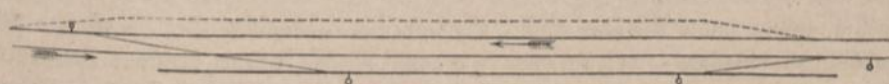


Fig. 5.



motivschuppen, eine Wasserstationsanlage mit Wasserkränen und zugehörigen Lösch- und Reinigungsgruben; sodann ausser den durchgehenden und Ueberholungs-, beziehentlich Reservegleisen, ein oder mehrere parallel zueinander und zum Güterraum liegende Gleise, zu welchen Letzteren, je nach der Grösse des Güterverkehrs, einige kürzere Gleise zum Aufstellen von Wagen, event. zum Zusammenstellen und Theilen der Züge erforderlich werden können.

Die Rampe zum Verladen von Vieh, Wagen etc. ist an ein abzweigendes Gleis nahe dem Güterraum zu legen, event. mit demselben zu verbinden. Dieselbe ist, sofern nicht eine baldige Vergrösserung der Bahnhofsanlage in Aussicht steht, nicht von Holz, sondern alsbald massiv, aus Mauerwerk herzustellen und mit Steinschlag etc. zu überdecken.

²⁸⁾ Zeitschrift für Bauwesen. Berlin. Jahrgang 1865, p. 323. Empfangsgebäude auf Eisenbahn-Zwischenstationen.

Dem Perron solcher Stationen ist mindestens eine Länge von 400—500 Fuss (125—160^m) zu geben; auf unbedeutenden Stationen wird derselbe häufig ohne Einfassungsmauern und Deckplatten, nur aus Boden hergestellt oder auch durch Holz eingefasst und mit Kies bedeckt, auf frequenteren Stationen dahingegen wird der Perron gemauert und zwar dessen vordere Deckfläche, nach dem Normalprofil des lichten Raumes 9 Zoll (0^m,229) über Schienenoberkante und 3 Fuss 9 Zoll (1^m,143) von der Gleismitte entfernt, gelegt, die Oberfläche desselben entweder bekieset, gepflastert oder mit Asphalt belegt. — In holzreichen und steinarmen Gegenden wendet man auch wohl bei Holzeinfassung des Perrons Holzpflaster (Rothkiefern- oder Eichenholzwürfel) zur Bedeckung an.

Auf den Stationen, auf welchen die Zugmaschinen mit Wasser zu versehen sind, stellt man die Wasserkrahn zweckmässig derart zwischen die Hauptgleise, dass die Maschinen, vor dem Zuge haltend, Wasser einnehmen können, ohne ihre Stellung zu verändern. Vor, beziehentlich nahe dem Wasserkrahn ist jedesmal eine Löschrube in das betreffende Hauptgleis zu legen.

Die Weichenstellerbuden stellt man zumeist an die Enden des Bahnhofes, um zugleich eine Bewachung der Bahnstrecke oder etwa nahe liegender Niveauübergänge von diesen aus zu ermöglichen und in solcher Entfernung von dem nächst gelegenen Gleis, dass die Uebersicht über die Gleise vom Perron aus nicht beeinträchtigt wird.

Wird dem zuströmenden Güterverkehr entsprechend der Güterverkehr auf die dem Empfangsgebäude entgegengesetzte Seite des Bahnhofes gelegt, oder haben örtliche Verhältnisse oder sonstige Einwirkungen eine solche Anlage bedingt, so ist ersterer soweit von den Hauptgleisen zurück zu legen, dass zwischen diesen und den Güterschuppengleisen bei zunehmendem Verkehr noch Gleise gelegt werden können.

Zwischenstationen können auch zugleich Trennungsstationen für andere abzweigende Bahnlagen sein; haben diese einen grösseren durchgehenden Verkehr und sind auch einer anderen Bahnverwaltung unterstellt, so werden die hierfür erforderlichen Einrichtungen meistens gesondert angelegt. Die An- und Abfahrtsgleise für den Personenverkehr werden dann bei gemeinschaftlicher Benutzung des Stationsgebäudes an besondere, gewöhnlich mit dem Hauptperron in Verbindung stehende Perrons gelegt, während der Güterverkehr grösstentheils getrennte Lagerräume und Gleisanlagen erhält, welche Letzteren jedoch mit den anderen Gleisen verbunden werden. Vor jeder Vereinigung zweier Gleise, beziehentlich neben jeder Weiche sind zwischen den nebeneinander liegenden Gleisen Distanzpfähle einzusetzen, welche dem Normalprofil des lichten Raumes entsprechend, die Grenzen feststellen, bis zu welchen die Züge, beziehentlich die einzelnen Fahrzeuge aufgestellt werden können, ohne von den auf den nebenliegenden Gleisen sich bewegenden Fahrzeugen berührt zu werden; auch ist es zweckmässig, die Nebengleise mit Sperrvorrichtungen²⁹⁾ und die todlaufenden Gleise mit Stossgerüsten zu versehen, Letztere können aus auf die Schienen gelegten Schwellen oder Erdwällen oder aus besonderen Gerüsten³⁰⁾ bestehen.

Die Gesamtbahnhoffläche ist einschliesslich aller zum Bahnbetriebe etc. gehörigen Anlagen durch Geländer, Heckenpflanzungen etc. zu begrenzen.

Die technischen Vereinbarungen bestimmen in I. §. 56:

Die Bahnhöfe sind einzufriedigen. Ausserdem ist bei offenen Perrons ein

²⁹⁾ Engineering 1868. Harry's Hemmvorrichtung für Nebengleise.

Zeitschrift für Bauwesen. Berlin 1863, p. 480 und 618. Ueber Sperrvorrichtungen auf Nebengleisen.

³⁰⁾ Allgemeine Bauzeitung. Wien 1863, p. 12. Wohlfeiles Stossgerüst für Eisenbahnen.

Abschluss nothwendig, um das Publicum von den Wagen abhalten zu können.

Fig. 3, Tafel XXXI zeigt eine Haltestelle einer eingleisigen Bahn mit vorherrschendem Personenverkehr, ohne Anlage eines Mittelperrons, — der Güterschuppen ist mit dem Stationsgebäude vereinigt und daneben die Rampe zum Verladen von Pferden, Wagen etc., — Fig. 3, Tafel XXIX dahingegen eine solche, auf welcher der Güterverkehr und hauptsächlich in Rohproducten vorwiegend ist.

Fig. 3, Tafel XXXII stellt eine Zwischenstation einer eingleisigen Bahn nebst Wasserstationsanlage und einem Mittelperron zwischen den Hauptgleisen dar. Der Güterschuppen liegt auf derselben Seite des Stationsgebäudes, jedoch von letzterem getrennt und die Rampe nebst Viehhof zwischen denselben. Diese Anordnung entspricht allen Anforderungen einer Station von mittlerem Verkehr.

Fig. 2, Tafel XXXI ist eine Zwischenstation einer eingleisigen Bahn mit Wasserstation, auf welcher ein grösserer Güterverkehr und besonders in Rohproducten, Kohlen etc. stattfindet. Der Güterschuppen liegt auf der dem Empfangsgebäude entgegengesetzten Seite.

Fig. 4, Tafel XXIX ist eine in einer Curve liegende Zwischenstation für Personenverkehr, bei welcher das Fahren der Züge gegen die Spitzen der Weichen vermieden ist.

Fig. 1, Tafel XXIX stellt eine Zwischenstation einer eingleisigen Bahn mit regem Güterverkehr und, mit Anschluss einer Zechenbahn, mit Maschinenwechsel und Wasserstationsanlage dar. Der Güterschuppen liegt auf der Seite des Empfangsgebäudes, jedoch getrennt von demselben; zur Lagerung und Umladung der Rohproducte sind grössere Plätze vorgesehen.

Fig. 4, Tafel XXXI zeigt eine Zwischenstation mit Wasserstation (zwei besonderen Wasserkrahnen) und regem Güterverkehr, hauptsächlich für Rohproducte. — Die Gleisanordnung ist eine sehr zweckmässige.

§. 9. *Anordnung der Anfangs- und Endstationen.* — Diese am Anfang, beziehentlich am Ende einer Bahnlinie gelegenen Stationen sind gewöhnlich Anlagen von grösserer Ausdehnung; welche sowohl für den Personen- als auch für den Güterverkehr die erforderlichen Einrichtungen enthalten und in vielen Fällen auch wegen der Bedeutung des nächst gelegenen Ortes die Gebäulichkeiten für die Verwaltung der Bahn und die Werkstätten für die Reparaturen der Betriebsmaterialien in sich vereinigen.

Die Anordnungen derselben sind sehr verschieden; theils sind dieselben von den Betriebsverhältnissen, theils von besonderen localen Umständen abhängig, auch können bestimmte Anforderungen auf ihre Gestaltung einwirken, doch enthalten sie dabei alle für die vollständige Einrichtung und Ausrüstung eines Bahnhofes erforderlichen Anlagen; meistens sind diese Stationen sogar sehr ausgedehnt angelegt und für den Personenverkehr mit allen Einrichtungen einer grossen Bahnhofsanlage ausgerüstet.

Auf eine zweckmässige Verbindung des Bahnhofes mit dem anliegenden Strassengebiete ist besondere Sorgfalt zu verwenden.

Schliessen eine oder mehrere Bahnlinien an diese Stationen an, so wird man denselben, sofern nicht die Lage des Ortes oder die Terrainbeschaffenheit bestimmend einwirken, eine den Betriebs- und Verkehrsverhältnissen entsprechende zweckmässige Anordnung geben können, liegt dahingegen die Bahnlinie isolirt, ohne weiteren Anschluss, so empfiehlt es sich eine solche Anordnung zu treffen, dass eine event. Weiterführung der Linie keine grossen Veränderungen der Bahnhofsanlagen demnächst erforderlich macht; die Hauptgleise kann man dann zweckmässig auf Drehscheiben, Schiebebühnen etc., beziehentlich in ein verlängertes Gleis, als Ausziehgleis, endigen lassen; steht jedoch eine

Verlängerung der Bahnlinie in der Hauptrichtung nicht zu erwarten, so wird die Anlage meistens durch die Stellung des Stationsgebäudes zu den Gleisen eine Kopfstation werden.

Diese Form wird bei derartigen Anlagen auch vielfach in der Nähe grösserer Städte, Festungen etc. durch die geringe Ausdehnung des vorhandenen Raumes und dessen Kostspieligkeit bedingt; man legt dann am zweckmässigsten den ohnedies auch einen geringen Flächenraum einnehmenden Personenbahnhof in oder nahe der Stadt und den Güterbahnhof weiter ausserhalb derselben, um eine Vergrösserung desselben möglich zu lassen.

Bei Anschluss mehrerer Bahnlinien an eine Station kann dieselbe gemeinschaftlich für den Verkehr sämtlicher Linien sein oder eine jede Bahnlinie hat einen besonderen Bahnhof; in diesem Falle empfiehlt es sich, zur Ueberführung der Güter von einer Bahn zur anderen die Anlagen für den Güterverkehr jedenfalls durch Gleise miteinander zu verbinden und deshalb auf eine annähernd gleiche Höhenlage der Bahnhöfe Rücksicht zu nehmen. In den meisten Fällen wird man jedoch, sobald es die localen und die Betriebsverhältnisse gestatten, den Personenverkehr in einem Bahnhof vereinigen und einen Centralbahnhof anlegen.

Für den Güterverkehr sind besondere Uebergabegleise, auch Ueberladeperrons, zur Ueberlieferung der Güter sowie der beladenen Wagen von einer Bahnverwaltung zur andern erforderlich.

Die Gleise für den Güterverkehr nebst den zugehörigen Gebäulichkeiten werden auf diesen Stationen zweckmässig auf eine Seite der Hauptgleise gelegt und sind die Verbindungen der Letzteren mit den Güterverkehrsgleisen auf die nur unbedingt erforderliche Zahl zu beschränken, damit die Hauptgleise so wenig als möglich durch den Güterverkehr gesperrt werden. Bei sehr regem Verkehr und besonders wenn derselbe vorwiegend in Rohproducten stattfindet, kann es sich empfehlen, die Gleisanlagen für denselben nebst den Lagerplätzen, zur Vermeidung einer zu grossen Längenausdehnung des Bahnhofes, auf die andere Seite der Hauptgleise zu verlegen.

Ueber Bahnhofsanlagen und insbesondere Anschlussstationen enthalten die Grundzüge der technischen Vereinbarungen Folgendes:

I. §. 50. Treffen zwei Bahnen verschiedener Verwaltungen an ihren Endpunkten zusammen, so sind, wenn eine vollständige Vereinigung in einem Bahnhofe nicht zulässig ist, die Bahnhöfe unmittelbar nebeneinander und in gleichem Niveau anzulegen. Zwischen beiden, besonders zwischen den Güterstationen, sind bequeme Schienenverbindungen herzustellen.

Auf grösseren Stationen sollte die Breite des Hauptperrons nicht unter 24 Fuss ($7^m,5$) betragen und die Länge desselben je nach der Grösse des Verkehrs 500—800 Fuss ($150—250^m$); die Breite des Mittelperrons bestimmt sich nach der Entfernung der Hauptgleise voneinander, welche man gewöhnlich 19—20 Fuss ($6—6^m,25$) von Mitte zu Mitte annimmt.

Ueber die Entfernung der Gleise und die Anlage der Perrons enthalten die technischen Vereinbarungen Folgendes:

I. §. 59. Als geringste Entfernung der Gleise auf Bahnhöfen von Mitte zu Mitte werden 14 Fuss ($4^m,3$) als wünschenswerth, 12 Fuss ($3^m,7$) noch als zulässig erkannt. Für Hauptgleise, zwischen denen Perrons anzulegen sind, ist eine Entfernung von mindestens 17 Fuss ($5^m,2$) von Mitte zu Mitte zu empfehlen.

I. §. 74. Hohe Perrons sind ferner nicht anzulegen.

I. §. 75. Die Höhe der Perrons darf nicht über 15 Zoll (380^{mm}) über Schienenoberkante betragen, um die Achsen schmieren und nachsehen zu können.

I. §. 76. Haben die Wagen gut angeordnete Tritte, so kann die Höhe der Perrons bis auf 6 Zoll (150^{mm}) ermässigt werden.

Die Perrons, welche dem Normalprofil des lichten Raumes entsprechend, entweder eine Höhe von 9 Zoll (0^m,229) oder 1 Fuss 3 Zoll (0^m,387) über Schienenoberkante erhalten, sind durch fundamentirtes Mauerwerk, welches mit Platten etc. abzudecken ist, einzufassen, und die Oberfläche derselben ist in einer Neigung von etwa 1:30 durch Bekiesung, Chausurung, Pflasterung in Holz oder Stein, Asphaltbelag, Platten, Schiefer etc. abzudecken.

Man kann bei einer Bahnhofsanlage mit Personen- und Güterverkehr im Allgemeinen, ohne Rücksicht auf die Lage der Station zu den durchgehenden Gleisen, folgende Gleisgruppen unterscheiden:

1. Diejenige für den Personenverkehr, welche aus mindestens vier zueinander parallelen Gleisen besteht, von denen zwei für die Züge nach den verschiedenen Richtungen — Hauptgleise — das dritte für einen zu überholenden Zug — Ueberholungsgleis — und das vierte zur Aufstellung von Reservewagen — Reservegleis — dient. An diese schliessen sich die abzweigenden Gleise nach dem Wagenschuppen und der Drehscheibe an.

2. Diejenige für den Güterverkehr, welche getrennt und seitwärts der Hauptgleise und je nach der Ausdehnung des Verkehrs, jedoch mindestens aus zwei bis drei Gleisen bestehend, anzulegen ist. Die Verbindung derselben mit den Hauptgleisen ist derart anzuordnen, dass aus diesen die Züge jeder Richtung direct nach denselben übergeführt werden können, um Güter ein- oder ausladen, beziehentlich Wagen ein- oder aussetzen zu können, ohne den Verkehr auf den Hauptgleisen zu stören. Zum Uebersetzen der Züge aus einem der Gütergleise in das andere ist ein besonderes, beziehentlich verlängertes Gleis, das sogenannte Ausziegleis erforderlich.

3. Die Gleisgruppe für die Betriebserfordernisse, welche so zu legen ist, dass die Maschinen etc. nach den Zügen gelangen können, ohne mehrere der Gleise durchfahren zu müssen.

Am Anfang und Ende eines jeden Bahnhofes ist ein Absperrungssignal aufzustellen, welches gewöhnlich durch einen auf dem Perron aufgestellten Telegraphen oder auch durch electro-magnetische Signale das Zeichen erhält, dass die Fahrgleise des Bahnhofes frei sind und der ankommende Zug einfahren darf.

Die Anordnungen der Gleisgruppen werden aus nachstehend erwähnten Figuren zu ersehen sein.

Fig. 3, Tafel XXX (Bahnhof Vohwinkel) ist eine Durchgangsstation in der Hauptrichtung und eine Anfangsstation für die Abzweigungslinie (Vohwinkel-Steele). Dieselbe ist für Personen- und geringeren Güterverkehr bestimmt und mit den hierfür erforderlichen Anlagen ausgerüstet (Locomotiv- und Wagenschuppen, Drehscheiben, Wasserstation, Kohlenbühne und kleiner Werkstättenanlage).³¹⁾

Fig. 1 und 1^a, Tafel XXXIII (Bahnhof Görlitz) ist eine der vorhergehenden ähnliche Anlage. Für zwei durchgehende Bahnlinsen ist der Bahnhof Durchgangsstation und für die dritte Linie Endstation. Personen- und Güterverkehr finden auf demselben statt, nur ist der Letztere für die verschiedenen Bahnverwaltungen getrennt angeordnet. Zur Uebergabe der Güter sind Uebergabegleise vorhanden. Sämmtliche für beide Verkehrsarten erforderlichen Anlagen sind vorgesehen, ausserdem Beamtenwohnungen, ein besonderer Steuerschuppen etc. Das Ueberschreiten der Gleise ist durch Anlage von Tunnels,

³¹⁾ In der Fig. 3, Tafel XXX bezeichnen: *a* Empfangsgebäude, *b* Wagenschuppen, *c* Güterschuppen, *d* Locomotivschuppen, *e* Kohlenbühne, *f* Werkstätte, *g* Wasserstation.

von denen der eine für die Reisenden und der andere für die von und nach dem Bahnhofe zu führenden Poststücke bestimmt ist, vermieden.³²⁾

Fig. 1, Tafel XXXIV (Bahnhof Eydtkuhen) ist zugleich Anfangs-, beziehentlich Endstation und Durchgangsstation, und zwar ein Bahnhof an der Grenze zweier Länder, deren Eisenbahnen verschiedene Spurweiten haben. — Es ist hierbei die Anordnung getroffen, dass die Züge der einen Bahnlinie auf den Bahnhof der andern Bahnlinie überlaufen, beziehentlich auf demselben umgeladen werden und umgekehrt, so dass breit- und schmalspurige Gleise auf jedem Bahnhofe vor den Empfangsgebäuden und vor den Güterschuppen und Umladestellen nebeneinander liegen.³³⁾

§. 10. *Anordnung der Personenbahnhöfe.* — Bei grösseren Bahnhofsanlagen, welche voraussichtlich einen sehr bedeutenden Verkehr zu bewältigen haben werden, ist es rathsam, den Personenverkehr vom Güterverkehr vollständig zu trennen und für diese beiden Verkehrsarten besondere Bahnhöfe anzulegen.³⁴⁾ Die Uebersichtlichkeit wird hierdurch erleichtert und die Sicherheit des Betriebes dadurch erhöht werden.

Die grösseren Bahnhöfe der deutschen Bahnen werden auch in dieser Weise angelegt, und zwar die Bahnhöfe für den Personenverkehr in oder nahe bei den Städten und die Güterbahnhöfe weiter ausserhalb derselben. Diese Anordnung empfiehlt sich ausser dem leichteren Verkehr für das Publicum auch aus ökonomischen Rücksichten; denn die Grundstücke in oder nahe den Städten haben meistens einen höheren Werth als die weiter ausserhalb gelegenen.

Die Personenbahnhöfe sind also entweder ein Theil einer grösseren Bahnhofsanlage, oder aber sie werden für solche Punkte, Städte, Stadttheile etc. angelegt, für welche nur ein Personenverkehr besteht; zu den letzteren sind die Bahnhöfe bei Bädern, bei Vergnügungsorten etc., welche zu bestimmten Jahreszeiten besucht werden etc., zu zählen, sowie auch die Personenbahnhöfe der Gürtel- oder Verbindungsbahnen grösserer Städte. Ausserdem kann aber auch durch eine Vereinigung mehrerer für den Personenverkehr bestimmter Bahnhöfe eine grössere Bahnhofsanlage, ein Centralbahnhof für den Personenverkehr, gebildet werden. — Die Ausdehnung der Personenbahnhöfe ist durchweg geringer wie diejenige der Güterbahnhöfe, weil man den Personenzügen nicht gern eine grosse Achsenzahl giebt, sondern bei starker Frequenz eher mehrere Züge nach einander befördert, auch eine Zusammenstellung und Theilung der Züge wie bei den Güterzügen nicht stattzufinden hat.

³²⁾ In der Fig. 2 auf Taf. XXXIII bezeichnen: *a* Ausgabe und Annahme der Postsendungen, *b* Vorsteher, *c* Wachtzimmer, *d* Packkammer der Post, *e* Encartirungs-Expedition, *f* Decartirungs-Expedition, *g* Zugführer, *h* Schaffner, *i* Telegraphen-Bureau, *k* Stations-Bureau, *l* Stations-Vorsteher, *m* Lampen, *n* glasbedeckter Hof, *o* Bureau der Berlin-Görlitzer Eisenbahn, *p* Durchgang, *q* Gepäck-Expedition, *r* Steuer, *s* Vestibul, *t* Billet-Verkauf, *u* Portier, *w* Corridor, *x* Wartesaal III. u. IV. Classe, *y* Restauration, *z* Wartesaal I. u. II. Classe, *aa* Speisesaal, *bb* Damenzimmer, *cc* Cabinet, *dd* Comoditö-Zimmer, *ee* Cabinet, *ff* Disponible, *gg* Sächsische Beamte, *hh* Durchgang, *ii* Ausgang aus dem Tunnel.

³³⁾ In der Fig. 1, Taf. XXXIV bezeichnen: *a* Weichenstellerbude, *b* Stall, Retirade, *c* Millgrube, *d* Materialien-Schuppen, *e* Kohlenschuppen, I—XII. *f* Dienstwohnungen, *g* Werkstatt, *h* Wagenschuppen, *i* Schiebebühne, *k* Wagenrevisionsschuppen, *l* Torfschuppen, *m* Gasanstalt, *n* Gasometer, *o* Zollrevisionsschuppen, *p* Güterschuppen, *q* Postamt, *r* Empfangsgebäude, *s* Laufkahn, *t* Centesimalwaage, *u* Eiskeller, *v* Rampe, *w* Brunnen, Pumpe, *x* Luftsammelgefäss, *y* Sammelbrunnen mit Saugeventil, *z* Einsteigeschacht, *tz* Glockenbude, *a'* Perrontelegraph.

³⁴⁾ Die grösseren Stationen der englischen Bahnen sind gewöhnlich getheilt in Passagier-, Güter-, Locomotiv- und Wagenstationen, letztere auch zur Reparatur bestimmt und mit Werkstätten vereinigt.

Zeitschrift für Bauwesen. Berlin, Jahrgang 1863. pag. 609. Ueber die Einrichtung der englischen Personenbahnhöfe.

Ausser dem Empfangsgebäude für ankommende und abfahrende Passagiere, welches neben den Wartesälen noch Räume für die Eilgut- und Gepäckexpedition enthalten muss, und den Abtrittsanlagen sind bei grösseren Bahnhöfen noch Wagen- und Locomotivschuppen nebst Wasserstation, Wasserkrahn, Lösch- und Reinigungsgrube, Rampe zum Verladen von Pferden, Equipagen etc. erforderlich. Ueber das Erforderniss und die Lage der Abtritte bestimmen die technischen Vereinbarungen I. §. 77: Da, wo Züge halten, sind am Perron nicht zu entfernte, weithin sichtbar bezeichnete Abtritte und Pissoirs anzuordnen, für deren regelmässige Reinigung zu sorgen ist. Es ist eine ununterbrochene Wasserspülung der Pissoirs dringend zu empfehlen.

Die Rampe ist an ein nahe den Hauptgleisen gelegenes Nebengleis so zu legen, dass die beladenen Wagen rasch und auf dem kürzesten Wege den Zügen zugetheilt und auch ebenso von diesen nach den Rampen geschafft werden können.

Auf diesen Bahnhöfen genügen wenige Gleise, nämlich ein Gleis für den abgehenden und ein Gleis für den ankommenden Zug, sodann bei regem Verkehr ein Gleis für den später abgehenden und inzwischen zusammenzustellenden, auch wohl für einen zu überholenden Zug, und etwa ein solches für einen Reservezug; ausserdem einige Nebengleise für leere Wagen; sodann eine Drehscheibe, wenn möglich zwischen den Hauptgleisen und dem Locomotivschuppen gelegen, und eine Schiebebühne, letztere zweckmässig im Niveau in Verbindung mit sämmtlichen Hauptgleisen, um einen abgehenden Zug so rasch als möglich durch fehlende Wagen vervollständigen zu können.

Die Localitäten für das Gepäck, insbesondere für das Eilgut, die Postsachen etc. sind derart im Stationsgebäude anzuordnen, dass die Ab- und Zufuhr von und nach dem Bahnhofe, sowie auch die Zu- und Abführung der zu befördernden Gegenstände aus diesen Räumen über den Perron nach den dafür bestimmten Wagen des Zuges auf die kürzeste und einfachste Weise erfolgen kann. Es empfiehlt sich nach der Zusammensetzung der Züge, bezüglich der Stellung der Gepäck- und Postwagen, auch die vorerwähnten Räume im Stationsgebäude anzuordnen und umgekehrt, damit der Verkehr auf dem Perron sowenig als möglich gehindert wird.

Eine Aenderung dieser Anordnung wird durch zwischenliegende Kopfstationen herbeigeführt werden, doch werden bei einer grösseren durchgehenden Linie diese Principien stets, in manchen Fällen freilich nur durch die Anlage doppelter Gepäck-, Post- etc. Räume in den Stationsgebäuden, zur Geltung gebracht werden können.

Die Perrons auf grösseren derartigen Stationen sind besonders ausgedehnt anzulegen und mit den Abfahrts- und Ankunftsgleisen durch Hallen zu überspannen. Dergleichen empfiehlt es sich nahe den letzteren die Halteplätze, beziehentlich die Vorfahrtstellen der Fuhrwerke, Droschken etc. anzuordnen und dieselben ebenfalls ausreichend breit zu überdachen, damit die Reisenden, ohne durch die Witterungsverhältnisse behindert zu werden, zu und von den Zügen gelangen können.³⁵⁾

Für die Ausdehnung der Perrons gelten mindestens dieselben Dimensionen wie solche bei den Anfangs- und Endstationen als erforderlich angegeben sind; meistentheils wird jedoch eine grössere Breite, und zwar bis 40 und mehr Fuss (12^m) für dieselben anzunehmen sein.

Die Hallen ohne Säulenstellung zwischen den Gleisen und auf dem Perron verdienen den Vorzug. — Die Entfernung der Gleise ist möglichst gross, 19 bis 20 Fuss (6 — 6^m, 25) von Mitte zu Mitte anzunehmen, um zwischen denselben noch Mittelperrons anlegen zu können.

³⁵⁾ Zweckmässig auf den grösseren Stationen der englischen Bahnen ausgeführt. Zeitschrift für Bauwesen. Berlin, Jahrgang 1863. pag. 607 ff.

Die Bestimmungen der technischen Vereinbarungen über Hallen und Perrons vergl. p. 504 und XIV. Capitel, §. 25.

Die Länge dieser Bahnhöfe ist ebenfalls von dem Charakter der Bahnlinie abhängig; sie wird jedoch selten mehr als 150 Ruthen (560^m) betragen, für kleinere Stationen wird schon eine Länge von 100 Ruthen (380^m) ausreichend sein.³⁶⁾

Die Zugänge zum Empfangsgebäude sind so anzuordnen, dass eine Ueberschreitung der Gleise im Niveau nicht stattzufinden hat. Die Lage und die Gestaltung dieser Bahnhöfe, welche zuweilen auf einem sehr beengten Raume angelegt werden müssen, wird wesentlich von der örtlichen Umgebung beeinflusst. Die Zugänge zu den Empfangsgebäuden, sowie die Warte- und Expeditionsräume in denselben können eine verschiedene Höhenlage zum Bahnhofsplateau haben; sie liegen ausser in gleichem Niveau mit demselben entweder höher, wie bei unterirdischen Bahnen etc., oder tiefer, wie dies bei oberirdischen Gürtelbahnen nicht selten bedingt ist.³⁷⁾ Bei einer verschiedenen Höhenlage der Warteräume zu den Perrons, beziehentlich den Gleisen empfiehlt es sich, die Zu- und Ausgänge nach und von den letzteren so anzulegen, dass die abfahrenden und ankommenden Passagiere sich nicht begegnen; letztere Anordnung wird hauptsächlich bei Bahnhofsanlagen der Gürtelbahnen, welche zweckmässig nicht im Strassenniveau liegen, vortheilhafte Anwendung finden.

§. 11. *Anordnung der Güterbahnhöfe.* — Zur Bewältigung des Güterverkehrs sind durch das Lagern der zu transportirenden Güter, sowie durch die Zusammenstellung und Theilung der Güterzüge grössere Bahnhofsanlagen erforderlich, deren Ausdehnung von der Achsenzahl der zur Beförderung kommenden Züge und diese wiederum von den Steigungsverhältnissen der Bahnlinie abhängig ist. Sofern diese Bahnhöfe einen Theil einer grösseren Bahnhofsanlage eines verkehrsreichen Ortes bilden, werden sie zweckmässig ausserhalb desselben angelegt; der etwas längere Weg für den Transport der Güter von und nach dem Bahnhof wird selten derart sein, dass er als ein Missstand betrachtet werden kann und ein Näherliegen des Bahnhofs an den Ort verlangt; auch können grössere gewerbliche Etablissements in oder nahe dem Orte leicht durch Gleise mit dem Bahnhofe verbunden werden. Ueberhaupt empfiehlt sich eine solche Lage, welche leicht eine Vergrösserung, ohne vorhandene Anlagen zu beseitigen, zulässt und durch Fuhrwerke aller Art, ohne dass dieselben grosse Schwierigkeiten zu überwinden haben, zu erreichen ist. Güterbahnhöfe in Verbindung mit Flüssen, Canälen, Häfen etc. sind nur wenige Fusse über die höchsten Wasserstände, und die Schienengleise, sowie auch die

³⁶⁾ Engineering 1868. II. pag. 565. Metropolitan Railway Länge und Breite der Stationen und Perrons, Steigungen in den Stationen etc.

³⁷⁾ Unterirdische Bahnen in London. Engineering 1868.

Nouvelles annales de la construction. Jahrgang 1868, pag. 82. Die Stationsgebäude der Ceinture-Bahn in Paris.

Zeitschrift für Bauwesen. Berlin. Jahrgang 1867 pag. 243. Pariser Bahnhöfe und die Pariser Verbindungsbahn, von Koch in Berlin.

Zeitschrift für Bauwesen. Berlin. Jahrgang 1865 pag. 57 und 173. Ueber Bahnhofsanlagen, resp. Stationsgebäude von grösseren Eisenbahnhöfen im südlichen Deutschland und in der Schweiz, von Römer. Berlin.

Organ etc. V. Band 1868) pag. 1—5 u. 50—55. Ueber englische Bahnhöfe. K. Busse. Berlin-Engineering 1866. Ueber Bahnhofsanlagen in England. Vortrag Mr. Humber's in der Institution of Civil Engineers.

The Engineer. 1865. Die Dubliner Verbindungsbahn.

The Engineer. 1865 et 1867. Die Pancreas-Station der Midland-Bahn zu London.

Allgemeine Bauzeitung. Wien 1862, pag. 201. Die unterirdischen Eisenbahnen in London.

Güterschuppen so nahe als möglich dem Wasser zu legen, damit die Ueberladung der Güter leicht bewerkstelligt werden kann. Im Zusammenhange mit andern Güterstationen sind die Güterbahnhöfe in eine solche Höhenlage zu bringen, dass die verbindenden Gleise keine starken Steigungen erhalten.

Der Personenbahnhof ist mit dem Güterbahnhof ebenfalls durch zweckmässige Gleisanlagen zu verbinden.

Eine Vereinigung grösserer Güterbahnhöfe verschiedener Bahnlinien zu einem Centralgüterbahnhof bietet für die raschere und sicherere Bewältigung des Güterverkehrs selten grosse Vortheile; bei dem fast stetig zunehmenden Verkehr werden einestheils die bestehenden Anlagen leicht unzureichend und eine Vergrösserung dann grössere Schwierigkeiten bereiten, andertheils wird auch die Uebersichtlichkeit erschwert. Es empfiehlt sich eher, die verschiedenen Güterbahnhöfe nebeneinander zu legen und zur Ueberlieferung der Wagen und Güter besondere Uebergabegleise auf denselben zweckmässig anzulegen.

Die Beschaffenheit der zu transportirenden Güter ist von wesentlichem Einfluss auf die Einrichtung des Bahnhofes; Rohproducte bedürfen zur Lagerung nur freier unbedeckter Lagerplätze, während andere Güter in bedeckten geschlossenen Räumen zu lagern sind; sodann ist zu berücksichtigen, ob die Güter nur bis zum Eintreffen leerer Fahrzeuge zu lagern haben, also nur auf- und ab-, beziehentlich übergeladen werden, oder vor der Verladung zur Verzollung etc. verschlossen aufbewahrt werden müssen.

Für die ankommenden Güter sowohl als auch für die abgehenden errichtet man zweckmässig besondere Schuppen, welche entweder nebeneinander in gleiche Flucht und deren zugehörige Expeditionsräume zweckmässig zwischen beide Lagerräume gelegt werden, oder man stellt dieselben einander gegenüber und gibt einem jeden Schuppen besondere Bureauräume.

Für die zu versteuernden Güter sind besondere Steuerrevisionsschuppen mit Expeditionsräumen erforderlich. (Auf Grenzbahnhöfen oder den Bahnhöfen der Städte, in welchen Schlacht- und Mahlsteuer erhoben wird.)

Die Lage der Güterschuppen zu den Schienengleisen gestattet verschiedene Anordnungen, entweder legt man die letzteren auf die eine Langseite des Schuppens und auf die andere die Zu- und Abfuhrwege, eine bei den deutschen Bahnen grösstentheils vorkommende Anordnung oder es werden einzelne Gleise in die Schuppen geführt und die Ueberladung der Güter im geschlossenen Raum bewirkt. Bei dieser Anordnung finden hauptsächlich Drehscheiben inner- und ausserhalb der Schuppen, zur Ueberführung der Wagen aus einem Gleis in das andere, Anwendung. Die Güter werden dann vom Eisenbahnfahrzeug direct auf das Landfuhrwerk und umgekehrt übergeladen; in diesem Falle liegen die Zu- und Abfuhrwege neben den Gleisen, oder es liegt zwischen den letzteren und dem Wege für Fuhrwerke noch ein Perron, auf welchem die Güter bis zur Verladung lagern; letzteres geschieht meistentheils durch Hebevorrichtungen, — hydraulische, Dampf- etc. Krahe.³⁸⁾

Die Ueber-, beziehentlich Umladung der Güter muss im trockenen Zustande, gegen Schnee und Regen geschützt, stattfinden können und die Anordnung der Gleise vor-

³⁸⁾ Die Güterhallen der grossen Güterstationen auf den englischen Bahnen sind grösstentheils nach vorerwähnter Art in verschiedene Unterabtheilungen getheilt.

Engineering 1866. Ueber Bahnhofsanlagen in England, von Mr. Humber.

The Engineer. 1865. Die Güterstation der Midland-Eisenbahn zu Agar town in London.

Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover. 1864 pag. 334. Englische Bahneinrichtungen.

beziehentlich in den Güterschuppen und auf den Lagerplätzen ein directes Verladen aus den Eisenbahnwaggons in die Schuppen und ebenso aus diesen, sowie aus den ersteren in die Fuhrwerke und umgekehrt möglich machen. — Die Verbindung der verschiedenen Gleise untereinander hat auf die kürzeste und zweckmässigste Weise zu geschehen und die Zufuhrwege zu den Güterschuppen und Lagerräumen sind so zu legen, dass eine Ueberschreitung der Gleise im Niveau durch die Fuhrwerke vermieden wird.

Das beim Güterverkehr seither übliche Verfahren bezüglich des Zufahrens und Abholens der Güter erfordert fast durchweg ausgedehnte Dimensionen der Güterschuppen, welche durch ein rascheres und zweckmässigeres Befördern der Güter nicht unbedeutend verringert werden könnten; es würde zur Vereinfachung des Güterverkehrs und seiner Anlagen wesentlich beitragen, wenn die Güter auf dem Bahnhofe gar nicht oder doch nur in seltenen Fällen kurze Zeit lagerten und die Güterschuppen sowie der Bahnhof überhaupt von den Kaufleuten und Spediteuren nicht mehr als Lagerräume betrachtet werden, da dieselben nicht den Zweck haben, die mit der Bahn angekommenen Güter längere Zeit zu lagern, hierfür vielmehr besondere Lagerhäuser zu errichten sein würden; letztere kommen auch wohl mit ersteren derart vereinigt vor, dass der untere Raum des Gebäudes Güterschuppen und die oberen Stockwerke Lagerräume sind.

Grössere bedeckte Lagerräume für abgehende Güter können auf den Bahnhöfen vorkommen, welche z. B. einen bedeutenden Getreidetransport³⁹⁾ etc. aufzunehmen haben; in diesem Falle erfordern dieselben nicht selten Magazine für mehrtägige Transportquantas.

Die Entlastung der Güterbahnhöfe wird nur vollständig zu erreichen sein, wenn die Bahnverwaltung auch die Zu- und Abfuhr der Güter direct oder indirect bewirkt.

Zur vollständigeren Ausnutzung der Transportgeräthe dürfte sich die auf mehreren englischen Bahnen eingeführte Einrichtung empfehlen, den oberen Theil der Wagen aus einzelnen genau zu einander passenden Kasten zu bilden, welche sammt dem Inhalt von dem Bahnhofe abgeholt und demselben so auch wieder zugeführt werden. Das Ueberladen der Kasten von einem Transportgerät zum andern wird mittelst neben den Gleisen stehender Krahnne in sehr kurzer Zeit bewirkt.⁴⁰⁾ Diese Einrichtung kann auch zweckmässige Anwendung finden bei sehr langen Transporten; es kann z. B. vortheilhafter sein, die Wagen auf einer bestimmten Station, von welcher dieselben wieder volle Rückfracht erhalten können, umzuladen, als dieselben weiter laufen zu lassen und später vielleicht zum Theil leer zurückzufahren.

Ueber die Bestimmungen der technischen Vereinbarungen über Güterschuppen und die Details der Construction vergl. das folgende Capitel §. 36—42. — Hier ist im Allgemeinen nur Folgendes zu bemerken.

Die vorspringenden Theile der Güterschuppen, sowie die Lage der Ladebühnen, Rampen etc. zum Schienengleis und das Profil des Lademaasses sind nach dem im Jahre 1858 zu Triest von dem Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen festgestellten Normalprofil des lichten Raumes für Bahnhöfe zu bemessen.

Die Güterschuppen sind meistentheils einstöckig mit 14 — 16 Fuss (4,5 — 5,0^m) lichter Höhe und nur in Verbindung mit grösseren Lagerräumen mehrstöckig und auch wohl unterkellert; in diesem Falle sind in denselben besondere Aufzugs- und Hebevorrichtungen⁴¹⁾ anzubringen und empfiehlt es sich, die Schienengleise in das Innere der

³⁹⁾ Oesterreichische Eisenbahnen von B. v. Etzel. Bahnhof in Ofen. Wien.

⁴⁰⁾ Der Gütertransport auf den englischen Bahnhöfen. Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen, Jahrgang 1868 pag. 739.

⁴¹⁾ Zeitschrift für Bauwesen. Berlin. Jahrgang 1863 pag. 613. Englische Eisenbahn-Einrichtungen.

Schuppen zu führen.⁴²⁾ Die Langseiten der Güterschuppen werden grösstentheils mit Ladebühnen in Höhe der Fussböden versehen, welchen man auf der dem Gleise zugekehrten Seite eine Breite von etwa 6 Fuss (1^m,9) giebt, während dieselben auf der Seite der Landfuhrwerke gewöhnlich 3—4 Fuss (1^m,0) breit gemacht werden.

Die Schuppen zur Lagerung feuergefährlicher Gegenstände, Petroleum etc. sind an besondere Nebengleise — von den Güterschuppen entfernt — zu legen.

Wohnungen für dienstthuende Beamte etc. sind in unmittelbarer Nähe der Güterschuppen nicht anzulegen und deshalb auch die mit letzteren zusammenhängenden Expeditionsräume nicht mit solchen zu verbinden.

Zur Verladung von Vieh, Pferden, Equipagen u. s. w. sowie auch solcher Producte, deren Verladung besondere Vorsicht erfordert, sind Rampen derart anzulegen, dass, je nach der Grösse des Verkehrs, Wagen sowohl vor Kopf als auch zur Seite zugleich be- und entladen werden können. Vor die Kopfseite derselben legt man gewöhnlich eine Drehscheibe, so dass von derselben die beladenen Wagen sofort in die dafür bestimmten Gleise geschoben und die zu beladenden aus anderen Gleisen zugeführt werden können. Die Rampen zum Verladen von Langhölzern sind länger und weniger breit als die gewöhnlichen Rampen herzustellen.

In der Nähe der Güter-, beziehentlich Lagerräume ist in einem Nebengleis, welches nicht durch Locomotiven und beladene Züge befahren wird, zum Wiegen der Wagenladungen, eine Brückenwaage — Centesimalwaage — nebst zugehörigem Wiegehäuschen anzulegen; letzteres erhält gewöhnlich einen Flächenraum von $\frac{6}{8}$ Fuss.

Ueber die Anlage der Brückenwaage⁴³⁾, der Vieh- und Wagen-Rampen bestimmen die technischen Vereinbarungen wie folgt:

I. §. 103. Auf jeder Haupt- und Endstation, sowie jeder wichtigen Zwischenstation sind Brückenwaagen anzulegen, auf welchen sowohl Eisenbahnwagen als auch, wo es erforderlich, Fracht-Fuhrwerke bequem gewogen werden können.

I. §. 89. Die an einem Nebenstrange liegende Equipagen- und Viehrampe ist 3 Fuss 8 Zoll (1^m,12) hoch über Schienenoberkante und mit einer Neigung von höchstens $\frac{1}{12}$ so anzulegen, dass der Wagen sowohl vom Ende als auch von der Seite beladen werden kann.

Auf den Stationen, auf welchen grössere und öftere Viehtransporte vorkommen, verbindet man mit der Viehrampe einen sogenannten Viehhof zur zeitweiligen Unterbringung des Viehes, welcher, je nachdem das Vieh längere oder kürzere Zeit einzustellen ist, offen oder überdeckt mit besonderen Zwischentheilungen anzulegen ist. Für grosse Städte sind derartige Anlagen meist in grosser Ausdehnung erforderlich, zuweilen werden auch wohl für die Verladung des Viehes besondere Bahnhöfe angelegt⁴⁴⁾, welche mit den zum Aufstellen und Rangiren der Züge erforderlichen Gleisen und den Gebäulichkeiten für den Verwaltungs- und Expeditionsdienst versehen sind. Ein solcher Bahnhof besteht aus einer grossen Rampe (Perron) und mindestens drei parallelen Gleisen, welche zur Aufstellung der Züge und der zu be-, beziehentlich entladenden Wagen, sowie zum Rei-

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Jahrgang 1864. Reisetnotizen über die Güterschuppen und Lagerhäuser der englischen Bahnhöfe und Häfen, von Teilkampff in Altona.

⁴²⁾ Allgemeine Bauzeitung. Wien. Jahrgang 1867. pag. 246. Hölzerne Güterschuppen mit Rollkrahnen von Nèveu.

⁴³⁾ Organ V. Band (1868) pag. 198. Notizen über Eisenbahn-Brückenwaagen auf der Pariser Ausstellung, von E. Heusinger von Waldegg.

⁴⁴⁾ London, Paris, Berlin etc.

Annales Industrielles. Paris 1869. Viehmarkt.

nigen und Auswaschen derselben erforderlich sind. — Der Viehhof, welcher mit starker Einzäunung zu versehen ist, damit ein Durchbrechen des Viehes verhindert wird, enthält ein Eintreibungs- und ein Austreibungsthor, und bei längerem Stellen des Viehes ausser mehreren unbedeckten, stark eingezäunten Unterabtheilungen einen Brunnen nebst Trögen zum Tränken des Viehes. Der Hauptperron, welcher nach den tiefer gelegenen Viehbansen geneigt anzulegen ist, wird nach der in den technischen Vereinbarungen angegebenen Höhe der Rampen über Schienenoberkante hergestellt, die Stirnmauer derselben durch Platten abgedeckt und die Oberfläche chaussirt oder bekieset. Zur Ausgleichung der geringen Zwischenräume zwischen Wagen und Perronvorderkante werden für die Ueberladung des Viehes Bohlen vom Wagenboden nach dem Perron gelegt, sofern nicht die Seitentheile der Viehtransportwagen nach unten mit Charnieren (Klappthüren) zum Umlegen derselben auf die Perronoberfläche versehen sind.

Fig. 6, Tafel XXXIII stellt einen derartigen Bahnhof für zwei nebeneinanderliegende, verschiedenen Verwaltungen unterstehende Bahnen dar.⁴⁵⁾

Die Lagerplätze zum Entladen im Freien, hauptsächlich für Rohproducte angelegt, müssen für Fuhrwerke leicht zugänglich sein und sind, sofern mehrere Ladegleise nebeneinander vorhanden sind, die Entfernungen derselben von einander so gross anzunehmen, dass die Fuhrwerke zwischen den verschiedenen Gleisen laden können; zweckmässig verbindet man die nebeneinanderliegenden Gleise an den Enden, damit die entleerten Wagen durch das andere Gleis zurückgeführt werden können. Für grössere Güterstationen empfiehlt es sich, die Zu- und Abfahrwege zu den unbedeckten Lageräumen etc. zwischen die Gleise derart zu legen, dass zwischen je zwei oder drei nebeneinanderliegende Gleise ein Weg für die An-, beziehentlich Abfuhr ist; das mittlere Gleis ist dann zum Ueber-, beziehentlich Umladen der Güter der einzelnen Wagen oder für die Aufstellung der in den nebenliegenden Gleisen ent- oder beladenen Wagen zu benutzen, während die äusseren zum directen Verladen zwischen Eisenbahnfahrzeug und Landfuhrwerk dienen.

Die Lagerplätze können im Niveau der Schienen, höher oder tiefer als dieselben liegen, die Beschaffenheit und Art der Ueberladung der zuzuführenden oder abzuholenden Producte ist hierauf von Einfluss.

Die Güter der Bahnen mit kleinerer Spurweite, z. B. von Fabriken, gewerblichen Etablissements, Bergwerken, Hütten etc., welche auf den Güterstationen umzuladen sind, bedingen gewöhnlich eine verschiedene Höhenlage der verschiedenspurigen Gleise.⁴⁶⁾

Ausser den Güterschuppengleisen zum Auf-, beziehentlich Abladen der Güter sind noch Nebengleise für die Aufstellung der Güterzüge, die Reservewagen etc. erforderlich, deren Zahl von der Grösse der Station abhängig ist. Auf den Nebengleisen werden die Züge getheilt und entweder den Güterschuppen oder den Plätzen für den Rohproductenverkehr oder den Laderampen zugeführt. Die Längenausdehnung derselben hängt, ausser der Länge der Güterzüge, auch von der Art der Gleisverbindungen untereinander ab. Diese können entweder durch Drehscheiben, Schiebebühnen etc. oder durch Weichen hergestellt werden; bei der ersteren Art können die Wagen einzeln, bei der letzteren mehrere derselben zusammen nach ihrem Bestimmungsorte befördert werden. Die Anwendung der Drehscheiben und Schiebebühnen mit versenkten Gleisen in Hauptgleisen, beziehentlich solchen Gleisen, welche öfter mit Locomotiven befahren werden, ist soviel als thunlich zu vermeiden.

⁴⁵⁾ Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens IV. Band (1867) pag. 255 u. 423. Ueber die Anlagen von Bahnhöfen, die besonders für grösseren Verkehr mit Schlachtvieh bestimmt sind.

⁴⁶⁾ Brühlthalbahn — Engineering 1869 pag. 165.

Das in Deutschland noch vorherrschend in Anwendung befindliche System zum Ueberführen der Wagen aus einem Gleise in das andere ist dasjenige der Weichen und unterscheidet man hiernach auf grösseren Stationen folgende Gleise.⁴⁷⁾

1. Gleise zum Aufstellen ganzer Züge 200—250⁰ lang (740—950^m).
2. Gleise zum Trennen und Zusammenstellen der Züge 50—60⁰ lang (190—230^m).
3. Gleise für den Güterschuppenverkehr.
4. Gleise zum Entladen im Freien, insbesondere für die Entladung der Rohproducte.

Ausserdem ist noch für die Gleise zum Theilen und Zusammenstellen der Züge ein längeres Gleis, das sogenannte Ausziehggleis zum Vorziehen der Züge neben den Hauptgleisen anzulegen.

Fig. 1, Tafel XXXI ist ein Güterbahnhof einer Bahnlinie, und zwar unter besonders schwierigen localen Verhältnissen angelegt, das Bahnplanum ist durch die Befestigung des Ortes in seiner Ausdehnung beschränkt; der Hauptaustausch der Güter findet durch den Wassertransport statt.

Literatur.

- Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens I. Band. (1864) pag. 24, 66, 106, 144 u. 194.
 Reisenotizen über die Güterschuppen und Lagerhäuser der englischen Bahnhöfe und Häfen.
 W. Teilkampf. Altona.
 Organ etc. V. Band (1868) pag. 1—5 u. 50—55. Ueber englische Bahnhöfe. K. Busse. Berlin.
 Wochenblatt des Berliner Architekten-Vereins (Deutsche Bauzeitung) 1867. Der Bau des neuen Central-Güterbahnhofes zu Stettin.
 Organ etc. V. Band (1868) pag. 26. Die Dampfkrähne auf der neuen Kaianlage in Hamburg von G. Grusson. Hamburg.
 Allgemeine Bauzeitung. Wien 1861, pag. 255. Doppelte Dampfwinde auf dem Bahnhofe von Bercy zu Paris für zwei übereinanderliegende Waarenhallen von Leconte und Delpech.
 Organ III. Band (1866) pag. 231. Rollkrahn mit Dampfmaschine zum Verladen von Gütern von Quillacq in Anzin.
 Dasselbst pag. 156. Eiserner Fahrkrahn von Elias. Amsterdam.
 Organ V. Band (1868) pag. 149. Krahne und Umladevorrichtungen auf der Pariser Ausstellung von Heusinger v. Waldegg.

§. 12. Die Anordnung der Rangirbahnhöfe hängt mit derjenigen der Güterbahnhöfe zusammen und sind die ersteren eigentlich nur als ein Theil der letzteren zu betrachten.

Bei sehr grossen und solchen Bahnhofsanlagen, welche wegen nicht ausreichend vorhandenem Flächenraum ein directes Zusammenlegen der Güter- und Rangirgleise nicht gestatten, können besondere Bahnhofsanlagen — Rangirbahnhöfe — für die zum Rangiren anzulegenden Gleisgruppen erforderlich werden.

In der Conferenz der Techniker der deutschen Eisenbahn-Verwaltungen zu München 1868 ist die Frage: »Ist es zweckmässig, bei grossen Bahnhofsanlagen die Güter- und Rangirbahnhöfe zu trennen«, folgendermassen beantwortet. Für End- und Zwischenbahnhöfe einer Bahnlinie, sowie für diejenigen gemeinschaftlichen Bahnhöfe mehrerer Bahntracen (Trennungsbahnhöfe), welche bedeutenden Localverkehr haben, ist eine Trennung der Güter- und Rangirstationen nur insoweit zu empfehlen, als für die beiden Dienstzweige des Güterverkehrs und des Rangirgeschäfts besondere Gleiscomplexe angeordnet werden, die jedoch in directe, nahe und übersichtliche Verbindung mit einander zu bringen sind, während eine totale Absonderung des Rangirbahnhofes vom Güterbahnhofe nur für diejenigen Trennungsbahnhöfe zweckmässig ist, welche bei grossem Transito nur einen geringen Localverkehr haben.⁴⁾

⁴⁷⁾ Zeitschrift für Eisenbahnwesen. Berlin. Jahrgang 1867 pag. 414. Anordnung etc.

Die Längenausdehnung derselben bestimmt sich durch das anzuwendende Rangirsystem; bei Anwendung der Weichen zum Rangiren werden die Gleise eine längere Ausdehnung erhalten, als bei derjenigen mit Drehscheiben etc. Die ersteren werden bis jetzt noch vorwiegend auf den Bahnhöfen der deutschen Bahnen zum Rangiren benutzt. Eine wesentliche Verkürzung der Bahnhöfe würde durch eine allgemeinere Einführung der Drehscheiben zum Rangiren herbeigeführt werden können, wenn nicht die ungleichen und theils noch zu grossen Radstände der verschiedenen Güterwagen hindernd im Wege ständen; es dürfte sich deshalb empfehlen, auf einen annähernd gleichen Radstand der Güterwagen hinzuwirken. Die technischen Vereinbarungen enthalten hierüber am Schluss des §. 149 (I.) Für die Güterwagen wird empfohlen, einen Radstand von 13 Fuss (3^m,06) in der Regel als Maximum anzusehen und davon nur bei solchen Wagen abzuweichen, welche für die Verladung specieller Güter bestimmt sind.

Die Drehscheiben von 15 Fuss (4^m,7) Durchmesser würden für die Wagen mit Radständen von 13 Fuss genügend gross sein. ⁴⁸⁾

Das auf den Bahnhöfen der deutschen Eisenbahnen hauptsächlich übliche Rangirsystem ist dasjenige des Abstossens oder Absetzens. Die Maschine theilt hierbei den Zug, indem sie die einzelnen Wagen durch Abstossen oder Absetzen den verschiedenen zur Aufnahme derselben bestimmten Gleisen zuführt. ⁴⁹⁾

Die verschiedenen nebeneinanderliegenden Gleise sind zur Theilung, beziehentlich Zusammenstellung der Züge derart durch Weichen zu verbinden, dass die Züge ganz oder getheilt auf dem kürzesten Wege in die einzelnen Gleise geführt werden können; das Rangiren geschieht entweder mittelst gewöhnlicher Locomotiven oder besonderer Tendermaschinen. Zur Erlangung mehrerer Ausziehgleise legt man zweckmässig mittelst der sogenannten englischen Weichen eine Weichenstrasse durch die verschiedenen Rangirgleise ⁵⁰⁾, oder man bildet zum Rangiren einzelne Gleisgruppen, indem man aus einem Gleise mehrere Gleise unter verschiedenen Neigungen zu einander abzweigt. Beim Rangiren mittelst der in den Rangirgleisen liegenden Drehscheiben sind verschiedene Anordnungen in Bezug auf die Lage der Drehscheibe zu den Gleisen möglich, entweder mehrere Gleise werden auf einer Drehscheibe vereinigt, oder in jedem der parallelen Rangirgleise liegen Drehscheiben, welche durch kurze Gleise mit einander verbunden sind.

Eine andere Art des Rangirens ist diejenige mittelst Drehscheiben und Schiebebühnen, wobei diese ohne versenktes Gleis im Niveau angewandt wird; — die Schiebebühne au niveau wird auch allein zum Rangiren benutzt, unter Anwendung von Menschenkraft, hydraulischer Kraft ⁵¹⁾ oder Dampf etc. ⁵²⁾ Welche Methode des Rangirens die zweckmässigste, d. h. die billigste und den geringsten Zeitaufwand erfordernde ist, darüber sind die Ansichten der Eisenbahn-Verwaltungen sehr getheilt; — es dürfte im

⁴⁸⁾ Auf den Bahnhöfen der französischen Bahnen haben die Drehscheiben selten einen grösseren, meistentheils sogar einen geringeren Durchmesser.

⁴⁹⁾ Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen. Jahrgang 1866 pag. 357. Ueber das Rangiren auf den Bahnhöfen. (Bericht der Generalversammlung der Techniker zu Dresden.)

⁵⁰⁾ Zeitschrift für Bauwesen. Berlin. Jahrgang 1867 pag. 414. Anordnung von Bahnhofsanlagen betreffs des Rangirens der Güterzüge, von Koch. Berlin.

⁵¹⁾ Auf den Bahnhöfen der englischen Bahnen werden vielfach die Schiebebühnen zum Rangiren benutzt und durch hydraulische Kraft bewegt (Paddington Station der Great Western Eisenbahn).

⁵²⁾ Rangiren mittelst hydraulischer Rollen auf englischen Bahnhöfen. Exter'sche Dampf-schiebebühne zum Rangiren auf den Bahnhöfen in Würzburg und Stettin in Anwendung. Organ etc. V. Band (1868) pag. 49.

Organ III. Band (1866) pag. 49. Schiebebühne im Niveau von 38 Fuss Länge mit hydraulischer Hebevorrichtung auf dem Bahnhöfe Stettin von Stein. (Stettin.)

allgemeinen Interesse liegen und für eine zweckmässige Gestaltung der Bahnhöfe von grossem Werthe sein, wenn diesem Gegenstande eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet würde und man die unter gleichartigen Verhältnissen gemachten Erfahrungen, bezüglich der verschiedenen Rangirmethoden, zusammenstellte, um hieraus ein Resultat zu erhalten.

Ueber die Frage: »Welche Erfahrungen sind in neuerer Zeit über das Rangiren der Güterwagen mit Schiebebühnen gemacht und welche Construction der Schiebebühnen ist am meisten zu empfehlen«, hat sich die Conferenz der Techniker der deutschen Eisenbahn-Verwaltungen wie folgt ausgesprochen: »Oberirdische Schiebebühnen (ohne versenktes Gleise) nach Dunn'scher und ähnlicher Construction sind auf einer grösseren Zahl von Bahnen zwar vorhanden, werden aber wegen ihrer schweren Beweglichkeit und wegen der bei der Verstellung beladener Wagen erforderlichen grossen Bedienungsmannschaft zum Verstellen und Rangiren der Güterwagen sehr wenig benutzt. Die auf dem Bahnhöfe Altona in Anwendung befindliche Schiebebühne nach Nollau's Construction⁵³⁾, welche mittelst eines Räder-Vorgeleges in Bewegung gesetzt wird, kann für kleinere Bahnhöfe oder bei mässiger Frequenz, die auf dem Bahnhöfe Würzburg zum Rangiren der Güterzüge benutzte Dampfschiebebühne nach Exter's Construction⁵⁴⁾ dagegen zur Anwendung auf grossen Bahnhöfen, namentlich bei Güter-Rangir-Bahnhöfen, empfohlen werden.«

Die Verbindung der Rangirgleise mit den beiden durchgehenden oder Hauptgleisen wird nur durch eine Weiche nach jeder Richtung zur Benutzung durch die ankommenden und abgehenden Züge hergestellt.

§. 13. *Bahnhöfe in Verbindung mit Canälen, Flüssen, Häfen, Berg- und Hüttenwerken.* — Die Bahnhöfe dieser Art sind nach der Anordnung der Güterbahnhöfe anzulegen; die Anlagen, welche für die letzteren erforderlich sind, müssen auch hier, wenn auch in anderer Form und in einer anderen Lage zu einander, ausgeführt werden.

Die Wasserfläche der Canäle, Flüsse, Häfen etc. ist den Lagerplätzen, beziehentlich Strassen der Bahnhofsanlagen im Landverkehr gleich zu achten, nur mit dem Unterschiede, dass das Ueberladen der Güter von den Eisenbahntransportmitteln zu den Schiffen und umgekehrt wegen der höheren Lage der Bahnstrecke meistens durch künstliche Hebevorrichtungen, Krahe etc. zu bewirken ist.⁵⁵⁾ Die Gleise und die Güterschuppen sind deshalb so nahe als möglich dem Wasser zu legen und zur Befestigung derselben verticale oder annähernd verticale Kaimauern nach der Wasserseite aufzuführen, welche ausserdem noch zur Aufstellung der Krahe etc. und zur Aufnahme der Vorrichtungen zum Befestigen der Wasserfahrzeuge zu dienen haben. In vielen Fällen werden auf solchen Bahnhöfen zugleich Schuppen für zu versteuende Güter — steuerfreie Niederlagen etc.⁵⁶⁾ — zu errichten sein, welche dann nach Art der Lagerhäuser mit mehreren Stockwerken aufgeführt werden und mit Hebe- und Aufzugsvorrichtungen zu versehen sind, damit ein directes Ueberladen vom Schiff zum Schuppen und umgekehrt, sowie in dem letzteren selbst, stattfinden kann. Diese Gebäude werden im nächsten Capitel, §. 43, ausführlicher besprochen.

Das Ueberladen von Rohproducten, z. B. Kohlen, Steinen etc. von den Wagen zu

⁵³⁾ Vergl. XII. Capitel pag. 445 und Taf. XXVIII Fig. 2.

⁵⁴⁾ Siehe Abbildung und Beschreibung auf S. 446 des vorigen Capitels.

Organ III. Band (1866) pag. 30. Schweizerische polytechn. Zeitschrift 1865 pag. 1. Drehscheiben-Locomotive im Bahnhof Zürich, von Krauss. Zürich.

⁵⁵⁾ Organ etc. V. Band (1868) pag. 26. Die Dampfkrähne auf der neuen Kaianlage in Hamburg, von G. Grusson. Hamburg.

⁵⁶⁾ Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover. Jahrgang 1860. — Die steuerfreie Niederlage zu Harburg von C. Köpke.

den Schiffen geschieht entweder mittelst Sturzgerüsten, welche an die von den Bahnhofsgleisen nach den Schiffen führende geneigte Fläche anschliessen und die Wagenladungen durch Trichter, beziehentlich trichterförmig geneigt liegende Rinnen, dem Schiffsraum (Schiffsluken) zuführen oder durch mechanische Vorrichtungen derart, dass das obere Plateau des Gerüstes auf dem der beladenen Wagen zu stehen kommt, bis zum Schiffe gesenkt wird und dann erst die Ausladung stattfindet; der Boden der Wagenkasten ist hierbei mit leicht zu öffnenden Klappen versehen.⁵⁷⁾ Von diesen Vorrichtungen wird im 4. Bande weiter die Rede sein.

Die Höhenlage dieser Bahnhöfe ist, wenn möglich, nur einige Fuss über dem höchsten bekannten Wasserstand anzunehmen und die Gleisanlagen derselben sind so einzurichten, dass die beladenen Wagen, welche mit Gefälle dem Schiffe einzeln zugeführt werden, nach dem Entleeren auf besonderen, mit den Hauptgleisen in Verbindung stehenden Nebengleisen zu einem Zuge zusammengestellt werden können.⁵⁸⁾

In die Gleise, welche die beladenen Wagen nach der Abladestelle durchlaufen müssen, werden zweckmässig die Brückenwaagen zur Feststellung des Gewichtes der zu transportirenden Massen gelegt.

Zweckmässig werden auf diesen Bahnhöfen selbstthätige Weichen in den Hauptgleisen angewandt und dieselben so gelegt, dass die beladenen Wagen niemals gegen deren Spitze zu fahren brauchen.

Eine andere Art der Ueberführung der Güter von der Eisenbahn nach den Wasserfahrzeugen wird durch die directe Beförderung der beladenen Eisenbahntransportmittel zu und von den Schiffen mittelst der Locomotive bewirkt — Trajectanstalten —, in diesem Falle ist der Wasserlauf nur dazu bestimmt, die Eisenbahn auf eine längere oder kürzere Entfernung zu ersetzen und die Fahrmittel der Bahn einer anderen Bahn zum Weitertransport zuzuführen. Die Eisenbahnfahrzeuge werden auf einer zwischen dem Bahnhöfe und der Wasserfläche herzustellenden schiefen Ebene, welche an ihrem Ende mit einer, je nach der Höhe des Wasserstandes beweglichen verstellbaren Landungsbrücke versehen ist, zu und von den Schiffen geführt, oder die Verbindungsbahn zwischen dem Bahnhof und dem Anlegeplatz der Schiffe wird horizontal angelegt, die Wagen werden auf eine Plattform gefahren und mit derselben gehoben oder gesenkt, je nachdem dieselben vom Schiff zur Bahn oder umgekehrt übergehen sollen. Die Plattform kann entweder auf dem Schiffe befindlich oder eine besondere Anlage sein, welche zwischen der Bahn und dem Schiffe liegt.⁵⁹⁾

⁵⁷⁾ Zeitschrift für Berg-, Hütten- und Salinenwesen. X. Band, 1. Lieferung. — Verladevorrichtungen in den englischen Häfen.

Zeitschrift für Bauwesen. Berlin. Jahrgang 1863 pag. 615. Ueber die Verladevorrichtungen von Kohlen in Seeschiffe auf den Eisenbahnen in den englischen Häfen.

The Engineer. 1861. Hydraulisches Kohlen-Sturzgerüst.

Zeitschrift für Bauwesen. Berlin 1866 pag. 362. Beschreibung der Kohlensturzbahn im Hafen von Saarbrücken.

⁵⁸⁾ Zeitschrift für das Bauwesen. Jahrgang 1863 pag. 615 — 620. Englische Eisenbahn-Einrichtungen.

⁵⁹⁾ Zeitschrift für praktische Baukunst. Jahrgang 1864. Heft 4—12. Reisenotizen über engl. Kohlenhäfen und Sturzgerüste, von H. Tellkampff.

Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover. Band XII. Heft 1—4 Hohenstorf-Lauenburger Elbtrajectanstalt, von G. Meyer in Osnabrück.

Engineering 1869. I. pag. 56 u. 200. Traject zu Friedrichshafen.

Engineering 1869. I. 92, 152 u. 226. Project zu einer Verbindung des Continents mit England durch eine Fähre.

Derartige Anlagen sind seither fast durchweg nur für Gütertransport benutzt worden. In dem letzten Capitel dieses Bandes werden diese Anstalten ausführlicher behandelt.

Ausser den für den Verkehr auf dem Bahnhofe erforderlichen Gleisen, Rangirgleisen etc. sind Nebengleise in ausreichender Zahl anzulegen, damit bei einer eintretenden Stockung der Beförderung mittelst des Trajectes (etwa bei starkem Eisgange etc.) die sich ansammelnden Fahrzeuge gestellt werden können, ohne den Betrieb zu belästigen.

Der Zusammenhang dieser Bahnhöfe mit den Strassen etc. ist wegen ihrer meist untergeordneten Bedeutung für den von dieser Seite zuzuführenden Verkehr weniger in Betracht zu ziehen.

Die Verbindung der Bahnhöfe mit Hütten- und Bergwerken, sowie grösseren gewerblichen Etalissements besteht meistentheils nur in einem Ueberführen der Producte von der einen Bahn zur andern und kann auf verschiedene Weise ausgeführt werden, je nachdem die Zweigbahn dieselbe oder eine andere, schmalere Spurweite hat. Bei gleicher Spurweite der Zweig- und Hauptbahn wird gewöhnlich ein Umladen der Producte nicht stattfinden, sondern die Wagen der Zweigbahn werden in die Güterzüge zum Weitertransport eingestellt werden; in diesem Falle sind die Gleise der Zweigbahn an diejenigen der Hauptbahn nur anzuschliessen. Bei verschiedenen Spurweiten dahingegen ist ein Umladen der Producte erforderlich, welches je nach der verschiedenen Beschaffenheit derselben auch verschieden sein kann; z. B. legt man die Bahnen, welche Kohlen, Steine etc. (meistentheils in kleineren Transportgefässen) dem Bahnhof zum Weitertransport zuführen, zweckmässig höher als die Hauptbahn, entweder auf feststehende Bauten oder auf bewegliche Gerüste, welche über oder neben den Bahnhofsgleisen aufgeführt sind, um das Ueberladen durch Kippen oder Stürzen zu bewirken, und so umgekehrt die Gleise der Zweigbahn tiefer, wenn ein Ueberführen der Producte von der Hauptbahn auf die Zweigbahn stattfinden soll.

Die Gebäulichkeiten dieser Bahnhöfe, welche gewöhnlich keinen oder nur einen sehr geringen Personenverkehr haben, bestehen in einem Gebäude für die Expeditionsräume, mit event. einem Warteraum, einer Wasserstationsanlage und je nach den Steigungsverhältnissen der Bahn und der Entfernung der nächstgelegenen Station auch einem Locomotivschuppen, sowie einer Drehscheibe für die zu drehende Maschine, sofern die Anlage, wie dies meistentheils der Fall ist, eine Endstation sein sollte.

Die Gleisanlagen bestimmen sich nach dem Princip der Verladung, beziehentlich Verschiebung der Wagen und zwar wieder speciell darnach, ob die Ladestellen feststehend sind oder beweglich, d. h. ob dieselben ihren Standort verändern.

Für gewöhnliche Anlagen werden drei parallel zueinander liegende Gleise genügen, welche an dem einen Ende gewöhnlich durch Weichen mit dem Hauptgleise verbunden sind und an dem anderen durch Drehscheiben, Schiebebühnen, oder auch wohl Weichen untereinander im Zusammenhange stehen. Ein Gleis dient zur Aufstellung der leeren Wagen, welche durch eine der vorerwähnten Gleisverbindungsarten dem Ladegleis einzeln zugeführt werden und hier von dem gewöhnlich in 10 Fuss (3^m) Höhe über Schienenoberkante befindlichen Sturzgerüste, auf welches die schmalspurigen Fördergefässe (Hunde) fahren, beladen werden. — Der zunächst ankommende unbeladene Zug wird in das dritte Gleis gestellt und der inzwischen beladene Zug aus dem Ladegleis abgefahren.

Zeitschrift für Bauwesen. Berlin. Jahrg. 1867 pag. 365. Eisenbahn-Traject über den Rhein bei Rheinhausen von Hartwich in Köln.

Engineering 1869. I. pag. 69. Beschreibung der neuen Fähre und des Hafendamms nebst Ladestation bei Liverpool.

Diese Anlagen können durch Verbreiterung, beziehentlich Vergrößerung oder Vermehrung der Sturzbühnen beliebig vergrößert werden. Bei Kohlenruben ist damit gewöhnlich eine Rätteranlage verbunden, um die verschiedenen Kohlenarten bei der Verladung zu trennen; in diesem Falle sind mehrere Ladegleise erforderlich.⁶⁰⁾

Eine Centesimalwaage ist auch auf diesen Stationen zweckmässig für die beladenen Wagen anzulegen.

Fig. 2, Tafel XXIX zeigt einen Bahnhof mit anschliessenden Zweiglinien verschiedener gewerblicher Anlagen und

Fig. 1, Tafel XXXII den Bahnhof einer Bahnlinie, in Verbindung mit einem Seehafen. — Der Verkehr ist nicht sehr bedeutend und sind die Anlagen des Bahnhofes dem entsprechend angeordnet worden.

§. 14. *Die Bahnhöfe unterscheidet man nach ihrer Form in Bezug auf die Haupt- richtung der Bahnlinie als:*

- a. Durchgangsstationen,
- b. Kopfstationen und
- c. Inselbahnhöfe.

Diese Unterscheidungen sind vorwiegend auf die Betriebseinrichtungen für den Personenverkehr der Bahnhöfe einwirkend. Während die durchgehenden Züge bei der ersteren Art in ihrer Hauptanordnung unverändert bleiben, sind dieselben auf einer Kopfstation der neuen Zugrichtung entsprechend neu zu ordnen. Für die Güterzüge dahingegen ist dies durch das ohnehin stattzuhabende Rangiren derselben auf grösseren Stationen, wozu die Kopfstationen grösstentheils zu zählen sind, nicht besonders erforderlich.

Die Durchgangsstationen haben entweder nur einen Perron und diesen mit dem für die event. verschiedenen Bahnverwaltungen gemeinschaftlichen Empfangsgebäude auf einer Seite der Gleise liegen oder auf dessen entgegengesetzter Seite noch einen Perron, oder einen oder mehrere derselben, je nach der Grösse des Verkehrs, beziehentlich der Zahl der durchpassirenden Züge zwischen den Hauptgleisen, zum Ein- und Aussteigen der Passagiere für die Züge nach bestimmten Richtungen.

Im ersteren Falle halten die Züge verschiedener Richtungen gewöhnlich auf dem Perrongleis und fahren mittelst, vor der Mitte des Perrons gelegener Kreuzweichen durch das nebenliegende Hauptgleis ab. Dem Perron ist alsdann die Länge zweier Züge zu geben und die Breite nach der Grösse des Localverkehrs und der Dauer des Aufenthalts der Züge zu bemessen.

Bei der Anlage mehrerer Perrons werden für die Züge jeder Richtung meistens besondere Gleise benutzt, welche nur an ihren Enden untereinander beziehentlich mit den durchgehenden Hauptgleisen (der freien Bahn) verbunden sind. Die einzelnen Perrons brauchen nicht länger als ein Zug zu sein, dahingegen ist ihre Breite nicht zu gering, wenn thunlich nicht unter 12—15 Fuss (3^m,7—4^m,7) Breite anzunehmen.

Die Verbindung der Perrons untereinander, in gleicher Höhe mit den Gleisen, ist zu vermeiden und wo dies nicht zu umgehen, eine besondere Uebergangsstelle zwischen den Perrons zu pflastern, beziehentlich der Uebergang besonders zu markiren.

Die Durchgangsstationen einfacher Art erfordern zunächst für die ankommenden und abgehenden Züge die beiden Hauptgleise und ein zur Aussenseite eines jeden derselben liegendes Ueberholungsgleis, an welche sich dann, je nach der zur Verfügung

⁶⁰⁾ Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 1867. Quasowsky, über Kohlenruben-Eisenbahn-Stationen.

stehenden Längenausdehnung des Bahnhofes die Gleise für den Güterverkehr auf der einen oder der anderen Seite der Hauptgleise anschliessen.

Für den Personenverkehr sind nun verschiedene Anordnungen möglich; entweder legt man zwischen die beiden Hauptgleise einen Mittelperron, — in diesem Falle müssen die Passagiere eines Zuges das andere Gleis überschreiten, um nach dem Empfangsgebäude gelangen zu können, — oder es wird dem Letzteren gegenüber auf der Aussenseite des zweiten Hauptgleises noch ein Perron mit überdeckter Halle angeordnet (Anordnung auf französischen Bahnhöfen) oder man überbrückt die Gleise oder stellt unter denselben einen Zugang für die Passagiere des auf dem zweiten Gleise befindlichen Zuges her (englische Bahnhofseinrichtung).

In allen Fällen empfiehlt es sich, das Empfangsgebäude auf die Seite des Bahnhofes zu legen, welche der Verkehrsstrasse des nächsten Ortes oder der verkehrsbringenden Gegend zunächst liegt, damit der Weg für die Reisenden der kürzeste ist, während derjenige für die Güter am Empfangsgebäude vorüberführen und länger sein kann, ohne nachtheilig auf den Verkehr einzuwirken. (Fig. 3 auf Tafel XXXII zeigt eine derartige einfache Bahnhofsanlage, bei welcher der Güterverkehr auf derselben Gleisseite des Empfangsgebäudes aber auf der entgegengesetzten Seite der den Verkehr vermittelnden Zufuhrstrasse liegt.)

Bei der Kreuzung der Personenzüge finden verschiedene Stellungen derselben zum Empfangsgebäude und dem Perron statt, welche auf die Lage und die Längenausdehnung derselben von Einfluss sind.

Die Haupt- und Mittelperrons sind so zueinander zu legen, dass bei gleichzeitigem Halten mehrerer Züge die Passagiere die anderen Gleise vom Hauptperron aus erreichen können, ohne durch den Zug des ersten Gleises gefährdet zu werden.

Die Stellung der sich kreuzenden Züge kann verschiedener Art sein; die in entgegengesetzter Richtung fahrenden Züge stehen entweder mit ihren Spitzen, also ihren Maschinen, oder mit ihren Enden nebeneinander. Im ersteren Falle überschreiten die Passagiere des einen Zuges das andere Gleis vor der Maschine, im anderen Falle dahingegen hinter dem Zuge. Beide Ueberschreitungen sind für das reisende Publicum nicht gefahrbringend, sobald der Zug, welcher auf dem Gleis am Hauptperron zu halten hat, zuerst ein- und zuletzt ausfährt; wird dahingegen der Zug des zweiten Gleises früher einfahren oder ist das Einfahren der Züge nicht bestimmt zu regeln, so dürfte die Anordnung, bei welcher die Passagiere das Gleis vor der Maschine zu überschreiten haben, wegen der für sie geringeren Gefahr zu empfehlen sein.

Der Mittelperron ist je nach der vorgeschriebenen Anordnung, bezüglich des Haltens und der Zusammenstellung der Züge, gegen den Hauptperron zu verschieben, damit sämtliche Personenwagen vor dem Perron halten können.

Wenn die sich kreuzenden Züge mit ihren Enden nebeneinander stehen, so sind die Wasserkrahne zu beiden Seiten des Perrons an die Enden der Hauptgleise zu stellen, während dieselben bei dem Nebeneinanderhalten der Spitzen der Züge, in der Mitte zwischen den Hauptgleisen aufzustellen sind, möglicherweise sogar ein Wasserkrahn dann ausreichend sein kann.

Wenn auf Durchgangsstationen Zweigbahnlinien einer anderen Bahnverwaltung enden, beziehentlich anschliessen, so werden die besondern An- und Abfahrtsgleise für dieselben gewöhnlich vor den Kopf des Hauptperrons und denselben unterbrechend, angelegt.

Kopfstationen in der Hauptrichtung einer Bahnlinie gelegen, sind für den durchgehenden Verkehr, wegen des, durch das Ordnen und Zusammenstellen der Züge, erfor-

derlichen Zeitaufwandes, sowie durch die meistentheils sehr begrenzte Bewegung der Züge auf den Stationen, als nicht vorthellhaft zu bezeichnen, — trotzdem ist ihre Anlage eine vielfach vorkommende, welche gewöhnlich in grösseren Städten durch locale Einwirkungen und in vielen Gegenden durch die Terrainverhältnisse nicht zu umgehen war. (Die Hauptbahnhöfe der grossen Städte sind fast durchweg Kopfstationsanlagen.)

Die technischen Vereinbarungen bestimmen hierüber wie folgt:

I. §. 52. Sowohl für gemeinschaftliche Bahnhöfe sowie für Bahnarme derselben Verwaltung sind Kopfstationen so viel wie irgend möglich zu vermeiden.

Das Empfangsgebäude kann entweder zur Seite oder am Ende (vor Kopf) der Gleise liegen. In den meisten Fällen wird die erstere Anordnung derart gewählt, dass die Warte- und ein Theil der Expeditions- und Gepäckräume zur Langseite der Gleise und die Billeturen, Eilgutexpeditionen etc. vor Kopf derselben in einem besonderen Gebäude liegen, welches, sofern der Sitz der Verwaltung an demselben Orte sich befindet, gewöhnlich in den oberen Etagen die Verwaltungsbureaus etc. und Wohnungen der Betriebsbeamten enthält.

Bei dieser Anordnung sind entweder gleiche Räumlichkeiten auf beiden Seiten anzulegen, dann findet die An- und Abfahrt der Züge auf jeder Seite statt (ist vielfach ausgeführt, wenn der Bahnhof von verschiedenen Bahnverwaltungen gemeinschaftlich benutzt wird) oder die eine Gleisseite ist für die ankommenden, und die andere für die abgehenden Züge bestimmt. Im letzteren Falle sind auf der Ankunftsseite nur die Räume für die Gepäckabgabe, das Postbureau etc. etwa ein Warteraum, beziehentlich Halle, Pissoire in ausreichender Anzahl etc. unterzubringen.

Diese Anordnung findet für derartige Anlagen in grossen Städten, wo die Weiterführung der Züge unterbrochen wird, zweckmässige Anwendung.

Die An- und Abfahrtperrons sind dann mit einander zu verbinden und geschieht dies entweder oberhalb (durch Ueberbrückung), unterhalb (durch Unterführung, Tunnel) oder an den Enden der Gleise durch einen Perron. — Für die Züge untergeordneter Art werden bei diesen Anlagen öfter Perrons zwischen die mittleren Gleise gelegt, und mit den Hauptperrons gewöhnlich am Ende der Gleise in Verbindung gebracht.

Die Perrons auf derartigen grösseren Stationen sind ausreichend wohl nicht unter 50 Ruthen (190^m) Länge anzunehmen, event. über die Gebäulichkeiten hinaus zu verlängern, die Breite derselben ist für die Hauptperrons nicht unter 24 Fuss (7,5^m) und für die Zwischenperrons wenn möglich, nicht unter 12 bis 15 Fuss (3,7 bis 4,7^m) herzustellen.

Eine andere Anordnung ist diejenige, bei welcher die Warte-, Gepäck-, Expeditions- etc. Räume zwischen die Gleise auf einen Mittelperron gelegt werden, also gleichsam eine Inselbahnhofanlage bilden. Die Trennung der Züge nach verschiedenen Richtungen und event. für verschiedene Verwaltungen ist hierbei leicht möglich und für Kopfstationen als zweckmässige Anordnung zu empfehlen.⁶¹⁾

Die zu beiden Seiten der Gleise befindlichen Hauptperrons werden, einschliesslich der letzteren, gewöhnlich überdacht und zweckmässig hierbei Constructionen ohne mittlere Unterstützungen (Säulen etc.) angewandt.

⁶¹⁾ Die neue Bahnhofsanlage in Stuttgart. Nähere Beschreibung desselben ist im XIV. Capitel §. 16. Tafel XXXV, Fig. 3, sowie in der allgemeinen Bauzeitung. Wien 1868, p. 351 von Morlok enthalten.

Engineering, 1866, p. 259. Das Dach der neuen Bahnhofshalle zu Stuttgart.

Die Zahl der Gleise ist nach dem Verkehr zu bemessen, doch ist auf eine ausreichende Zahl von Reservegleisen für Aufstellung leerer Wagen, und für den Rücklauf des vorderen Zugtheiles genügend Rücksicht zu nehmen.

Die Gleise vereinigen sich an ihren Enden entweder auf Drehscheiben und Schiebetünnen, durch welche die Zugmaschine und die im Zuge umzustellenden Wagen etwa Post- und Gepäckwagen anderen nebenliegenden Gleisen zur Rückfahrt zugetheilt werden, — oder sie werden zu diesem Zwecke durch Weichen mit einander verbunden.

Die durchgehenden Personenzüge sind nach der Einfahrt in die Kopfstationen so wenig als möglich in ihrer Zusammenstellung zu ändern. Ausser den etwa umzustellenden Post- und Gepäckwagen sollten die Personenwagen in der Stellung, in welcher dieselben beim Halten des Zuges sich befanden, auch zur Abfahrtszeit noch stehen, damit die Passagiere, bei den gewöhnlich nur sehr kurzen Aufenthaltszeiten derartiger Züge, nicht noch längere Zeit zum Suchen des innegehabten Sitzes verlieren.

Eine Durchgangsstation wird, wenn auf derselben zugleich eine Trennung der Züge nach verschiedenen Richtungen stattfindet, zweckmässig als Inselbahnhof angelegt.

Die Inselbahnhöfe haben das Empfangsgebäude und die mit demselben beziehentlich dem Personenverkehr zu verbindenden Anlagen zwischen zwei Gleisgruppen liegen, welche entweder verschiedenen Verwaltungen angehören oder welche ihre Lage dadurch erhalten haben, dass ein sehr reger Personenverkehr eine Trennung der Gleise nach den verschiedenen Richtungen der Bahn erforderlich machte.

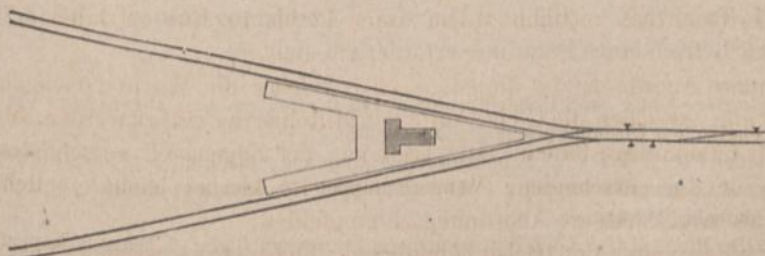
Die technischen Vereinbarungen enthalten hierüber:

I. §. 51. Bei Abzweigungen von Bahnen ist ein gemeinschaftlicher Bahnhof zu empfehlen. Derselbe ist in der Regel zweckmässig so einzurichten, dass das Empfangsgebäude sich zwischen beiden Bahnen befindet und die auf beiden Seiten liegenden Perrons in unmittelbarer Verbindung stehen.

Die Bedachung des Perrons oder die Erbauung von Hallen wird dringend empfohlen.

Findet die Trennung der Bahnlinie nur nach einer Richtung statt, so wird der von aussen kommende Verkehr dem Hauptperron, beziehentlich dem Empfangsgebäude zwischen den auseinander laufenden Bahnlinien zugeführt werden können (Fig. 6), also nur eine einmalige Gleistüberschreitung, welche auch vielleicht ausserhalb des Bahnhofes gelegt werden kann, stattfinden.⁶²⁾

Fig. 6.

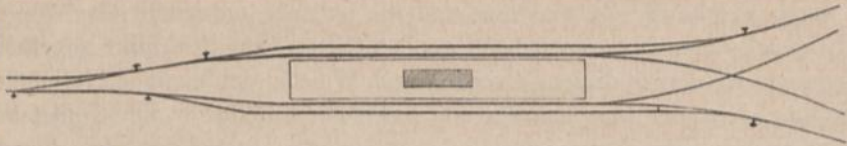


Zweigen dahingegen die Bahnlinien nach beiden Seiten ab (Fig. 7), so wird zur Vermeidung der Gleistüberschreitung im Niveau eine Ueberführung, oder wie in den meisten Fällen wohl leichter ausführbar sein wird, eine Unterführung, beziehentlich eine Tunnel-

⁶²⁾ Zeitschrift für Bauwesen. Berlin. Jahrgang 1862, p. 369. Empfangsgebäude auf Inselperrons. Zeitschrift des Architecten- und Ingenieurvereins zu Hannover 1861. p. 436. Ueber Trennungsbahnhöfe, insbesondere über den Bahnhof zu Nordstemmen.

anlage herzustellen sein, um zum Hauptperron, beziehentlich dem Empfangsgebäude, gelangen zu können.⁶³⁾ Fig. 1 und 1^a Tafel XXXIII zeigt ebenfalls eine derartige Anlage.

Fig. 7.



Die Länge des Hauptperrons ist nach der Länge der Züge und der Bestimmung, auf welchen Gleisen die Hauptzüge halten werden, zu bemessen. Die Breite derselben richtet sich dahingegen nach der Tiefe des Empfangsgebäudes; doch sollten die zu beiden Seiten des letzteren liegenden Perrontheile auch mindestens die für die vorerwähnten Bahnhofsanlagen angeführte Breite erhalten.

Die Gleise für den Güterverkehr schliessen sich gewöhnlich an die zu beiden Seiten des Empfangsgebäudes liegenden Hauptgleise an und bilden dann bei getrenntem Güterverkehr und gemeinschaftlicher Benutzung des Empfangsgebäudes seitens der verschiedenen Bahnverwaltungen besondere Güterbahnhöfe, welche durch die Hauptgleise schneidende Kreuzweichen verbunden werden.

Die Gleisanlagen bei dieser Art der Bahnhöfe sind im Wesentlichen ebenso anzulegen, wie bei den Durchgangsstationen.

Die Lage der Räumlichkeiten für die Gepäck- und Postexpeditionen in den Stationsgebäuden ist mit der Zusammenstellung der Züge übereinstimmend anzuordnen, damit die aus vorerwähnten Räumen über den Perron zu transportirenden Gegenstände in der kürzesten Richtung nach den in die Züge eingestellten Gepäck- und Postwagen geschafft werden können.

Fig. 2 und 2^a Tafel XXXII Durchgangsstationen mit allen erforderlichen Anlagen.

Fig. 4 Tafel XXXIV Kopfstation für Personen- und Güterverkehr.

Fig. 2 und 2^a Tafel XXX (Bahnhof Beuthen). Zwei Durchgangsstationen, welche sich in verschiedener Höhenlage durchschneiden; dieselben sind miteinander durch ein Gleis verbunden und haben ausser dem durchgehenden Verkehr noch den Verkehr nahe gelegener Kohlengruben, welcher durch breit- und schmalspurige Bahnen zugeführt wird.⁶⁴⁾

Fig. 1 Tafel XXX (Bahnhof Lauda). Durchgangsstation mit allen Anlagen, welche für den Betrieb einer Bahnlinie erforderlich sind.⁶⁵⁾

⁶³⁾ Derartige Unter- und Ueberführungen sind für den zu- und abgehenden Verkehr auf den Bahnhöfen der englischen Eisenbahnen vielfach ausgeführt.

⁶⁴⁾ In der Fig. 2 Tafel XXX bedeuten: *a* Empfangsgebäude, *b* Güterschuppen, *c* Wirthschaftsgebäude, *d* Locomotivschuppen, *e* Wagenschuppen, *f* Beamtenwohnung, *g* Kohlenschuppen, *h* Retirade, *i* Centesim. Waage

⁶⁵⁾ In der Fig. 1 Tafel XXX bezeichnen: *a* Stationsgebäude, *b* Wagenschuppen, *c* Dienstwohnungen, *d* Kyanisiranstalt, *e* Locomotivschuppen, *f* Reserve-Locomotivschuppen, *g* Dienstzimmer, *h* Montirungsstände für Wagen, *i* Montirungsstände für Locomotiven, *k* Werkstätten, *l* Maschinenhaus, *m* Wagenreparaturräume, *n* Maschinenreparaturräume, *o* Magazinschuppen, *p* Kohlen-Lagerplätze, *q* Lagerplatz, *r* Verladeplatz, *s* Güterschuppen, *t* Abtritt, *u* Perron.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens I. Band (1864) p. 157. Einrichtung des Bahnhofes in Basel, von Römer. Berlin.

Dasselbst V. Band (1868) p. 158. Anordnung der Gleise im Pariser Nordbahnhof.

Organ V. Band (1868) p. 205. Das neue Stationsgebäude auf dem Bahnhof Berlin der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn.

§. 15. Die *Bahnhofsanlagen in grösseren Städten* gestatten wegen der durch den bedeutenden Verkehr hervorgerufenen Ausdehnung und des fast durchweg sehr kostspieligen Grunderwerbs äusserst selten eine Vereinigung der beiden Verkehrsarten. Der zur Aufnahme des Personenverkehrs bestimmte Theil ist, zur leichteren Benutzung durch das reisende Publicum so nahe als möglich dem Mittelpunkte der Stadt zu legen, dieses ist jedoch vollständig, und ohne den Strassenverkehr der Stadt zu beschränken nur durch die Anlage von End-, beziehentlich Kopfstationen zu erreichen und finden wir in den grösseren Städten auch meistentheils die Anlagen in dieser Weise ausgebildet.

Die Verbindung mit dem für den Güterverkehr bestimmten Bahnhof wird dann durch ein, von den durchgehenden Hauptgleisen abzweigendes Gleis hergestellt. Die zu den Bahnhofsanlagen gehörenden Werkstätten, und auch wohl in manchen Fällen sogar den Rangirbahnhof wird man nicht selten, wegen des schwer zu beschaffenden und ausreichenden Flächenraums, noch weiter ausserhalb des Güterbahnhofes legen müssen.

Ist die Stadt der Vereinigungspunkt mehrerer Bahnlinien verschiedener Richtungen, so können entweder die für jede der Verkehrsarten erforderlichen Anlagen derselben vereinigt sein in einem Centralbahnhof, oder dieselben bleiben getrennt und werden durch Gleise mit einander verbunden.

Für den letzterwähnten Fall sind, sofern die Bahnhöfe der verschiedenen Bahnlinien nicht nahe bei einander, sondern wie dies gewöhnlich vorkommt, an verschiedenen Seiten der Stadt liegen, besondere Bahnlinien — Verbindungs- oder Gürtelbahnen — herzustellen. Dieselben sind dann gewöhnlich nicht nur zur Vermittelung des Verkehrs zwischen den einzelnen Bahnhöfen bestimmt, sondern sie dienen auch für den Localpersonenverkehr der einzelnen Stadttheile.⁶⁶⁾

Die letztere Art der Verbindung dürfte wegen der besseren Uebersichtlichkeit und der grösseren Bequemlichkeit für das reisende Publicum, welches doch in grossen Städten meistentheils einen etwas längeren Aufenthalt nimmt, den Vorzug verdienen, denn wenn auch die grösseren Vortheile für die billigere und raschere Handhabung des Betriebes bei einer Vereinigung der Anlagen nicht unbeachtet bleiben dürfen, so wird doch eine solche Gesamtanlage in grossen Städten eine zu grosse Ausdehnung erhalten müssen, als dass dieselbe noch grosse Bequemlichkeit und Sicherheit dem reisenden Publicum gewähren könnte.

Die Verbindungsbahnen sind so anzulegen, dass eine Kreuzung der vorhandenen Strassen und Wege im Niveau nicht stattfindet; dieselben sind entweder zu über- oder zu unterführen, — oder die Bahnlinie liegt durchweg unter dem Niveau der Strassen (z. B. unterirdische Bahnen in London), oder in einer den Strassenverkehr nicht belästigenden Weise über denselben (die gegenwärtig in Newyork hergestellte Bahn).

Die Verbindungen der Bahnhöfe mit den Strassen der Stadt müssen einen leichten ungehinderten Verkehr möglich machen und so angeordnet sein, dass sowohl für die ankommenden, als auch für die abgehenden Personen, Güter etc., besondere Zu- und Ausgänge vorhanden sind. — Die Vorfahrten für die Fuhrwerke, Droschken etc. sind ebenfalls zu überdecken. Auf den Personenbahnhöfen ist eine Trennung der Anlagen für die ankommenden und abreisenden Passagiere zu empfehlen und die Perrons sind ausreichend gross und zweckmässig nicht unter 30 bis 40 Fuss (10—12^m) Breite anzulegen und mit den Ein- und Aussteiggleisen zu überdecken. Die Ueberdeckung ist so zu construiren, dass eine Unterstützung derselben den Verkehr auf dem Perron nicht hindert; für Kopf-

⁶⁶⁾ Derartige Verbindungs- oder Gürtelbahnen sind in London, Paris, Berlin, Frankfurt a/M. etc. zur Verbindung der einzelnen Bahnhöfe unter einander und auch zum Theil für den Local-Personenverkehr ausgeführt.

stationsanlagen empfehlen sich überdeckte Hallen, deren Construction ausser den Seiten- oder Hauptauflagern eine mittlere Unterstützung nicht erfordert.

Die Warteräume sind bei den Kopfstationen auf der Abfahrtsseite grösser als auf der Ankunftsseite anzulegen; für letztere genügen meistens überdeckte Hallen, mit denen grössere Abtrittsanlagen zu verbinden sind.

Die Anlagen für den Güterverkehr werden auf diesen Bahnhöfen in bedeutender Ausdehnung anzulegen sein und nicht nur die für die Bahnverwaltung erforderlichen Einrichtungen, sondern auch Lagerhäuser, Lagerplätze etc. der Privaten auf oder nahe dem Bahnhofe enthalten, sodann Stallungen, Remisen etc. für die Pferde und Fuhrwerke, welche die Güter von und nach dem Bahnhofe schaffen.

Im Uebrigen gelten für die Anordnung dieser Bahnhöfe dieselben Regeln, welche in den vorhergegangenen §§. für die einzelnen Arten, beziehentlich Unterabtheilungen von Bahnhöfen erörtert sind.

Fig. 2, Tafel XXXIV. Bahnhofsanlage als End-, beziehentlich Kopfstation in einer grossen Stadt. Der Personen- und der Güterverkehr haben durch vorhandene Land- und Wasserstrassen getrennt angelegt werden müssen. Reparaturwerkstätten sind nur in kleinerem Umfange vorhanden. ⁶⁷⁾

§. 16. *Gleise, Weichenanlagen etc.* Die Gleisanlagen der Bahnhöfe sind je nach dem Zwecke, welchen der betreffende Bahnhofstheil zu erfüllen hat, verschieden; man kann ausser den durchgehenden Hauptgleisen folgende Gleisgruppen unterscheiden:

1. Gleise für den Personenverkehr, welche sich unmittelbar an die Hauptgleise anschliessen; hierher sind ausser den letzteren die vorgeschobenen Gleise zu rechnen, welche sich zwischen dem Hauptperron und den Hauptgleisen befinden, sodann die zur Aufstellung von Reservewagen oder für den Abgang bereits zusammengestellter Personenzüge erforderlichen und die zu den Wagenschuppen etc. führenden Gleise. Diese Gleisgruppe erfordert meistens bei End-, beziehentlich Kopfstationen eine grössere Ausdehnung wie bei Durchgangsstationen. Zur Verbindung der Gleise untereinander werden hauptsächlich Weichen zur Anwendung kommen, ausgenommen die Verbindung mit den Wagenschuppengleisen, welche zweckmässiger durch Schiebebühnen im Niveau hergestellt wird. Die Ausweichungen der Hauptgleise liegen meistens innerhalb und nahe den Grenzen des Bahnhofes; bei beschränkter Bahnhofslänge und nicht zu starken Neigungen der anschliessenden Bahnstrecken werden dieselben auch ausserhalb des Bahnhofes gelegt.

Die technischen Vereinbarungen sagen hierüber

⁶⁷⁾ In Fig. 2, Tafel XXXIV bezeichnen: I. Im Bahnhofe links: *A* Stationsgebäude, *B* Eilgutschuppen für abgehendes, *C* Eilgutschuppen (alt) für ankommendes Eilgut, *D* Wagenschuppen, *E* *E* Wagenrampen, *F* Locomotivschuppen (für den Localverkehr zwischen Berlin und Potsdam), *G* Wagenreparatur-Werkstätte (früher Wagenschuppen), *H* Locomotivschuppen, *I* Kohlenschuppen, beide bereits vorhanden, *K* Interimistisches Verwaltungsgebäude (alt). II. Im Bahnhofe rechts: *A* Schuppen für ankommendes Frachtgut mit Expedition im Kopfgebäude, *B* desgl. für abgehendes Eilgut mit Expedition im Kopfgebäude, *C* Umladeschuppen, *D* Wagenschuppen (zur Personenstation gehörig), *E* Locomotivschuppen, *F* Kohlenschuppen, *G* Viehrampe und Militärperron mit Expeditionsgebäude, *H* Viehställe (Project), *I* später zu erbauender Locomotivschuppen, *K* Ställe für das Rollfuhrwerk, *L* Lagerplatz, *M* Lagerhäuser (alt), *N* Waage, *O* Dampfschiebebühne, *P* Lastkahn, *Q* Gleise für abgehende Züge, *R* desgl. für ankommende Züge, *S* desgl. für leere Wagen, *T* desgl. für Personenwagen.

The Engineer 1865. Der neue Bahnhof der Great Eastern Bahn zu London.

Dasselbst. Der Bahnhof der London und Brighton Bahn zu London.

Nouvelles annales 1866. Empfangsgebäude auf dem Centralbahnhof zu Lissabon.

I. §. 60. »Wo sehr lange Züge einander kreuzen, können die Ausweichungen auch ausserhalb der Stationen liegen.«

Für die Sicherheit des Betriebes ist es wünschenswerth, die Weichen nicht auf stärkeren Neigungen wie 1:200 anzulegen.

Die Herzstücke der Weichen in den Haupt-, sowie in den für den Personenverkehr bestimmten Gleisen erhalten Neigungen von 1:9 bis 1:11 und dem entsprechend werden die Radien der Weichen zweckmässig von 700 bis 900, auch wohl 1000 Fuss (220—310^m) angenommen; den in diesen Gleisen vorkommenden Kreuzungen sind dahingegen nicht zu spitze Neigungswinkel zu geben.

In neuerer Zeit kommen vielfach sogenannte englische Weichen in den Haupt- und durchgehenden Gleisen zweckmässig zur Anwendung; sofern nur eine Abzweigung nach zwei auf einer Seite liegenden Richtungen stattfindet, also eine halbe englische Weiche erforderlich ist, kann bei deren Anwendung auch ein Fahren gegen die Spitzen der Weichen vermieden werden.

Ueber die Construction der Weichen und die desfallsigen Bestimmungen der technischen Vereinbarungen verweisen wir auf das im IX. Capitäl §. 4—9 Gesagte und bemerken hier nur noch, dass Ausweichungen für drei Schienenstränge, welche in Hauptgleisen (nach §. 67 der Grundzüge) zu vermeiden sind, zweckmässig in den Nebengleisen und insbesondere für die nach den Locomotiv- und Wagenständen führenden Gleise Anwendung finden.⁶⁸⁾

2. Gleise für den Güterverkehr, und zwar

a) diejenigen für den Güterschuppenverkehr und

b) solche für den Rohproductenverkehr.

Diese seitwärts der Hauptgleise gelegenen und nur durch Weichen mit denselben verbundenen Gleise bilden eine besondere Gruppe, welche derartig durch Weichen, Drehscheiben oder Schiebebühnen getheilt ist, dass die zu be- oder entladenden Wagen auf dem kürzesten Wege zu und von den Ladeplätzen geschafft werden können; die für den Rohproductenverkehr bestimmten Gleise können dann je nach der Beschaffenheit der zu transportirenden Producte und der Art der Umladung ausser im gleichen Niveau mit den übrigen Bahnhofsgleisen sowohl höher als tiefer liegen.

Die Neigungen der Herzstücke erhalten gewöhnlich bei dieser Gleisgruppe, sowie auch bei den folgenden Gleisanlagen zur Gewinnung einer nutzbareren Gleislänge einen etwas grösseren Winkel; — man wendet hierbei schon Herzstücke mit Neigungen von 1:7 an.

3. Die Rangirgleise, meistens langgestreckte, entweder parallel zu einander liegende Gleise, welche durch Weichen, Drehscheiben oder Schiebebühnen im Niveau mit einander verbunden sind, oder bündelförmig liegende, von einem Hauptstrang mittelst Drehscheiben oder auch wohl Weichen auslaufende Gleise zur Aufstellung, Zusammenstellung und Theilung der verschiedenen ankommenden und abgehenden Züge.

Eine zweckmässige Verbindung der parallel zu einander liegenden Rangirgleise lässt sich durch eine aus englischen Weichen gebildete Weichenstrasse herstellen. Die Gruppe der Rangirgleise kann, je nach dem vorhandenen Flächenraum auch isolirt von den anderen Gleisgruppen liegen, zweckmässig ist es jedoch, dieselbe nicht zu entfernt von den Gleisen für den Güterverkehr anzuordnen.

4. Die Locomotivgleise sind die direct oder indirect von den Hauptgleisen nach den Locomotivschuppen abzweigenden Schienenlagen; dieselben werden meistens von dem abgezweigten Nebengleis durch Drehscheiben oder verschiedene Weichen-

⁶⁸⁾ Werden vielfach in Süddeutschland, der Schweiz etc. vortheilhaft angewandt.

anlagen strahlen- oder bündelförmig mit den Locomotivständen verbunden. Schiebebühnen mit versenktem Gleis werden jetzt seltener in Verbindung mit den Locomotivgleisen angewandt.

Die anschliessenden nach den Wasserstationen, beziehentlich Wasserkränen und den Kohlenbansen führenden Gleise sind ebenfalls hierher zu rechnen.

5. Die Werkstättengleise sind die zur Aufstellung und Heranschaffung der zu reparirenden Betriebsmittel, der Reservestücke etc. erforderlichen, und die einzelnen Werkstättenträume unter einander verbindenden Gleise. Die Verbindung der inneren Werkstättengleise mit den ausserhalb liegenden Gleisen wird gewöhnlich durch Drehscheiben oder Schiebebühnen bewirkt.

Die Anordnung derselben ist von der Lage der Werkstättenräume sowohl zu einander als auch zur Gesamtbahnhofsanlage abhängig; eine directe Verbindung dieser Gleise mit den Hauptgleisen etc. ist nicht erforderlich; je nach den örtlichen Verhältnissen werden die Werkstatts- und zugehörigen Gleisanlagen näher oder entfernter von den übrigen Bahnhofsanlagen angelegt und nur durch einen Schienenstrang mit denselben verbunden, welchen man zweckmässig an die Rangirgleise anschliessen lässt.

Diese verschiedenen Gleisgruppen erhalten nach der Form und der Lage des Bahnhofes zu den Hauptgleisen eine verschiedene Anordnung und Lage zu einander; ihre Gruppierung wird bei Durchgangsstationen in ausgedehnterer Weise erfolgen, wie bei End-, beziehentlich Kopfstationen und auf solchen Bahnhöfen, welche zugleich Durchgangs- und Endstation sind, werden dieselben weniger streng gesondert angelegt werden können. Ausserdem ist auf die Anordnung und Zusammenlegung der Gleisgruppen und ihrer einzelnen Theile zu einander, die Art der Gleisverbindungen von Einwirkung, ob dieselben durch Weichen, Drehscheiben oder Schiebebühnen erfolgen.

Durch die Verbindung der Gleise mittelst Weichen wird eine grössere Längenausdehnung erforderlich wie bei denjenigen mit Drehscheiben oder Schiebebühnen; zweckmässig kann dieselbe durch die Anwendung sogenannter englischer Weichen verringert werden. Zur Bewegung der Betriebsmittel auf den durch Weichen verbundenen Gleisen ist sowohl die Dampfkraft der Locomotive als auch jede andere Kraft zu verwenden, während bei einer Verbindung der Gleise durch Drehscheiben die ersterwähnte Kraft nur in sehr beschränktem Maasse zur Bewegung benutzt werden kann. Die Drehscheiben, welche, mit Ausnahme der durchgehenden Gleise, in allen Gleisen angeordnet werden können, liegen entweder in den parallelen Gleisen neben einander und sind durch zwischenliegende Gleisstücke mit einander verbunden, oder es vereinigen sich mehrere Gleise auf einer Drehscheibe und bilden einzelne zusammengehörige Gleisgruppen.

Schiebebühnen au niveau werden im Zusammenhange mit Drehscheiben oder Weichen zur Verbindung der verschiedenen Gleise angewandt und in neuerer Zeit durch Benutzung der Dampfkraft zum Fortbewegen, beziehentlich zum Rangiren der Transportgeräthe gebraucht.

Literatur.

Zeitschrift für Bauwesen. Berlin. Jahrgang 1863, p. 477. Der Oberbau und die Gleisverbindungen der englischen Eisenbahnen.

Allgemeine Bauzeitung. Wien. 1863, p. 216. Signalscheiben für Ausweichen, von v. Weber.

Zeitschrift für Bauwesen. Berlin. Jahrgang 1857. Sicherheitsvorrichtung für Eisenbahnen, von M. Viguières aus den Annales des ponts et chaussées. von Th. Weishaupt. Berliner Organ, Bd. IV, p. 233. Sperrvorrichtung auf Nebengleisen der französischen Ostbahn.

Dasselbst, Band V, p. 75. Sicherheitsvorrichtung der Weichen.

Dasselbst, Band IV, p. 256. Ueber Weichen und Kreuzung in Hauptgleisen.

Allgemeine Bauzeitung. Wien, 1867, p. 358. Gleichzeitige Bewegung mehrerer Weichen im Bahnhof Stuttgart.

XIV. Capitel.

Die Eisenbahn-Hochbauten auf den Bahnhöfen und ausserhalb derselben.

Bearbeitet von

J. Rasch,

Königlichem Eisenbahn-, Bau- und Betriebs-Inspector in Dortmund.

(Hierzu die Tafeln XXXV bis XLV.)

§. 1. *Einleitung.* — Wenn man die ältern mit den neuern Eisenbahn-Hochbauten vergleicht, so nimmt man Veränderungen wahr, welche im Einklange stehen mit der grossartigen Thätigkeit, die im Allgemeinen auf dem Gebiete des Eisenbahnwesens geherrscht hat. Eisenbahnbauten, welche uns vor 20 Jahren durch ihre Grossartigkeit in Erstaunen setzten, erscheinen uns jetzt häufig als kleinliche unpassende Erzeugnisse, welche entweder bereits verlassen werden mussten, oder doch dem jetzigen Verkehrsumfange nicht mehr zu entsprechen vermögen.

Hatte man angefangen nach Art gewöhnlicher Wohngebäude die ersten Bahnhofsgebäude zu erbauen und in der einfachsten Construction mit den gebräuchlichen Constructionsmitteln auszuführen, so wurden bald ungewöhnliche Dimensionen Erforderniss für Vestibüle, Wartesäle und Hallen und in Folge dessen, Constructionen erforderlich, welche mit den bekannten gewöhnlichen Mitteln sich nicht ausführen liessen.

Allerorten war man zu Umbauten, Erweiterungen oder Neubauten gezwungen und fand dabei Gelegenheit, die gesammelten Erfahrungen über den Umfang und die Erfordernisse des Verkehrs, sowie bezüglich der Technik der Bauten zu verwerthen.

Zunächst zeigte sich das Bestreben nach grösserer Solidität der Bauten, welches allmählich zu einem rationellen Constructivbau führte. Im Aeussern trat mit der Einführung des Rohbaues — insbesondere des Backsteinrohbaues — an die Stelle des Architravs, wo derselbe widersinnig und nur mit Scheinconstructionen möglich gewesen wäre, die Bogenform. Decoration, welche bei Putzbauten mit geringen Mitteln zu erreichen war, ordnete sich mehr und mehr der Construction unter; und diese bedurfte der Decoration um so weniger, je besser und rationeller sie durchbildet wurde. Architectonische Formen entwickelten sich aus Constructionen und an die Stelle von Formkünsteleien trat ein wirklich kunstgerechtes Mauerwerk.

Das Auftreten mittelalterlicher Stylformen, insbesondere des romanischen Styles, wie wir ihn bei Bairischen, Badischen, Hannoverschen und Braunschweigischen Eisenbahnbauten in ausgedehntem Maasse angewandt finden, erklärt sich damit als gesundes Bestreben nach Solidität und wahrer rationeller Construction. Jedoch weder auf diesem Wege, noch bei dem Festhalten der antiken Bauweise konnte den Forderungen in allem Maasse Rechnung getragen werden. Neue Elemente, neue Motive waren anzuwenden und besonders für die innere Durchbildung der Gebäude nothwendig. Der Gewölbebau erfordert Stützen und starke Widerlagsmauern oder Pfeiler. Beide sind für den Verkehr in Eisenbahngebäuden hinderlich, in Empfangsgebäuden und Hallen sogar durchaus verwerflich. Um Stützen entbehrlich zu machen und die Mauern auf ein Minimum der Stärke zurückführen zu können, wurde nunmehr das Eisen als vorzügliches Material zu Ueberdeckungen immer unentbehrlicher, und die Verwendung desselben nahm Dimensionen an, wie sie sonst im Hochbauwesen selten vorzukommen pflegen, vergangene Kunstepochen aber überall nicht aufzuweisen haben.

Der architectonischen und ästhetischen Durchbildung setzte jedoch das Eisen bislang noch nicht überwundene Schwierigkeiten entgegen, sowohl in Bezug auf die Gestaltung der Eisenconstructions, als auch auf den Zusammenhang und die organische Verbindung derselben mit den tragenden Mauern und Stützen. Die Lösung der damit vorliegenden Aufgabe wird wesentlichen Einfluss auf die Stylfassung unserer Epoche ausüben und die Anwendung des Eisens kann schon jetzt als charakteristische und wesentliche Neuerung in der Architectur unserer Zeit bezeichnet werden, insofern die neuern Schöpfungen im Eisenbahn-Hochbau zu den umfangreichsten und bedeutendsten architectonischen Leistungen unserer Zeit zu zählen sind. Mit der häufig angewandten Bezeichnung »Eisenbahn-Baustyl« ist auch bereits ein neues Etwas gekennzeichnet, dessen Einfluss in grossem Umfange an industriellen Bauten aller Art und an Wohngebäuden in der Nähe der Bahnen in den kleinsten Dörfern bemerkbar geworden ist. Dieser indirecte Nutzen der Eisenbahnen ist in volkswirtschaftlicher Beziehung nicht hoch genug anzuschlagen und besteht hauptsächlich in der Verbreitung einer rationellen Bauweise.

Bedenken wir ferner, dass der Eisenbahn-Hochbau mehr als andere Hochbauzweige bedeutende Aufgaben an die Architekten und Ingenieure stellt, dass für Bahnhofsgebäude unglaubliche Summen verausgabt werden, so müssen wir die Wichtigkeit erkennen, welche auf ein sorgfältiges Studium aller einschlagenden Verhältnisse gelegt werden sollte. Davon durchdrungen, haben wir uns bemüht, die vorliegende Aufgabe ausführlicher zu behandeln, als es sonst wohl geschehen ist. Zerstreut in Zeitschriften vielfach sich findendes schätzbares Material haben wir dabei gesammelt und so weit es zur Zeit möglich war, Schlussfolgerungen zu ziehen und Principien aufzustellen versucht, welche bei Aufstellung von Projecten Anhaltspunkte bieten werden.

§. 2. *Allgemeine Erfordernisse der Eisenbahn-Hochbauten.* — Wir theilen die Eisenbahn-Hochbauten in Bezug auf ihre architectonische Behandlung und Ausführung in zwei Kategorien. In die erste fallen nur die grösseren Empfangsgebäude und die damit zusammenhängenden Theile, Bureaugebäude, Administrationsgebäude, Wohngebäude höherer Eisenbahnbeamte etc. Diese beanspruchen vorzüglich solide Ausführung und architectonische Behandlung.

Jene Momente des architectonischen Ausdrucks sollen dabei zur Anwendung kommen, welche ihre Wirkung am unmittelbarsten äussern und derselben unter allen Umständen sicher sind, nämlich möglichste Klarheit und Grossartigkeit der Disposition, möglichste Grösse, wirksame Raumverhältnisse und monumentale Construction neben sparsamen Kunstformen.

Alle andern Eisenbahn-Hochbauten sind mehr als Mittel zu industriellen Zwecken zwar solide und in guten Constructionen auszuführen, jedoch so, dass die architectonische Durchbildung untergeordnet bleibt und mit dem geringsten Aufwande von Mitteln relativ am meisten geleistet wird.

Die Ausführung der grösseren Bauten beansprucht genaue Bekanntschaft mit dem gesammten Eisenbahnwesen und Betriebe, specielle Kenntnisse und Erfahrungen im Hochbauwesen, neben Tüchtigkeit und Gewandtheit im Construiren.

Bei einigen Verwaltungen wird der Eisenbahn-Hochbau als eine eigne Specialität des Bauwesens angesehen. Die Baierische Staatsbahn, die Oesterreichische Südbahn etc. bildeten für denselben eigene Abtheilungen für den Bau und die Unterhaltung.

Alle Gebäude sollen in einfacher Weise und mit weiser Sparsamkeit ausgeführt werden. Bei richtiger architectonischer Behandlung ist beiden Zwecken am besten und gleichzeitig zu dienen, wenn die Aufgaben nicht schablonenmässig gelöst werden, sondern entsprechende Rücksicht auf Lage, Bedürfniss und Baumaterial genommen wird. Dabei können kleine Gebäude ebensowohl stattlich erscheinen, als übermässig grosse, und bei passender gruppirter Anlage kann den vorhandenen und zukünftigen innern Bedürfnissen oft besser entsprochen werden, als bei Aufstellung von streng symmetrischen Formen.¹⁾

Alle Bahnhofsgebäude sollen vor Allem die beabsichtigten Zwecke vollständig und in einfachster Weise erfüllen. Bei Projectirung derselben soll vor Allem eine verständige Construction Berücksichtigung finden und diese die Hauptmotive für die zu wählenden architectonischen Formen bilden. Die Stylform sei einfach; überflüssige Zierrathen sind gänzlich zu vermeiden.

Nicht zu übersehen ist auch, dass die Eisenbahngebäude fast immer isolirt stehen und deshalb Schutz vor Wind und Wetter besonders nothwendig machen. Die Nähe der Locomotiven setzt sie ferner häufig der Feuersgefahr aus, weshalb bei manchen vorzüglich unverbrennbare Materialien zu verwenden zweckmässig ist.

Vor Allem empfiehlt es sich deshalb auch durchgängig den Massivbau, insbesondere den Backsteinrohbau zur Anwendung zu bringen und nur da den Fachwerksbau vorzuziehen, wo der Massivbau unverhältnissmässig theuer werden würde oder wo das betreffende Gebäude mehr als interimistisches angesehen werden kann.

Alle grösseren Locale, als Vestibüle, Wartesäle, Gepäckannahmen, Werkstätten, Locomotivegebäude etc. sollen eingeschossig ausgeführt werden; die erforderlichen Beamtenwohnungen sind über den kleineren Räumen oder in getrennten Gebäuden anzuordnen und sollen stets eigene von den Räumen für das Publicum getrennte Zugänge erhalten.

§. 3. *Eintheilung der Gebäude.* — Die verschiedenen Arten von Eisenbahnbaulichkeiten, welche wir nun näher betrachten werden, sind:

- I. Die Empfangsgebäude, und zwar:
 - a. der Haltestellen,
 - b. der Zwischenstationen,
 - c. der End- und Kopfstationen,
 - d. der Trennungsstationen.
- II. Die Perronüberdachungen.
- III. Die Personenhallen.
- IV. Die Güterschuppen.

¹⁾ Plessner, Anleitung zum Veranschlagen der Eisenbahnen. 2. Auflage. Berlin 1866.

- V. Lagerhäuser, steuerfreie Niederlagen.
- VI. Locomotivschuppen.
- VII. Wasserstationen.
- VIII. Schuppen zur Unterbringung von Feuerungsmaterial, Cokesschuppen.
- IX. Wagenschuppen.
- X. Reparaturwerkstätten.
- XI. Dienstwohngebäude für untere Eisenbahnbeamte und Wärterhäuser.
- XII. Retiradengebäude.
- XIII. Nebengebäude, Stallgebäude, Eiskeller etc.

I. Empfangsgebäude.

§. 4. *Vereinsbestimmungen.* — Die ersten Bestimmungen bezüglich der Bahnhof-Hochbauten wurden nach den Verhandlungen der Versammlung deutscher Eisenbahn-Techniker zu Wien im Mai 1859 im Auftrage der Versammlung zusammengestellt von den Schriftführern A. Funk und C. Hoffmann und gingen später nach den Beschlüssen der vom 11. bis 16. September 1865 in Dresden abgehaltenen Techniker-Versammlung in wenig veränderter Form in die technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen über. Bezüglich der Empfangsgebäude heisst es daselbst:

I. §. 80. „Im Empfangsgebäude grösserer Stationen sind folgende Räume erforderlich:

Eine geräumige Vorhalle, welche gegen die Strasse abgeschlossen werden kann, in Verbindung mit der Billet- und Gepäckexpedition, und wenigstens zwei Wartesäle mit Restauration, ein Damen- und ein Toilettezimmer, ferner ein Bureau für den Bahnhofsvorsteher und ein Telegraphenzimmer.

Die Wartesäle und die Gepäckexpedition müssen mit den Perrons in directer Verbindung stehen. Im Gebäude selbst oder in directem, womöglich bedachtem Zusammenhange mit demselben sind Abtritte anzulegen.

In der Nähe der Perrons sind für das reisende Publicum zugängliche Trinkbrunnen zu empfehlen.

§. 81. Die Perrons in den Hallen und vor den Stationsgebäuden sind mindestens 18 Fuss (5^m,5) breit anzulegen. Für Hauptstationen ist eine grössere Breite der Perrons zu empfehlen. Befinden sich Säulen darauf, so müssen dieselben mindestens 9 Fuss 5 Zoll (2^m,9) von der Mitte des nächsten Gleises abstehen. An die Seite der Halle für ankommende Züge schliesst sich die Gepäckaushaus und nöthigenfalls eine Zollabfertigung an. Auch auf dieser Seite sind bedeckte Abtritte nöthig.

§. 82. Der Name der Station ist mit grossen deutlichen Buchstaben, vom Perron aus sichtbar, anzugeben. Zweckmässig ist es, auch die Entfernungen von den nächsten Hauptstationen beizufügen.

§. 83. Auf grösseren Stationen muss vom Zugange zum Bahnhofe und von den haltenden Zügen aus eine Uhr sichtbar sein.“

§. 5. *Die Grösse und allgemeine Anordnung der Empfangsgebäude* ist abhängig

1. von dem Umfange und der Art des Verkehrs,
2. von der Lage des Gebäudes zu den Bahngleisen und Zugangswegen,

3. von der Höhenlage und Situation des umgebenden Terrains, endlich
4. von dem Charakter des verkehrenden Publicums und dessen hauptsächlichlichen Reisezwecken.

Zu 1. Bezüglich des ersten Punktes ist zu unterscheiden, ob wesentlich Localverkehr oder Durchgangsverkehr, oder beides gleichzeitig vermittelt werden soll, ob der Verkehr ein regelmässiger und zu allen Zeiten mehr oder weniger gleichbedeutender, oder ob derselbe zeitweis im Jahre schwach, zeitweis bedeutend ist; wie z. B. an Wallfahrtsorten, im Sommer an Badeorten; endlich in welchem Maasse mit dem Personenverkehre Gepäcktransport und Eilgutverkehr verbunden ist. Nach den verschiedenen Fällen unterscheidet man:

- a. Haltestellen,
- b. Zwischenstationen,
- c. Endstationen, Kopfstationen, Trennungstationen oder
- d. Stationsgebäude auf Inselperrons oder Halbinselperrons.

Als Anhaltspunkt für die Bestimmung der Grösse verschiedener Räume der Empfangsgebäude theilen wir hierunter zwei Tabellen (p. 506—509) mit, welche die Grösse von Räumen in ausgeführten Bahnhofsgebäuden enthalten.²⁾

v. Kaven entwickelt in seinen Vorträgen über Ingenieur-Wissenschaften an der polytechnischen Schule zu Hannover Regeln für die Grösse der Wartezimmer, wie folgt:

Die Grösse der Wartezimmer bei Zwischenstationen hängt von der Einwohnerzahl des benachbarten Hauptortes und der Umgegend ab, für Letztere vielleicht diejenige Zahl, welche in einem Umkreise von 1 Meile wohnt, gerechnet, und ausserdem von der Beweglichkeit der Bevölkerung, wobei die grössere Beweglichkeit der städtischen Bevölkerung mit in Frage kommt. Dazu kommen in einzelnen Fällen noch besondere Verhältnisse, z. B. ein aussergewöhnlicher Verkehr zwischen zwei Orten; bei Bahnhöfen, wo Kreuzungen der Züge vorkommen, mit etwas längerem Aufenthalte beider Züge, werden die Wartezimmer für gleichzeitige Aufnahme von Reisenden nach beiden Richtungen entsprechende Grösse haben müssen, ebenso bei Trennungsbahnhöfen, wo oft Züge von und nach mehreren Richtungen zusammentreffen, wird eine besondere Schätzung eintreten müssen.

Die Grösse der Wartezimmer wird daher nicht allein auf die Zahl der ankommenden und abgehenden Reisenden beschränkt werden, sondern es muss umsomehr, je länger auf dem Bahnhof angehalten wird, Raum für die Durchreisenden vorhanden sein, ebenso auch für Verwandte und Bekannte der Reisenden, welche diese zur Abfahrt begleiten oder auch in Empfang nehmen. Ausserdem muss noch Raum für die erforderlichen Mobilien sein. Für besondere selten vorkommende Gelegenheiten werden die Vorplätze und der Perron mit zu Hülfe genommen.

Die Anzahl durchschnittlich täglich ausgegebener Billets wird, zuerst abgesehen von den Durchreisenden, einen annähernden Maassstab für die Frequenz einer Station geben; annähernd wird aber auch in Ermangelung anderer Anhaltspunkte, bei gewöhnlichen Durchgangsstationen die Frequenz der Durchreisenden dieser Anzahl proportional zu schätzen sein, da bei Stationen grösserer Frequenz meistens länger gehalten wird als bei kleinen Stationen. Kennt man nun die obigen Verhältnisse für gewisse, bereits bestehende Stationen, so lässt sich, angenommen, dass die Grösse der Wartezimmer dieser Stationen als zweckmässig gewählt befunden, auch auf die erforderliche Grösse dieser Räumlichkeiten schliessen auf anzulegenden Stationen, die sich in ähnlicher Umgebung befinden.

²⁾ Deutsche Bauzeitung, Jahrgang 1868, p. 234 und 253.

Tabelle der Flächeninhalte verschiedener

Tabelle I.

Namen der Bahnhöfe.	a		b		c		d		e		f	
	Wartesäle und Restauration.		Zimmer für hohe Personen.		Gepäck-Annahme.		Gepäck-Ausgabe.		Billet-Verkauf.		Stations-räume.	
	□ Met.	Procent der Columne h.	□ Met.	Procent der Columne h.	□ Met.	Procent der Columne h.	□ Met.	Procent der Columne h.	□ Met.	Procent der Columne h.	□ Met.	Procent der Columne h.
I. Kopf-Stationen.												
Hamburger Bahn (Berlin)	327,82	14,70	63,04	2,82	172,03	8,1	474,59	21,29	24,03	1,10	277,78	12,46
Elisabeth-Westbahn (Wien)	590,13	19,70	120,66	4,00	118,20	3,94	205,86	6,90	52,01	1,74	182,23	6,08
Strassburg	261,43	18,75	89,83	6,44	189,33	13,58	306,64	22,48	65,01	4,67	173,56	12,47
II. Zwischen-Stationen												
I. Classe mit einer Expedition.												
Köln	491,04	26,44	68,36	3,72	91,61	4,94	367,43	19,75	44,33	2,39	279,65	15,10
Eydtkuhnen	441,79	40,29	35,66	3,25	50,43	4,60	217,79	20,59	10,74	1,71	99,09	9,05
III. Zwischen-Stationen												
I. Classe mit zwei Expeditionen.												
Breslau Oberschles. B.	618,60	22,25	94,56	3,40	364,64	13,11	—	—	59,89	2,41	256,11	9,21
Salzburg	419,57	24,45	85,70	4,66	120,17	6,54	169,62	9,18	120,17	6,54	136,13	7,11
Basel Centralbahnhof (3. Classe)	827,43	36,60	—	—	65,70	2,95	344,76	15,25	40,09	1,77	217,39	9,58
Rheine	247,24	35,86	—	—	58,61	8,50	—	—	40,60	5,35	156,72	22,73
IV. Stationen der Abzweigbahnhöfe mit einer Expedition.												
Kreuz	347,24	45,65	85,99	11,34	61,76	8,14	—	—	36,64	4,83	99,88	13,17
Dirschau	380,91	40,74	26,96	2,87	39,79	4,26	—	—	27,18	2,90	199,57	21,45
Pasewalk	515,17	57,92	—	—	40,09	4,50	—	—	25,22	2,83	80,77	9,08

Stationsgebäude und ihrer einzelnen Theile.

Tabelle I.

g	h	i	k	l	m	n	o		p	q	Bemerkungen.
							Hallen und Perrons				
							bedeckt.	offen.			
□ Met.	Procent der Columne h.	Summe der Columnen a bis g.	Post.	Polizei.	Abritte und Pissoirs.	Wohnungen.	Innere Höfe.	□ Met.	□ Met.	Bebaute Fläche des Stationsgebäudes excl. Hallen.	
882,81	39,53	2230,12	79,28	26,58	70,52	264,96	56,92	3102,87	462,96	3516,59	Grösseres Zollamt.
1030,20	57,64	2999,44	168,63	98,69	97,33	44,12	1177,13	4748,87	—	—	Restauration für Einheimische.
298,94	21,61	1391,85	118,98	—	—	131,84	—	2777,81	—	2154,27	Kaffeehaus für Einheimische u. Steueramt.
513,59	27,66	1854,82	122,18	—	42,84	—	—	6254,00	—	2708,85	Zollamt.
223,78	20,51	1095,25	18,71	—	51,22	70,91	—	1152,49	4201,18	1493,57	Zollamt u. besonderes Postamt ausserhalb der Station. Inselferron.
1379,55	49,62	2778,53	138,93	—	131,84	56,92	—	3886,96	—	4645,23	Zollamt für 2 Bahnen.
756,20	41,22	1737,09	175,52	54,40	53,19	26,00	—	—	1028,38	3059,53	Zollamt für Oesterreich und Zollverein.
764,38	33,85	2260,65	2,26	23,04	131,84	—	—	5759,03	—	2720,67	Billet- und Gepäckannahme im Vestibül.
109,62	27,56	689,02	86,47	—	—	—	—	1367,70	—	1181,01	Zwei Expeditionen.
127,60	16,88	758,45	—	—	117,21	51,82	—	—	5004,00	958,92	Besonderes Postlocal.
260,04	27,78	104,79	125,09	—	83,13	70,12	243,19	222,21	4990,39	1944,85	
227,72	25,67	889,48	83,03	—	122,53	79,78	—	265,95	10012,92	1330,19	

Tabelle II.

Laufende Nr.	Bezeichnung der Bahnhöfe.	I.		II.		III.		IV.	
		Vestibüle.		Gepäckannahme.		Gepäckausgabe.		Wartesaal I. Classe.	
		Meter.	□ Meter.	Meter.	□ Meter.	Meter.	□ Meter.	Meter.	□ Meter.
1	Bahnhof der Königl. Preuss. Ostbahn. Berlin	21,02:15,37	323,38	15,37:29,97	460,98	—	—	7,06:12,24	86,47
	Ankunftsseite	21,02:15,37	323,38	—	—	11,44:29,97	333,92	—	—
2	Bahnhof der Berlin-Görlitzer Bahn. Berlin	15,29:16,63	254,53	14,90:21,34	318,15	—	—	5,64:7,06	39,89
	Ankunftsseite	4,33:17,88	75,74	—	—	10,19:31,38	320,13	—	—
3	Bahnhof Zürich	—	—	—	—	—	—	—	—
4	Bahnhof Würzburg	5,64:94,15	531,92	10,35:10,67	110,51	—	—	15,69:23,22	304,46
5	Bahnhof Stuttgart	25,55:31,38	896,38	2. 8,78:20,08	353,91	2. 13,17:17,26	476,75	2. 6,27:10,04	126,08
6	Bahnhof der Leipzig-Dresdener Bahn. Leipzig	10,67:21,02	224,37	6,59:11,29	74,46	—	—	7,21:11,92	86,08
	Ankunftsseite	8,47:21,02	178,18	—	—	5,64:21,02	118,70	—	—
7	Bahnhof der Sächs.-Böhmischen Bahn. Dresden	7,84:48,96 2. 6,59:7,53	483,44	11,29:12,55	141,84	2. 6,59:12,55	165,48	6,27:17,26	107,33
8	Bahnhof der Westbahn in Wien	18,83:14,12 14,12:15,06	478,71	8,47:14,11	119,67	—	—	7,53:8,15	61,46
	Ankunftsseite	14,12:24,47	345,74	—	—	8,78:24,47	216,00	—	—
9	Bahnhof der Franz. Nordbahn. Paris	8,78:48,01	412,86	8,78:23,22	204,08	—	—	8,78:39,23	344,76
	Hauptbahn-Linien	9,41:87,56	824,47	27,61:37,97	1058,63	—	—	23,22:58,37	1355,80
	Ankunftsseite	—	—	—	—	28,55:25,42 38,60:38,91	726,05 1502,37	9,41:38,60 5,02:35,77	363,47 779,66
10	Bahnhof der Orleansbahn. Paris	17,26:37,03	639,28	20,71:59,63	1235,18	—	—	20,71:59,58	1236,23
	Ankunftsseite	14,75:10,04	147,14	—	—	14,75:107,65	1547,97	—	—
11	Centralbahnhof Köln	—	76,83	11,29:11,29	127,65	30,12:10,98	330,96	19,14:9,72	186,23
12	Bahnhof zu Hannover	2. 6,11:13,18 2. 3,13:3,62	192,85	2. 5,80:8,78	102,04	2. 7,53:17,57	284,76	2. 6,27:13,49	169,42
13	Bahnhof der Königl. Niederschles.-Märkischen Eisenbahn in Berlin	17,88:15,69 mit Vorhalle. 17,88:7,21	280,72 129,13	15,69:29,65	465,42	—	—	7,37:15,69	115,73
	Ankunftsseite	17,88:13,33 mit Vorhalle. 17 88:3,45	238,57 61,76	—	—	11,29:37,03	418,43	—	—

Tabelle II.

Laufende Nr.	Bezeichnung der Bahnhöfe.	V.		VI.		VII.		VIII.		IX.	Bemerkungen.
		Wartesaal II. Classe.		Wartesaal III. Classe.		Wartesaal IV. Classe.		Restauration oder Speisesaal.			
		Meter.	□ Met.	Meter.	□ Met.	Meter.	□ Met.	Meter.	□ Met.		
										Thaler.	
		11,29:18,83	212,76	11,29:18,20	205,66	11,29:18,33	212,76	←	←	600,000	37,34:188,31 Meter Hallengröße.
		11,29:18,83	212,76	—	—	—	—	—	—	99,000	
		10,19:14,90	152,08	10,67:13,33	142,33	10,67:16,78	179,06	←	←	440,000	37,03:167,91 Meter Hallengröße.
		—	—	—	—	—	—	—	—	45,000	
Wartesäle und Restaurationslocale im Ganzen										935,78	
		←	←	10,98:19,77	117,19	←	←	←	←	172,000	Ueberdachter Perron.
		2. 9,41:29:18	549,65	25,10:29,18	732,80	←	←	29,18:11,61	430,46	—	2 Hallen à 28,87:164,14 Meter.
		←	←	9,41:11,92	112,29	←	←	6,90:11,92	82,34	240,000	Halle: 26,67:75,32 Meter.
		←	←	—	—	—	—	—	—	—	
		←	←	8,78:15,06	132,38	←	←	6,27:17,26	108,35	300,000	Ueberdachter Perron.
		7,53:20,71	156,02	7,53:22,59	170,20	←	←	9,41:21,34	200,94	incl. Perrondach.	Halle: 169,48:27,30 Meter.
		←	←	—	—	—	—	—	—	—	
		←	←	—	—	—	—	—	—	1,500,000	Halle: 70,30:178,89 Meter.
		←	←	—	—	—	—	—	—	—	
		←	←	—	—	—	—	—	—	—	
		←	←	—	—	—	—	—	—	—	
		14,75:39,85	558,41	←	←	←	←	10,35:60,20	624,11	1,700,000	Halle: 67,16:279,32 Meter.
		←	←	15,06:15,69	236,40	←	←	19,14:9,72	186,25	—	Halle: 43,93:125,54 Meter.
		←	←	2. 9,10:9,41	171,39	←	←	12,86:8,47 7,53:3,45 12,24:7,84	231,08	—	Halle: 15,37:102,62 Meter.
		11,29:18,28	206,54	11,29:18,28	206,54	11,29:22,12	247,32	←	←	ca. 600,000	37,66:208,39 Meter.
		11,29:18,28	206,54	—	—	—	—	—	—	Eisenconstruc- tion des Hallen- dachs ca. 65000.	

Ogleich das statistische Material, um Annäherungen zu haben, reichlich vorhanden sein muss und die besonderen Verhältnisse gewürdigt werden müssen, so möge beispielshalber aus einigen vorliegenden Zahlen ein Versuch gemacht werden, dessen Ergebnisse bei Vorlage von mehreren Daten sich modificiren würden. Indessen sind die durch derartige Bestimmungen gewonnenen Anhaltspunkte immer noch eben so viel werth als blosse Schätzungen. Für Endbahnhöfe und grosse Bahnhöfe, wo der Verkehr der Durchreisenden überwiegt, für Bahnhöfe, welche neben einem Orte liegen, wo Hauptstrassen münden oder abgehen, für Bahnhöfe, wo, nachdem mehrere Stunden Fahrt verflossen, bei längerem Aufenthalt die Reisenden sämmtlich aussteigen, um sich zu restauriren, kann das Folgende, wie die Herleitung zeigt, selbstredend nicht gelten, vielleicht aber bei Zwischenstationen, wo ein regelmässiger, weniger undulirender Verkehr stattfindet.

Nach Funk und Debo, die Eisenbahnen im Königreich Hannover p. 60 (1852) und mit Zuhilfenahme der Betriebsnachweisung dieser Bahnen vom 1. Juli 1860 bis dahin 1861 hat man z. B. Tabelle I, worin etwaige bis 1861 vorgekommene geringe Aende-

Tabelle I.

Bezeichnung des Ortes, woran die Station liegt.	Einwohnerzahl		Auf 100 Städter kommen da-her Landbewohner in Entfernung vom Kreis von einer Meile Halbmesser.	Im Ganzen tägl. auf der Station ausgegebene Billets.	Davon kommen auf 100 Billets I. und II. an Billets III. Classe.	Ein Einwohner der Stadt und Umgegend reist durchschnittlich jährlich Male.	Grösse der Wartezimmer				
	des Orts.	der Umgegend auf 1 Meile Entfernung vom Orte.					I. und II. Classe und Damenzimmer.	Zusammen.	III. Classe.	Zusammen I., II. u. III. Classe mit Damenzimmer.	500 + 7 Z □'.
Bückeburg	4000	6000	150	114	380	4,17	504 D 198	702	504	1206	1298
Celle . . .	12313	3478	28	132	340	3,04	560 D 170		730	676	1406
Burgdorf .	2363	5893	207	62	910	2,76	222	—	442	664	934
Hildesheim.	14700	13987	95	205	440	2,61	570 D 157		727	725	1452
Verden . .	5050	8300	164	91	510	2,51	380 D 160	540	552	1092	1137
Lüneburg .	12475	7980	64	115	460	2,05	760 D 143		903	903	1806
Peine . . .	2996	11913	400	75	750	1,84	400	—	380	780	1025
Stadthagen	1900	6000	315	39	770	1,81	525		672	1197	873
Nienburg .	7400	7200	97	60	500	1,50	560 D 184	744	710	1454	920
Winsen . .	2129	9502	446	47	960	1,47	322		—	486	808
Bevensen .	1327	9885	740	38	840	1,25	280	—	380	660	766
Eistrup . .	380	7700	2027	5,4	560	1,05	252		280	532	538

rungen den vor 1852 ermittelten Einwohnerzahlen nicht von nennenswerthem Einfluss sind.

Nach derselben würde man, unter Vorbehalt, dass mehrere derartige Daten die folgenden Zahlen ändern könnten, in runden Zahlen etwa eine ähnliche Tabelle II wie die folgende aufstellen können, welche den Zusammenhang zwischen der Beweglichkeit und dem Verhältnisse der Anzahl Landbewohner zu der Anzahl von Städtern, und der Anzahl Billets der verschiedenen Classen enthält.

Tabelle II.

Auf 100 Städter kommen Land- bewohner in 1 Meile Umkreis.	Beweglichkeit. Ein Einwohner der Stadt und Um- gegend reist jähr- lich Male.	Verhältniss der Billets III. Classe zu denen I. und II., letztere Anzahl = 1 gesetzt, $n =$
100	4,0	3,0
150	3,5	3,5
175	3,0	4
200	2,5	5
400	2,0	6
600	1,5	7
1000	1,0	8

Wie nun die Tabelle I ergibt, lässt sich, wenn Z die Anzahl überhaupt täglich genommener Billets bezeichnet, die gesammte Grundfläche R der Wartezimmer durch eine Constante und einer von der Anzahl der Reisenden abhängigen Grösse, annähernd, und reichlich gegriffen durch $(500 + 7Z)$ in Quadratfuss darstellen. Bezeichnen F_I den Antheil von dieser Fläche für die erste und zweite Classe nebst Damenzimmer, und F_{III} den Antheil für die dritte Classe, so ist also

$$\text{I. und II. Classe} = \frac{F_I}{(F_I + F_{III})} \cdot R$$

$$\text{und III. Classe} = \frac{F_{III}}{(F_I + F_{III})} \cdot R$$

wobei $R = (500 + 7Z)$ Quadratfuss. Wurden nun auf ein Billet erster und zweiter Classe n Billets dritter Classe genommen, so sind im Ganzen $\frac{Z}{n+1}$ Billets erster und zweiter, und $\frac{nZ}{n+1}$ Billets dritter Classe, welche zusammen wieder Z Billets geben, genommen. Dieser Anzahl Billets entspricht die Zahl der abgehenden Reisenden und man darf vielleicht, wie oben bemerkt, auch derselben die Zahl der ankommenden Reisenden und eventuell der aussteigenden Durchreisenden, also den ganzen Verkehr im Wartezimmer dieser Anzahl Billets proportional annehmen. Nimmt man ferner an, dass in jedem Wartezimmer 200 Quadratfuss für Mobilien, der übrige Raum für die Reisenden disponibel sein soll, und dass ein Reisender erster und zweiter Classe den dreifachen Raum eines Reisenden der dritten Classe beanspruchen darf, so kann man setzen F_I proportional

$$200 + \frac{3Z}{n+1} \text{ und } F_{III} \text{ proportional}$$

$$200 + \frac{nZ}{Z+1} \text{ also } F_I + F_{III} \text{ entsprechen}$$

$$200 + \frac{3Z}{n+1} + 200 + \frac{nZ}{n+1} \text{ oder}$$

$$400 + \frac{(n+3)Z}{n+1}$$

und der Antheil jeder Classe an dem ganzen Raum ist für die erste und zweite Classe und das Damenzimmer

$$\frac{F}{F_I + F_{III}} \cdot R = 200 + \frac{3Z}{n+1} \cdot (500 + 7Z)$$

$$400 + \left(\frac{n+3}{n+1}\right)Z$$

$$\text{also I. und II. Classe} = \frac{200(n+1) + 3Z}{400(n+1) + (n+3)Z} \cdot (500 + 7Z)$$

und III. Classe

$$\frac{F_m}{F_I + F_m} \cdot R = 200 + \frac{nZ}{n+1}$$

$$400 + \left(\frac{n+3}{n+1}\right)Z \cdot (500 + 7Z)$$

$$\text{III. Classe} = \frac{200(n+1) + nZ}{400(n+1) + (n+3)Z} \cdot (500 + 7Z).$$

Für Bütkeburg ist z. B. $Z = 114$, und $n = 3,8$; und danach

$$\text{I. und II. Classe} = \frac{200 \cdot 4,8 + 3 \cdot 114}{400 \cdot 4,8 + 6,8 \cdot 114} \cdot 1298 = 0,48 \cdot 1298 = 623,04$$

$$\text{und III. Classe} = \frac{200 \cdot 4,8 + 3,8 \cdot 114}{400 \cdot 4,8 + 6,8 \cdot 114} \cdot 1298 = 0,52 \cdot 1298 = 674,96$$

zusammen $623,04 + 674,96 = 1298$ Quadratfuss.

Sei beispielsweise eine Station an einer Stadt von 6000 Einwohnern mit 12000 Landbewohnern auf eine Meile Umkreis gelegen, so kommen auf 100 Städter also 200 Landbewohner, weshalb nach Tabelle II. jeder dieser 18000 Bewohner im Jahre durchschnittlich 2,5 Mal reisen würde. Die Anzahl jährlich genommener Billets würde also etwa $2,5 \cdot 18000 = 45000$ betragen oder täglich $\frac{45000}{365} = \text{rund } 124 = Z$. Nach der

Tabelle würde $n = 6$ sein, man hätte also die Grösse der Wartezimmer für eine Durchgangsstation unter gewöhnlichen Verhältnissen

$$\text{I. und II. Classe} = \frac{200 \cdot 7 + 3 \cdot 124}{400 \cdot 7 + 9 \cdot 124} \cdot (500 + 7 \cdot 124)$$

$$= \frac{1772}{3916} \cdot 1368 = 619,92 \text{ Quadratfuss.}$$

$$\text{und III. Classe} = \frac{200 \cdot 7 + 6 \cdot 124}{400 \cdot 7 + 9 \cdot 142} \cdot (500 + 7 \cdot 124)$$

$$= \frac{2144}{3916} \cdot 1368 = 748,98$$

also etwa resp. 620 und 750 Quadratfuss.

§. 6. Zu 2. Bezüglich der *Lage des Gebäudes* zu den Bahngleisen und Zugangswegen sind die Hauptverkehrswege zu berücksichtigen, die Anlage eines entsprechend grossen Vorplatzes zum Vorfahren ist möglich zu machen und das Gebäude dem Schwerpunkte der Anwohnerschaft möglichst nahe zu legen. Wenn nicht wesentliche Bedenken entgegenstehen, so soll das Empfangsgebäude an der Seite der Bahngleise erbaut werden, an welcher die meisten und hauptsächlichsten Baulichkeiten des Stationsortes liegen, und diesen so nahe wie möglich liegen. Dabei muss Sorge getragen werden, dass die vor dem Empfangsgebäude haltenden Züge die Passage und noch viel weniger den Zugang zu demselben sperren. Die Anlage von Wege-Unter- oder Ueberführungen ist dabei in allen Fällen schon für die erste Anlage selbst dann zu empfehlen, wenn anfangs nur geringer Verkehr erwartet wird, weil die Ausführung demnächst bei Zunehmen des Verkehrs immer mehr erschwert und endlich oft nur mit Aufwendung sehr bedeutender Geldmittel möglich ist.

Bei grossen Endbahnhöfen in der Nähe oder inmitten grosser Städte richtet sich die Grundrissanordnung der Empfangsgebäude unmittelbar nach der Form der zu Gebote stehenden Terrainflächen und nach den anliegenden Strassen oder Plätzen. Die Grundrisse des Bahnhofes der Lyoner Eisenbahn zu Paris Fig. 1, Taf. XXXVIII, des Empfangsgebäudes der Great-Northern-Bahn Fig. 5 ebendasselbst und des Empfangsgebäudes der Great-Western-Bahn auf derselben Tafel, Fig. 8³⁾ geben in dieser Beziehung interessante Beispiele, wie man gegebenen örtlichen Verhältnissen und Terrainflächen bei der Grundrissanordnung im Grossen Rechnung tragen muss.

Von den Bedingungen für die Wahl der Lage der Bahnhöfe ist bereits im ersten Bande pag. 42 die Rede gewesen.

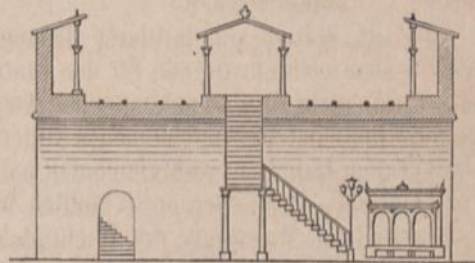
Zu 3. Bezüglich der Höhenlage des umgebenden Terrains wird es meistens bei kleinen Bahnhöfen, namentlich der Eisenbahnen, welche sich um grosse Städte ziehen, nothwendig, den Bahnhof entweder ein Geschoss höher oder niedriger als das umgebende Terrain zu legen und dann auch die Räume des Empfangsgebäudes in zwei Etagen zu vertheilen.

Bei der Vauxhall-Station in London, einer Zwischenstation der South-Western- und Richmond-Eisenbahn, deren Züge von der Waterloo-Station abgehen, während die Doppelgleise beider Bahnen bis Battersea auf demselben Damme nebeneinander liegen, ist durch die Terrainverhältnisse begünstigt, eine derartige Anordnung gewählt, wie sie aus dem Durchschnitt Fig. 1 zu erkennen ist. Die vier Gleise liegen hier auf Bogenstellungen über dem Terrain. Eine Oeffnung dieser Bogen dient als Vestibül und zur Billetausgabe, die nebenliegenden als Warteräume und Dienstlocale. Von dem Vestibül aus steigt man auf drei verschiedenen Treppen nach den drei durch leichte Hallen überdeckten Perrons hinauf und braucht nie ein Gleis zu überschreiten, um zu den Zügen zu gelangen.

Bei den kleineren Bahnhöfen der Pariser Gürtelbahn von Paris nach Auteuil liegen die Wartesäle über den Gleisen und bei der Bahn von Montpellier nach Nimes unter denselben.

In allen Fällen soll die Disposition der Räume für das Publicum und das Stationspersonal in Bezug auf die Wechselbeziehungen beider zu einander und zu dem Theile der Gleise, auf welchem die Züge halten, so vortheilhaft wie möglich getroffen werden. Die Kosten der Anlagen dürfen darnach erst in zweiter Linie in Betracht kommen.

Fig. 1.



³⁾ In dem Bahnhof der Great-Northern-Bahn Fig. 5, Taf. XXXVIII bezeichnen: 1. 2. 3. 4 Betriebsbureaus, 5. 6 Telegraphenbureaus, 7. 8 Bureau des Stationsingenieurs, 9 Abort, 10. 11 Wartesäle, 12 Damenzimmer, 13 Vestibül, 14 Billetverkauf, 15 Stationsvorsteher, 16 Cassengewölbe, 17 Bahnhofsinspector, 18 Buchhandel, 19. 20 Damenwartesäle, 21 Cabinet, 22 Closet, 23 Buffet, 24. 25 Bureaus, 26. 27. 28. 29 Bureaus des Oberaufsehers, 30 Abort für Männer, 31. 32 Gefundene Gegenstände, 33 Arbeiter, 34 Eilgüter, 35 Bedeckter Hof für Eilgut, 36. 37. 38 Wächter, 39. 40. 41 Aufseher, 42 Hofraum, 43 Pissoir;

und in dem der Great-Western-Bahn Fig. 8, Taf. XXXVIII: 1 Latrinen, 1. 2. 3. 3' Wartesäle 2. Classe, 3' Stationsvorsteher, 4 Billetverkauf und Vestibül, 5. 5' Gepäckannahme, 6 Cabinet, 7. 8 Vestibül, 9. 9' Buffet, 10 Latrinen, 11 Bureaus, 12 Eilgut, 13 Bureaus, 14 Billetfabrication.

Vergl. Perdonnet, Tr. E. des chemins de fer. II. Band.

Zu 4. Gehört das verkehrende Publicum wesentlich dem Arbeiterstande an, dient das Gebäude überall mehr Reisenden, welche Handel, Gewerbe, Industrie, Ackerbau oder Viehzucht betreiben, so wird Einrichtung und Ausstattung eine andere sein müssen als wenn das hauptsächlich in demselben verkehrende Publicum mehr den höheren Ständen angehört und zum Vergnügen reist.

Grosse Städte endlich stellen in architectonischer Beziehung höhere Anforderungen an die Bahnhofsgebäude als kleine Landstädte; und diesen Anforderungen muss ebenfalls entsprochen werden.

Es kann nicht Absicht sein, näher darauf einzugehen, wie den verschiedenen Anforderungen Rechnung zu tragen ist, vielmehr muss dies in jedem einzelnen Falle gründlich erwogen und darnach ein Programm bearbeitet und festgestellt werden, welches sodann der Projectirung zum Grunde zu legen ist. (Siehe auch pag. 40 im ersten Bande dieses Werkes.)

§. 7. *Einrichtung der Empfangsgebäude.* — Die Empfangsgebäude, Hauptgebäude oder Haltestellen der Stationen enthalten gewöhnlich:

1. Vestibül.
2. Ein oder mehrere Billetverkaufslocale.
3. Einen Raum zur Annahme und Expedition des Gepäcks, resp. Eilguts.
4. Ein oder mehrere Wartesäle.
5. Ein Zimmer für den Stationsvorsteher.
6. Aborte und Pissoirs, wenn dieselben nicht in besondere Nebengebäude angelegt werden.

Ist die Station von mittlerer Bedeutung, so enthält das Stationsgebäude ausser diesen Localen noch ein Bureau für den Stationsvorsteher, ein Telegraphenbureau, einen Raum zur Ausgabe des angekommenen Gepäcks, einen Raum zur Aufbewahrung von Gepäckstücken und liegengelassenen Gütern; mehrere Locale für Beamte, welche den Dienst auf dem Bahnhofe wahrzunehmen haben, Zimmer für Lampenputzer, für Wärmekästen, Geräthe, Feldbetten etc.; endlich Wohnungen für die Stationsvorsteher und sonstige Beamte nach Maassgabe der Wichtigkeit der Stationen.

Ein grosses Stationsgebäude enthält noch: verschiedene Bureaus für Betriebsbeamte, Stationsvorsteher, Assistenten, Nachtwächter, Telegraphisten etc.; verschiedene Locale für Fahrbeamte und Weichensteller etc.; Post- und Steuerbureaus, Briefpost, Zimmer für Polizeibeamte; besondere Ausgänge für die Reisenden ohne Gepäck und für die, welche Gepäck abzufordern haben; eine Restauration, Speisesaal und eine Wohnung des Restaurateurs. Endlich findet man in den Endstationen häufig die Bureaus der Administration, des Oberingenieurs, Betriebsingenieurs etc.; die Wohnungen für Beamte der Direction und andere höhere Beamte, sowie die Bureaus für die Steuerverwaltung etc.

Beschreibung der einzelnen Räume.

1. Das Vestibül soll leicht zugänglich sein für Fussgänger und Wagen und vor demselben soll ein hinreichend grosser Vorplatz liegen, um das Ausweichen möglich zu machen. Das Vestibül liegt gewöhnlich in der Mitte des Hofes und der Eingang zu demselben ist zweckmässig zu überdachen und so anzuordnen, dass besondere Eingänge für Fussgänger ausser einer Unterfahrt für Wagen vorhanden sind.

In England dient zur An- und Abfahrt der Reisenden sehr oft eine Vorhalle, in Belgien findet man zu demselben Zweck grosse Droschkenhallen, nicht so in Frankreich und Deutschland, wo meistens für die Wagen nur ein Schutzdach angebracht wird.

Das Vestibül soll die Zugänge zu allen den Localen der Station vermitteln, welche

von dem Publicum benutzt werden müssen, soll hell und geräumig angelegt sein und möglichst directe Ausgänge nach dem Perron erhalten. Bei Anordnung der Thüren ist Sorge zu tragen, dass Zugluft möglichst vermieden wird. Pfeiler und Säulen dürfen den Raum nicht beengen.

Bei den kleinen französischen Stationen findet man häufig das Vestibül vereinigt mit dem Wartesaale für die III. und IV. Classe und mit Sitzbänken ausgestattet. Grosse Vestibüle sind vortheilhafter als Corridors oder Arcaden von gleicher Grundfläche, da sie dem Verkehre mehr nutzbaren Raum bieten, mehr Uebersichtlichkeit gewähren und Verkehrsstockungen besser vermeiden lassen. In architectonischer Beziehung bietet die Anlage des Vestibüls das rechte Mittel in ungezwungener und ungesuchter Weise das Empfangsgebäude äusserlich wie innerlich so imposant und grossartig erscheinen zu lassen, wie es nach Maassgabe der Grösse des Gebäudes überall möglich ist.

2. Das Billetlocal. Das Local für den Billetverkauf muss so placirt sein, dass es beim Eintritt in das Gebäude sofort in die Augen fällt, damit Unsicherheit in der Bewegung der Reisenden verhindert werde. Es ist zu wünschen, dass die mit Billets versehenen Personen sich ohne Schwierigkeit nach den Wartesälen begeben können, sei es direct, sei es, nachdem sie das Gepäck expedirt haben. Principiell sollen sich auf diesem Wege die Reisenden, welche noch Billets zu nehmen oder das Gepäck noch aufzugeben haben, nicht begegnen. Man erfüllt diese Bedingung, indem man das Billetlocal zwischen das Gepäckannahmelocal und die Wartesäle legt. Auf frequenten Stationen und wenn der Zufluss von Reisenden beträchtlich ist, muss man die Billets an mehreren Schaltern zu gleicher Zeit vertheilen können, wobei man entweder, wie in England, die Verkaufsstellen nach den Fahrclassen oder nach den Orten sondert, für welche Billets ausgegeben werden.

Immer sind die Billetlocale als abgeschlossene Räume einzurichten. Auf den Haltestellen befindet sich das Billetlocal meistens vereinigt mit dem Zimmer des Stationsvorstehers, resp. Aufsehers, sowie der Gepäckannahme. Liegt der Bahnhof im Niveau der Strasse, so liegt das Billetlocal in demselben Geschoss, wie die übrigen Locale; wenn aber der Bahnhof höher liegt, wie beim Bahnhofe der franz. Westbahn von St. Germain, Versailles (rechtes Ufer), Rouen, Pariser Bahnhof oder der Great-Western-Bahn Bahnhof zu Bristol, so liegen die Billetbureaus gewöhnlich zu ebener Erde und die Wartesäle im ersten Geschoss. Auf der Bahn von Nimes nach Montpellier indessen liegen in Nimes die Bureaus und die Wartesäle im ersten Geschoss.

In England nehmen nicht allein die Reisenden der verschiedenen Classen ihre Billets an verschiedenen Billetbureaus, sondern sie treten sogar zuweilen durch verschiedene Thüren auf das Vestibül, und wenn die Wartesäle sich in der darüber befindlichen Etage befinden, ersteigen sie verschiedene Treppen zu denselben. Sie begegnen sich nicht wieder, bevor sie auf der Ankunftsstation ankommen.

In Frankreich, wo die Gewohnheiten weniger aristokratisch sind, werden die Billets für alle Classen häufig an einem Bureau ausgegeben, und wenn die Säle nicht in derselben Etage mit dem Bureau liegen, dient dieselbe Treppe für alle Classen der Reisenden. Nur in dem Wartesaale findet eine Trennung statt.

Auf mehreren englischen Bahnen sind die Beamten bei Ausgabe der Billets nur durch einen runden Tisch vom Publicum getrennt. In Frankreich sind die Beamten der Billetaussgabe immer eingeschlossen in Behältern mit Fenstern und Gittern, welche gewöhnlich an einer Wand des Vestibüls angebaut sind. Diese Einrichtung findet man auch bei den grösseren neueren deutschen Empfangsgebäuden in Berlin, Stuttgart etc. Die Billetbureaus auf dem Bahnhofe der französischen Nordbahn z. B. sind in der in

Fig. 2 skizzirten Weise ausgeführt; die Flächen *a* der Vorderwand der Behälter sind mit mattem Glase verglast, die Theile *c* desgleichen, zum Oeffnen eingerichtet und mit feststehendem Messingdrahtgeflecht vergittert; *b* sind kleine Klappen, durch welche auf einer Unterlage von Messingblech der Austausch der Billets stattfindet. Vor den Fenstern ist eine eiserne Brustwehr angebracht, in welcher bei *ff* nach Bedürfniss zum Oeffnen und Schliessen eingerichtete Eingänge sich befinden. Zur Erleichterung und Beschleunigung der Billetausgabe dient:

1. eine auf den Scheiben *a* deutlich geschriebene Fahrttaxe, welche den Preis der dasselbst ausgegebenen Billets enthält,
2. eine Tafel *d*, auf welcher deutlich die Abgangszeiten der betreffenden Züge und diejenigen Stationen bemerkt sind, an denen der Zug hält und zu welchen die Billets ausgegeben werden,
3. ein bei jedem Billetverkauf aufgestellter Beamter, welcher die vor den Schalter

Tretenden nach ihrer Absicht fragt und Auskunft giebt, insbesondere über den Preis der gewünschten Billets, so dass die Reisenden vorher das Geld zur Hand nehmen können. In Frankreich werden sodann die Billets vor den Eingängen zu den Wartesälen revidirt. Diese Revision bildet mit der Annahme der Billets an der Ankunftsstation in der Regel die einzige Controle. In den Wagen findet eine Controle nur ausnahmsweise statt. Dieserhalb werden in die Wartesäle nur Personen mit Billets eingelassen und dienen die Vestibüle den Reisenden ebensowohl zu längerem Aufenthalte, wie die Wartesäle.

Die Billetverkaufschalter in Belgien sind, wie Fig. 3 zeigt, ähnlich construiert. Sie liegen gewöhnlich neben dem Gepäckannahmeräume; von den Ausgabeöffnungen dient eine zur Ausgabe der Gepäckscheine. Das Billetbureau ist durch ein Fenster mit der Gepäckannahme verbunden, durch welches die Wäger mit dem Billeteur communiciren. Die Billets werden durch die sehr kleinen, mit Klappen verschliessbaren Oeffnungen, inner-

halb welcher das Fensterbret mit Messingblech ausgelegt ist, hindurchgeschoben, wobei die Manipulationen leichter und schneller von statten gehen, als dies bei den in Deutschland noch häufig gebräuchlichen Schubkasten-Einrichtungen möglich ist.

Zur Verhütung von Menschengedränge vor den Billetschaltern bringt man vor denselben, wie bei dem Bahnhofe der Nordbahn in Paris, Barrièren an, welche man nach Belieben öffnet und schliesst, oder man bildet Ein- und Ausgänge durch Aufstellung von Tischen vor den Fenstern, welche zugleich den Reisenden zum Auflegen des Handgepäcks und zum Abzählen des Geldes bequem sind; siehe Fig. 4 der Einrichtung auf dem Bahnhofe der Kaiserin-Elisabeth-Bahn in Wien; Fig. 5 Einrichtung vor den Billetschaltern des Bahnhofes der Lyoner Bahn in Paris, bei welcher durch in Charnieren bewegliche Eisen-

Fig. 2.

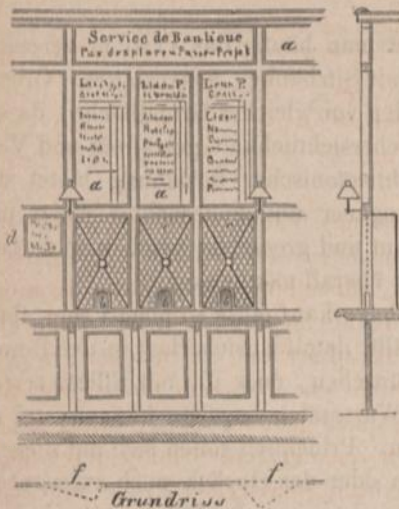
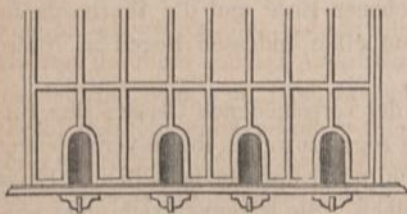


Fig. 3.



stangen der Zugang zu den Schaltern in der erforderlichen Weise geregelt wird. In Frankreich, wo das Publicum durch Aufstellung in Reihen (Queues) selbst dafür sorgt,

Fig. 4.

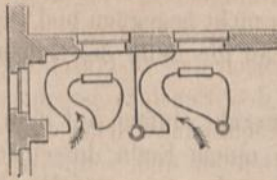
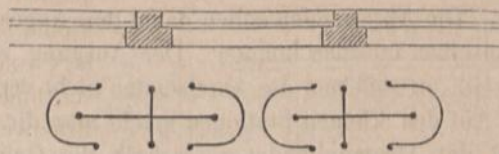


Fig. 5.



dass Gedränge verhütet wird, genügen diese Vorsichtsmaassregeln vollständig, wenn der Eingang zum Billetschalter von dem Ausgange unterschieden werden kann. In Deutschland, namentlich kleineren Städten, ist meistens ohne Aufstellung eines eigenen Beamten bei starkem Andränge von Reisenden die nöthige Ordnung nicht aufrecht zu halten. Es empfiehlt sich dann vor den Schaltern lange und starke Barrièren aufzustellen, welche nur am Eingange offen sind. Der Ausgang wird durch eine Thür mit einer Feder geschlossen gehalten, so dass diese nur durch Druck von innen geöffnet werden kann, gegen Druck von aussen aber festen Verschluss bildet. Der Zugang zum Schalter durch diese Thür ist bei dieser Einrichtung so unbequem, dass erfahrungsmässig der Zweck sehr bald erreicht wird.

3. Die Gepäckannahme. Die Gepäckannahme und das Bureau für die Expedition des Gepäcks der Abreisenden sollen einerseits am Vestibül in der Nähe der Billetausgabe, andererseits unmittelbar am Perron und möglichst nahe dem im abfahrenden Zuge zunächst hinter der Locomotive befindlichen Gepäckwagen liegen, in welchen die Gepäckstücke verladen werden. Ersteres, um dem Abreisenden die Aufgabe des Gepäcks, letzteres, um den Gepäcktransport von der Gepäckannahme nach dem Gepäckwagen möglichst zu erleichtern. Bei Endstationen kann der letztern Bedingung immer Genüge geleistet werden, bei Zwischenstationen jedoch nur dann, wenn man, wie beim Empfangsgebäude der Sächsisch-Böhmischen Staatsbahn, auf welches wir noch zurückkommen werden, die Gepäckannahme in die Mitte des Gebäudes legt und die Züge in beiden Richtungen vor der Mitte desselben halten lässt.

Die Gepäckexpedition enthält meistens bei kleineren Empfangsgebäuden ein oder mehrere Schiebefenster, durch welche das Gepäck auf niedrigen Tischen hindurch gereicht wird. Bei grösseren Empfangsgebäuden legt man meistens der Länge nach parallel den correspondirenden Bahngleisen grosse Säle an und stellt in diesen lange niedrige Tische auf, an welchen an verschiedenen Stellen Bureaus für die Bezeichnungen angebracht sind. Die Tische erhalten dadurch Längentheilungen, welche nach Maassgabe der verschiedenen Bestimmungsorte oder Zugrichtungen auf aufgestellten Tafeln deutlich bezeichnet werden. Bei dem Orleans-Bahnhofe zu Paris hat man z. B. den Tisch durch Bureaus in vier Abtheilungen getheilt, von denen eine für die Züge in der Richtung nach Orleans, eine für die nach Bordeaux, eine für die nach Nantes und die vierte für die nach Chestre bestimmt ist. Der Lyoner Bahnhof daselbst hat ebenfalls vier Tischabtheilungen für die verschiedenen Zugrichtungen.

Für jeden Theil des Tisches ist eine Decimalwaage aufgestellt, auf welcher die Gepäckstücke verwogen werden. Wir werden auf verschiedene Specialitäten bei der Beschreibung von grösseren Empfangsgebäuden später noch zurückkommen. Mit der Gepäckannahme steht gewöhnlich noch ein Bureauaum und ein Raum zur Aufbewahrung von Gepäckstücken in Verbindung.

4. Die Gepäckausgabe. Die Gepäckausgabe wird nur auf grösseren Stationen angelegt. Auf Zwischenstationen, deren Wichtigkeit die Anlage einer Gepäckausgabe erfordert, ist der Ausgang der Reisenden zweckmässig der Länge nach an dem für die Gepäckausgabe bestimmten Raume vorbei durch das Empfangsgebäude hindurch anzuordnen. Die Abreisenden sollen dabei den Angekommenen nicht begegnen und sich nicht mit denselben mischen können. Der Ausgang wird also an die Seite des Gebäudes zu legen sein, an welchem die Abreisenden nicht verkehren.

Auf den kleinen Stationen macht man die Gepäckausgabe einfach auf dem Perron ab und der Ausgang findet ausserhalb des Gebäudes an einem Ende desselben statt. Wenn möglich bringt man die Gepäckausgabe mit der Gepäckannahme in Verbindung, damit dieselben Beamten beiden Zwecken dienen können.

In Frankreich enthalten die Gepäckausgaben der grösseren Empfangsgebäude meistens 2 Reihen von Tischen, welche parallel den betreffenden Gleisen stehen. Das Gepäck wird durch eine entsprechende Anzahl von Thüren vom Perron auf den äusseren Tisch transportirt und von diesem erst, nachdem es geordnet ist, auf den zweiten gelegt, welcher in geringer Entfernung von dem ersten steht, sobald die Reisenden die betreffenden Gepäckscheine einliefern. Die mit der Ausgabe des Gepäcks beschäftigten Beamten befinden sich dabei in dem Zwischenraume zwischen den beiden Tischen. Auf dem zweiten, gewöhnlich niedrigeren Tische findet eventuell auch die Revision des Gepäcks behuf der Verzollung statt und hört die Haftpflicht der Bahnverwaltung auf. Die Reisenden begeben sich entweder direct nach der Ankunft zum Empfangen des Gepäcks in die Gepäckausgabe, oder sie werden zunächst, wie bei dem Pariser Bahnhofe der Nordbahn, in einen Wartesaal geführt, welcher in der Verlängerung der Gepäckausgabe liegt, um daselbst so lange zu warten, bis das Gepäck auf dem ersten Tische geordnet ausgelegt ist. Zweckmässig ist es, von diesem Wartesaale dem Reisenden den Einblick in die Gepäckausgabe offen zu halten, damit derselbe im Stande ist, von dort die Stelle ausfindig zu machen, an welcher er demnächst sein Gepäck zu empfangen hat.

In England überlässt man es dem Reisenden für die Unterbringung seines Gepäcks im Paackwagen als auch für die Entnahme desselben von dort oder auf dem Perron selbst Sorge zu tragen und macht dadurch die Gepäckexpeditions- und Ausgabestelle entbehrlich.

Auf kleinen Stationen wird auch in Deutschland das Gepäck auf dem Perron oder in der Gepäckannahme ausgegeben.

Das Ordnen und Sondern des Gepäcks in den grösseren Gepäckausgaben geschieht entweder nach Maassgabe der Aufgabestationen oder, wie bei den Empfangsgebäuden der Preussischen Ostbahn und Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn in Berlin, nach der letzten Ziffer des Gepäckscheins.

Bei einigen Bahnhöfen lässt man nur die Personen, welche Gepäckscheine haben, in die Gepäckausgabe eintreten; die übrigen nur mit Handgepäck versehenen entfernen sich durch directe Ausgänge.

5. Die Eilgutexpedition ist nach Maassgabe der Wichtigkeit der Station entweder mit der Gepäckannahme vereinigt oder getrennt von derselben in deren Nähe angelegt; ebenso die Bureaus.

Die Eilgutausgabe liegt entsprechend der Eilgutexpedition bei grösseren Bahnhöfen in der Nähe der Gepäckausgabe.

Bei sehr bedeutendem Eilgutverkehre, namentlich auf den grösseren Endstationen, legt man für denselben besondere Hallen und Bureaus an, und zwar für das ankommende Eilgut an der Ankunftsseite, für das abgehende Eilgut an der Abfahrtsseite des Empfangsgebäudes und meistens in dessen Verlängerung; wie beim Nordbahnhofe und Orleans-

bahnhofs in Paris, woselbst sich die Eilguthallen unmittelbar an die Personenhalle anschliessen.

6. Steuerbureaus sind nach der sehr verschiedenen Art der bestehenden Vorschriften der Versteuerung verschieden eingerichtet und meistens bei der ersten Hauptgrenzstation vorhanden; sie liegen in unmittelbarer Nähe der Gepäckausgaben oder Annahmen.

7. Die Wartesäle müssen Ausgänge an der Perronseite erhalten. Nach Maassgabe des Verkehrs und der Wichtigkeit der Station bestehen sie aus:

einem gemeinschaftlichen Saale für alle 3 oder 4 Classen der Reisenden;

einem Saale für die I. Classe und einem anderen für die II. und III. Classe gemeinschaftlich;

einem Saale für die I. und II. Classe gemeinschaftlich und einem für die III. und IV. Classe;

drei Sälen für die I. Classe, II. Classe, resp. III. und IV. Classe und ausserdem einem Damenzimmer;

vier Sälen je einen für jede der 4 Classen und ausserdem einem Damenzimmer.

Die Wartesäle liegen, wie gesagt, meistens auf der der Gepäckannahme gegenüberliegenden Seite des Vestibüls und müssen von demselben leicht zu erreichen sein, ohne dass die Reisenden Räume zu passiren haben, welche ausschliesslich für den Stationsdienst oder Beamte bestimmt sind. Man disponirt in Frankreich die Eingänge verschiedener Classen nach Maassgabe des Abgangs der Züge derart, dass ein Beamter für die Billetcontrole ausreicht, welche daselbst, wie auch z. B. auf Bairischen Bahnen, beim Eintritt in den Wartesaal ausgeübt wird.

Auf englischen und deutschen Bahnhöfen legt man ausser den Wartesälen noch häufig reservirte Zimmer für fürstliche Personen an. Die Wartesäle sind daselbst immer vollständig von einander getrennt, während man in Frankreich gewöhnlich nur einen grossen Saal für alle Classen anlegt und die Trennung der einzelnen Classen in demselben durch niedrige Bretter- oder Gitterwände herstellt.

Die Wartesäle der englischen Bahnen sind meistens sehr klein und können oft nur mit Mühe die Reisenden eines Zuges aufnehmen. Dagegen sind die Perrons sehr breit und immer bedeckt. Wenn die Anzahl der Reisenden nicht sehr gross ist, kann man daselbst verweilen bis zur Abfahrt oder auch sofort die Wagen besteigen, deren Thüren geöffnet sind. Wenn der Andrang stärker ist, lässt man erst 10 Minuten vor der Abfahrt in die Wagen einsteigen. — Zuweilen schützt man durch Aufstellung von Barriären die Beamten bei Ausübung der Geschäfte.

In Frankreich, Baiern etc. schliesst man die Reisenden in die Wartesäle ein, deren Abmessungen so gross sind, dass sie die Reisenden von zwei grossen Zügen aufnehmen können. Die Reisenden ein und derselben Classe verlassen gleichzeitig die betreffende Zimmerabtheilung unmittelbar vor der Abfahrt. Man lässt gewöhnlich die Reisenden der ersten Classe zuerst einsteigen, dann die der zweiten und folgenden Classen; da in Frankreich in den Wagen die Billets nur selten revidirt werden, so besteht die einzige Controle für die richtige Wahl der Wagenplätze daselbst darin, dass der Portier nach dem Oeffnen des betreffenden Warteraumes die Reisenden bis zum Einsteigen im Auge behält und erst nach einiger Zeit die Reisenden der nächsten Classe folgen lässt.

In Deutschland übt man selten beim Betreten des Wartesaales eine Controle über die Fahrbillets aus und gewährt auch Nichtreisenden freien Zutritt zu denselben. Dagegen hält man die Thüren an der Perronseite meistens bis dahin geschlossen, dass das Signal zum Einsteigen gegeben wird.

Von allen diesen Methoden dürfte die englische als die dem Publicum angenehmste auch deshalb den Vorzug verdienen, weil sie wesentlich dazu beiträgt, das Publicum mit dem Eisenbahnbetriebe vertraut zu machen. Auch erhalten die Reisenden, welche zuerst kommen, meistens die besten Plätze, während bei den andern Methoden die, welche am stärksten und grössten sind, dieses Vortheils theilhaftig werden.

Die Erfahrung lehrt auch, dass das in den Wartesälen häufig ungeduldige und unruhige Publicum sich beruhigt, wenn die Thüren derselben geöffnet werden und dasselbe auf dem Perron die Abfahrt erwarten kann.

Die Einrichtung der Wartesäle ist im Allgemeinen die anderer grösserer Säle, bei denen Säulen, wie schon erwähnt, zu vermeiden sind. Falls genügendes Tageslicht durch Fenster in den Umfassungswänden nicht zu erlangen ist, hilft man durch Oberlicht oder hochliegendes Seitenlicht nach. In Uebrigen ist für gute Beleuchtung, Heizung und Ventilation Sorge zu tragen. Mit gutem Erfolge hat man Dampfheizung und Luftheizung angewandt, wogegen die Heiss- und Warmwasserheizung sich nicht bewährt hat. Die Wandflächen der Säle sind entweder wie beim Nordbahnhof in Paris im Quaderrohbau oder auf eine Höhe von etwa 1^m,5 vom Fussboden mit Holztafelung zu versehen und darüber mit Oelfarbenanstrich einfach zu decoriren. Tapezirungen sind namentlich in den Wartesälen III. und IV. Classe nur dann solide genug, wenn man sie lackirt oder firnisst, so dass sie durch Abwaschen gereinigt werden können. Der Fussboden ist zweckmässig von Eichenholz am besten als Parketboden herzustellen.

Uhr und Tafeln, auf denen die Abgangszeiten der Züge deutlich angegeben sind, sollten nicht fehlen. Auch bilden Landkarten, Eisenbahnkarten, Stadtpläne geeignete Decorationsmittel, welche dem Reisenden zur Information immer willkommen sind.

Schlagthüren müssen an der Perronseite sich nach dem Perron öffnen. Gartenanlagen in Verbindung mit den Wartesälen, wie sie z. B. beim Empfangsgebäude der Kaiserin-Elisabeth-Bahn in Wien Fig. 3, Taf. XXXVI sich finden, werden namentlich im Sommer von den Reisenden gern besucht. Bei den neueren preussischen Bahnhöfen beobachtet man bezüglich der Lage der Wartesäle gewöhnlich die Regel, den Wartesaal III. und IV. Classe dem Vestibül zunächst zu legen, so dass die Reisenden der I. und II. Classe die weitesten Wege zu machen haben und damit bei starkem Verkehre das Vestibül als Wartesaal für die III. und IV. Classe mit benutzt werden kann. Ist die Anlage eines Corridors nothwendig, um die Wartesäle zugänglich zu machen, so soll derselbe so kurz wie möglich sein und nicht unter 2^m Breite erhalten.

8. Stationsbureau und Bureau des Stationsvorstehers. Dies Bureau muss einen Ausgang nach dem Perron haben, auch dem Publicum zugänglich sein, entweder vom Vestibül oder direct vom Vorplatze. Auch soll dasselbe von dem Billetoffic, der Gepäckexpedition sowie eventuell dem Bureau der Assistenten und der Telegraphisten leicht zu erreichen sein. Das Stationsbureau repräsentirt gewissermaassen den Mittelpunkt, das Herz der verschiedenen Dienstzweige. Bei den Kopfstationen befindet sich dies Bureau meistens auf der für die Abfahrt bestimmten Seite.

* 9. Telegraphenzimmer. Dies für den Telegraphendienst bestimmte Local kann an die Perron- oder Giebelseite des Gebäudes verlegt werden, so dass das Publicum zu demselben gelangen kann, ohne die sonstigen Theile des Bahnhofes zu betreten. Auf den kleinen Stationen ist das Telegraphenzimmer häufig mit dem Stationsbureau in einem Locale vereinigt.

10. Krankenzimmer und Zimmer zu ärztlichen Untersuchungen sind auf grösseren Bahnhöfen unentbehrlich.

11. Portierzimmer. Dasselbe liegt gewöhnlich am Perron und Vestibül und muss vom Publicum leicht zu finden sein.

12. Retiraden. Bei kleinen Stationen, wo die Züge selten halten, sind ein oder zwei Aborte für die Abreisenden und Ankommenden ausreichend, sie liegen entweder im Empfangsgebäude oder in getrennt von demselben aufgeführten kleinen Gebäuden, von denen später die Rede sein wird. Aborte und Pissoirs müssen von der Gleisseite sowohl als auch von der Vorplatzseite zugänglich sein.

Auf den Stationen höherer Ordnung legt man ausser den Aborten für die Abreisenden im Empfangsgebäude oder in einem Pavillon des Hofes gewöhnlich Pissoirs an jedem Ende des Empfangsgebäudes und an jeder Seite der Gleise an. Diese Pissoirs müssen sehr geräumig in den Stationen sein, an welchen die Züge mehrere Minuten halten. Aufschriften, dem Auge der Reisenden deutlich sichtbar, bezeichnen die Lage dieser Locale und die Eingänge für Männer und Frauen oder Herren und Damen.

Die Anlage der Aborte auf französischen Bahnen ist meistens sehr vernachlässigt, häufig verpachtet, so dass der Reisende nur gegen eine kleine Vergütung dieselben benutzen darf. Die englischen Bahnen zeichnen sich dagegen in dieser Beziehung vortheilhaft aus. Mit den Aborten sind bei grössern Stationen zweckmässig Toilettezimmer in Verbindung zu bringen, in denen die Reisenden Einrichtungen zum Waschen etc. vorfinden.

13. Lampenputzräume und die Locale für die Arbeiter des Bahnhofs und das Zugpersonal sind an einem Ende des Empfangsgebäudes, zuweilen zweckmässig in der Nähe der Retiraden anzuordnen. Die Wichtigkeit dieser Locale wächst mit der der Station; so finden sich bei den kleinen Stationen meistens zwei Locale zu diesem Zweck und bei den Haltestellen fehlen sie oft ganz.

14. Postbureau. Die Bureaus der Post müssen, wenn solche angelegt werden sollen, in der Nähe des Bureaus des Stationsvorstehers und des Telegraphenbureaus liegen und dem Publicum einestheils und den ambulanten Bureaus in den Eisenbahnpostwagen anderentheils, sowie von den Postwagen, welche den Local- und den Personenverkehr vermitteln, leicht zugänglich sein. In den grössern Stationen wird meistens für den Postdienst ein vollständig von dem Stationsgebäude getrenntes eignes Gebäude errichtet, um so eher, wenn, wie in Norddeutschland, die Verwaltung der Posten von der der Eisenbahnen getrennt ist. In Baiern und Baden, wo beide Verwaltungen unter einer und derselben Behörde stehen, findet man dagegen fast immer die Postlocale in den Empfangsgebäuden untergebracht.

15. Beamtenwohnungen. Alle Empfangsgebäude erhalten mindestens eine Wohnung für einen Beamten, meistens den Stationsaufseher, Stationsvorsteher oder Assistenten. Dieselbe liegt meistens im ersten Geschoss, besteht aus mehreren Räumen, einer Küche, Keller und Bodenraum.

Für dieselbe muss ein besonderer Abort und ein getrennter Eingang angelegt werden, so dass die Bewohner mit dem Publicum nicht in Berührung zu kommen genöthigt sind.

Grössere Stationsgebäude enthalten ausserdem Wohnungen für Assistenten, den Bahnhofsrestaurateur, den Portier und sonstige Beamte.

16. Büffet. Wenn das Büffet oder die Restauration in einem Anbau am Empfangsgebäude sich befindet, wie häufig bei grössern Bahnhöfen in Frankreich, so muss sie an der Stadtseite gelegen und mit dem Perron verbunden sein. Besser ist es, dieselbe in das Empfangsgebäude zu legen. Die Restauration besteht je nach der Grösse der Station aus einem Büffet, einem Restaurationslocal, einem Speisesaal nebst Küche, Keller und Wohnung des Restaurateurs.

In Deutschland und England findet sich der Speisesaal und das Restaurationslocal meistens in Verbindung mit den Wartesälen. Das Büffetlocal ist zweckmässig zwischen zwei Wartezimmern so angelegt, dass beide von demselben bedient werden können, eine Anordnung, welche in Frankreich Nachahmung gefunden hat. Die Küche des Restaurateurs und dessen Wohnung müssen directe Ausgänge nach dem Vorplatze haben, damit der Transport von Vorräthen etc. das Publicum nicht belästigt.

Auf französischen Bahnen richtet man nur in den Empfangsgebäuden Büffets oder Restaurationen ein, wo die Züge längere Zeit zum Zwecke des Frühstückes oder Diners anhalten, wie z. B. in Epernay, Fig. 6, Tafel XXXVIII, woselbst ausser dem grossen Büffetsaal ein grosser Saal zur Table-d'hôte angelegt ist. Der Grundriss dieses Gebäudes ist ausserdem bezüglich der einfachen und zweckmässigen Disposition der Räumlichkeiten beachtenswerth.⁴⁾

17. Bureaus der Administration, Direction oder Bahnverwaltung. Diese befinden sich meistens auf den Endstationen, Kopfstationen oder Wechselstationen. Da sie jedoch von dem Verkehre im Empfangsgebäude vollständig unabhängig sind, so können sie auch von dem Empfangsgebäude getrennt angelegt und in Miethhäusern untergebracht werden.

Wir gehen nun zur Beschreibung der charakteristischen Formen und Einrichtungen der Empfangsgebäude über.

a. Haltestellen.

§. 8. *Das Empfangsgebäude der Haltestellen* enthält in der Regel ein Wartezimmer, ein Zimmer für den Beamten zur Ausgabe der Billets und zur Aufstellung des Telegraphenapparates und einen Güterlagerraum; ausserdem die Wohnung des Beamten (Aufsehers, Bahn- oder Weichenwärters).

Wo die örtlichen Verhältnisse und namentlich die Eintheilung der Bahnmeisterdistricte es thunlich erscheinen lässt, wird mit diesem Gebäude zweckmässig die Wohnung eines Bahnmeisters verbunden, welcher dann neben seinem Bahnmeisterdienste die Aufsicht und Controle auf der Haltestelle zu üben hat.

Vor den Güterlagerraum führt man gewöhnlich zur unmittelbaren Be- und Entladung von Wagen einen Gleisstrang und legt an beiden Seiten ein Thor mit einem Perron vor demselben an.

In den Fig. 5, 6 und 7 auf Tafel XXXVII geben wir ein Beispiel einer auf hannoverschen Eisenbahnen zur Ausführung gekommenen Haltestelle. Der Eingang zum Flur ist bei der freien Stellung dieser Gebäude zweckmässig durch einen Vorbau geschützt angelegt, welcher zugleich nothwendig war, um für die Treppe zum ersten Geschoss genügenden Raum zu gewinnen. Am Flur liegt das Billetverkaufslocal, der Güterraum und ein Wartezimmer I. und II. Classe; durch einen kurzen Gang ist das Wartezimmer III. und IV. Classe zugänglich. Die Wohnung im ersten Geschoss, welche durch eine besondere Hausthür zugänglich ist, besteht aus fünf Räumen nebst Bodenraum, über dem Güterraum ist kein Bodenraum angelegt. In der Nähe des Empfangsgebäudes und mit demselben durch eine Veranda verbunden, befindet sich ein Nebengebäude, enthaltend die Aborte, ein kleines Pissoir, einen Gerätherraum, gleichzeitig zum Aufenthalt für Bahnarbeiter etc. bestimmt, und einen Stallraum nebst Abort für den Beamten.

⁴⁾ In der Fig. 6 bezeichnen: 1 Zimmer für den Stationsassistenten, 2 Zimmer für den Vorsteher, 3 Corridor, 4 Billetverkauf, 5 Portier, 6 Aborte, 7 Bahnhofswache, 8 Bureau der Gepäckexpedition, 9 Eingang zu den Wartesälen, 10 Polizei, 11 Eilgut, 12 Lampenraum, 13 Zugpersonal, 14 Bureau, 15 Telegraph.

Bei kleineren Haltestellen fehlt das Wartezimmer I. und II. Classe und ist mit einem kleineren Güterraum auszukommen. Der Grundriss Fig. 6 ist unter dieser Voraussetzung passend, wenn man sich den Güterlagerraum fehlend und das Wartezimmer I. und II. Classe als Gepäckannahme denkt.

Fig. 3, Tafel XXXVIII zeigt den Grundriss eines andern solchen Empfangsgebäudes mit einem Wartezimmer, wie solche auf den Stationen III. Classe der Eisenbahn von Metz nach Thionville zur Ausführung gekommen sind.

Wenn der Verkehr der Haltestelle entsprechend zunimmt, und insbesondere der Güterverkehr wächst, so dass regelmässig ganze Wagenladungen zur Versendung resp. ankommen, so trennt man den Güterlagerraum von dem Stationsgebäude und erbaut einen besonderen Schuppen für den Güterverkehr. Der in Fig. 6, Tafel XXXVII als Güterlagerraum bezeichnete Raum wird dann zur Erweiterung der Dienstlocale oder Warteräume, meistens zum Wartesaale III. und IV. Classe umgebaut, während jener zum Stationsbureau umgewandelt wird. Die Haltestelle wird damit zur Station erhoben, erhält einen Stationsvorsteher und in allen Theilen mehr oder weniger vollständigen Personen- und Güterdienst.

b. Zwischenstationen.

§. 9. *Empfangsgebäude auf Zwischenstationen.*⁵⁾ — Bei Empfangsgebäuden auf Zwischenstationen sind bestimmte, wesentlich voneinander verschiedene Systeme in der Anordnung der Räumlichkeiten nicht vorhanden, da die im Interesse des reisenden Publicums und des Betriebes zu beobachtenden Rücksichten, abgesehen von einzelnen localen Verhältnissen, im Wesentlichen übereinstimmen. Es können deshalb die in Betreff der Gruppierung und Einrichtung der einzelnen Räume gewonnenen Erfahrungen ziemlich allgemein Anwendung finden, sofern nur die Zahl und Ausdehnung der Räumlichkeiten dem Umfange des Verkehrs entsprechend angeordnet wird.

Ausser den in §. 5 im Allgemeinen aufgestellten Regeln dürften im Besonderen für die Empfangsgebäude der Zwischenstation noch folgende zu beobachten sein:

1. Die oblonge Form des Grundrisses mit dem Eingange thunlichst in der Mitte der der Bahn gegenüber liegenden Langseite, empfiehlt sich für eine einfache und klare Disposition.

2. Die für den Stationsdienst bestimmten Räume sind zusammenzulegen und untereinander zu verbinden, wodurch die Ausübung des Dienstes im Allgemeinen und die Uebertragung mehrerer Functionen an einen und denselben Beamten resp. eine gegenseitige Aushilfe und Vertretung im Besonderen sehr erleichtert wird.

3. Von den Wartesälen ist der grössere (der Wartesaal III. und IV. Classe) zuweilen zweckmässig in einen besonderen Anbau an eine Giebelseite zu verlegen, um auf diese Weise die Möglichkeit für eine spätere Erweiterung und für die Herstellung in einer der Grösse entsprechenden Höhe zu gewinnen.

Selbst auf kleinen Stationen ist ein besonderes Zimmer für die Passagiere I. und II. Classe nicht zu entbehren. Bei Stationen von einiger Bedeutung ist ein Wartezimmer III. und IV. Classe, ein desgleichen II. Classe und ein Zimmer für Damen resp. für Passagiere I. Classe erforderlich. Auf grossen Stationen ist ausser dem Wartesaale I. und II. Classe und resp. III. und IV. Classe ein Damenzimmer und ein reservirtes Zimmer für hohe Herrschaften und geschäftliche Conferenzen (Commissionszimmer) mit besonderem Eingange nothwendig. Die beiden grössern Säle müssen vollständig voneinander getrennt

⁵⁾ Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang XV, 1845, p. 323.

sein; dazwischen liegende Büffeträume dürfen keine Verbindung für das Publicum abgeben.

4. Die Retiraden und Wirthschaftshöfe stehen zweckmässig in directer Verbindung mit den Empfangsgebäuden oder sind nur durch bedeckte Gänge davon getrennt. Letztere erleichtern die Verbindung zwischen den Perrons und den Vorplätzen für ankommende Reisende, dienen auch zweckmässig zur geschützten Lagerung von abgehenden oder ankommenden Gepäckstücken.

5. Auf bedeutenderen Zwischenstationen ist zweckmässig eine besondere Gepäckausgabe anzulegen und mit der Gepäckannahme in Verbindung zu bringen, damit die Gepäckannahme und Ausgabe von denselben Beamten geschehen kann.

Fig. 5, Tafel XXXI zeigt den Grundriss des zweckmässig eingerichteten Empfangsgebäudes auf dem Bahnhofe Hennef. Abgesehen von der architectonisch unschönen Anordnung des Vestibüls entspricht dasselbe allen gestellten Anforderungen. Der Anbau für den Wartesaal III. und IV. Classe ist eingeschossig und nach Bedürfniss leicht zu vergrössern.

Auch die von dem Baumeister Orth projectirten Stationsgebäude III. Classe der Berlin-Görlitzer Eisenbahn, von denen in Fig. 3, Tafel XXXIV der Grundriss vom ersten Geschoss mitgetheilt wird, zeigen zweckmässige Anordnungen. Für die Post ist wo nöthig ein Anbau zur Ausführung gekommen, wie derselbe in der Figur punktirt angedeutet ist.

Von französischen Eisenbahnen entnehmen wir Fig. 12, Tafel XXXVII den Grundriss vom ersten Geschoss der Zwischenstationen der Bahn von Paris nach Chartres. Der Grundriss ist mit Ausnahme der Treppe zum ersten Geschoss, welche keinen directen Zugang hat, zweckentsprechend angeordnet. Die Retiraden für Männer und Frauen sind an den Seiten in getrennten kleinen Gebäuden angelegt. An der Seite der Ankunft von Paris liegt der zweite Perron mit dem Abri, welches einen geschützten Aufenthaltsraum, Aborte für Männer und Frauen und einen kleinen Dienstraum enthält. Fig. 2, Tafel XXXVI zeigt den Grundriss einer Zwischenstation I. Classe der Französischen Nordbahn. Die Gepäckannahme ist daselbst mit dem Vestibül unmittelbar verbunden. Der Billetverkauf geschieht in einer offenen Vorhalle. In dem einen Seitenflügel befinden sich drei Wartesaalabtheilungen, in dem andern eine Restauration, Speisesaal etc., ausserdem die nothwendigen Dienstlocalitäten. An der Perronseite ist eine Verdachung auf Säulen angeordnet und an einem Ende ein Retiradengebäude unmittelbar an dem Empfangsgebäude angebaut. Als besondere in Deutschland nicht gekannte Eigenthümlichkeit ist der Ausgang (Sortie) anzuführen, welchen alle angekommenen Reisenden passiren müssen, um die Fahrbillets abzugeben.

Fig. 4, Tafel XXXV zeigt den Grundriss der Empfangsgebäude auf den Stationen I. Classe der Eisenbahn von Paris nach Strassburg (zu Château-Thierry). Es bezeichnet daselbst:

- | | |
|------------------------|---|
| 1 Vestibül, | 7 Gepäckbureau, |
| 2 Billetverkauf, | 8 Eilgutexpedition, |
| 3 Gepäckexpedition, | 9 Commissionaire, |
| 4 Wartesaal I. Classe, | 10 Bureau des Stationsvorstehers, |
| 5 - II. - | 11 Bett desselben, |
| 6 - III. - | 12 Raum zur Aufstellung des Telegraphenapparates. |

Fig. 5, Tafel XXXV Grundriss der Zwischenstationen I. Classe der Bahn von Metz nach Thionville. Es bezeichnet:

1 Vestibül,	6 Lampenraum,
2 Billetverkauf,	7 Gepäckannahme,
3 Wartesaal I. Classe,	8 Stationsvorsteher,
4 - II. -	9 Commissionaire,
5 - III. -	10 Expeditionschef,
	11 Gepäckdepot.

§. 10. *Empfangsgebäude für die Zwischenstationen der Bahn von Ancona nach Bologna.*⁶⁾ — Bei Projectirung der Empfangsgebäude für die Zwischenstationen dieser Eisenbahn, welche nebenbei bemerkt auf 18 Stationen in 6 Monaten ausgeführt worden sind, sind folgende Principien systematisch zur Geltung gekommen:

1. Trennung der Dienstlocalitäten von denen für das Publicum, und der Räume für Ankommende von denen für Abfahrende.

2. Die Anordnung der Räume entspricht der Zugrichtung auf dem dem Perron zunächst liegenden Hauptgleise, so zwar, dass für die am Hauptperron haltenden Züge die Diensträume und die Gepäckausgabe der Spitze derselben, also der Locomotive und dem dahinter befindlichen Gepäckwagen am nächsten liegen und die Personenwagen in der Nähe der Wartesaale aufgestellt werden können. Da auf dem linken Gleise gefahren wird, so liegen die Diensträume bei allen Gebäuden links, die Wartesaale rechts von den an der Stadtseite in der Mitte der Gebäude befindlichen Vestibülen.

3. Die Billetaussgabe liegt stets in der Mitte des Vestibüls dem Haupteingange gegenüber; die Gepäckannahme liegt links daneben.

4. Die rechts liegenden Wartesaale ordnen sich wie die Wagen im Zuge. Da die Wagen I. und II. Classe vorn, die der III. Classe hinten stehen, so liegt der Wartesaal I. und II. Classe zunächst am Vestibül, dann folgt der der III. Classe.

5. Mit der Gepäckannahme ist die Ausgabe verbunden und zwar derart, dass die angekommenen Reisenden ihren Ausgang durch dieselbe nehmen können, ohne mit den Abreisenden zu collidiren.

6. Das Local des Bahnhofsvorstehers liegt in der Mitte an der Perronseite des Gebäudes zweckmässig behuf der Ueberwachung der Unterbeamten, zu welchem Zwecke dasselbe durch Thüren mit dem Billet-, Gepäck- und Telegraphenbureau verbunden ist, wenn nicht wie bei kleinen Stationen dasselbe mit dem Billetlocal einen Raum bildet.

7. Buffets befinden sich nur in den grössern Empfangsgebäuden und dann getrennt neben den Wartesaalen, bei welcher Lage hauptsächlich auf die Durchreisenden Rücksicht genommen ist.

8. Die Gebäude sind der Vergrößerung ohne aussergewöhnliche Umstände fähig, so dass z. B. aus einem Empfangsgebäude II. Classe ein solches I. Classe durch einfache Verlängerung des Gebäudes hergestellt werden kann. Endlich

9. ist die Einrichtung, Form und Grösse der im zweiten Geschoss befindlichen Wohnräume sehr zweckentsprechend mit Ausnahme der Lage der Treppe, bei der eine Trennung der Wohnung von den Räumen des Publicums nicht möglich ist.

Die Einrichtung der Gebäude, welche von dem Ingenieur C. A. Oppermann herrührt, ist als sehr beachtenswerth hervorzuheben.

Wir theilen in Fig. 10, Tafel XXXVII den Grundriss vom ersten und in Fig. 11 den Grundriss vom zweiten Geschoss der kleinen dieser Empfangsgebäude und in Fig. 8, Tafel XXXVII den Grundriss vom ersten, Fig. 9 den Grundriss vom zweiten Geschoss der grösseren dieser Gebäude mit.

⁶⁾ Oppermann's nouvelles annales de la construction. Septbr. 1861. Organ f. d. Fortsch. d. Eisenbahn-W. Jahrgang 1864. p. 207.

§. 11. *Empfangsgebäude auf süddeutschen Bahnen und auf Bahnhof Gent.* — Bei den Empfangsgebäuden vieler süddeutschen Eisenbahnen bildet das Vestibül eine an der Stadtseite meistens offene Colonnade oder Arcadenhalle, an welcher unmittelbar die Billet- und Gepäckschalter und die Eingänge zu den Wartesälen liegen. Fig. 4, Tafel XXX zeigt den Grundriss einer Station II. Classe der Badischen Staatsbahn; Fig. 2, Tafel XXXVII⁷⁾ den Grundriss vom Erdgeschoss des neuerdings erbauten Empfangsgebäudes der Bairischen Staatsbahn auf dem Bahnhofe zu Würzburg. Fig. 3 ebendasselbst giebt eine Skizze vom Querdurchschnitt und Fig. 1 auf derselben Tafel die Façade desselben an der Stadtseite. An der Perronseite dieses Gebäudes, welches eine Länge von 127^m,6 hat, befindet sich ein überdachter Perron von 435^m Länge und ausserdem liegen an beiden Seiten des Empfangsgebäudes, zwischen dem ersten und zweiten resp. zweiten und dritten Hauptgleise, vier Zwischenperrons von 145^m Länge und dem Hauptgebäude gegenüber zwischen dem dritten und vierten Gleise ein fünfter von 130^m Länge, welche ohne Ueberschreiten der Gleise nicht zu erreichen sind.

Das Empfangsgebäude, in welchem auch die Postlocalitäten enthalten sind, ist zum Theil mit verputzten Aussenflächen im Renaissancestyle ausgeführt, welcher Anklänge an romanische Formen der älteren Münchener Schule zeigt.

Im zweiten, resp. dritten Geschoss des Gebäudes befinden sich die Bureauale für das Oberpost- und Bahnamt, sowie Beamtenwohnungen. In Zwischengeschossen sind Räume für Briefträger etc. und Wohnräume angeordnet. Die Etagen sind, von dem Parterre an gerechnet, 8^m,96, 4^m,06, resp. 3^m,48 hoch, das im ersten Geschoss theilweise eingebaute Zwischengeschoss hat 2^m,9 Höhe. Die Heizung der Betriebslocalitäten wird durch Luftheizungsapparate bewirkt, über deren Leistungen man sehr günstige Urtheile abgiebt.

Fig. 7, Tafel XXXVIII Grundriss des Empfangsgebäudes auf dem Bahnhofe zu Gent. Dasselbe ist auf der ganzen Länge an der Stadtseite mit einem Schutzdache zur Vorfahrt für Wagen versehen, unter welchem Seitenzugänge zum Vestibül angelegt sind.

§. 12. *Die Empfangsgebäude des Centralbahnhofes zu Basel, der Leipzig-Dresdener Bahn zu Dresden und der Sächsisch-Böhmischen Bahn zu Dresden.* — Der Centralbahnhof in Basel⁸⁾ liegt auf dem linken Rheinufer und nimmt die Französische und Schweizerische Bahn auf.

Der Grundriss von demselben, Fig. 1, Tafel XXXVI, zeigt eine überaus zweckmässige Anlage nach dem combinirten Systeme der Zwischenstationen mit dem der Kopfstationen. Der Perron bildet nach beiden Seiten verlängert sogenannte Zungenperrons. Die Anlage der Gleise ermöglicht, dass an beiden Langseiten vorgefahren werden kann.

Der Mittelbau des Gebäudes enthält ein Vestibül von 30^m,6 Länge, 15^m,3 Breite und 11^m Höhe. In diesem sind das Billetverkaufsbureau und die Gepäckexpedition als besondere hölzerne Einbauten angebracht. Die Billetverkaufsstätte liegt dem mittlern Eingange gegenüber an der Perronmauer; der mittlere, als halbes Achteck vorspringende Theil desselben hat drei grosse Lichtöffnungen, jede mit einer Scheibe geschlossen, durch welche der Billetverkauf stattfindet. Der Verkauf selbst wird dabei durch eine kleine in der Scheibe angebrachte Oeffnung vermittelt. Unmittelbar neben dem Billetlocal liegt rechts die Gepäckexpedition für die Französische, links für die Schweizerische Bahn.

⁷⁾ In dieser Figur bezeichnen: *a* Abschluss für die Beamten, *b* feuerfeste Schränke, *c* Treppe zum Oberpostamt, *d* Zahlstisch, *e* Briefschalter, *f* Cassirer der Briefpost, *g* Treppe zu den Briefträgerzimmern, *h* Treppe zu den Dienstwohnungen, *i* Passage, *k* Wendeltreppen.

⁸⁾ Zeitschrift für Bauwesen von Erbkam, Jahrgang XV, 1865, p. 175.

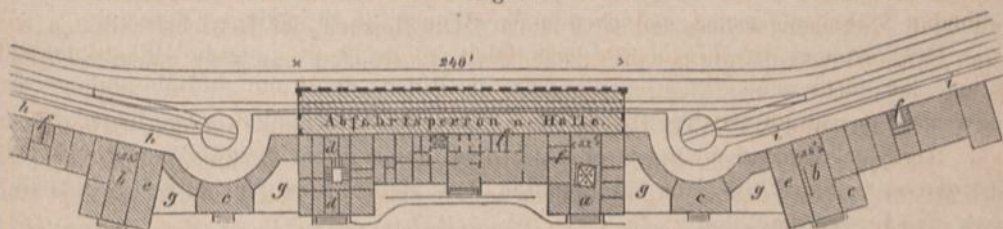
Dem entsprechend sind rechts vom Vestibül die Wartesäle für die Französische, links die für die Schweizerische Bahn angeordnet. In beiden Abtheilungen sind die verschiedenen Classen der Säle nur durch Bretterwände voneinander und von dem Corridor getrennt.

An beiden Enden des Gebäudes sind Aborte gelegen und durch Ueberdachungen mit demselben verbunden. Die Gepäckausgaben daselbst messen 21^m in der Länge, 18^m in der Breite. Für den Eilgutverkehr ist ein besonderes Gebäude angelegt.

Wenn bei Zwischenstationen mehrere Züge zugleich aufgestellt werden sollen, so ermöglicht man dies auch wohl durch entsprechend grosse Perronlänge. So ist z. B. bei den Bahnhöfen der Leipzig-Dresdener Bahn in Dresden Sorge getragen, dass gleichzeitig zwei Züge ankommen und einer abfahren kann. Das Empfangsgebäude erhält dadurch eine sehr grosse Länge, indem hier die bei Endstationen an beiden Seiten der Gleise liegenden Räumlichkeiten hintereinander auf einer Seite derselben zu vertheilen sind. Das genannte Empfangsgebäude enthält in der Mitte die Räume für die Abfahrt und an jeder Seite Ankunftsvestibüle und zugehörige Locale. In Fig. 6, welches die Grundriss-skizze dieses Bahnhofes zeigt, bezeichnet:

- | | |
|--|---------------------------------------|
| <i>a</i> Abfahrtsvestibül, | <i>e</i> Gepäckausgabe, |
| <i>b</i> Ankunftsvestibül, | <i>f</i> Retiraden, |
| <i>c</i> Eilgutexpedition, | <i>g</i> Höfe, |
| <i>d</i> Administration, | <i>h</i> Perron der Ankunft von Prag, |
| <i>i</i> Perron der Ankunft von Leipzig. | |

Fig. 6.



Zwischen den Gebäudetheilen für die Ankunft und Abfahrt sind Räumlichkeiten für den Eilgutverkehr zweckmässig gelegen, indem dieselben einerseits mit der an der Ankunftsseite liegenden Gepäckausgabe, andererseits mit der an der Abgangsseite liegenden Gepäckannahme in Verbindung stehen, so dass dasselbe Beamtenpersonal gleichzeitig allen drei Zwecken dienen kann.

Die gleichzeitige Aufstellung von mehreren Zügen an derselben Perronseite wird in einfacherer Weise auch dadurch ermöglicht, dass man dem Perron entsprechend grosse Länge giebt und die Züge unmittelbar hinter- oder voreinander aufstellt. Darauf basiert z. B. das Project des neuen Empfangsgebäudes der Sächsisch-Böhmischen Staatsbahn zu Altstadt-Dresden.⁹⁾

Bei der Bearbeitung des Planes hat das Bestreben obgewaltet, die Vorzüge in einer Anordnung zu vereinigen, welche ebenso den Kopfstationen wie den Durchgangsstationen beiwohnen, und welche ausserdem aus der Anordnung von Billet- und Gepäckexpeditionslocalitäten französischer und englischer Personenstationen sich entnehmen lassen, insoweit diese in Bezug auf die Fähigkeit der Bewältigung grosser Massen von Verkehr sich vortheilhaft vor deutschen Anlagen auszeichnen.

⁹⁾ Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahn-W., IV. Bd., Jahrgang 1867, vom Ingenieur und Staatseisenbahn-Director M. M. v. Weber. p. 1.

In dem Grundrisse Fig. 2, Tafel XXXV bedeutet:

- | | |
|--|---|
| 1 Gepäckannahme, | 14 und 15 Zimmer für Adjutanten, |
| 2 Gepäckausgabe, | 16 Portier, |
| 3 Billetausgabe, | 17 Eilgutexpedition, |
| 4 Polizeilocal, | 18 Casse derselben, |
| 5 Wartesaal III. Classe, | 19 Packkammer, |
| 6 Büffet, | 20 Post, |
| 7 Wartesaal I. und II. Classe, | 21 Betriebsexpedition, |
| 8 Speisesaal, | 22 Telegraphenbureau, |
| 9 Nebenzimmer auch für Damen, | 23 Oberschaffnerzimmer, |
| 10 Retirade, | 24 Ausgang für Ankommende aus der Rich- |
| 11, 12, 13 Zimmer für hohe Herrschaften, | tung Prag. |

Von dem 137^m langen, zum grössten Theil überdachten Perron liegen zwei Hauptgleise durch Weichen in der Mitte in solcher Weise verbunden, dass Züge vor jedem Ende des Perrons halten und jeder abfahren kann, ohne den andern zu stören. In der einen Richtung fahren die Züge nach Leipzig, Berlin, Schlesien, Freiberg, in der andern die nach Böhmen. Die Züge stellen sich so auf, dass die Maschinen und die hinter denselben gehenden Gepäckwagen einander gegenüber in der Mitte von den für die Ausfahrt bestimmten Weichen halten. Die Gepäckexpedition ist dem entsprechend zweckmässig in der Mitte des Gebäudes angeordnet und zwar so, dass um dieselbe herum sich zwei Bewegungsströme für das Kommen und Gehen bilden können. Das Vestibül ist querliegend angeordnet und architectonisch schön und grandios ausgestattet, frei von Zugluft bei geöffneten Thüren und bietet ausreichende Wandfläche für die nöthigen Bureaus.

Der Verfasser der Idee des Projects tadelt mit Recht die Lage des Billetraums und beklagt, dass nicht seinen Intentionen gemäss der Billetverkauf und ein Informations- und Geldwechselbureau auf dem Vestibül in frei aufzustellenden Pavillons eingerichtet sei.

Der Gepäckausgaben sind zwei angeordnet, damit je nachdem links oder rechts ein Zug ankommt, ohne Störung der Manipulation eines vielleicht zu gleicher Zeit abgehenden Zuges expedirt werden kann.

Im ersten Geschoss des Gebäudes liegen die Bureaus der Direction, Conferenzsäle etc., Wohnungen des Bahnhof- und Bureauvorstehers, Billeteurs, Eilgutexpedienten, Buchhalter, Magazine und Depots. In den Etagen und Entresöls der Flügelgebäude finden sich die Wohnungen des Betriebsoberinspectors, des Bureaudieners, Restaurateurs, Oberbuchhalters und Betriebsingenieurs, welche zum Theil nicht in allen Punkten den Anforderungen an gute Wohnungen entsprechen, worauf wir aufmerksam machen; da wir bereits früher hervorgehoben haben, dass es zweckmässig sei mit derartig grossen Gebäuden so wenig wie möglich Wohnräume in Verbindung zu bringen, vielmehr diese in abgesonderten Gebäuden getrennt anzulegen, und lieber auf grossartige architectonische Effecte zu verzichten, welche allerdings in diesem Falle und bei Innehaltung zweckmässiger Höhen schwer zu erreichen sind.¹⁰⁾

§. 13. Bei ältern grossen Zwischenbahnhöfen wie zu Hannover und Breslau, welche einen bedeutenden Personenverkehr zu vermitteln haben, trennte man nach den Zugrichtungen das Empfangsgebäude in zwei Theile und legte in jedem vollständige Expeditions- und Wartelocalitäten an, welche einerseits für die Züge nach rechts, andererseits für die

¹⁰⁾ In neuester Zeit wurden die früher einstückigen Theile dieses Gebäudes noch mit zwei weiteren Stockwerken versehen und in dieselben die Bureaus der neu gebildeten General-Direction von den Sächsischen Staatsbahnen verlegt, sowie hierzu auch ein Theil der frühern Wohnräume verwendet.

nach links dienen. Bei dieser Anordnung ist doppeltes Personal erforderlich, das Publicum orientirt sich schwer, und wenn der Verkehr in einer Richtung den in der andern zeitweis überwiegt, so steht immer nur der halbe Apparat zu Gebote, während ein Theil der andern Hälfte nicht entsprechend ausgenutzt werden kann. Die Erfahrung hat über diese Anordnung vollständig den Stab gebrochen, so dass man, wo sie sich noch vorfindet, durch Umbauten und Neubauten bemüht ist, ein einheitliches Verkehrssystem einzuführen.

c. Endstationen.

§. 14. *Empfangsgebäude der Leipzig-Dresdener Bahn zu Leipzig, des Bahnhofes zu Prag, desgl. in Trouville-Deauville und des Centralbahnhofs zu Köln.* — Wir kommen nun zu den Endstationen, zunächst zu denjenigen, welche in der Form und Anordnung den Zwischenstationen ähnlich sind, indem das Empfangsgebäude an einer Langseite liegt und die Gleise vor demselben vorbei in einiger Entfernung meistens auf einer Drehscheibe endigen.

Das Empfangsgebäude des Bahnhofes der Leipzig-Dresdener Eisenbahn in Leipzig, Fig. 1, Tafel XXXV, bildet eine lange zusammenhängende Gebäudegruppe, theilweis für die Abreisenden, theilweis für die Ankommenden. Am ersten Gebäudetheil schliesst sich eine Personenhalle an, in welcher an der gegenüberliegenden Langseite ein Perron angelegt, welcher nur bei aussergewöhnlichem Verkehr, Extrazügen, Militairzügen benutzt wird. Die ankommenden Züge halten an dem in der Verlängerung der Halle liegenden überdachten Perron. An einem Ausgangsvestibül werden daselbst die Gepäckstücke ausgegeben. Die Zeichnung dürfte die Anordnung im Uebrigen genügend deuten.

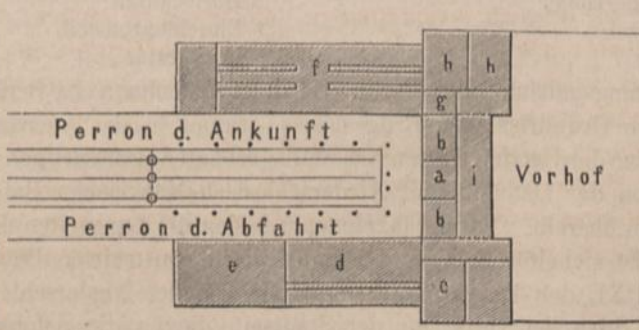
Beim Bahnhofe Prag, Fig. 5, Tafel XXXVI, liegt an der einen Seite des Gleises der Abgangsperron mit dem Empfangsgebäude, an der andern der Ankunftsperon und die Gepäckausgabe. Es bezeichnet:

- | | |
|---------------------------------|--------------------------|
| <i>a</i> Vestibül, | <i>i</i> Telegraphie, |
| <i>b</i> Billetverkauf, | <i>k</i> Durchgang, |
| <i>c</i> Gepäckannahme, | <i>l</i> Corridor, |
| <i>d</i> Wartezimmer I. Classe, | <i>m</i> Stationsbureau, |
| <i>f</i> - II. - | <i>o</i> Kaiserzimmer, |
| <i>g</i> - III. - | <i>p</i> Perron, |
| <i>h</i> Restauration, | <i>q</i> Gepäckausgabe. |

Die Perrons und die zwischen denselben liegenden Gleise sind mit einfacher Halle überdacht; die Gleise endigen auf einer grossen Drehscheibe.

Wenn auch die Stirnseite der Halle verbaut ist und die Gleise an drei Seiten von Baulichkeiten eingeschlossen sind, so nennt man die Anordnung eine Kopfstation.

Fig. 7.



Eine kleine Anlage derart, wobei statt der Halle nur Perronüberdachungen zur Ausführung gekommen sind, zeigt der Bahnhof in Trouville-Deauville. (Fig. 7.)

Trouville-Deauville ist ein sehr besuchtes Seebad, Havre gegenüber an dem südlichen Ufer der Seine mündung gelegen. Vor dem Empfangsgebäude liegt ein Vorhof, an dem Vestibül *i* liegt bei *a* der Billetverkauf, bei *b* die Gepäckannahme; *c* ist der Wartesaal für die II. Classe, *d* für die I. Classe und *e* für die III. Classe; *f* die Gepäckausgabe für die Ankunftsseite, *g* die Eilgutexpedition, bei *h* liegen Dienstlocale. Die Verladung des Gepäcks in den Packwagen eines Eilzuges geschieht zweckmässig an dem Ankunfts-perron so, dass durch den Gepäcktransport von der Gepäckannahmestelle nach dem Wagen das einsteigende Publicum in keiner Weise belästigt wird. Unmittelbar vor der Abfahrt setzt sich die Maschine mit dem Packwagen vor den Zug.

Eine interessante Anlage, welche zum Theil als Kopfstation, zum Theil als Durchgangsstation dient, zeigt der Centralbahnhof zu Köln¹¹⁾, Fig. 6, Tafel XXXVI. Abgesehen von der nicht ganz ausreichenden Weite des Vestibüls und der Corridore sowie Grösse der Wartesäle, entspricht die Anlage den Anforderungen des Verkehrs sowohl bezüglich der Anordnung als der Abmessung der Räume. Für das Vestibül wird ein Durchmesser von 10^m,3, für den Hauptcorridor eine Breite von 5^m,6 nach den gewonnenen Erfahrungen als dem Bedürfniss entsprechend bezeichnet. In dem oberen Geschosse befinden sich unter Anderem Restaurationslocale. Den Durchschnitt der Halle daselbst siehe Fig. 1, Tafel XL.

§. 15. *Empfangsgebäude der Kaiserin Elisabeth-Bahn zu Wien, der Berlin-Görlitzer Bahn in Berlin und des Bahnhofes zu Zürich.* — Eine grössere Kopfstation zeigt Fig. 3, Tafel XXXVI das Empfangsgebäude des Westbahnhofes in Wien, bei welchem hervorzuheben ist, dass zwischen der Halle und den an den Langseiten liegenden Baulichkeiten, welche die Wartesäle etc. enthalten, kleine Gärten angeordnet sind, wodurch ermöglicht ist der Halle Seitenlicht zu geben und die Wartelocale im Sommer zu sehr behaglichen Aufenthaltsorten zu gestalten. Vor der Stirn der Halle liegt das Administrationsgebäude. In der Figur bezeichnet:

<i>a</i> Vorhalle,	<i>p</i> Corridor,
<i>b</i> Vestibül,	<i>q</i> Vestibül,
<i>c</i> Billetverkauf,	<i>r</i> Gepäckausgabe,
<i>d</i> Gepäckexpedition,	<i>s</i> Telegraph,
<i>e</i> Tabaksverkauf,	<i>t</i> Platzinspection,
<i>f</i> Localvorstand,	<i>u</i> Ingenieurbureau,
<i>g</i> Wartesaal I. Classe,	<i>v</i> Drucksachendepot,
<i>h</i> - II. -	<i>w</i> Aerztliche Ordinationslocale,
<i>i</i> Restauration,	<i>x</i> Portier,
<i>k</i> Restaurateur,	<i>y</i> Eilgutausgabe,
<i>l</i> Wartesaal III. Classe,	<i>z</i> Centralcassee,
<i>m</i> Offene Halle,	<i>α</i> Hoflocalität,
<i>n</i> Polizei,	<i>β</i> Einreichprotocoll,
<i>o</i> Post,	<i>γ</i> Registratur.

Das Empfangsgebäude der Berlin-Görlitzer Eisenbahn in Berlin (siehe Fig. 4, Tafel XXXVI den Grundriss vom Erdgeschoss) stimmt in der Anordnung im Wesentlichen mit den in den letzten Jahren ebenfalls erbauten grossartigen und imposanten Empfangsgebäuden der Ostbahn und Niederschlesisch-Märkischen Bahn (Fig. 5, Tafel XXXIII) in Berlin überein. Zwei Flügelbauten bilden die Langseiten der Halle, welche freitragend mittelst sichelförmiger von Schmiedeeisen construirter Träger überdacht ist (s. Fig. 5, Tafel XL den Durchschnitt der Halle von der Niederschlesisch-Märkischen Bahn). Vor der Stirn der Halle an der Stadtseite liegen die Salons für den König. Der rechtsseitige Langbau enthält, da auf den preussischen Eisenbahnen rechtsseitig

¹¹⁾ Erbkam. Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 1862, p. 374.

gefahren wird, die Räume für die Abfahrt, der linksseitige diejenigen für die Ankunft, in der aus der Zeichnung speciell hervorgehenden Weise. Vor den drei Eingangsthüren des Abfahrtsvestibüls liegt ein Säulenporticus, welcher Vorfahrthalle bildet und ausserdem seitlich Eingänge für Fussgänger enthält, so dass diese durch den Wagenverkehr nicht belästigt werden. Das Vestibül hat eine Grösse von 254 m^2 . Auf demselben findet an drei Schaltern der Billetverkauf statt, wobei die I. und II., die III. und IV. Classe gesondert sind. Die Gepäckannahme, zur Rechten etwa 316 m^2 gross, öffnet sich nach dem Vestibül in ganzer Breite. Zur Linken vermittelt ein Corridor von $3^m,4$ Breite den Verkehr an den Retiraden vorüber nach den Wartesälen, von denen der für die IV. Classe ausserdem noch mit dem Vestibül in directer Verbindung an der Hallenseite steht.

Die Wartesäle und die auf der entgegengesetzten Seite liegenden Betriebsräume liegen in einstöckigen Bautheilen und haben so weit nöthig Oberlicht erhalten. Zu beiden Seiten schliessen sich Bautheile an, welche um zwei Geschoss höher geführt sind. Der vor der Stirn der Halle befindliche Bautheil besteht aus einem Mittelbau, der die übrigen Bautheile noch um ein Geschoss überragt und zwei Eckbauten. Eine grosse Unterfahrthalle durch zwei Geschosse hindurchreichend vermittelt den Zugang zu den Räumen für den König, welche besonders opulent ausgestattet sind, und zu den oberen Geschossen, woselbst Bureaus und Wohnräume liegen.

An der Ankunftsseite liegt ausser einem Wartesaal die Gepäckausgabe. Vor der ganzen Langseite daselbst liegt ausserhalb ein etwa 167^m langes, $3^m,7$ weit ausladendes, auf eisernen Consolen ruhendes Dach, unter dem die Angekommenen die Wagen besteigen können.

In dem Grundrisse bezeichnet:

- a* Expedition für ankommendes Gut, *c* Saal für Publicum, welches Züge erwartet,
b Räume für Post, Polizei, Gepäckträger etc., *d* Unterfahrt für hohe Herrschaften,
e Wartesalon derselben.

Ueber die Halle der Niederschl.-Märk. Bahn s. das Nähere §. 31 und Fig. 5, Taf. XL.

Das neue Empfangsgebäude zu Zürich, von dem in Fig. 4, Tafel XXXVIII der Grundriss vom Erdgeschoss mitgetheilt wird, zeigt einige höchst bemerkenswerthe architectonische Anordnungen, welche auf einen bedeutenden Personenverkehr berechnet sind. Die wesentlichsten Räume liegen an einer Langseite der Personenhalle, vor der Stirn derselben liegt der Raum für die Gepäckausgabe und das Ausgangsvestibül für die Angekommenen. Der architectonischen Gestaltung nach kann man drei Gebäudegruppen unterscheiden. Die Hauptgruppe bildet das eigentliche Empfangsgebäude an der Abgangseite der Halle in einem Abstände von $21\text{--}24^m$ von derselben entfernt. Die Mitte dieser Gebäudegruppe nimmt das grossartige in Kuppelform überdeckte Abgangsvestibül ein, an welchem rechts und links Vestibüle sich anschliessen, welche rechts die Billetverkaufslocale für I. und II. Classe, dann die Eingänge zu den betreffenden Wartesälen, links die Billetausgabe III. Classe, die Eingänge zum Wartesaal III. Classe und zur Restauration III. Classe enthalten; daran schliessen sich an beiden Seiten Dienstlocale etc. In der Mitte, dem Eingangsvestibüle gegenüber, liegt die Gepäckannahme und erstreckt sich mit einer breiten Rampe bis zum Perron der Personenhalle. Diese Gebäudegruppe zeigt sich im Aeusseren zweigeschossig, der Mittelbau und die beiden Eckpavillons treten über die Zwischenbauten höher hervor. Ausser einem Kellergeschoss, in welchem die Heizräume, Küchen und Kellerräume des Restaurateurs etc. liegen, und dem Erdgeschoss sind theilweis Zwischengeschosse und durchgängig eine Etage angeordnet, in welcher Dienstwohnungen für die Beamten und Bureaus der Eisenbahn-Gesellschaft untergebracht sind. Da die im ersten Geschoss liegenden Räume keine sehr grosse Ausdehnung haben, wie

z. B. für die Wartesäle nothwendig, so war es nicht schwierig, ein zweites Geschoss zweckmässig anzuordnen und stabil auszuführen, und konnte andererseits dadurch ein imposantes Aeusserer gewonnen werden. — Die zweite Hauptgebäudegruppe liegt zwischen dem eigentlichen Empfangsgebäude und der Personenhalle und enthält die Wartesäle, Restaurationslocale, Lichthöfe und in der Mitte die vorerwähnte Rampe, welche die Gepäckannahme mit der Halle verbindet. Diese Gruppe, welche die Halle auch an der Stirn- und Rückseite umfasst, ist eingeschossig ausgeführt, wodurch ermöglicht ist, dem Empfangsgebäude im zweiten Geschoss und der Halle, welche als dritte Gebäudegruppe sich hoch aus der zweiten emporhebt, volles Seitenlicht zu geben. Eine Reihe von Dienstlocalen schliessen sich der Halle entlang an die Locale für das Publicum an, welche zum Theil ausserordentliche Dimensionen annehmen. Die Halle, welche alle andern Bautheile überragt, hat eine Länge von 169^m, eine lichte Weite von 43^m,3, und wird ohne Zwischenstützen durch eine in Eisen hergestellte Dachconstruction, welche mit gewelltem Eisenblech eingedeckt wird, überspannt. In Gesimshöhe ist um die ganze Halle eine Gallerie angebracht, um die Beaufsichtigung und Unterhaltung des Daches zu erleichtern und Schneeanhäufungen verhindern zu können. Diese Gallerie dient zugleich als Dachrinne und liegt 18^m,6 hoch über dem Fussboden der Halle. In der Halle liegen zwei Seiten- und ein Mittelperron von je 6^m Breite. — Die im Ganzen überbaute Grundfläche nebst Halle beträgt ca. 13232 □^m, die Grundfläche der Personenhalle 7341 □^m, die Restaurationslocale und Wartesäle enthalten zusammen einen Flächeninhalt von ca. 935 □^m.

Das interessante Gebäude, über das wir leider Specielles nicht haben in Erfahrung bringen können, soll zum Theil der genialen Erfindung Sempers zuzuschreiben sein und ca. 660,000 Thlr. gekostet haben.

In dem Grundriss bezeichnet:

A Einsteigehalle,	o Wartesaal II. Classe,
a Haupteingang,	p Wartesaal I. Classe,
b Seiteneingänge,	q Toilette,
c Vorhalle,	r Restauration III. Classe,
d Gepäckannahme,	s Wartesaal III. Classe,
e Expedition,	t Retiraden,
f Billetverkauf I. und II. Classe,	u Perrons,
g Billetverkauf III. Classe,	v Platz für die Gepäckausgabe,
h Portier,	w Ausgangsvestibül,
i Corridor,	x Wartelocale für Publicum, welches ankommende Reisende erwartet,
k Lichthof mit Glasbedachung,	y Locale für den Betriebsdienst,
l Retiraden,	z Bureaus.
m Buffets,	
n Restauration II. Classe,	

§. 16. *Empfangsgebäude des Bahnhofs zu Stuttgart.* — Legt man die Wartesäle in die Mitte zwischen zwei Gleise, so kann man sich den Vortheil verschaffen, die Züge abwechselnd auf den beiden äussern Gleisen an daselbst anzulegenden Perrons ankommen zu lassen und den Zeitverlust zu vermeiden, welchen das Umsetzen des Zuges von dem Ankunftsgleise auf das Abfahrtsgleis erfordert. Die Abfahrtsgleise resp. Perrons liegen in diesem Falle an den Langseiten des Mittelgebäudes, welches also die Anlage in zwei getrennte voneinander unabhängige Theile theilt, von welchen jeder eine Kopfstation für sich bilden könnte.

Als Beispiel einer solchen Anlage in grossem Maassstabe ist das neuerbaute Empfangsgebäude des Bahnhofs zu Stuttgart, Fig. 3, Tafel XXXV, anzuführen. Der Bahnhof daselbst liegt an einem sehr günstigen Punkte der Stadt und war bei dem ungewöhnlich lebhaften Personenverkehr in allen Theilen zu klein, bevor der-

selbe umgebaut worden ist. Zu einer Verlegung des Bahnhofes an eine andere Stelle konnte man sich nicht verstehen und um ein Provisorium während des Umbaues zu ersparen, liess man zunächst vom Alten soviel stehen, wie zur Fortführung des Betriebes nothwendig war, und erbaute neben dem alten Empfangsgebäude, resp. der alten Halle ein neues Empfangsgebäude und eine neue Halle, mit dem Vorhaben, nach Vollendung der neuen Bautheile den Betrieb in diese zu verlegen und dann das Alte ebenfalls umzubauen.

Es entstand somit die Anlage eines Doppelbahnhofes, bei dessen Projectirung folgende Bedingungen des aufgestellten Programms maassgebend gewesen sind.¹²⁾

1. Einrichtung des Personenbahnhofes mit eigenen Gleisen und Perrons für Ankunft und Abgang in beiden Richtungen und für Localzüge nach und von Canstadt. Möglichkeit die auf einer der beiden Hauptrichtungen ankommenden Züge unabhängig von der ordentlichen Zufahrt auf der andern Seite einlaufen zu lassen.
2. Verschlussbarkeit der Wartesäle gegen den Einsteigeperron.
3. Bequemer Zugang zu und geräumiger Vorplatz vor den Cassen.
4. Geräumige Gepäckausgabe auf dem Wege von den Cassen nach den Wartesälen.
5. Eilgüterdienst und Vereinigung der Gepäckabgabe mit demselben.
6. Post mit Gang ausserhalb der Passage in den Hallen.
7. Grosse Wartesäle für den königlichen Hof, der I., II. und III. Classe mit Büffets für II. und III. Classe.
8. Bequeme Dienstlocale für die Bahnhofsbeamten und Officianten.
9. Abgesonderte Wartezimmer für Kranke, Gefangene etc.

Ausserdem sollten im Empfangsgebäude noch Locale für die Materialverwaltung, die Hauptcasse, die Canzleien, das technische Bureau und die Eisenbahnverwaltung mit dem Centralbureau und endlich Wohnungen für den Betriebsdirector, Betriebsinspector, für einige Canzleiwärter eingerichtet werden.

In der Fig. 3, Tafel XXXV bezeichnet *BB* die Stelle, auf welcher die alte Halle mit dem Empfangsgebäude sich vorfand, *AA* die zunächst hergestellte neue Halle und *CC* das neue Empfangsgebäude, bei *h* liegen die alten Restaurationslocale.

An der Stirnseite liegt in der Mitte ein grosses in reicher Renaissance ausgeführtes überwölbtes Säulenvestibül von etwa 29^m Breite und Länge, in welchem nach den Bahnen getrennte Billetausgaben eingebaut sind. Neben diesem Vestibül liegen rechts und links Gepäckausgaben, Ausgänge für die Angekommenen und Locale für den Eilgutverkehr, in ebenfalls imposanten Grössenverhältnissen. Von dem Vestibül tritt man in die in der Mitte des Mittelflügels angeordnete grossartige Halle von ca. 8^m,5 Breite und 114^m Länge, an welcher zwei Gepäckannahmen, Aborte, Postlocale, die Wartesäle und Restaurationslocale liegen. Den Abschluss am Ende dieses etwa 157^m langen und 34^m breiten Bautheiles bilden die Wartesäle und Restaurationslocale III. Classe, endlich die Bureaus der Bahnhofsverwaltung, in deren Mitte ein Thurm sich erhebt, von dessen oberem Geschosse aus der ganze Bahnhof überwacht und der Betrieb mittelst telegraphischer Verbindungen mit dem Güterbahnhofe und anderen wichtigen Bahnhofstheilen geleitet werden soll.

In den schräg zur Bahnachse gestellten Gebäudetheilen sind Bureaus untergebracht.

Ueber die Hallen siehe §. 33 und Fig. 1, Tafel XLI. Nach dem Betriebsplane fährt jeder durchgehende Zug aus der Halle ab, in welcher er angekommen ist, und geschieht die Anfahrt an den Aussenperrons, von welchen die Züge nach der Entleerung an die innern, den Wartesälen zunächst gelegenen umgesetzt werden. Nur die durchgehenden Courierzüge fahren an demselben Perron ab, an welchem sie ankommen, nachdem der Ge-

¹²⁾ Förster. Allgem. Bauzeitung, Jahrgang 1868.

päckwagen und die Maschine auf einer der an den Enden der Hallen liegenden Drehscheiben gedreht und vor den Zug gesetzt worden sind.

Die Räume des Zwischenbaues erhalten ihr Licht indirect von den Hallen und durch Oberlichter. Die Heizung derselben geschieht durch erwärmte Luft, zu welchem Zweck sechs Calorifères in Souterrainräumen aufgestellt sind. Mit der Heizung ist die Lüftung der Wartesäle und Aborte in Verbindung gebracht, indem von hieraus gemauerte Canäle nach den Feuerstellen der Calorifères führen.

Durch einen Tunnelgang ist das vom Bahnhof entfernt liegende Postgebäude mit dem Postlocale auf dem Bahnhofs behuf Transport der Postpäckereien verbunden.

§. 17. *Empfangsgebäude des Nordbahnhofs zu Paris.* — Von den grossartigen neuesten Bahnhöfen in Paris theilen wir in Fig. 1, Tafel XXXIX den Grundriss des Bahnhofes der Nordbahn mit.

Dieser grossartige Bahnhof der Weltstadt wurde von dem verstorbenen Architekten Hittorf in Paris im Jahre 1866 vollendet. Die Anlage ist eine so ausgedehnte und grossartige, dass eine specielle Beschreibung derselben allein ein grösseres Werk ausmachen könnte. Ich beschränke mich daher darauf, einen Ueberblick zu geben, im Uebrigen auf die Zeichnungen zu verweisen.

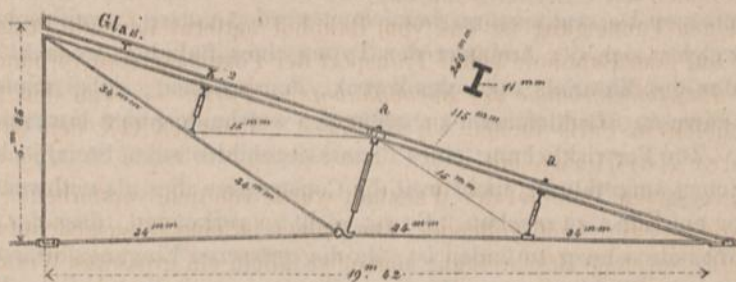
Die Anlage hat die Form der Kopfstationen. An der Langseite der Halle liegen rechts die Localitäten für die Ankunft, links diejenigen für die Abfahrt, entsprechend dem Gebrauche auf den französischen Bahnen auf dem linksseitigen Bahngleise zu fahren. Vor der Stirn der Halle liegen ausser einigen Wartesälen, zum Theil nur untergeordnete Räume, Diensträume für Beamte, die Telegraphenräume, in der Mitte Zimmer für den Kaiser etc., eine Anordnung, welche mit der grossartigen sich weitbogig öffnenden Stirnfaçade am Place de Roubaix nicht wohl im Einklange steht. Die die linke Langseite der Halle einnehmenden Räumlichkeiten für die Abfahrt bilden zwei getrennte Hauptgruppen. Die erste Gruppe, die linke Seite der Stirnfront einnehmend, dient für den sogenannten Banlieue-Verkehr — Stadtgebietverkehr und den Verkehr mit den näher liegenden Städten, Vorstädten etc. — und besteht aus dem Vestibül von pptr. 25^m Länge, 10^m Breite, auf welchem die Billetverkaufsbuden an der Wand aufgestellt sind, der Gepäckannahme von etwa 20^m Länge und 10^m Breite und den Wartesaalabtheilungen für I., II. und III. Classe. Die zweite Gruppe für den Verkehr auf den grossen Linien nach England und Deutschland bestimmt, enthalten ein Vestibül von 95^m Länge und 9^m,5 Breite, eine Reihe von Billetbureaus, eine Gepäckannahme von 26^m und 39^m,5 Länge und vier Systeme von Wartesaalabtheilungen. Alle diese Wartesaalabtheilungen liegen in einem einzigen grossen bis zur schrägen Dachfläche hinaufreichenden Raume von 60^m Länge und 22^m,5 Breite, welcher mittelst Dampfheizung durch in Fussbodencanälen liegende Röhren geheizt werden kann. Die Theilungen sind durch Bretterwände mit darauf gestellten Eisengittern hergestellt. An der Ankunftsseite des Gebäudes liegt die Gepäckausgabe in einer Länge von 40^m, ein Ausgangsvestibül für die nur mit Handgepäck Versenen, Wartesäle, in welchen diejenigen, welche Gepäck expedirt haben, bis zur Sortirung und Ausgabe desselben zu warten haben, und eine Gepäckausgabe für die der Zollrevision zu unterwerfenden Gepäckstücke. Im Anschlusse an diese Räume links und rechts liegen die grossen Eilguthallen und Bureaus, links für den Versand, rechts für den Empfang.

In der Fig. 1 auf Tafel XXXIX bezeichnen: *a* Zimmer für den Kaiser, *b* Telegraphenräume, *c*, *c* Ausgänge für die Reisenden, *d*, *d* Diensträume, *e*, *e* Wartesäle für den Banlieue-Verkehr I., II. und III. Classe, *f*, *f* Wartesäle für die Hauptlinien I., II. und III. Classe, *g*, *g* Wartesäle für die Zweigbahnen I., II. und III. Classe, *h*, *h* Gepäckausgabe für den Banlieue-Verkehr, *i*, *i* Billetausgabe, *k*, *k* Gepäckausgabe für die Hauptlinien und Zweigbahnen.

Ueber die Hallen siehe §. 34 und Fig. 3, Tafel XLI.

Die grosse Gepäckausgabe, welche $38^m,84$ im Lichten hat, enthält eine freitragende Dachconstruction von der in Fig. 8 dargestellten Form nach dem Polonceau'schen Constructionssystem. Die Probelastung der Binders geschah durch eine Belastung von 150 Pfund pro Quadratmeter. Die Deckung des Daches besteht in der Mitte aus Glas,

Fig. 8.



im Uebrigen aus Zinkblech auf Holzunterlage. Zur Längsverbinding sind bei *aa* Zugstangen angebracht.

In der Hauptgepäckannahme sind die Tische im Zickzack so aufgestellt, dass sich einem Tischschenkel entlang eine sogenannte Queue von Menschen bilden kann, welche sich mit den Gepäckstücken nach dem Expeditionspunkte am Endpunkte fortbewegen, indem sie dieselben auf dem Tische, welcher zu diesem Zwecke mit halbrund geformten schmiedeeisernen Leisten beschlagen ist, fortschieben. An dem Expeditionsbureau angelangt, werden die Gepäckstücke der Reihe nach gewogen, expedirt und die Aufgeber abgefertigt.

Vor den Eingängen zu den Wartesälen werden, wie erwähnt, die Billets revidirt. Diese Revision bildet mit der Abnahme der Billets an der Ankunftsstation meistens die einzige Controle der Eisenbahnbeamten. In den Wagen werden die Billets selten nachgesehen. Dieserhalb werden in die Wartesäle nur Personen mit Billets eingelassen und dienen die Vestibules den Reisenden ebensowohl zu längerem Aufenthalte wie die Wartesäle. Es ist darnach wohl erklärlich, dass das Vestibül für den Hauptverkehr mit einer Breite von $9^m,5$ zu schmal befunden wird.

Zu den Wartesälen für den Verkehr auf den Hauptlinien gelangt man, indem man einen in niedriger Höhe mit Rohglas abgedeckten Zwischenbautheil zu passiren hat, in welchem auch die Biletbureaus angebracht sind. Wenn auch diese Anordnung der sonstigen Grossartigkeit des Gebäudes nicht entsprechend ist, so wurde es doch dadurch möglich, den Wartesälen directeres Seitenlicht zu geben, indem oberhalb der obigen Glasabdeckung Fenster angelegt sind, welche freilich den grossen Raum nur spärlich erhellen.

Die Wandflächen aller grösseren Räume des Gebäudes sind aus sauber bearbeiteten Quadern ohne Verputz und ohne Anstrich hergestellt. An den grossen schlichten Flächen im Wartesaale sind im grossen Maassstabe die Karten von Frankreich, Deutschland, England und der Situationsplan von Paris mit Umgebungen farbig gemalt dargestellt. Die Decke des Saales ist in Holztäfelung einfach mit Leisten hergestellt und auf röthlich-gelbem Grunde mit rothen Linien und Ornamenten einfach decorirt. Die Leisten sind grün mit goldgelben Linien, die eisernen Säulen ebenfalls grün mit Goldverzierungen decorirt. In den Theilungswänden sind Zeitungsverkaufsbureaus angebracht, Buffets überall nicht vorhanden.

Das Gebäude ist im römischen Style durchaus im Quaderrohbau sehr sauber, ein-

heitlich und grossartig in den Formen durchgeführt, in der Detaillirung maassvoll und edel, in den Constructionen klar und übersichtlich wahr behandelt. Dennoch hat der Bau von der Kritik scharfen Tadel erfahren müssen, und zwar nicht allein von denen, welche die mittelalterliche Baurichtung, namentlich die gothische, vertreten wissen wollen, sondern auch von denen, welche die dorische, ionische und korinthische Säule für das ABC der ganzen Baukunst halten. Es wird namentlich hervorgehoben, dass der Hauptfäçade eine innere Nothwendigkeit nicht zum Grunde läge, dass sie als eine Maske und der Typus einer angenommenen Decorationsform bezeichnet werden müsse, zweifelsohne einer solchen, unter welcher sich der Architect den Typus eines Bahnhofes gedacht hat. Es sei weder die Natur des Materials noch der Zweck, dem es dient, dabei maassgebend und nicht Absicht gewesen, Bedürfnissen zu genügen, welche doch den Formen zum Grunde liegen sollten. Zur Verwirklichung eines Phantasiegebildes seien Steinblöcke von colossalen Dimensionen aufgethürmt, nicht weil die Construction dies als nothwendig gefordert habe, sondern um Effect zu machen. Es ist nicht zu verkennen, dass der richtige Eingang in das Gebäude schwer zu finden ist, da die grösseren Eingangsformen in der Mitte nicht dem reisenden Publicum, sondern nur Beamten und distinguirten Reisenden zu dienen haben. Nur dadurch, dass der Verkehr so sehr bedeutend ist und fast ununterbrochen Reisende in das Gebäude strömen, wird man vor der beinahe 161^m langen Fronte desselben des Zweifels in dieser Beziehung überhoben.

Ueberdachte Hallen oder Anlagen zum Schutze beim Ein- und Aussteigen sowie für den Gepäcktransport fehlen gänzlich; vor dem Eingange für den Kaiser hat man nachträglich eine Glasverdachung angebracht, welche indess mit den classischen Formen der Fäçade sonderbar genug contrastirt. Durch das für die Säulenabstände angenommene Theilmaass ist die Weite der Eingangsöffnungen bedingt worden und dadurch an einigen Stellen zu gering.

Die Kosten der Erbauung haben sich nach Hittorfs Angaben folgendermaassen herausgestellt. Sie betragen pro Quadratmeter der bebauten Grundfläche einschliesslich der Halle 47 $\frac{2}{3}$ Thlr. Rund gerechnet betragen darnach die Gesamtkosten 1,500,000 Thlr. Die Hallenüberdachung kostete pro Quadratmeter der überdachten Fläche 13 Thlr. Für die an der Vorderfront aufgestellten Colossalstatuen, welche die mit Paris verbundenen Städte repräsentiren und von denen die den Hauptgiebel krönende die Stadt Paris selbst allegorisch darstellt, wurden verausgabt für jede der grösseren 1330 Thlr., für jede der kleineren 800 Thlr. In den beiden, im Mittelgiebel befindlichen Reliefs sind Pluto und Neptun dargestellt, die Spender der Metalle, Werkzeuge, des Wassers und Dampfes als brüderliche Beherrscher der Unterwelt und der Meere.

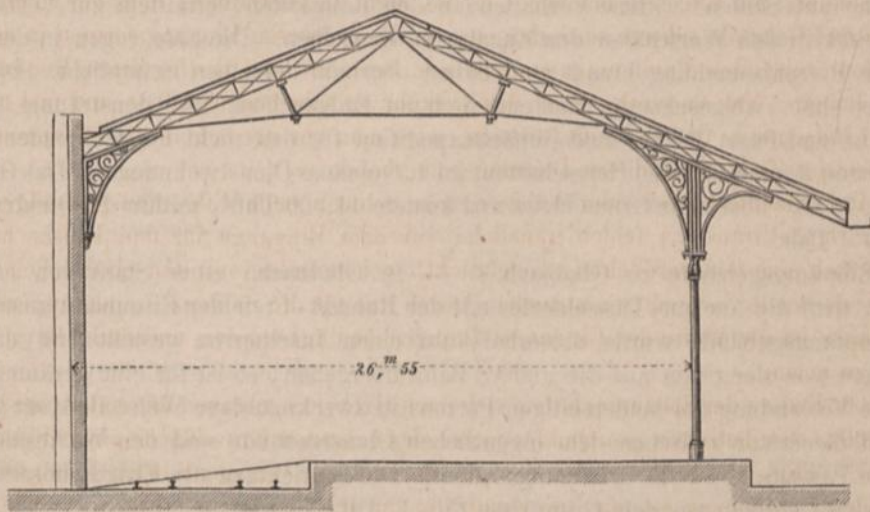
§. 18. *Der Bahnhof der Orleansbahn in Paris*, Fig. 2, Taf. XXXIX, ein ähnlich grossartiger und radicaler Umbau an Stelle eines alten, nicht ausreichenden Bahnhofes, ist in der Anordnung von dem vorigen dadurch verschieden, dass die Stirn der Halle das Administrationsgebäude abschliesst und dadurch die Abfahrtseite von der Ankunftsseite vollständig getrennt ist. Wie aus dem Grundrisse Fig. 2 hervorgeht, liegen die Baulichkeiten für die Abfahrt linksseitig am Quai d'Austerlitz, die für die Ankunft rechtsseitig an einem besondern Ankunfts Hofe.

Die Abfahrtseite enthält einen abgeschlossenen Vorhof, in dessen Mitte sich das Vestibül von 40^m,4 Länge, 17^m,3 Breite und 11^m Höhe durch grosse Eingangsöffnungen deutlich hervorhebt. Die Langseite desselben den Eingängen gegenüber nehmen die Billetverkaufslocale ein, links liegt die Gepäckannahme, rechts der Wartesaal, welcher zwei Gruppen von Wartesaalabtheilungen enthält. Die Gepäckannahme hat 59^m,7 Länge und 20^m,8 Breite, dieselbe Grösse hat der Wartesaal. Diese Anordnung ist sehr einfach und

übersichtlich und unterscheidet sich im Wesentlichen von der bei den neuen Berliner Bahnhöfen typisch gewordenen nur dadurch, dass die rechts vom Vestibül liegenden Räume dort links liegen und umgekehrt, wie es den verschiedenen Gebräuchen im Befahren der Bahngleise entsprechend ist. Bedeckte offene Hallen rechts und links vom Vestibül verbinden dasselbe mit den Retiraden, dem Postlocale und der linksseitig liegenden Restauration. Die Ankunftsseite enthält eine Gepäckausgabe von 110^m Länge und 14^m,8 Breite, ein Bureau, einen Wartesaal nebst Vestibül für das Publicum und ein Telegraphenlocal. Die sonstigen Locale sind auf der Zeichnung beschrieben. Der Hof für die Ankunft ist auf etwa 50^m Länge bei 40^m,5 Breite überdacht.

Vor der Stirn der Halle sind Ueberdachungen zur Aufstellung der Postwagen angebracht und an den Enden der Halle schliessen sich die Hallen für den Eilgutverkehr an, deren Construction in Fig. 9 dargestellt ist.

Fig. 9.



Die Kosten dieses Bahnhofes sollen betragen haben :

für Gebäude	6,260,102	Fres.
- Brücken, Perrons etc.	800,000	-
- Terrain	6,500,000	-
an Salair etc.	139,757	-
	<hr/>	
Summa	13,700,000	Fres.

Besondere Beachtung verdient der Bahnhof in Bezug auf die Anordnung des Grundrisses, welche bei auffälliger Einfachheit und Uebersichtlichkeit gerade den wichtigsten der an grössere Bahnhöfe zu stellenden Anforderungen am meisten entspricht.

d. Empfangsgebäude auf Inselferrons.¹³⁾

(Kreuz, Hamm, Corbetha, Minden, Königszelt, Gladbach, Wittenberg, Kohlfurt, Eydtkuhnen, Angermünde, Lehrte, Wunstorff, Cottbus.)

§. 19. *Empfangsgebäude auf den Bahnhöfen Nordstemmen, Gladbach, Hamm und Cottbus.* — Diese Gebäude haben meistens einen geringen Localverkehr, dagegen einen um so grösseren Durchgangsverkehr zu vermitteln. Demzufolge enthalten sie meistens sehr ausgedehnte Wartesaal- und Restaurationslocale, dagegen untergeordnete Bureaus für Billetverkauf und Gepäckexpedition.

¹³⁾ Erbkams Zeitschrift für Bauw. Jahrgang XII. 1862. pag. 370.

In allen Fällen müssen die Expeditionsräume auf der dem Orte zugewandten Giebelseite des Gebäudes angeordnet werden. Von denselben sollen die Empfangsräume ohne Benutzung der Perrons erreicht werden können. Andererseits müssen die Empfangsräume von beiden Perronseiten aus leicht zugänglich sein; auch muss gleichzeitig von beiden Seiten aus ein- und ausgegangen werden können, ohne dass Zugluft darin entsteht. Ferner soll man von einer Seite des Perrons zur andern gelangen können, ohne die Empfangsräume zu passiren, und dessen ungeachtet mit Vermeidung grosser Umwege. Auf gute Keller ist nicht zu rechnen, da die Räume des Erdgeschosses nicht erheblich höher als der Perron liegen dürfen.

Als charakteristische Beispiele führen wir an:

Das Empfangsgebäude auf dem Bahnhofe Nordstemmen der Hannoverschen Eisenbahn¹⁴⁾, dessen Grundriss in Fig. 3, Taf. XXXIX dargestellt ist, liegt in der Mitte eines Inseleperrons und ist an allen Seiten umgeben von einem den Perron überdeckenden Pultdache auf Säulen. Offene Vorhallen an den Langseiten vermitteln zur Vermeidung von Zugluft in den Wartesälen den Zugang zu denselben. Die Säule ragen in der Höhe über die Perronbedachung hinaus und haben oberhalb derselben Seitenlicht. Die Eckpavillons sind zweigeschossig und enthalten im Erdgeschoss die Diensträume für die Eisenbahn und Post, Billet- und Gepäckexpedition für den nicht unbedeutenden Localverkehr und Räume für hohe Herrschaften, im 1. Geschoss Dienstwohnungen. Das Gebäude enthält 975 □^m überbaute Grundfläche und kostete 44,300 Thlr., mithin der Quadratmeter etwa 45¹/₂ Thlr.

Empfangsgebäude zu Gladbach.¹⁵⁾ — In Gladbach, einer Stadt von mittlerer Grösse, trifft die Aachen-Düsseldorfer mit der Ruhrort-Crefelder Eisenbahn zusammen. Das Empfangsgebäude wurde dieserhalb auf einen Inseleperron gestellt und da viele Passagiere von der einen auf die andere Bahn übergehen, so ist für eine geräumige und bedeckte Verbindung der beiderseitigen Perrons in zweckmässiger Weise Bedacht genommen und dieserhalb zwischen dem eigentlichen Dienstgebäude und den Wartesälen eine bedeckte Passage von 7^m,5 Breite angeordnet. Die Einrichtung des Erdgeschosses erläutert sich im Uebrigen aus dem Grundrisse Fig. 4, Taf. XXXII.

In demselben bezeichnet:

<i>a</i> Vestibül,	<i>g</i> Stationsvorsteher,
<i>b</i> Billetraum,	<i>h</i> Passage,
<i>c</i> Gepäck,	<i>i</i> Wartesaal III. und IV. Classe,
<i>d</i> Portier,	<i>k</i> - I. - II. -
<i>e</i> Telegraph,	<i>l</i> Buffet,
<i>f</i> Commissionszimmer,	<i>m</i> Damenzimmer,
	<i>n</i> Toilettenzimmer.

Im Grundriss vom 1. Geschoss bezeichnet:

- 1 Wohnung für den Assistenten,
- 2 Wohnung für den Einnehmer.

Die Kosten dieses Gebäudes haben 35,500 Thlr. betragen.

Aehnliche Anordnung zeigt das Empfangsgebäude des Bahnhofes Crefeld (Zeitschrift für Bauwesen von Erbkam, Jahrgang XII).

Das Empfangsgebäude auf dem Bahnhofe Hamm, Fig. 4, Tafel XXXIX. — Dasselbe dient gemeinschaftlich der Köln-Mindener, Westphälischen und Bergisch-Mär-

¹⁴⁾ Ueber Trennungsbahnhöfe, insbesondere über den Bahnhof Nordstemmen, vom Baurath Funk. Zeitschrift d. A. u. I.-V. f. d. Königr. Hannover, Band VII. 1861.

¹⁵⁾ Zeitschrift für Bauwesen von Erbkam. Jahrgang XII. p. 319.

kischen Eisenbahn. Die grosse Breite des Perrons gestattete die Anlage eines Hofes im Innern des Gebäudes und die Gruppierung eines grossen Theils der Räumlichkeiten um denselben. Die Längenausdehnung konnte dadurch auf ein Minimum beschränkt werden. Die Verbindung der einzelnen Räume untereinander bietet infolge dessen manches Bequeme und der Zusammenhang ist leicht erkennbar. Nur der Wartesaal III. und IV. Classe ist gemeinschaftlich; im Uebrigen hat jede Perronseite ihre besonderen Dienst- und Empfangsräume. Die Wirthschaftshöfe am Nebengebäude sind durch einen 3^m,77 breiten Gang vom Hauptgebäude getrennt, jedoch durch einen unterirdischen Gang vom Souterrain desselben aus zugänglich. Eine zweite Passage von Perron zu Perron führt über den mit Glas überdeckten Mittelhof. An dem Gebäude sind auf beiden Seiten Perronüberdachungen auf Säulen angebracht (siehe Fig. 10 und 11, Taf. XLI). Vor den Hauptgiebel des Gebäudes führt ein Fahrweg, welcher von einer Niveaüberführung über beide Bahnen abzweigt und die Verbindung mit der Stadt herstellt.

Eine ähnliche, bezüglich der Verbindung mit den Perrons zweckmässige Anlage zeigt das Empfangsgebäude der Berlin-Görlitzer Eisenbahn auf dem Bahnhofe Cottbus Fig. 5, Taf. XXXIX.

Im Grundrisse bezeichnet:

<i>a</i> Vorhalle,	<i>l</i> Restaurateur,
<i>b</i> Vestibül,	<i>m</i> Passage,
<i>c</i> Billetverkauf,	<i>n</i> Wartesaal I. und II. Classe.
<i>d</i> Gepäckannahme,	<i>o</i> Damenzimmer,
<i>e</i> Durchgang,	<i>p</i> Speisesaal,
<i>f</i> Telegraph,	<i>q</i> Glashalle,
<i>g</i> Gepäckcasse,	<i>r</i> Packkammer,
<i>h</i> Portier,	<i>s</i> Flur,
<i>i</i> Zimmer des Stationsvorstehers,	<i>t</i> Wachtzimmer,
<i>k</i> Wartesaal III. und IV. Classe,	<i>u</i> Expedition,
	<i>v</i> Garten.

Bei lebhaftem Localverkehre wird es nothwendig, das Empfangsgebäude zugänglich zu machen, ohne dass die Gleise überschritten werden müssen. Dies geschieht entweder durch eine unter- oder überirdische Verbindung des Vestibüls oder Perrons mit dem Zugangswege (Saarbrücken).

Zweckmässiger ist es jedoch in diesem Falle, von der Anlage eines Inselferrons Abstand zu nehmen und einen keilförmigen Halbinselperron anzulegen. Dies empfiehlt sich ganz besonders in dem Falle, wenn der Ort, für welchen der Bahnhof angelegt wird, zwischen den beiden sich verbindenden Bahnarmen liegt, so dass weder von den ab- und zugehenden Reisenden, noch von den von einer Bahn auf die andere Uebergehenden ein Gleis überschritten zu werden braucht. (Pasewalk, Oschersleben, Neunkirchen.)

§. 20. *Englische Empfangsgebäude.*¹⁶⁾ — Die allgemeine Anordnung der neuen Personenbahnhöfe in London ist der der ältern im Allgemeinen ähnlich geblieben. Sämmtliche englische Bahnhöfe zeichnen sich durch vollständige Abgeschlossenheit aus, welche die Aufrechthaltung der Ordnung und den Schutz gegen Diebstahl wesentlich erleichtert.

Personen- und Güterstationen sind in der Regel getrennt und für einen von einander thunlichst unabhängigen Betrieb mit Einrichtungen versehen, welche eine, den grossen Verkehrsdimensionen entsprechend schnelle Abfertigung gestatten. Ohne diese strenge Trennung würde die Bewältigung des colossalen Verkehrs ganz unmöglich sein.

Bei Stationen grösserer Orte, woselbst die Perrons unter grossen Hallen liegen,

¹⁶⁾ Personenbahnhöfe. Allgemeine Zeitschrift f. Bauw. von Erbka m. Jahrgang 1868. Ueber englische Eisenbahn-Einrichtungen.

sorgt man für gleichzeitige Ueberdeckung des Raumes zur Aufstellung des auf die ankommenden Züge wartenden Fuhrwerks. Derselbe besteht in einer am Ankunftsperon liegenden gepflasterten Strasse, so dass die ankommenden Reisenden nur den Perron zu überschreiten haben, um in einem Cab oder Omnibus die Station zu verlassen, was auch meistens mit überraschender Schnelligkeit zu geschehen pflegt.

Die grösseren Bahnhöfe sind Kopfstationen, bei welchen die Empfangsräume zum Theil am Ende, meistens aber auf der einen Langseite der Einsteigehalle sich befinden. Die Gleise sind in Gruppen von je 2 oder 3 Strängen angeordnet, getrennt durch die am Kopfe der Gleise in Verbindung stehenden Perrons.

Das Vestibül und der vor demselben gelegene breite Perron bilden den Mittelpunkt. Inmitten dieses freien Platzes erhebt sich ein Aufbau mit dem Bureau des Bahnhofsvorstehers, von wo aus derselbe den gesammten Betrieb leicht leiten und überwachen kann. — Dort sind neben der Uhr die Abfahrtszeiten der Züge mit dem Orte der Bestimmung mit grossen Lettern und bei Dunkelheit gehörig beleuchtet zu lesen. Dasselbst finden sich ferner Tafeln, auf welchen die Aufstellung der Züge jedem Ankommenden leicht erkennbar angegeben ist. Ausserdem sind die Perrons an einigen Orten durch Barriären geschieden, so dass von dem Mittelplatze aus nur eine Thür zu jedem Zuge führt, an welcher der Fremde durch die Beamten zurechtgewiesen wird.

Ein Ueberschreiten der Gleise im Niveau der Bahn wird auch auf Zwischenstationen vermieden. Nöthigenfalls führen Laufbrücken über die Bahn, zu welchen man auf Treppen hinaufsteigt. Diese Brücken geben auch Gelegenheit, eventuell nach einem Zwischen- oder Inselperron zu gelangen, wenn zwei Bahnen sich in einer Station vereinen und demnach vier Hauptgleise zwischen dem Stationsgebäude hindurchgehen.

Bei den Zwischenstationen sind für den Personenverkehr ausser den durchgehenden Gleisen gewöhnlich keine Nebengleise vorhanden. Der Zug verlässt auf solchen Zwischenstationen wohl nie das betreffende Fahrgeleis, weshalb die Warteräume und Biletexpeditionen theilweise doppelt angeordnet sind. Die allgemein übliche Anordnung von dergleichen Einrichtungen geht aus der Skizze Fig. 2, Taf. XXXVIII hervor.

Es bezeichnet daselbst:

- | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| 1 Restauration, | 9 Eilgut, |
| 2 Wartezimmer III. Classe, | 10 Telegraphenbureau, |
| 3 - II. - | 11 Stations-Vorsteher-Bureau, |
| 4 4 7 Durchfahrt und Durchgang, | 12 Materialien-Magazin, |
| 5 Damenzimmer, | 13 Portier, |
| 6 Wartezimmer I. Classe, | 14 Retirade, |
| 8 Biletbureau, | 15 Gemeinschaftliche Wartezimmer. |

Vor der überdeckten Halle zur Vorfahrt der Wagen gelangt man in ein geräumiges Vestibül, in welchem sich ein Einbau für die Bilet Ausgabe mit zahlreichen Schaltern, auch Waagen zur etwaigen Verwiegung des Gepäcks befinden.

An das Vestibül schliesst sich auf der einen Seite der Perron, auf den übrigen einzelne Wartezimmer an. Der Zutritt zu dem Perron steht dem Publicum in der Regel frei; häufig gelangt man auch über denselben zu den Wartezimmern. Letztere sind im Vergleich zu der Grösse des Personenverkehrs nur klein und können nur aus dem Grunde genügen, weil das Publicum gewöhnt ist, alsbald seinen Platz im Wagen einzunehmen oder sich auf dem Perron der Einsteigehalle aufzuhalten.

Der colossale Verkehr nach dem Krystallpalaste (Sydenham) ist nur durch folgende Einrichtungen zu bewältigen gewesen:

Theilung der Billetschalter,
 Anbringung derselben auf den Ecken des Expeditionslocals,
 vorherige Abzählung und Abstempelung der Billets,
 Theilung der Personenstation in mehrere Hallen und Gleisgruppen,
 Zurückweisung aller Personen, welche nicht durch Billets legitimirt sind,
 endlich durch die den ankommenden Personen gebotene Erleichterung, so-
 fort ihr Gepäck zu erhalten und zu den Cabs etc. zu gelangen, resp. ohne Zu-
 sammentreffen mit den zur Bahn Eilenden auf kürzestem Wege den Ausgang zu
 erreichen.

Der mit 6—8 Schaltern versehene Billetverkaufsraum ist an der Rückwand des sehr geräumigen Vestibüls im Empfangsgebäude halbkreisförmig eingebaut. Je nach dem Andrang des Publicums werden einige oder sämtliche Schalter mit Billetteurs besetzt, deren Thätigkeit ein in dem verhältnissmässig nur kleinen Raume anwesender Oberbilletteur leitet und controlirt. Die für den vorliegenden Zweck sehr vortheilhafte halbrunde Form erleichtert im Innern die Uebersicht, während sie im Aeussern einem Gedränge am wirksamsten begegnet. Das Vestibül, dem sich zu beiden Seiten die Gepäckexpedition und Wartezimmer anschliessen, hat unmittelbare Ausgänge nach dem Perron, durch welche die mit Billets versehenen Personen auf directestem Wege nach den Wagen des für die Abfahrt bereitgestellten Zuges gelangen.

Da man in England bestrebt ist, soviel Gepäck als möglich in den Coupés unterzubringen ¹⁷⁾, so wird dadurch die rechtzeitige Abfertigung an den Trennungsstationen des vielfältig verzweigten Eisenbahnnetzes Englands sehr erleichtert. Man hängt die Wagen mit den Passagieren sammt deren Gepäck, welche auf die Zweigbahn übergehen wollen, ab und stellt sie in den Zug der Zweigbahn ein.

Die vorerwähnte Droschkenstrasse neben dem Ankunftsgleise hat in der Regel gesonderte Ein- und Ausfahrtsthore. Selbst wo die Terrainverhältnisse einer solchen Anlage nicht günstig waren, hat man entsprechende Einrichtung nöthigenfalls mit Aufwendung von nicht unerheblichen Kosten zur Durchführung gebracht. Der Bahnhof der Waterloo-Brücke liegt beispielsweise auf Bogenstellungen hoch über den angrenzenden Strassen. Dessenungeachtet hat man eine Droschkenstrasse, welche zwischen den Perrons durchführt, mit Hilfe von Anrampungen mit den Strassen verbunden.

Bei der Victoriastation in Pimlico verbindet eine eiserne Rampe den unterhalb gelegenen Droschkenhalteplatz mit der Droschkenstrasse in der Halle. Eine erhebliche Erleichterung bei der Ausgabe des Gepäcks auf grösseren Stationen besteht darin, dass dasselbe auf lange, auf dem Perron aufgestellte Tische niedergelegt und nach den Anfangsbuchstaben der Aufgabestationen geordnet wird.

Mit den Personenstationen in Verbindung finden sich die Eilgutexpeditionen und besondere Bureaus, in welchen man jederzeit gegen Entrichtung einer mässigen Gebühr Gepäckstücke gegen Empfangsbescheinigung zur Aufbewahrung abgeben kann, eine Einrichtung, welche von besonderer Bequemlichkeit ist, wenn Reisende nur kurze Zeit an einem Orte verweilen.

¹⁷⁾ Auf der North-Western-Bahn haben die Passagiere der I. Classe 112 Pfd., die der II. Classe 100 und die der III. Classe 56 Pfd. Reisegepäck frei, von dem nur die grösseren Stücke für den durchgehenden Verkehr der grossen Routen in den Gepäckwagen kommen. Im Uebrigen wird das Gepäck, soweit es nicht innerhalb des Wagens Platz findet, auf das Verdeck der Wagen gelegt. Es bleibt alsdann dem Reisenden überlassen, sich von dem Orte und der Richtigkeit der Verladung zu überzeugen und das Gepäck auf der Ankunftsstation dort wieder fortnehmen zu lassen.

Die Wartesäle sind gewöhnlich geschieden nach den verschiedenen Classen, sowie für Herren und Damen.

Restaurationslocale befinden sich meistens in besonderen Räumen. Für Aborte ist nirgends auf den Zügen, wohl aber selbst auf den untergeordneten Stationen in vortrefflicher Weise gesorgt. Die betreffenden Anlagen liegen nicht, wie häufig in Deutschland, absichtlich versteckt in verschämter Form, sondern gehören zu den bevorzugten Räumlichkeiten der Gebäude und sind augenfällig bezeichnet. Man vermeidet es, die Aborte für Frauen und Männer neben einander zu legen, sorgt vielmehr durch Anlage an verschiedenen Orten des Perrons für eine genügende räumliche Absonderung. Sie liegen häufig in der Nähe der Wartezimmer und sind auch wohl mit Lavoirs verbunden, für deren Benutzung eine Kleinigkeit gezahlt wird. Die bezüglichen Locale sind in der Regel auf das Beste ausgestattet und unterhalten. Waterclosets sind in England überall eingeführt und lassen kaum etwas zu wünschen übrig. Von den Pissoirs lässt sich ein Gleiches nicht immer sagen. Trotz der zweckmässigsten Einrichtungen, als: Schieferbekleidung der Wände, Wasserspülung und Ventilation etc., nimmt man selbst in den ersten derartigen Anstalten zum Chlorkalk behufs Vermeidung des üblen Geruchs seine Zuflucht. Wenn der Bahnhof eine Durchgangsstation ist, oder wenn bei der Lage des Bahnhofes zur Stadt die ankommenden und abgehenden Züge auf ein und derselben Seite abgefertigt werden müssen, so findet man die Disposition Fig. 4, Taf. XXXVII, welche sich mit geringen Aenderungen wiederholt. Fig. 4 giebt eine Skizze der Personenstation zu Chester.

In derselben bezeichnet:

<i>a</i> Wartezimmer III. Classe,	<i>l</i> Restauration I. Classe,
<i>b</i> Eilgutbureau,	<i>m</i> - II. -
<i>c</i> Wartezimmer II. Classe,	<i>n</i> - III. -
<i>d</i> Verlorenes Gepäck,	<i>o</i> Uhr etc.,
<i>e</i> Damenzimmer,	<i>p</i> Glocke etc.,
<i>f</i> Retirade,	<i>q</i> Stations-Vorsteher-Bureau,
<i>g</i> Wartezimmer I. Classe,	<i>r</i> Buchhandlung,
<i>h</i> Billetbureau,	<i>s</i> Schiebetheatern.

An den Stirnseiten des Empfangsgebäudes befinden sich besondere Hallen, todt- auslaufende Ankunftsgleise und die Droschkenplätze, während an die hintere Langseite die eigentliche Einsteigehalle sich anschliesst. Dieselbe bietet Raum zur gleichzeitigen Abfertigung von 6 Zügen.

II. Perronüberdachungen.

§. 21. *Allgemeines über Perrons und Abri's von französischen Bahnen.* — Den Perrons giebt man eine Breite von 5^m,65 bis 12^m,55. Die Höhe derselben war früher mit der Höhe der Wagensohle gleich, später erniedrigte man sie auf etwa 380^{mm}, neuerdings legt man die Vorderkante fast ausnahmslos 150 bis 200^{mm} über Schienenoberkante. Diese Aenderung bringt den grossen Vortheil mit sich, dass man ohne Schwierigkeit Gleise die Perrons kreuzen lassen kann, indem man an solchen Stellen leichte Rampen anordnet, während man bei hohen Perrons breite Oeffnungen in dieselben einschneiden muss, welche mit beweglichen Klappen oder Brücken zu überdecken sind. Die Länge der Perrons soll mindestens so gross sein, wie die der längsten gewöhnlichen Züge und man soll Hindernisse (Säulen) an den Enden und auf denselben möglichst vermeiden, welche die Reisenden beim Ein- und Aussteigen belästigen könnten. Auf den wichtigsten Stationen ist es nothwendig, die Perrons auf eine so grosse Länge zu überdachen, dass die Reisenden im Trocknen aus- und einsteigen können. Da bei den französischen Bahnen beiderseits ausgestiegen wird, so hat man auf dem den Empfangsgebäuden gegenüber auf der andern Seite der Hauptgleise liegenden Perron zu diesem Zwecke

besondere Ueberdachungen, sogenannte Abris angelegt, von welcher Fig. 6, Taf. XXXIX die Längensicht, Fig. 7 den Querdurchschnitt zeigt. In diesen Abris haben die Abreisenden die Ankunft der Züge zu erwarten und die Ankommenden so lange sich aufzuhalten, bis der Zug sich wieder entfernt hat, bevor sie die Gleise überschreiten dürfen, um nach der Stadt zu gelangen. Gewöhnlich sind an diesen Abris einige Retiraden angebaut und in denselben Sitzbänke angebracht, wie bei den Abris der Zwischenstationen I. Cl. der französischen Ostbahn Fig. 10 in der Längensicht und Fig. 11 im Grundriss ersichtlich ist. Die Dachdeckung besteht bei Fig. 7, Taf. XXXIX aus Zinkblech, welches jedoch meistens bei der gezeichneten zu flachen Dachneigung nicht dicht hält.

Die Säulen, welche Perronüberdachungen zu tragen haben, sollen mindestens 2^m,9 von der Mitte des nächsten Bahngleises und möglichst weit von einander gestellt werden. (Siehe auch p. 504, die technischen Vereinbarungen des D. E. V. I. §. 81.) Die Höhe der tiefsten Punkte der Perronbedachung, soweit sie den Perron überragt, ist nach dem Normalprofile des lichten Raumes für die Bahnhöfe festzustellen. Dabei ist es zweckmässig, die Vorderkante des Perrondaches auf 1^m,3 bis 1^m,5 Entfernung von der Mitte des nächsten Gleises vortreten zu lassen, um den Schlagregen möglichst von den Wagenthüren zurückzuhalten.

§. 22. Die ältesten Perronüberdachungen sind häufig durch sehr viele Säulen in Abständen von 3 bis 4^m,6 unterstützt und in Holzconstruktionen hergestellt. Sie haben ein schwertälliges Ansehen und verdunkelten nicht selten die darunter liegenden Räume in nachtheiliger Weise. Wiewohl die Anordnung der Ueberdachungen im architectonischen Zusammenhange mit den Gebäuden stehen soll, so darf doch die Zweckmässigkeit nicht unter dieser Rücksicht leiden und vor Allem sind Säulen, welche die Bewegung auf den Perrons in der nachtheiligsten und gefährlichsten Weise behindern, thunlichst zu vermeiden.

Bei bairischen Stationen lässt man häufig den vorderen Theil des Perrons frei und überdacht nur den am Gebäude um einige Stufen höher liegenden Theil desselben auf vielleicht 3^m Breite. Siehe Fig. 12, eine Skizze der Perronüberdachung in Traunstein. Auch wählt man wohl für kleine Haltestellen die Anordnung, welche aus Fig. 13 und Fig. 14 im Grundriss ersichtlich ist. In diesem Falle wird der überdachte Theil des Perrons von dem am

Fig. 10.



Abris I. Classe auf der Französischen Ostbahn.

Fig. 11.

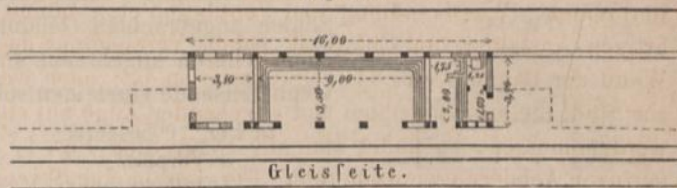


Fig. 12.

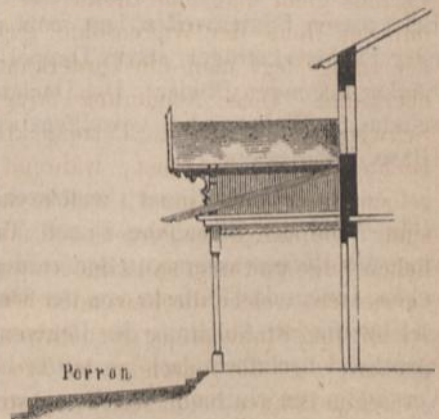
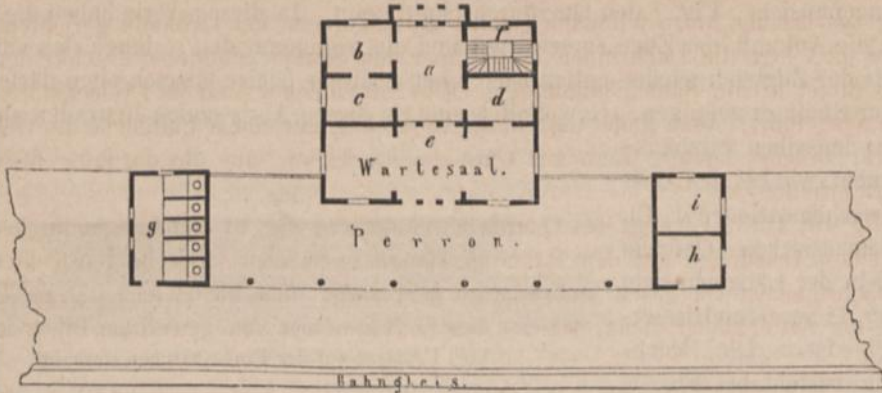
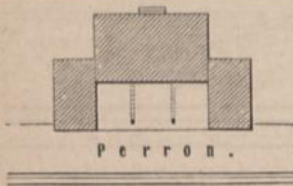


Fig. 13.



Gleise liegenden Theile desselben durch ein zwischen den Säulen angebrachtes Geländer getrennt gehalten, in welchem Thüren angebracht sind, die nur geöffnet werden, wenn Reisende einsteigen sollen.

Fig. 14.



In Fig. 10 bedeutet :

- | | |
|----------------------------|---|
| <i>a</i> Vorplatz, | <i>d</i> Buffet, |
| <i>b</i> Billetverkauf, | <i>e</i> Wartesaal, |
| <i>c</i> Gepäckexpedition, | <i>f</i> Treppe zur Wohnung im ersten Geschoss. |

In den Nebengebäuden liegen bei *g* Aborte, bei *h* ein Raum für Bahnarbeiter und bei *i* ein kleines Magazin.

§. 23. *Neuere Perrondächer.* — Auf den neuen Bahnen sind Ueberdachungen in Holzconstruktionen seltener geworden, die Anwendung des Eisens, namentlich des Schmiedeeisens, hat den Vorzug erhalten. Man findet dabei ganz besonders auf norddeutschen Bahnen grossen Ideenreichthum entfaltet und in vielen originellen und schönen Construktionen zur Ausführung gebracht. Abgesehen von Detaildurchbildungen lassen sich dieselben auf vier verschiedene Systeme zurückführen.

Bei dem ersten construirt man ein einfaches Pultdach, stellt Binder im Gitterwerk, Fachwerk, nach dem Polonceau'schen oder einem andern Systeme her, unterstützt diese Binder einerseits an der Mauer des Gebäudes durch Consolen, andererseits durch Säulen und legt auf die Binder Längspfetten von Holz, L-Eisen, T-Eisen oder Doppel-T-Eisen. Bei grossen Säulenweiten legt man auf die Säulen der Längeneinrichtung nach Gitter- oder Fachwerkträger, starke Doppel-T-Eisen und unterstützt dadurch die zwischen den Säulen liegenden Binder. Die Dachdeckung besteht entweder aus Zinkblech auf Unterschulung, Wellenzink, gewelltem verzinkten Eisenblech oder auch undurchsichtigem Glase, Rohglas etc.

Ein Beispiel dieser Construktion zeigt die Skizze von einigen Perrondächern der Köln-Mindener Eisenbahn Fig. 6, Taf. XLI. Die Construktion ist bezüglich der Abführung des Regenwassers von der vordern Kante des Daches bei *a* unzuweckmässig und unschön, indem das Fallrohr von der Dachrinne bis zur Säule, welche in den meisten Fällen gleichzeitig zur Ableitung des Regenwassers benutzt wird, sich selten dem Uebrigen entsprechend architektonisch gestalten lassen wird und häufig gerade in diesen Rohrtheilen Verstopfungen eintreten, welche schwer zu beseitigen sind und das Ueberlaufen der Dachrinne zur Folge haben.

Beim zweiten Constructionssysteme ordnet man nach Maassgabe der zur Unterstützung des Daches aufzustellenden Säulen normal gegen das Gebäude gerichtete Satteldächer an, legt die Dachrinnen in die über den Säulen gebildeten Dachkehlen und lässt sie direct in die Säulen einmünden. Die Satteldächer sind in Dreiecksform oder gebogen ausgeführt. Auch findet man diese Anordnung mit einem Pultdache am Gebäude combinirt, welches letztere dann mit Glas eingedeckt ist, um die darunter liegenden Räume zu erhellen.

Fig. 10, Taf. XLI zeigt den Querdurchschnitt und Fig. 11 den Längendurchschnitt einer solchen Anordnung auf dem Bahnhofe Hamm in Skizzen. Die in den Kehlen liegende Dachrinne ist von Eisen und so stark hergestellt, dass sie gleichzeitig zur Unterstützung der Satteldächer dient, welche hier in Bogenform von gewelltem Blech ausgeführt sind.

Eine einfachere, neuerdings häufig ausgeführte Anordnung zeigt das dritte System Fig. 15, Skizze von der Perronbedachung auf dem Leipzig - Dresdener Bahnhofe zu Leipzig. Sie besteht aus einem Pultdache mit aufgebogener Vorderkante. Die Rinne, welche bei dem ersten Systeme an der Vorderkante des Daches angebracht werden muss, liegt hier über den Säulen und findet die Wasserableitung durch dieselben in directester Weise statt. Die Säulen stehen bei diesem Dache etwa 7^m von einander entfernt; auf denselben liegen der Länge nach Doppel-T-Träger und auf diesen die ebenfalls in Doppel-T-Form von Schmiedeeisen gewalzten Bindersparren. Zwischen den Bindersparren sind der Längsrichtung nach zur Unterstützung der Lehrsparren Träger in Doppel-T-Form mittelst Winkelblechen befestigt. Die Lehrsparren bestehen, wie Fig. 16 im Durchschnitt durch die Dachfläche der Längsrichtung nach zeigt, aus Holz und auf denselben sind die Verschalungsdielen genagelt. Zum Zwecke der Nagelung sind auch auf den

Fig. 15.

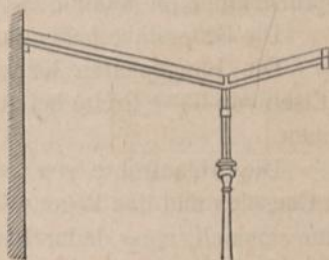
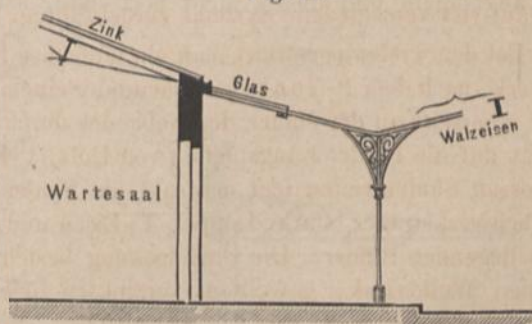


Fig. 17.

Fig. 16.



Bindersparren α schwächere Hölzer angebracht. Die Eindeckung der Dachfläche besteht aus Zinkblech. Aehnliche Construction, jedoch ganz in Eisen ausgeführt, zeigt die Perronbedachung in Trouville-Deauville Fig. 17 auf der französischen Westbahn, welche Bedachung zum Theil mit Glas eingedeckt ist.

§. 24. *Freitragende Perrondächer.* — Als viertes System bezeichnen wir die Constructionen der freitragenden Dächer, welche der Säulenunterstützung gänzlich entbehren und, wenn auch architektonisch weniger schön, doch als am zweckmässigsten zu empfehlen sind.

Wir führen hier zunächst eine Construction an, welche auf Hannoverschen Bahnen vielfach zur Ausführung gekommen ist, bei der steuerfreien Niederlage zu Harburg, wie die Zeichnung Fig. 7, Taf. XLI zeigt.¹⁸⁾

Diese Ueberdachung besteht aus Gitterträgern von Schmiedeeisen, die Eindeckung aus gewelltem Blech auf horizontalen eisernen Pfetten. Da die Höhe des Gebäudes, an dem die Dächer angebracht sind, es zuliess, so sind die Gitterträger mit eisernen Stangen aufgehängt, welche durch die Mauer hindurch hinterwärts über gusseiserne Platten mit Splinten befestigt sind. Die Kosten dieser Ueberdachung haben pro Quadratmeter $10\frac{1}{2}$ Thlr. bei Eindeckung mit verzinktem Eisenblech und $9\frac{1}{3}$ Thlr. bei Eindeckung mit Zinkblech betragen. Unter der Voraussetzung einer zulässigen Inanspruchnahme des Schmiedeeisens von 700 bis 800 Pfd. pro Quadratcentimeter sind für die 21 Fuss weit ausladende Console die unteren Gurte derselben aus einem T-Eisen von 65^{mm} bei 8^{mm} Stärke hergestellt, während die oberen Gurte aus einem T-Eisen von 26^{mm} Breite, 10^{mm} Stärke bestehen. Die Hängestange hat einen Durchmesser von 33^{mm} erhalten, so dass die Inanspruchnahme im Maximo = 1650 Pfd. pro Quadratcentimeter beträgt.

Die Gitterstäbe haben durchgehends 38^{mm} Breite und 10^{mm} Stärke erhalten.

Die Längspfetten liegen auf 4^{m} frei in Abständen von $0^{\text{m}},8$ und bestehen aus T-Eisen von 65^{mm} Breite bei 10^{mm} Stärke, hätten jedoch zweckmässig etwas stärker sein können.

Die Ablaufrohre von den Dachrinnen hängen auch bei dieser Construction unter den Consolen und das Regenwasser, welches sich in der vom Gebäude entfernt liegenden Rinne sammelt, muss dadurch an die Gebäudemauer zurückgeführt werden.

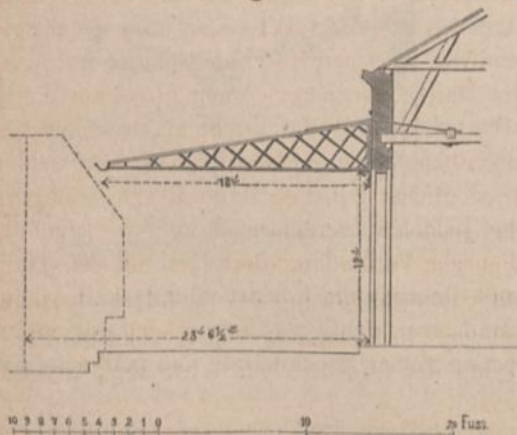
Auf die Anlage dieser Ablaufrohre muss bei Aufstellung des Projects besondere Rücksicht genommen werden, da dieselben das Normaldurchfahrtsprofil nicht beengen dürfen. Die Ueberdachung ist dieserhalb um so viel höher über den Schienenkopf zu legen wie zur Anlage des Abfallrohres erforderlich ist, ohne dass dasselbe in das Durchfahrtsprofil hineinragt.

Bei der Perronüberdachung auf dem Bahnhofe Elmshorn¹⁹⁾ (ähnlich der Fig. 9 auf Tafel XL) ist das Abfallrohr unmittelbar unter dem unteren Stemmeisen der Gitterconsolen angebracht und dieses nicht horizontal, sondern schräg gestellt. Die Consolen haben dabei eine grössere Basis erhalten und tragen sich frei ohne Zugstangen.

Bei der Perronbedachung zu Nienburg Fig. 18 liegt oberhalb des oberen Befestigungspunktes der Consolen nur ein kleiner Mauerkörper, weshalb eine Verankerung der Consolen mit den Balken angebracht ist, um genügenden Widerstand der Zugkraft derselben entgegenzusetzen.

Ueber die Stabilität dieser Constructionen sind von Tellkamp an der oben angeführten Stelle Berechnungen angestellt, aus denen hervorgeht, dass man

Fig. 18.



¹⁸⁾ Zeitschrift des Architecten- und Ingenieur-Vereins für das Königreich Hannover. Jahrg. 1860. pag. 312.

¹⁹⁾ Tellkamp, Ueber freihängende eiserne Perrondächer. Organ f. d. F. d. E. W. 1870. p. 13.

den Widerstand, welchen die Mauern bei derartigen Bedachungen zu leisten haben, sehr leicht überschätzt.

Mit Rücksicht auf die Ableitung des Wassers ist die französische Anordnung der freitragenden Dächer zweckmässig, bei welcher die Dachfläche nach der Gebäudemauer hin abfällt und dieser entlang die Rinne angelegt wird, wie in Fig. 19.

In weiterer Ausbildung würde diese Anordnung zu der in Fig. 9, Tafel XLI projectirten Construction führen, wobei man die freitragenden Gitterconsolen über die Dachflächen legt und letztere an dieselben unten anhängt. Man kann dabei die Bedachung verhältnissmässig niedrig legen und dadurch den Perron besser schützen und die anliegenden Räume durch Fenster oberhalb des Daches erleuchten, endlich die Ableitung des Wassers sehr erleichtern:

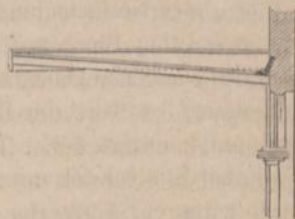
Ob diese Anordnung in grösserem Maassstabe zur Ausführung gekommen ist, ist uns nicht bekannt geworden; immerhin darf sie als zweckmässig empfohlen werden, wenn zur Befestigung der Consolen genügend starke Widerlagsmauern vorhanden sind. Die Befestigung erfolgt bei *b* durch Verankerung gegen Zug, bei *a* durch Stützen und gegen seitliche Verschiebung. An dem Punkte *b* hat die Mauer in der Richtung des Pfeiles Widerstand zu leisten und muss deshalb oberhalb desselben noch entsprechend belastet oder hinterwärts durch Balkenlagen etc. anderweit verstärkt sein. Gewöhnlich ist genügende Belastung durch Mehrhöhe der Mauern des Gebäudes vorhanden, indem die Wartensäule meistens höher sind, als der Punkt *b* der Perronbedachung liegt und andere Theile des Gebäudes zwei Geschosse erhalten.

III. Personenhallen.

§. 25. *Allgemeines.* — Bei starkem und regelmässigem Personenverkehre ist es vorzuziehen, wo die Geldmittel vorhanden sind, statt der Perronbedachungen geschlossene Personenhallen in Verbindung mit dem Empfangsgebäude zur Ausführung zu bringen, unter denen die Reisenden zu allen Jahreszeiten geschützt vor Regen und Wind ein- und aussteigen können. Im §. 78 der techn. Vereinbarungen heisst es: „Für die Ankunft und Abfahrt der Personenzüge sind bedeckte Hallen die beste Einrichtung.“ In den Hallen sind mindestens 3, besser 4 oder 5 Gleise anzulegen, damit Reservewagen oder geordnete Züge zum Abgange bereitgestellt werden können. Bei neuen Bahnhofsbauten hat man, von der Nützlichkeit und Annehmlichkeit der Hallen überzeugt, einen grösseren Werth auf die Anlage derselben gelegt und so sind Werke entstanden, welche an Grossartigkeit der Construction mit den bedeutendsten Brückenbauten sich messen können. Bei beiden ist Rücksicht auf rationelle Construction und möglichst günstige Materialverwendung zu nehmen, bei der Construction der Hallendächer jedoch ausserdem noch in erster Linie auf die Schönheit der Construction und die harmonische Verbindung derselben mit den damit zusammenhängenden Gebäuden, denn nicht unbedingt ist eine Construction deshalb schön, weil sie zweckmässig und nach statischen Grundsätzen richtig ist, wengleich umgekehrt eine in allen Theilen wirklich schöne Construction immer zweckmässig und mathematisch richtig sein wird.

Die Hallen der Kopfstationen sind gewöhnlich an drei Seiten von Baulichkeiten eingeschlossen, finden deshalb in diesen Widerlager und architectonischen Abschluss. Die Hallen der Zwischenstationen, welche gewöhnlich an der einen Langseite von den Empfangsgebäuden begrenzt sind, erhalten auf der gegenüberliegenden Langseite

Fig. 19.



freistehende Langmauern oder Säulen, auf welchen die Dachconstructionen ruhen. Bei Erhellung der bedeckten Personenhallen durch Tageslicht berücksichtigt man, dass die Glaseindeckung in der Mitte der Dachfläche am meisten die Mitte der Halle beleuchtet, und dass also, wenn nur Seitenperrons in derselben liegen, diese und die daneben liegenden Wartesäle, Bureaus etc. dunkel bleiben. Zweckmässig ist deshalb in diesem Falle, die Verglasung der Dachfläche seitlich am Gebäude anzuordnen, wie es bei der grossen Halle der Great-Northern-Bahn Fig. 4, Taf. XL geschehen ist. Der Fussboden der Hallen soll, um Staub möglichst fern zu halten, befestigt sein, entweder durch Steinpflasterung, Plattenbelag, Klotzpflasterung oder Asphaltirung.

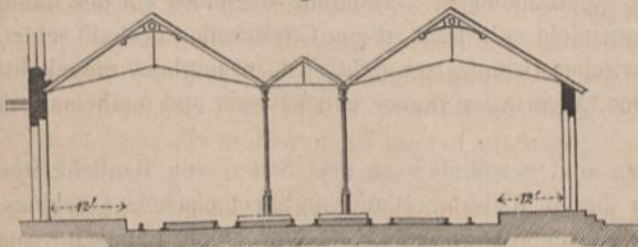
§. 26. *Die ältesten Hallendächer* bestehen aus Holzconstructions, welche freitragend nach dem Sprengwerkssystem (hannoversche Personenhallen) oder durch Holzsäulen unterstützt sind, wie bei den älteren Bahnhöfen zu Leipzig, auf badischen und bayerischen Bahnen etc. Die Halle zu Arras ist in einfachster Weise von Holz construirt und besteht aus einem grossen Satteldache auf zwei Reihen Säulen; in derselben liegen 4 Gleise und 3 Perrons und der Dachabstand an der einen Langseite dient als Perronbedachung.

Englische Hallen wurden in grossen Spannweiten mittelst hölzerner Bohlenbögen nach der Construction von Philibert de l'Orme ausgeführt und fanden auf dem Continente, z. B. bei der Halle der Bayerischen Staatsbahn in München, in architectonischer Ausbildung Nachahmung. Von dem Binder einer grossen Halle der Baltimorer Bahn zu Philadelphia von 47^m,75 lichter Weite und 3^m,66 Binderweiten zeigt Fig. 9, Taf. XL eine Skizze. Die Binder haben 0^m,80 Höhe und bestehen aus zwei Holzbögen, welche nach dem Howe'schen Systeme in Gitterwerk sorgfältig zusammengesetzt durch Schraubbolzen verbunden sind; zwei Zugstangen *ab* von 0^m,02 Durchmesser nehmen den Schub der Binder auf und sind in ihrer Länge durch fünf Hängestangen von geringem Querschnitte unterstützt. Dieses Dach ist mit Eisenblechplatten eingedeckt und hat 4 Thlr. 25 Sgr. pro Meter Oberfläche gekostet. Demnächst treten die gemischten Constructionssysteme auf, wobei durch Eisenconstructions armirte Binder von Holz zur Anwendung kommen. Namentlich findet dabei das Polonceau'sche System vielfach Anwendung.

§. 27. *Hallen mit eisernen Säulen in der Mitte.* — Um grosse Spannweiten und sehr flache Dächer zu vermeiden, zerlegt man die zu überdachenden Grundflächen der Länge oder der Quere nach in mehrere Theile und überdacht diese unabhängig von einander auf eisernen Säulen, welche zwischen den Gleisen oder auf den Perrons aufgestellt werden.

Die Halle des Kölner Centralbahnhofes Fig. 1, Taf. XL giebt ein Beispiel der Theilung der Längsrichtung nach. In derselben liegen drei Perrons und sechs Gleise, an dem siebenten Endgleise dient ein kleiner Theil des Hallendaches als Perrondach, ausserdem besteht das Hallendach aus zwei Hauptdächern, deren Binder nach dem Polonceau'schen Systeme construirt sind, und zwei kleineren Dächern über den beiden mittleren Perrons.

Fig. 20.

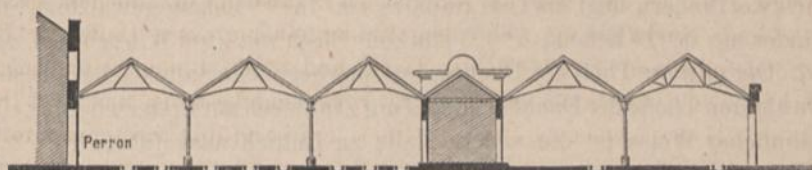


Aehnliche Anordnung zeigt die Halle auf dem Bahnhofe zu Prag Fig. 20 mit einer andern Binderconstruction, ferner die Halle des Bahnhofes der Leipzig-Dresdener Bahn zu Leipzig (Fig. 10, Taf. XL), welche vier Gleise und zwei Perrons ent-

hält und aus einem Hauptdache in der Mitte und zwei niedriger liegenden Seitendächern

über den Perrons besteht: Das Hauptdach ruht auf eisernen Säulen, welche auf den Perrons aufgestellt sind. Auch die Halle des Bahnhofes der Nordbahn zu Wien, welche in Eisenconstruction nach dem Gitterwerkssysteme ausgeführt ist, zeigt ähnliche Anordnung (siehe Fig. 7, Taf. XL). Bei derselben überdeckt das Hauptdach fünf Gleise, die Seitendächer je einen der Seitenperrons. Die Breite der Halle beträgt etwa 35^m, die lichte Weite zwischen den auf den Perrons aufgestellten sehr starken gusseisernen Säulen circa 22^m; die Säulen stehen demnach nur 6^m,5 von dem Gebäude entfernt. Die Binderweiten sind verschieden und betragen in der Mitte der Halle etwa 9^m,6. Die ganze Länge derselben beträgt etwa 142^m. Die Halle ist von schöner architectonischer Wirkung und durch die über den Perrondächern angebrachten hochliegenden Seitenlichter, sowie durch Eindeckung der Perrondächer mit Tafeln von Rohglas und des mittleren Theiles der Hauptdachfläche mit gewöhnlichem Glase reichlich erhellt. Zugstangen und sichtbare Verankerungen, welche das Auge des kunstsinnigen Beschauers meistens unangenehm berühren, sind durchaus vermieden. Die Giebelseiten der Halle sind in der in der Skizze angedeuteten Weise abgeschlossen. Die Eisenbahngleise sind durch die Halle hindurchgeführt und beiderseitig fortgesetzt.

Fig. 21.



Die Halle zu Lille Fig. 21 über zehn Gleisen und vier Perrons besteht aus sechs nebeneinander parallel liegenden Satteldächern, welche nach dem Polonceau'schen System von Holz und Eisen construirt sind.

Die Theilung des zu überdachenden Raumes der Quere nach, welche bei englischen Hallen wohl zur Ausführung gekommen ist, gewährt den Vortheil, dass die sich bildenden Dachkehlen leichter vom Schnee etc. gereinigt werden können, wenn die eine Langseite der Halle frei liegt und nicht von Gebäuden begrenzt wird. Auch kann bei nicht zu flacher Steigung der einzelnen querliegenden Satteldächer geringere Höhen-dimension ermöglicht werden. Dagegen ist die perspectivische Wirkung derartiger Hallen nicht so vortheilhaft und grossartig, wie bei der ersteren Anordnung.

§. 28. *Freitragende Hallen der Ostbahn zu München und der Main-Neckarbahn zu Darmstadt.* — Da indess Säulen in Hallen mehr oder weniger hinderlich sind für den Verkehr oder Eisenbahnbetrieb, so hat man auf grösseren Stationen dieselben neuerdings meistens verbannt und sich bemüht Constructions zu erfinden, welche Zwischenstützen entbehrlich machen.

Bei nicht zu grossen Spannweiten bringt man auch hier vortheilhaft das Polonceau'sche System zur Anwendung und stellt zur Kostenersparung alle die Constructionstheile von Holz her, welche nicht unbedingt von Eisen hergestellt werden müssen. Fig. 6, Taf. XL giebt die Skizze der Halle der Ostbahn in München, welche in dieser Weise ausgeführt ist. Dieselbe hat etwa 20^m Weite im Lichten, enthält zwei Seitenperrons von etwa 4^m Breite und vier Bahngleise. Innerhalb je zwei Binderfeldern von etwa 4^m Weite sind fünf Sparrenfelder angeordnet.

Bei grösseren Lichtweiten und wenn man ein möglichst leichtes Ansehen gewinnen will, dabei die Mehrkosten nicht zu scheuen hat, verbannt man immer mehr das Holz und bringt ausschliesslich Eisen zur Verwendung. Ein hübsches Beispiel einer

kleineren Halle, bei welcher die Dachbinder lediglich von gewalztem und geschmiedetem Eisen hergestellt sind, zeigt die Halle der Main-Neckar-Eisenbahn zu Darmstadt (siehe Organ f. d. F. d. E. W. 1866. pag. 55). Die Binder dieser Hallen liegen $4^m,05$ bis 5^m von einander entfernt, die Dachflächen sind vollständig mit Rohglasplatten eingedeckt, welche die Sonnenstrahlen nicht durchlassen. Die Baukosten haben betragen pro Quadratmeter überdachte Grundfläche $15\frac{2}{3}$ Thlr.

§. 29. *Bahnhofshallen zu Antwerpen und zu Lüttich.* — Fig. 4, Taf. XLI, die Bahnhofshalle zu Antwerpen²⁰⁾, ist als Repräsentant eines Constructionsprincips aufzustellen, welches nicht nur in Belgien, sondern auch in Frankreich und England häufig zur Anwendung gekommen ist. Die über zwei Perrons und drei Bahngleise $20^m,3$ weit freitragende Construction besteht aus gekrümmten Bindern von Eisenblech mit Winkeleisen, die durch Längsträger verbunden sind und deren Schub von Zugstangen aufgenommen wird. Die Zugstangen sind an den Bögen mittelst Hängestangen aufgehängt, so dass ein Dreiecksverband nirgend stattfindet, also die Bögen bei ungleichmässiger Belastung lediglich auf eigene Biegefestigkeit angewiesen sind. Die Halle in Antwerpen hat $107^m,8$ Länge, auf jede Säulenweite kommen zwei Binder, der eine auf die Säule selbst, der andere auf die Mitte jeder der gusseisernen bogenförmigen Längsträger, welche von Säule zu Säule freitragen. Zwischen je zwei Bindern liegt ein Leergespärre von 180^m hohem gewalztem Eisen, während die Binder aus $0^m,29$ hohem, $6^m,5$ starkem Blech mit zwei Winkeleisen zusammengesetzt sind. Der mittlere Theil des Daches, aus querliegenden Satteldächern bestehend, ist mit Glas, die übrigen Theile der Dachfläche sind mit Zinkblech auf Breterschalung eingedeckt.

In ähnlicher Weise ist die neuere Halle zu Lüttich ausgeführt; Fig. 2, Taf. XL giebt eine Skizze vom Querschnitt und Fig. 3 vom Längendurchschnitt. Diese Halle hat etwa 32^m lichte Weite. Die Binder haben etwa 12^m Abstand von einander. Die Giebelseiten sind in der in der Skizze Fig. 2 angedeuteten Weise durch eine Glaswand geschlossen. Der mittlere Theil der Dachfläche ist ebenfalls mit Glas eingedeckt und, um genügende Dachneigung daselbst zu erhalten, die Bogenform der Binder daselbst verlassen und oberhalb derselben ein satteldachförmiger Aufbau construirt. In gleicher Weise ist auch die Halle der Paddington-Station der Great-Western-Bahn in London construirt. Die grossartige Halle der Pancras-Station der Midland-Bahn in London hat 72^m Spannweite, im Scheitel 30^m Höhe. Das Dach ist freitragend mit bogenförmigen Rippen ausgeführt, welche sich ohne Vermittelung von Säulen unmittelbar auf die Perrons aufsetzen und oben in einer flachen Spitze zusammentreffen, so dass das Dach im Querschnitt die Form eines gedrückten (englischen) Spitzbogens zeigt. Die Länge dieser Halle beträgt 225^m . In derselben liegen zwölf Gleise, fünf Perrons und eine Fahrstrasse von $7^m,5$ Breite. Den Zugang bilden Ein- und Ausfahrten, sowie besondere Zugangswege für Fussgänger.

§. 30. *Hallen der Victoria-Station und der Charingcross-Station zu London, sowie an der Limestreet zu Liverpool.*

Fig. 22.



Grössere Stabilität gegen äussere Angriffe, namentlich ungleichmässige Belastung, gewähren die Constructions Fig. 22, in welcher ein Binder der Halle der Victoria-Station der Chatam-Eisenbahn in London dargestellt ist, und Fig. 23 desgleichen der Halle der Charingcross-Station der South-Eastern-Bahn in London²¹⁾, und

²⁰⁾ Köpke, Z. d. A. u. I. V. f. d. K. Hannover Band XX. p. 242.

²¹⁾ Organ für Eisenbahnwesen, Jahrgang 1867. p. 67.

Fig. 5, Tafel XLI, welche den Querschnitt der Halle an der Limestreet zu Liverpool zeigt.²²⁾

Letztere Halle, ebenfalls in Eisen ausgeführt, hat eine lichte Weite von $46^m,6$, eine Länge von circa 114^m . Die Hauptträger, welche als Bindersparren dienen, sind nach der Form der Dachoberfläche segmentartig gekrümmt; ihr Abstand von Mitte zu Mitte gemessen beträgt $6^m,55$. Sie ruhen an der einen Langseite

Fig. 23.



der Halle auf gusseisernen Säulen, an der andern theils auf der Mauer des Bahnhofshauptgebäudes, theils auf einem $18^m,4$ langen Röhrenbalken von Eisenblech, womit der Zwischenraum zwischen dem Viaducte und dem Hauptgebäude überdeckt ist. Die Trägerconstruction ist die eines sichelförmigen Fachwerkträgers. Der Längenverband ist durch Längsbalken von Eisen und durch Diagonalverbindungen zwischen den Stützen der Träger hergestellt. Das Deckmaterial besteht aus galvanisch verzinktem, gewelltem Eisenblech und starkem Glas an denjenigen Stellen, an welchen Oberlicht nöthig erschien. Bezüglich der speciellen Beschreibung der Construction muss hier auf die oben angegebene Quelle verwiesen werden. Die Gesamtkosten des Hallendaches mit Einschluss der eisernen Säulen und des Röhrenbalkens haben betragen pro Quadratmeter $16,1$ Thlr.

§. 31. *Hallen der Niederschles. Märk. Bahn und der Berlin-Görlitzer Bahn zu Berlin.* — Ähnliche Construction zeigt auch die Halle der Niederschlesisch-Märkischen Bahn zu Berlin Fig. 5, Tafel XL.²³⁾

Dieselbe hat eine Breite von $37^m,66$, eine Länge von 206^m und $15^m,8$ Höhe bis zum Auflager der eisernen Sichelträger, welche das Dach unterstützen. Die grosse Länge der Halle ist dadurch bedingt, dass bei lebhaftem Personenverkehr oft sehr lange Züge in die Halle einfahren müssen, wie z. B. schon der zweite in dieselbe einfahrende Zug eine Länge von 56 Achsen hatte. In der Halle liegen 5 Gleise, von denen die beiden an der Ankunftsseite liegenden durch eine Locomotivschiebebühne, die übrigen durch eine im Niveau liegende kleinere Schiebepühne, welche in einem besondern überdeckten Hofe vor der Giebelseite der Halle angelegt sind, mit einander in Verbindung stehen. (Vergl. den Grundriss Fig. 5, Taf. XXXIII.) Die Benutzung der ersteren ermöglicht das sofortige Ausfahren der Locomotive der angekommenen Züge aus der Halle für den Fall, dass die ganze Länge des Perrons vom Zuge besetzt ist und eine zum Ausweichen der Locomotive in das zweite Gleis angelegte Weiche nicht benutzt werden kann. Die Anordnung der kleinen Schiebepühne ist dadurch bedingt, dass zu Zeiten der Verkehr sich oft noch kurz vor Abgang des Zuges sehr erheblich steigert und das Anhängen von Wagen nothwendig macht, welche als Reserve in den mittleren Gleisen der Halle aufgestellt werden und von dort durch diese Schiebepühne dem abgehenden Zuge in kurzer Frist angehängt werden können. Die Perrons, an den Seiten der Halle liegend, haben $7^m,5$ Breite bei 209^mm Höhe über Schienenoberkante; eine Verbindung derselben ist nur an einer Seite durch einen gepflasterten Uebergang hergestellt. An der Stadtseite ist die Halle durch eine Frontmauer mit Fenstern geschlossen, wie die Skizze zeigt, an der entgegengesetzten Seite ist sie ganz offen und nur die Perrons sollen noch einen Abschluss daselbst erhalten. Sie erhält ihr Licht sowohl durch den mit Glas gedeckten mittleren Theil des Daches, als auch durch eine Reihe kleiner Fenster, die als Galerie in den Langseiten unterhalb der Dachtraufe angeordnet sind; ferner soweit nicht die Wartesäle oder Vorbauten sich an

²²⁾ Notizblatt d. A. u. I. V. f. d. K. Hannover, Band 3. (1853). pag. 192.

²³⁾ Deutsche Bauzeitung 3. Jahrgang (1869), No. 40.

die Mauer anlehnen, durch eine tiefer liegende Reihe grösserer seitlicher Fenster. Specielleres über Construction und Aufstellung des Hallendaches siehe auch No. 51 und 52 der deutschen Bauzeitung, Jahrgang 1868.

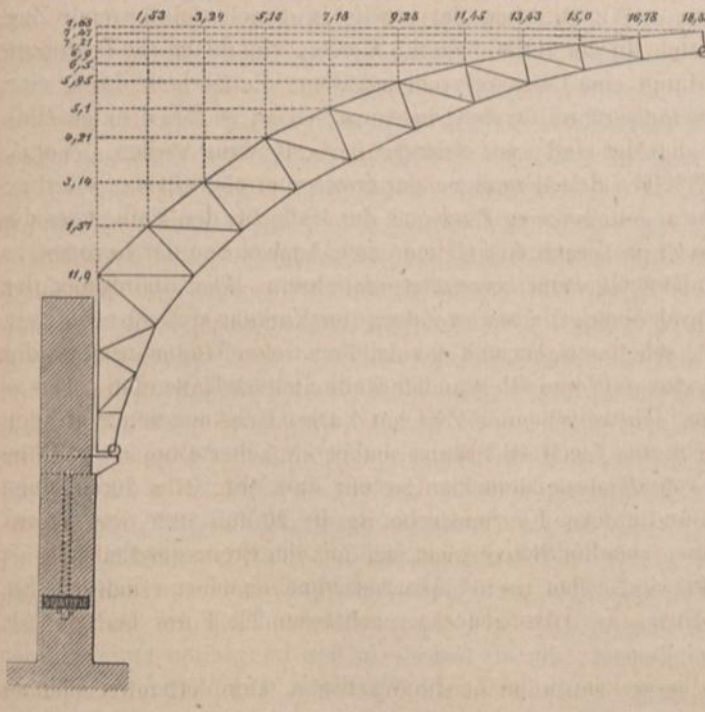
Die Construction sichelförmiger Träger findet sich auch bei der Halle des neuen Bahnhofes der Berlin-Görlitzer Bahn zu Berlin vom Baumeister Orth.²⁴⁾

Diese Halle überdeckt fünf Gleise und zwei Seitenperrons, hat eine Länge von 145^m,7 und eine Weite von 36^m,6. Die Binder liegen 3^m,45 weit von einander entfernt und sind als sichelförmige Träger construirt, deren obere und untere Gurtungen, welche im Scheitel ebenfalls 3^m,45 von einander abstehen, durch Diagonalen nach dem einfachen Dreieckssystem mit einander verbunden sind. Der Längensverband ist durch die auf den Bindern liegenden hölzernen Pfetten hergestellt, welche mit wechselnden Stössen auf der oberen Gurtung befestigt sind. Die Auflager der Binder sind auf einer Seite durch Anker mit dem Mauerwerke fest verbunden, auf der andern Seite liegen sie auf Rollenschuhen. Als Deckungsmaterial ist Wellenzink ohne Schalung verwandt. In der Mitte befindet sich ein durchlaufendes Oberlicht von 7^m,53 Breite, welches höher liegt als die übrigen Dachflächen, so dass zwischen beiden eine Oeffnung gebildet ist, welche dem Rauche der Maschine hinreichenden Abzug gewährt. An beiden Seiten ist ausserdem über den 7^m,50 breiten Perrons je ein Oberlichtstreifen von 1^m,56 Breite angeordnet. Bei der statischen Berechnung der Hallenconstruction wurde angenommen:

für Eigengewicht der Construction	111,1 Pfd.
- Schneebelastung	86,5 -
- Winddruck	48,9 -
im Ganzen	246,5 Pfd.

pro Quadratmeter Dachfläche.

Fig. 24.



Die Kosten des Hallendaches sollen betragen 45000 Thlr. oder pro Quadratmeter der überdachten Grundfläche etwa 9 Thlr.

[§. 32. Halle der Preuss. Ostbahn zu Berlin. — Ein anderes Constructionssystem zeigt die Halle der Ostbahn zu Berlin. Dieselbe hat 190^m Länge, 37^m,2 Breite und 18^m,9 Höhe. Die Binder bestehen aus sogenannten Charnierträgern nach Schwedlers Construction, welche, parabolisch geformt, im Scheitel und am Fusse um Charniere drehbar sind, Fig. 24 zeigt die Form des halben Binders, Fig. 25

24) Wochenblatt des Architektenvereins zu Berlin. 1867. pag. 434.

einen Längenschnitt und Fig. 26 eine isomerische Perspective in Linien.²⁵⁾ Durch die Scharniere ist der Construction freiere Bewegung bei Ausdehnung oder Zusammenziehung der Constructionstheile durch Temperaturänderung ermöglicht.

Jeder Binder besteht aus zwei Theilen, welche miteinander durch Diagonalen fest verbunden sind. Die in der Zeichnung enthaltenen Zahlen geben die Ordinaten und Abscissen für die Form der oberen Gurtung der Binder an. Die Binder ruhen auf eingemauerten und verankerten Consolen. Die Dachflächen sind an den Seiten mit Glas, in der Mitte mit Eisenblech eingedeckt.

Fig. 25.

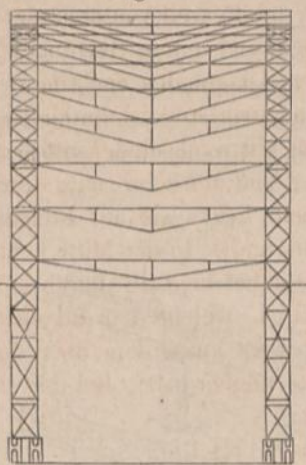
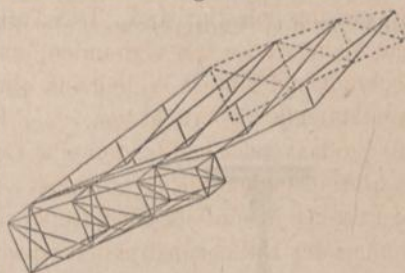


Fig. 26.



§. 33. Die neuen Hallen auf dem Bahnhofe zu Stuttgart, Fig. 1, Tafel XLI, haben eine lichte Weite von 28^m,91. Die Binder sind von Eisen, in den Haupttheilen in einer Sichelform mit Dreiecksverbindungen hergestellt und unterhalb der untern Hauptgurtung noch durch seitliche Verstrebungen verstärkt.

Obwohl Zugstangen vermieden sind, so ist diese Construction nicht von architectonisch so ruhiger und grossartiger Wirkung wie die vorhergegangene. Die in der Skizze eingeschriebenen Maassen beziehen sich auf die Stärke der einzelnen Constructionstheile und sind mit Ausnahme der Hauptmaassen in Württembergischen Zollen angegeben.

Durch Eindeckung der mittlern Hälfte des Daches mit Glas, welches in gewöhnlicher Qualität verwandt ist, hat die Halle eine sehr genügende, dem Auge angenehme Beleuchtung erhalten. In derselben liegen zwei Seitenperrons und vier Gleise.

§. 34. Halle der französischen Nordbahn zu Paris. — Zum Schlusse theilen wir noch in der Fig. 2 und Fig. 3, Tafel XLI die Profile der Hallen der Orleansbahn und Nordbahn zu Paris mit, welche beide in den letzten Jahren ausgeführt, und überraschend sind mehr durch die bedeutenden Dimensionen, als durch die angewandten Constructionssysteme. Die letztere hat eine Länge von 180^m, eine lichte Weite von rund 72^m. Zwei Reihen Säulen von 23^m,86 Höhe, etwa 0^m,54 Durchmesser und 2^{cm} Wandstärke theilen die Halle in drei Theile, von welcher der mittlere eine Lichtweite von 35^m,34 hat. Die Dacheconstruction (Fig. 3) besteht aus 17 Bindern, welche aus Blech und Walzeisen in einfacher Doppel-T-Form hergestellt und in Abständen von 10^m voneinander aufgestellt sind. (Fig. 27 u. 29, p. 554.)

Die Stärke der oberen und unteren Flacheisen beträgt 0^m,20 und 12^{mm}, die der anliegenden Winkeleisen 10^{mm} (die Schenkelbreite ergibt sich aus der Breite der Flacheisen), die Stärke des Blechs beträgt 10^{mm}. Die in 3^m Abstand voneinander an den Bindern befestigten Längsträger bestehen aus Walzeisen der nachstehenden Form und Stärke. (Fig. 28, p. 554.)

Die Stirnwand der Halle, welche in der Zeichnung (Fig. 3, Tafel XL) mitgezeichnet

²⁵⁾ Haarmann's Zeitschrift für Bauhandwerker. Jahrgang 1868, p. 141.

ist, liegt zwischen Doppelsäulen und ist mit Glas ausgesetzt. Die Träger derselben sind flachbogenförmig als Blechträger construiert; der mittlere derselben hat eine Breite von $0^m,44$, die beiden seitlichen von $0^m,30$.

Der Construction der Hauptbinder und sonstigen Theile des Hallendachs liegt eine Rechnung zum Grunde, die auf folgenden Zahlenannahmen basirt:

das Eigengewicht des Hallendachs beträgt pro Quadratmeter	74 Pfund
die zufällige Belastung	76 -
zur Sicherheit	10 -

Gesammlast pro Quadratmeter 160 Pfund.

Die Probelastung wurde mit dem $1\frac{1}{2}$ fachen dieses Gewichts vorgenommen.

In der Halle liegen 10 Gleise, 2 Seitenperrons und 2 Mittelperrons, welche Letztere wesentlich für den Stadtgebietverkehr dienen.

Fig. 27.

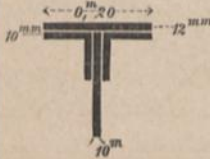
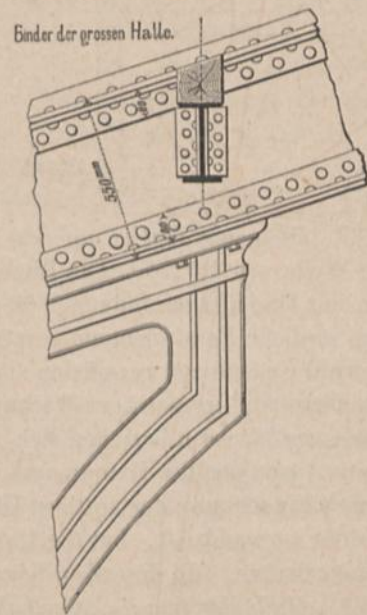


Fig. 28.



Fig. 29.



§. 35. Die Personenhalle auf dem Bahnhofe der Orleansbahn in Paris, Fig. 2, Tafel XLI, hat eine Länge von 280^m und eine freie lichte Weite von $52\frac{1}{2}^m$. Am Ende neben dieser Halle liegen die beiden Hallen für den Eilgutverkehr von 26^m lichter Weite und $98^m,6$ Länge. Die Höhe der grossen Halle beträgt an der Traufe $10\frac{3}{4}^m$, im Scheitel $21\frac{3}{4}^m$, die Entfernung der Binder 10^m . Die Construction der Binder wurde mit besonderer Rücksicht auf die Architectur des Gebäudes nach dem Polonceau'sche Systeme in der in Fig. 30 und 31 ersichtlichen Weise hergestellt. Bogenförmige Constructionen hatte man ausgeschlossen, weil sie zu dem Style des Gebäudes, welches der der modernen Pariser Renaissance ist, nicht für passend gehalten wurden.

Das Gewicht des Schmiedeeisens eines Binders der gewählten Construction beträgt $44,000$ Pfund oder pro Quadratmeter überdachte Fläche 104 Pfund, und das des Gusseisens pro Quadratmeter überdachter Fläche 9 Pfund. Das Gewicht des Schmiedeeisens der ganzen Construction einschliesslich der Längsträger, Zugstangen und Stützen etc. beträgt pro Quadratmeter überdachte Grundfläche $163,0$ Pfund; das Gewicht der Längsträger, Zugstangen und Stützen von Gusseisen etc. eines Binderfeldes beträgt $10,400$ Pfund und eines Längsträgers 2100 Pfd. Details der Construction sind nachstehend skizzirt.

Die Dächer der Eilguthallen, welche hier noch erwähnt werden mögen, haben die in Fig. 9 (p. 537) skizzirte Binderconstruction.

Schlussbemerkung. — Bei den Ueberdachungen der Personenhallen sind, wo Schönheitsrückichten zu nehmen sind, Constructions aus Eisen denen aus Holz vorzuziehen, Zugstangen und sichtbare Verankerungen, sowie Zwischenstützen thunlichst zu vermeiden; wo Schönheitsrückichten in den Hintergrund treten, kann man in vielen Fällen mit Holzconstructions auskommen, andernfalls aber zweckmässig mit Eisen armirte Holzconstructions z. B. nach dem Polonceau'schen Systeme mit Vortheil zur Anwendung bringen.

Fig. 30.

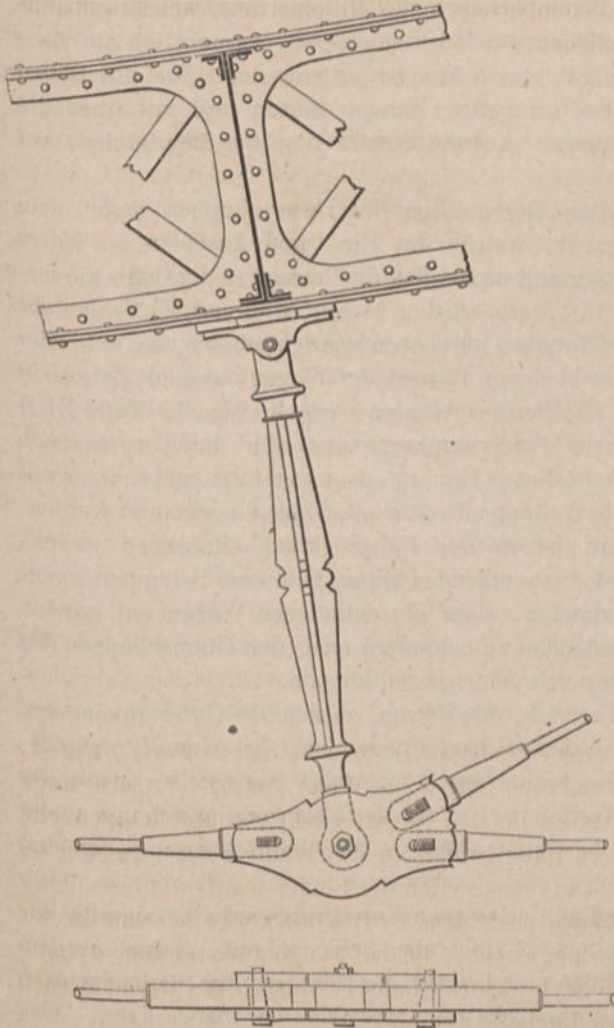
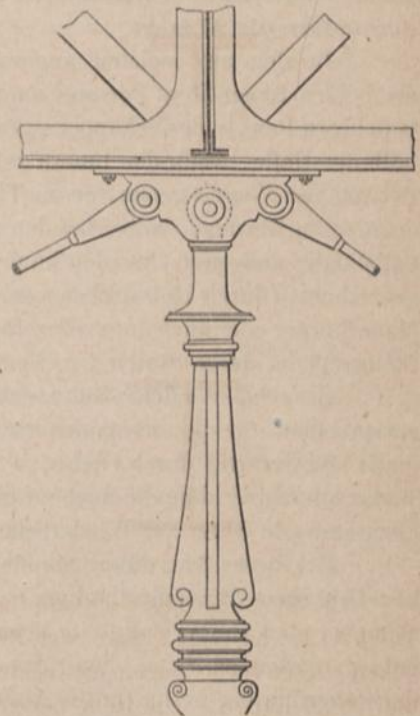


Fig. 31.



IV. Güterschuppen.

§. 36. *Allgemeines.* — Zum Ueberladen und zur Lagerung der Güter, welche in geschlossenen Wagen verladen werden und des Schutzes insbesondere vor Nässe bedürfen, erbaut man auf Bahnhöfen oder in der Nähe derselben Güterschuppen, Lagerhäuser, Niederlagegebäude etc. und macht dieselben einerseits durch Bahngleise den Eisenbahnwagen, andererseits durch Zufuhrwege dem Landfuhrwerke zugänglich. Diese Schuppen sind

bei geringem Güterverkehr auf Haltestellen, wie erwähnt, häufig mit den Empfangsgebäuden verbunden. Bei Zunahme des Verkehrs trennt man dieselben von dem Empfangsgebäude und erbaut besondere Schuppen in einiger Entfernung von den Hauptbahngleisen, so dass spätere Erweiterungen der Nebengleise durch denselben nicht behindert werden.

Die Güterschuppen grösserer Stationen enthalten ausser dem Lagerraume Bureaus für die Güterexpedition event. das Steuerbureau, Zimmer zum Aufenthalte für Arbeiter, Schreiblocale für die Bodenmeister, welche das Ladegeschäft überwachen, einen Raum zur Lagerung von Materialien, Stroh etc., welche zum Verpacken der Güter nothwendig sind, endlich einen Raum für Gerätschaften, kleine zweirädrige Rollwagen etc.

Nach §. 100 der technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen ist die zweckmässigste Form für Güterschuppen, namentlich auf Zwischenstationen, ein langes Gebäude mit einem Fussboden von der Höhe der Böden der beladenen Wagen, mit Ladethoren an beiden langen Seiten und mit über die ganze Wagenbreite vortretenden Dächern. Auf einer Seite liegt das Bahngleise, auf der andern die Abfahrt.

In den am meisten angewandten Querprofilen der Güterschuppen findet man an beiden Langseiten Perrons angebracht, welche das Ein- und Ausladen an jedem beliebigen Punkte des Schuppens gestatten und ausserdem die Bewegung der Collis ausserhalb der Halle, wenn das Innere gefüllt ist, ermöglichen lassen, während bei Fehlen der Perrons die Wagen genau vor die Thoröffnungen geschoben werden müssen, um ent- oder beladen zu werden, wobei bei den verschiedenen Längen der Wagen das Ladegleis nicht vollständig ausgenutzt werden kann. Die Perrons werden, wie in Fig. 3, Tafel XLII gezeichnet, durch Holzstreben von einem Mauervorsprunge aus oder durch vortretende Mauerkörper oder auch durch einzelne freistehende Mauerpfeiler unterstützt, und endigen mit Steintreppen, deren Stufen zweckmässig freitragend mit einem Ende eingemauert werden.

Bei bedeutendem Güterverkehre ist es der Uebersichtlichkeit wegen zweckentsprechend für die ankommenden und abzusendenden Güter getrennte Schuppen anzulegen und derartig durch Gleise zu verbinden, dass die entladenen Wagen auf kurzem Wege sofort und ohne die noch zu entladenden zu behindern nach den Güterschuppen für abzusendende Güter zur Wiederbelastung gebracht werden können.

Bei dieser Anordnung empfiehlt es sich, den Perron, an dem die Güter ankommen, also bei einem Versandschuppen den an der Stadtseite liegenden, bei einem Empfangschuppen den an der Bahnseite liegenden breiter (etwa 2^m,5 breit) herzustellen als an der entgegengesetzten Seite, damit das aufgelieferte Gut vor der Lagerung im Schuppen oder der Ueberführung in die für die Abfuhr bestimmten Wagen, übersichtlich znsammgelegt, einer Revision unterzogen werden kann.

Nach den für die Hannoversche Bahn erlassenen Vorschriften erhalten daselbst die Perrons 0^m,9 Breite und an der Gleisseite 1^m,2 Höhe über Schienenkopf, liegen mit dem Fussboden des Schuppens in gleicher Höhe und beträgt die Höhe an der Stadtseite nach Maassgabe der Höhe des ortsblichen Fuhrwerks etwa 1^m über der Pflasterbahn. Das Dach des Güterschuppens tritt um 3^m,76 vor der Mauerfläche vor.

§. 37. *Güterschuppen mit innerm Ladegleis.* — Bei einigen ältern Schuppen liegt das Ladegleis und die Fahrstrasse oder das Ladegleis allein innerhalb der das Dach tragenden Langmauern. Bei dieser Construction ist es möglich, das Ladegeschäft zu unterbrechen und zum Schutze vor Diebstahl den ganzen Schuppen mit den Wagen abzuschliessen. Siehe Fig. 1 und 2, Tafel XLII.

Auch dient die Anordnung, Fig. 1, wohl dazu, Güter von einem Eisenbahnwagen

in einen andern überzuladen, wobei dann an der Stelle der Fahrstrasse ein zweites Eisenbahngleis angelegt wird.

Die Breite der Schuppen variirt zwischen $11^m,3$ und $15^m,69$, letzteres Maass findet sich für grössere Schuppen häufig angewandt.

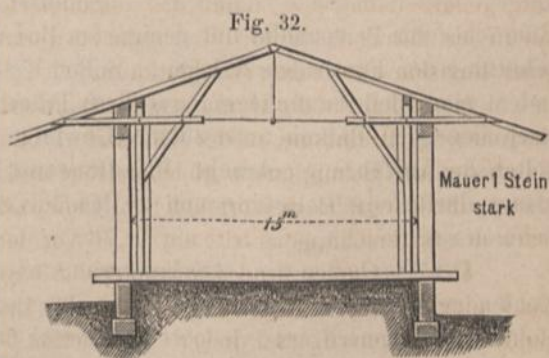
Die Höhe der Schuppen, sowie der Abstand der einzelnen Bautheile vom nächsten Bahngleise bestimmt sich lediglich nach dem vom Vereine deutscher Eisenbahn-Verwaltungen festgestellten Normalprofile des lichten Raumes für die Bahnhöfe. Auch die Perrons dürfen nicht über dies Profil vortreten, obwohl zwischen denselben und den Eisenbahnwagen ein verhältnissmässig grosser Zwischenraum verbleibt, welcher beim Ein- oder Ausladen überbrückt werden muss.

§. 38. *Construction mit Pfettendach.* — Das Profil' des Schuppens bestimmt sich ferner durch das zu wählende Dachdeckungsmaterial, indem für Schieferdeckung keine geringere Dachneigung als $\frac{1}{6}$, bei Dachziegeln keine geringere als $\frac{1}{3}$ und bei Dachpappe keine grössere als $\frac{1}{9}$ der Breite des Daches zur Höhe desselben angenommen werden sollte; Letzteres erfahrungsmässig deshalb, damit der Theer, welcher zur Unterhaltung der Pappdächer alle zwei bis drei Jahre aufgebracht werden muss, nicht von denselben abfließt.

Um die Höhe und die sonstigen Constructionstheile des Daches so gering wie möglich zu bemessen und die Baukosten auf ein Minimum bringen zu können, empfiehlt es sich für die Güterschuppen Pappbedachung und die Construction des sogenannten Pfettendachs zur Anwendung zu bringen, wie dies in Fig. 3, Tafel XLII gezeichnet ist, welche ein Project für den Bahnhof der Oberschlesischen Eisenbahn zu Breslau darstellt. Bei der Construction der Pfettendächer liegen die Dachverschalungsdielen in der Richtung, welche das Regenwasser auf dem Dache beim Abfliessen nimmt, und behindern auch dann den Abfluss nicht, wenn, was unvermeidlich ist, dieselben in Folge der Witterung sich werfen und höhlen.

§. 39. *Der ältern Construction der freitragenden Dächer*, wie sie der Güterschuppen Fig. 5, Tafel XLII²⁶⁾ und der der Sächsischen westlichen Staatsbahn auf dem Bahnhofe Leipzig, Fig. 4, Tafel XLII, zeigt, hat man neuerdings meistens die directe Unterstützung des Daches durch Säulen in der Mitte des Schuppens der grösseren Stabilität und Billigkeit wegen vorgezogen; auch bieten die Säulen erfahrungsmässig keine Hindernisse, sondern bilden erwünschte Abtheilungen für die Lagerung der Güter und geben Gelegenheit zu schriftlichen Notizen, zu welchem Zwecke bei den Güterschuppen der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn die untern Theile der daselbst $0^m,23$ starken Holzständer mit schwarzer Oelfarbe angestrichen sind.

Für die Umfassungsmauern auch der Schuppen von der grösseren Lichtweite genügt eine Stärke von einem und einem halben Backstein des grösseren Formats, also von $0^m,44$. Die Güterschuppen der Bairischen Staatsbahn erhalten sogar nur etwa $0^m,3$ Stärke bei einer Lichtweite von 15^m (siehe Figur 32), dabei Eindeckung des Daches mit Schiefer. Zum Tragen des Daches werden indess Wandständer aufgestellt und das Dachwerk wird ge-



²⁶⁾ Güterschuppen der Schweiz. Goschler, Traité prat. de l'entretien et de l'exploit. de chem. de fer. Band 2, p. 367.

richtet, bevor die Umfassungsmauern aufgemauert werden. Diese Construction empfiehlt sich ausser durch grosse Billigkeit noch dadurch, dass derartige Schuppen mit geringem Verluste von Material leicht auf eine andere Stelle versetzt werden können.

Die Länge der Schuppen berechnet sich nach der angenommenen Binderweite, welche für gewöhnliche Holzstärken zweckmässig auf 4^m,7 angenommen wird.

Die Bureaulocale werden gewöhnlich an einem Giebel des Schuppens in geringerer Breite und Höhe angebaut, während die zweite Giebelseite demnächstigen Erweiterungen offen gehalten werden muss.

§. 40. Die neuen Güterschuppen der Bergisch-Märkischen Eisenbahn* erhalten in den Umfassungswänden keine Fenster, welche unter den überhängenden Dachflächen doch nur wenig Licht geben, und ausserdem die Lagerung im Innern des Schuppens mehr oder weniger behindern. Statt dessen legt man in die Dachfläche Tafeln Rohglas ein, wie dies auch in Fig. 3, Tafel XLII projectirt ist.

Man erspart dadurch auch die andernfalls nothwendige Vergitterung der Fenster und gewinnt eine bedeutend günstigere Beleuchtung des innern Raumes.

Wie in Fig. 3, Tafel XLII linksseitig angedeutet ist, müssen die Dachtraufen an der Stadtseite unbedingt mit Dachrinnen versehen werden, zweckmässig auch die Traufen an der Bahnseite. Da hierbei die Ableitung des Regenwassers von den vortretenden Dächern durch schräg nach dem Gebäude hin anzulegende Fallrohre Schwierigkeit macht

und an der Bahnseite sogar eine Erhöhung des Schuppens erfordert, um das Normaldurchfahrtsprofil frei zu halten, so empfiehlt sich das in Fig. 33 angedeutete Profil zur Ausführung, wobei die Höhe des Schuppens auf ein Minimum eingeschränkt, hochliegendes Seitenlicht, welches unbedingt den Oberlichtern in der Dachfläche vorzuziehen ist, gewonnen und zweckentsprechende Abwässerung der Dachflächen erzielt wird.

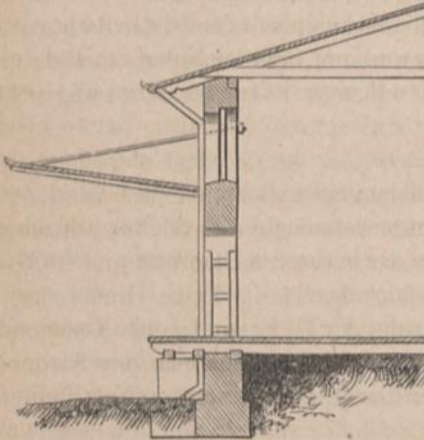
Die Anlage von Kellern unter dem Güterlagerraume erscheint nur dann gerechtfertigt, wenn für die Benutzung derselben Aussicht vorhanden ist oder mit der Anlage derselben Mehrkosten nicht verbunden sind. Andersfalls ist es vortheilhaft und ganz unbedenklich bezüglich der Solidität des Holzwerks im Fussboden, den innern

Raum bis zur Perronhöhe mit geeigneten Bodenmassen auszuschütten und auf die Ausschüttung den Fussboden zu legen. Sollen Keller angeordnet werden, so geschieht dies, indem man Pfeiler aufmauert, auf diese Träger legt und dadurch die meistens der Quere nach liegenden Balken unterstützt. Gewölbte Keller werden sehr theuer und deshalb selten zur Ausführung gebracht. Für die statistische Berechnung der Stabilität des Lager-raums dürfte eine Belastung von 20 bis 30 Centner pro □^m als nicht zu gross anzunehmen sein.

Der Fussboden des Güterlagerraums wird, wenn derselbe hohl liegt, aus starken Bohlen gebildet; ist der innere Raum ausgeschüttet, so wendet man häufig ebenfalls Bohlen auf Lagerhölzern, jedoch auch wohl Steinpflaster, künstlichen oder wirklichen Asphalt auf Backstein- oder Béton-Unterlage, Klotzpflaster oder Plattenbelag an.

Schiebthore, welche sich seitlich in Nischen schieben lassen, verdienen den Vorzug vor Klappthoren, weil Letztere zum Oeffnen, sei es nach aussen oder innen einen

Fig. 33.



freien Raum erfordern, auf dem Güter nicht gelagert werden können. Die Thoreinfassungen erhalten zum Schutze des Mauerwerks Holzgerüste, welche mit dem Mauerwerke durch eiserne Anker verbunden werden.

Die Decimalwaagen zum Wiegen der Collis werden bei den neuen Güterschuppen der Bergisch-Märkischen Eisenbahn im Fussboden der Schuppen so angebracht, dass das Waagenbrett nur sehr wenig über den Fussboden vortritt, so dass die zu wägenden Lasten nicht gehoben zu werden brauchen.

Die Beleuchtung der Güterschuppen zur Nachtzeit geschieht in unbedenklicher Weise mit Gas, wo solches zu Gebote steht; im Innern des Schuppens werden meistens offene Flammen, ausserhalb derselben meistens oberhalb der Thore Laternen angebracht.

§. 41. *Ladevorrichtungen.* — Die Frage:

»Welche Erfahrungen sind über die Wirkungen der Ladevorrichtungen auf das Ladegeschäft der Güterbahnhöfe erzielt?«

wurde in der IV. Versammlung der Techniker des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen im September 1868 in München folgendermaassen beantwortet:

- a. Für den gewöhnlichen Verkehr haben die bekannten Ladeperrons, Laderampen und Rollkarren ausgereicht.
- b. Für schwere Gegenstände sind Krahe, besonders feststehende, von Menschenkraft bewegte eiserne Drehkrahe von 30 bis 300 Ctr. Tragfähigkeit von grossem Vortheile.
- c. Für lebhaften Quai-Verkehr sind die Dampf- und hydraulischen Krahe den durch Menschenkraft bewegten und die beweglichen Dampfkrahe den feststehenden vorzuziehen, weil erstens der Förderungseffect ein grösserer und zweitens die Ausnutzung der Quai-Anlageplätze eine bessere ist

Hervorzuheben ist noch, dass sämmtliche Krahanlagen grosse Ersparniss an Zeit und Arbeitskräften herbeiführen, die Eisenbahnfahrzeuge vermöge der Verladung von oben herab sehr conserviren und den Arbeitern die nöthige Sicherheit bei Verladung schwerer Gegenstände verschaffen.

Nach §. 101 der technischen Vereinbarungen des V. d. E.-V. ist ein Krahn für schwere Stücke erforderlich, auch sind an einigen Ladethoren der Güterschuppen Krahe zweckmässig, transportable eiserne Krahe auf Rädern sind zu empfehlen.

§. 42. *Die Anlagen für den Güterverkehr in England*²⁷⁾ sind auf den Güterstationen für Verladung im Freien und auf Güterschuppen von derartigen Anlagen in Deutschland nicht wesentlich verschieden.

Der bedeutende Güterverkehr auf den Bahnhöfen der grösseren Städte, insbesondere von London, hat jedoch Einrichtungen nothwendig gemacht, ohne welche so bedeutende Massen auf einem beschränkten Raume nicht zu bewältigen sein würden. Hier genügten einfache Güterschuppen, in welchen die Güter durch Thore verladen werden, nicht, es mussten vielmehr grossartige bedeckte und von oben beleuchtete Hallen erbaut werden, unter welchen nicht nur ganze Züge auf zahlreichen Gleisen aufgestellt werden, sondern

²⁷⁾ Erbkam, Zeitschr. f. Bauwesen, Jahrgang XIII, p. 613 f. Englische Einrichtungen.

Siehe auch Reisenotizen über Güterschuppen und Lagerhäuser der englischen Bahnhöfe vom Ingenieur H. Tellkamp. Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1864.

Die charakteristischen Unterschiede der deutschen und englischen Güterstationen und die Vorzüge der Letztern in Bezug auf schnelle Umladung grosser Transportmassen sind in Weber's Schule des Eisenbahnwesens 1862, p. 148—150 in übersichtlicher Weise besprochen.

auch die Fuhrwerke, auf welche die Güter verladen werden sollen, einfahren können. Der Dienst wird dadurch ausserordentlich erleichtert, an Arbeitskräften und an Aufbewahrungsräumen viel erspart.

Zwischen den Gleisen und Fahrstrassen befinden sich erhöhte Ladeperrons, auf welchen zahlreiche Krane zum Heben der Lasten, oft durch hydraulischen Druck bewegt, aufgestellt sind. Die Güter werden meistens von den Eisenbahnwagen direct auf das Landfuhrwerk oder auf Schiffe verladen. Nicht selten sind zu längerer Lagerung von Gütern in der Nähe besondere Gebäude errichtet.

Fig. 6, Tafel XLII giebt eine Skizze vom Durchschnitt der Güterhalle der Great-Western-Eisenbahn bei Paddington. Die Halle überdeckt hier 13 Gleise mit den zwischenliegenden Fahrstrassen und Ladeperrons.

Die Ueberdachung der Halle wird von gusseisernen Säulen getragen, welche in $12^m,55$ Abstand voneinander oben durch schmiedeeiserne gitterförmige Längsträger, auf denen die gusseisernen Dachrinnen und die schmiedeeiserne Dachconstruction ruhen, untereinander verbunden sind. Zur Eindeckung des Daches ist gewelltes, verzinktes Eisenblech verwandt in Tafeln von etwa $2^m,4$ Länge und $0^m,9$ Breite, welche einander etwa $0^m,1$ überdecken und miteinander vernietet sind.

Die Dachbinder sind etwa $3^m,14$ voneinander entfernt, Sparren und Pfetten haben T-förmigen Querschnitt von etwa 130^{mm} Breite und 100^{mm} Höhe. An das Hauptdach schliesst sich eine grosse Anzahl kleiner Satteldächer an, welche mit Glas eingedeckt sind. Die gusseisernen Säulen dienen durchweg gleichzeitig als Abfallrohre für die Dachrinnen.

An die eine Langseite schliessen sich die Depotsräume in zwei Etagen an. Vorgebaute Ladebrücken mit Aufzugskranen stellen die Verbindung der Eisenbahnwagen mit der oberen Etage des Depots her. In der Mitte der Halle befinden sich die Bureau-räume in zwei Etagen, so dass von denselben aus das Ladegeschäft controlirt und überwacht werden kann. Die Verladung geschieht theilweis mit den auf den Perrons stehenden hydraulischen Kranen, theilweis durch directes Einfahren in die Eisenbahnwagen. Letzteres wird dadurch wesentlich erleichtert, dass die Güterwagen dieser Bahn gleiche Länge von Buffer zu Buffer erhalten haben. Die Thüren der auf vier Gleisen nebeneinander stehenden Wagen correspondiren daher miteinander, so dass man mit Hülfe von übergelegten Brücken von dem Ladeperron durch mehrere Wagen hindurchfahren und das Gut in jeden der hintereinander stehenden Wagen einkarren kann. In zweckmässiger Weise sind ferner Ueberbrückungen der Hallengleise zur Communication zwischen den einzelnen mittelhohen Perrons in gleichem Niveau mit denselben hergestellt. Sie bestehen aus zwei in der Mitte der überbauten Oeffnung aneinander stehenden Rollbrücken, welche auf einen rechtwinklig zu den Hallengleisen und mit einem solchergestalt abgemessenen Gefälle verlegten Schienenbahn laufen, dass jede Hälfte mit Leichtigkeit unter den Belag des benachbarten Perrons geschoben und das Fahrgleis auf diese Weise wieder frei gemacht werden kann. Auch sind an einzelnen Stellen des Perrons Versenkungen angebracht, welche die Utensilien für die Züge aus den unterhalb belegenen Kellern unmittelbar herauf befördern helfen.

Am Ende der Güterhalle befindet sich eine senkrechte hydraulische Hebevorrichtung, welche dazu dient, die Kohlenwagen auf die ca. 6^m höher liegenden Kohlen-Abladegleise zu heben. Von der Hebevorrichtung gelangen die Wagen zu dem Abladestrange auf einer durch Säulen getragenen Blechträgerbrücke, welche durch die Güterhalle hindurchführt.

Aehnliche Einrichtungen, wobei die Güterwagen mittelst senkrechter Hebevorrichtungen nach den Ladestellen gebracht werden müssen, finden sich mehrfach in England, und ist in dieser Beziehung die Güterstation der Lancashire- und Yorkshire-Eisenbahn bei

Manchester zu nennen, welche 5^m,4 bis 6^m tiefer liegt als die Hauptbahn und auf welche sämtliche Wagen vermittelst dreier senkrechter Hebevorrichtungen, welche durch Dampfkraft in Bewegung gesetzt werden, gelangen. Baumwollballen werden daselbst auf Tafeln verladen, deren Grösse der Grösse der dazu eingerichteten Landfuhrwerke entspricht, während drei derselben auf einem Eisenbahnwaggon nebeneinander Platz finden. Die Umladung dieser beladenen Tafeln geschieht vermittelst eines Laufkrahnes durch Dampfkraft, so dass also mit einer einmaligen Operation ein Landfuhrwerk ent- oder beladen werden kann.

Dergleichen Einrichtungen werden sich auch für Steinkohlentransporte vortheilhaft anwenden lassen, wenn man statt der Tafeln entsprechend grosse kastenförmige Behälter zur Anwendung brächte, welche auf die Untergestelle der Land-, resp. Eisenbahnwagen gestellt werden könnten und später entleert zurück geliefert würden. Bei den Wellington-Docks zu Liverpool werden die Kohlen in dergleichen Kästen mittelst hydraulischer Krahne von je 10 Tons, resp. 15 Tons Tragfähigkeit bis zu den Böten der Seeschiffe herabgelassen und entleert. Die Kästen von Holz haben im Boden Klappen, welche mit der Hand geöffnet werden müssen. Eiserne Kästen dagegen sind mit eigenthümlicher Vorrichtung zum Oeffnen der Klappen versehen. Ein Krahn soll jede Stunde 130 Tons Kohlen mit eisernen Kästen verladen können.

§. 43. *Französische Güterschuppen.* — In Frankreich, wo das milde Klima solches zulässt, sind die Güterschuppen an den Seiten häufig ganz offen, indem das Dach von einzelnen gemauerten Pfeilern, hölzernen Ständern oder gusseisernen Säulen getragen wird. Solche offene Güterschuppen, welche man z. B. auf den Bahnhöfen der Französischen Westbahn zu Paris, Rouen und Havre findet, sind freilich nur an den grösseren Stationen zulässig, wo die Güterbahnhöfe isolirt angelegt und genügend eingefriedigt sind. Grosse mehrstöckige Lagerhäuser und mechanisch bewegte Aufzugsvorrichtungen findet man auf den französischen Güterstationen nur selten, beispielsweise auf dem Güterbahnhofe der Westbahn zu Batignolles ein solches, welches als zollfreie Niederlage oder Entrepot dient und durch ein Gleis mit dem Bahnhofe verbunden ist.

Auf der Güterstation der nach Orleans führenden Bahn zu Paris findet man zweckmässige leicht bewegliche Rollkrahne, welche in dem Berichte (Organ f. d. Fortschr. d. Eisenb.-W., Jahrgang 1864) dargestellt sind. Statt der Windtrommel haben dieselben eine Kettenscheibe. Die als Krahnkette dienende Gall'sche Kette wird mit einem Ende an die obere Rolle festgehängt, hängt mit dem andern Ende frei herab. Der Krahn hängt mittelst zweier Rollen auf einem Dachbalken und findet unten auf dem Fussboden auf einer kleinen Rolle die zweite Stütze.

Die in Fig. 7, Tafel XLII dargestellte Skizze zeigt das Profil eines Güterschuppens, welcher auf den kleineren französischen Bahnhöfen sehr gebräuchlich ist.

Die Dachconstruction ist sehr leicht. Die Binder liegen etwa 3^m voneinander entfernt; da Leersparren fehlen, so liegt die Dachverschalung auf die ganze Weite frei. Die Dachdeckung besteht aus Zinkblech.

Fig. 8, Tafel XLII zeigt die Skizze vom Querschnitt des grossen Eisenbahngüterschuppens in der Nähe der alten Docks zu Antwerpen. In der Mitte desselben liegen drei Gleise, aussen an beiden Langseiten liegen die Fahrstrassen für die Fuhrwerke, die Dächer sind mit Schiefer auf Verschalung eingedeckt. Das mittlere Dach hat im First ein grosses Oberlicht. Die Dachconstruction ist in Schmiedeeisen nach dem Polonceau'schen Systeme ausgeführt.

An den Giebelenden des Schuppens sind drei grosse eiserne Gitterthore, über den Gleisen zu beiden Langseiten grosse aufgehängte Schiebethore an der innern Seite der

Umfassungsmauern angebracht. Auf dem Perron stehen einige leichte eiserne Krahne gewöhnlicher Art.

§. 44. *Schuppen zur Lagerung von feuergefährlichen Gegenständen*, insbesondere Petroleum, Oel, Chemikalien etc. werden gewöhnlich in einiger Entfernung vom Güterschuppen erbaut, sind häufig an den Langseiten offen und als Verdachungen angelegt, unter welchen die betreffenden Güter auf Perrons in der Höhe der Wagen, geschützt vor Nässe und Sonnenschein, kurze Zeit lagern können, oder auch nur übergeladen werden. Solche Verdachungen sind zweckmässig in leichter Holzconstruction herzustellen und mit Dachpappe einzudecken; die unterstützenden Säulen von Eisen oder Holz sind auf Pfeiler zu stellen, welche zugleich die Träger für die den Fussboden des Lagerraums tragenden Balken aufnehmen. Parallel der einen Langseite des Schuppens liegt wie bei den Güterschuppen ein Eisenbahngleis, parallel der andern die Fahrstrasse für Landfuhrwerk.

V. Lagerhäuser, Niederlagegebäude, Entrepots, Speicher etc.

§. 45. *Allgemeines*. — Die grösseren Güterbahnhöfe, namentlich in Hafenorten, enthalten ausser den Güterschuppen, welche den Landfuhrwerkverkehr vermitteln, noch Lagerhäuser, Niederlagegebäude, Entrepots etc., einestheils zur Vermittelung des Seeverkehrs, anderentheils aber auch behuf der längeren Lagerung von Gütern, über welche der Besitzer Disposition noch nicht getroffen hat. An Hafen- oder Grenzorten, an welchen sonst für eingehende Güter Zoll erhoben wird, gewährt man meistens für die Lagerung in diesen Gebäuden Zollfreiheit, und die Güter werden erst dann verzollt, wenn sie zum Versandt in das Zollgebiet gelangen, anderenfalls aber auch unverzollt zurückgesandt. Diese Lagerhäuser bezeichnet man deshalb als steuerfreie Niederlagen.

Sie erhalten meistens mehrere Etagen, in welche die Waaren durch hydraulische Krahne oder Dampfkrahn direct aus den Eisenbahnwagen entladen werden, welche in das Erdgeschoss auf Gleisen und Drehscheiben unter die Aufzüge, die durch alle Etagen reichen, gelangen können.

§. 46. *Steuerfreie Niederlage in Harburg*. — Die am Wasser zu erbauenden Lagerhäuser stehen meistens mit der demselben zugekehrten Langseite auf der gewöhnlich vorhandenen Quaimauer oder auch so weit entfernt von dieser, dass zwischen dem Schuppen und der Quaimauer noch ein Bahngleis angelegt werden kann, um Waaren direct mit auf der Mauer befindlichen Krahn in Eisenbahnwagen verladen zu können. Siehe Fig. 9, Tafel XLII Profil der steuerfreien Niederlage zu Harburg^{27a)}; auf der Quaimauer daselbst sind hydraulische Krahne aufgestellt. Dienen diese Niederlagen vorzüglich einem Durchgangsverkehre, so sind sie zweckmässig einstöckig und die grösstmögliche Länge des Quais einnehmend, von der Breite gewöhnlicher Güterschuppen auszuführen. Dienen sie gleichzeitig zur zollfreien Lagerung von Gütern und zur Lagerung von bereits verzollten Gütern im freien Verkehre, wie bei der zollfreien Niederlage zu Harburg Fig. 10, Taf. XLII, so ist es wohl für zweckmässig gehalten, zwei Lagergebäude parallel nebeneinander aufzuführen und in den oberen Geschossen durch Querbauten miteinander zu verbinden. Zwischen beiden Gebäuden, von denen das an der Bahnseite liegende als Lagerschuppen für Güter im freien Verkehre, das an der Strassenseite liegende als zollfreie Niederlage dient, liegen daselbst zwei Bahngleise, welche von den Querbauten überbaut sind. Feuerfeste Treppen und Bureaulocale befinden sich in allen Geschossen an einem Giebel beider

^{27a)} Steuerfreie Niederlage zu Harburg. Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins für das Königreich Hannover. Jahrgang 1860, p. 222.

Schuppen und für Feuerlöschrichtungen ist durch Wasserleitungen im Innern des Gebäudes Sorge getragen.

Die steuerfreie Niederlage zu Emden²⁸⁾, Leer und Gestemünde²⁹⁾ bestehen nur aus einem Niederlagegebäude in übrigens sonst ähnlicher Art der Ausführung wie in Harburg.

Die Etagehöhe der Lagerhäuser ist 2^m,8 bis 3^m hoch anzunehmen; ein höheres Aufstauen der Waare würde unbequem und nicht bei allen Waarengattungen möglich sein. Die Gebälke werden meistens durch Unterzüge gestützt, welche gewöhnlich von gusseisernen Säulen getragen werden, während in den Kellerräumen steinerne Pfeiler zweckmässig sind. Für gewisse Waaren, z. B. Oel, Wein etc., welche durch den Temperaturwechsel verderben, sind Kellerräume unentbehrlich.

Einer Mittheilung von C. Köpke³⁰⁾ über die Dimensionen von Balkenlagen, insbesondere in Lagerhäusern, entnehmen wir, dass bei der statistischen Berechnung der Balkenlage in der Niederlage zu Harburg pro □^m Lagerraum 4700 Pfund Belastung angenommen sind und für diese Belastung eine zehnfache Sicherheit gegen Bruch hergestellt wurde.

Die Fenster der Niederlagegebäude sind so klein und so hoch vom Fussboden wie möglich anzulegen, da grosse Helligkeit nicht erforderlich ist, und mit Vorhängen, Jalousien oder matt geschliffenen oder roh gegossenen Scheiben zu versehen, um die Sonnenstrahlen abzuhalten. Die behuf der Lüftung zum Oeffnen einzurichtenden Fenster sind mit genügend starken Gittern gegen Einbruch zu sichern. Die Fussböden werden meistens von Bohlen hergestellt, in den Gängen auch wohl mit Eisenplatten bedeckt, um die Abnutzung durch die Rollkarren zu verhüten. Auch umkleidet man wohl die Räder der Transportwagen mit Gummi oder Guttapercha, wodurch ausserdem der Verkehr geräuschloser von statten geht. Die Kellerräume erhalten Pflaster oder Asphaltfussboden, welcher für Fasslager mit Rücksicht auf die vorkommenden Leckagen muldenförmig hergestellt wird.

§. 47. *Niederlagegebäude im Weserbahnhof zu Bremen.* — Zum Schlusse theilen wir in der Situationszeichnung Fig. 11, Tafel XLII noch die Anordnungen mit, welche auf dem neuen Weserbahnhofe zu Bremen zur Vermittelung des Seeverkehrs getroffen sind.³¹⁾ Das Niederlagegebäude daselbst, in der Zeichnung mit A bezeichnet, dient als Eisenbahngüterschuppen für die flusswärts ankommenden Güter, gleichzeitig als Niederlage für steuerfreie und anderweitige Lagerung von Gütern. Das Erdgeschoss desselben enthält:

- bei 1 einen Vorschuppen 11^m,6 breit, bestimmt zur ersten Aufnahme der Güter,
 - bei 2 eine Durchfahrt,
 - bei 3 Vorraum für die in den oberen Stockwerken befindliche steuerfreie Niederlage,
 - bei 4 einen Eisenbahngüterschuppen,
 - bei 5 eine heizbare Waagebude,
 - bei 6 Bureaus der Zollverwaltung,
 - bei 7 Bureaus der Eisenbahngüterexpedition,
 - bei 8 Bureaus der Niederlageverwaltung.
- In dem Raume 1 werden die Güter, welche mit Lichterschiffen ankommen, nachgesehen,

²⁸⁾ Steuerfreie Niederlage zu Emden. Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins für das Königreich Hannover, Band X, 1864, p. 188.

²⁹⁾ Der Hafenbau in Gestemünde vom Oberbaurath Buchholz. Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins für das Königreich Hannover. Jahrgang 1865, p. 45 und 212.

³⁰⁾ Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins für das Königreich Hannover. Jahrgang 1865.

³¹⁾ Schröder. Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins für das Königreich Hannover, Band X, 1864, p. 19.

sortirt, geflickt oder verküpert, um sie für den Eisenbahntransport sicher zu machen. Die Durchfahrt 2 steht durch zwei Windevorrichtungen mit den obern Lagerböden in Verbindung, so dass auch die daselbst lagernden Güter zu Lande weiter transportirt werden können. Ausserdem sind an der Wasserseite und an der Bahnseite des Gebäudes Windevorrichtungen angebracht, vermittelst deren die Güter direct aus den Schiffen nach den verschiedenen Lagerräumen, resp. von diesem auf die Eisenbahnwagen geschafft werden können.

Die Balkenlagen der obern Geschosse sind auf ca. 48 Ctr. Tragfähigkeit pro \square^m berechnet und haben diese Last mehrere Male länger getragen.

Der zweite an der Weser befindliche Schuppen, in der Zeichnung mit *B* bezeichnet, ist für die eisenbahnseitig ankommenden und flusswärts weitergehenden Güter bestimmt und besteht hauptsächlich aus einem einstöckigen Lagerraum.

Bei 9 sind die Büreaus der Steuer-, Zoll-, Eisenbahn- und Schuppen-Verwaltung angelegt,

10 ist Corridor,

11 ist Lagerraum,

12 sind Treppen nach der Weser.

In diesen Schuppen sind zwei Gleise geführt und durch Drehscheiben mit den Bahnhofsgleisen in Verbindung gesetzt. Vier Krähne dienen zum Niederlassen der Güter in die Schiffe.

13 Grosser Krahn 60,000 Pfd. Tragfähigkeit.

14 Kleiner Krahn 5000 Pfd. Tragfähigkeit.

15 Transportabler Krahn 2500 Pfd. Tragfähigkeit.

16 Laderampe für Landfahrwerke.

17 Quergleise zur Verbindung derselben mit der Drehscheibe am *B*-Schuppen,

18 Gepflasterter Weg für Landfahrwerke.

C und *D* Anfänge des Einganges zum projectirten Hafen, in welchen, wenn es erforderlich erscheint, der an den Weserbahnhof grenzende Theil des Stadtgrabens verwandelt werden kann.

Die beiden Schuppen sind in Backsteinrohbau in rationeller Construction architektonisch imposant ausgeführt. Die Dachflächen sind zum Theil mit englischem Schiefer eingedeckt, zum Theil von gewelltem Eisenblech in Bogenform hergestellt.

Der \square^m der in letzterer Weise überbauten Grundfläche hat gekostet mit Verankerungen excl. Blechträger, Säulen und Rinnen etwa $3\frac{1}{2}$ Thlr. Die Bedachung hat jedoch den Nachtheil gezeigt, dass die darunter liegenden Räume im Sommer sehr heiss werden, wenn nicht wie beim Schuppen *A* für starken Luftzug gesorgt werden kann. — Thore und Thüren sind ebenfalls aus Wellenblech gefertigt.

VI. Locomotivschuppen.

§. 48. *Allgemeines.* — Die Locomotivschuppen dienen zur Unterbringung der im Dienst befindlichen Locomotiven.

Bezüglich des Bedarfs an Ständen giebt Plessner an, dass etwa 25 % der sämtlichen Locomotiven einer Bahn sich in Werkstätten in Reparatur befinden, alle übrigen aber in den Locomotivschuppen unterzubringen seien, was mit den Ausführungen bestehender Bahnen ziemlich genau übereinstimme. (Vergl. auch I. §. 105 der technischen Vereinbarungen auf p. 466.)

Die an Locomotivschuppen zu stellenden allgemeinen Bedingungen sind folgende:

1. Der Schuppen muss so angeordnet und gelegen sein, dass man Locomotiven leicht und ohne andere deplaciren zu müssen, ein- und ausfahren lassen kann.

2. Für schleunige Beseitigung von Dampf und Rauch, welcher im Schuppen durch die Locomotive erzeugt wird, muss durch die Construction des Schuppens Sorge getragen sein.

3. Der Innenraum muss reichlich hell und überall durch Tageslicht erleuchtet sein.

4. Der für die einzelne Locomotive bestimmte Raum soll in der Breite und Länge so gross bemessen sein, dass nicht allein alle Locomotiven genügend Platz finden, sondern

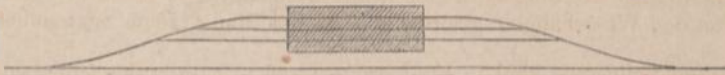
auch zwischen denselben Handtirungen, selbst kleinere Reparaturen an den Maschinen vorgenommen werden können.

5. Zweckmässige Heizung des Raumes im Winter soll ermöglicht sein.

6. Alle diese Bedingungen sollen in der einfachsten Weise, mit den geringsten Mitteln und ökonomisch so vortheilhaft wie möglich erfüllt werden.

§. 49. *Locomotivschuppen durch Weichen zugänglich.* — Die erste Bedingung wird dann am vollkommensten erfüllt, wenn die Locomotivstände durch Weichen derart mit den Fahrgleisen verbunden werden, dass die Locomotiven mit dem eigenen Dampfe von den Ständen auf die Fahrgleise und umgekehrt gelangen können, und wenn nicht mehrere Stände hintereinander auf ein Ausfahrtsthor angewiesen sind. Nach Maassgabe der Lage und Form des für den Bau des Locomotivschuppens zu Gebote stehenden Bauplatzes und mit Rücksicht auf die Anzahl der in dem Schuppen zu placirenden Locomotiven, sind dabei in den verschiedenen Fällen verschiedene Grundformen anwendbar, wie bereits im XIII. Capitel, §. 4 kurz erwähnt wurde. Die einfachste und in der ersten Zeit am häufigsten zur Anwendung gebrachte Grundform ist die des Rechtecks. Die Schuppen in dieser Form enthalten ein, zwei, drei oder mehrere parallele Gleise, welche entweder nach einer oder beiden Richtungen durch Weichen mit den parallelen Hauptbahngleisen verbunden sind. (Fig. 34.)

Fig. 34.



Sind Ausfahrten nach beiden Seiten hin zu ermöglichen, so dehnt man wohl die Länge des Schuppens so weit aus, dass vier Locomotiven hintereinander gestellt werden können.

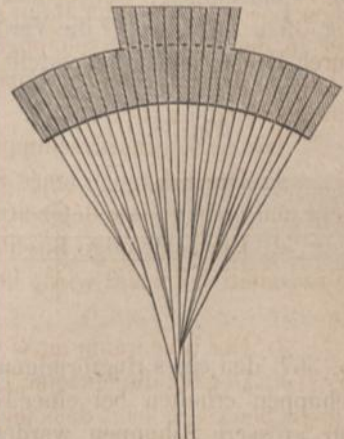
Nach den Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen soll nach §. 91 mindestens zu zwei hintereinander stehenden Locomotiven ein besonderes Ausfahrtsthor gehören von mindestens 15' 9" (4^m,8) Höhe und 11' (3^m,35) Breite.

Ist also die Anzahl der zu placirenden Locomotiven gegeben, so ermittelt sich die Anzahl der parallel in dem Schuppen anzulegenden Gleise, in dem man unter obiger Voraussetzung die ersten durch 4 und, wenn die Ausfahrt und Weichenverbindung nur nach einer Richtung möglich ist, durch 2 dividirt. Je mehr Parallelgleise anzulegen sind, desto grössere Länge ist für die Weichenverbindungen nothwendig und daraus ergibt sich, dass diese Schuppenform und Anordnung nur zur Aufnahme einer kleinen Anzahl von Locomotiven zweckmässig erscheint. Schuppen mit mehr als drei Parallelgleisen findet man selten oder zur Verbindung der Stände mit den Fahrgleisen ausser Weichen noch Drehscheiben oder Schiebebühnen zur Anwendung gebracht, auf die wir später zurückkommen werden.

Eine zweite Schuppenform, welche directe Weichenverbindung mit den Fahrgleisen zulässt, ist die ringförmige, wie sie auf der Great-Northern-Eisenbahn (Fig. 35) zur Ausführung gekommen ist.

Je grösser bei dieser Anordnung der Radius für die Ringform gewählt wird, desto mehr Stände können

Fig. 35.

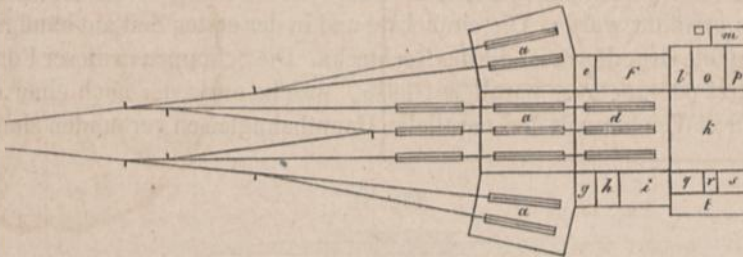


nebeneinander angeordnet werden. Die Anordnung ist zweckmässig, jedoch durch die Anlage der Gleise und Weichen deren Ausführung kostspielig.

Fig. 36 zeigt in ähnlicher Anordnung den Grundriss des Locomotivschuppens der Station Löbau mit angebauter kleiner Werkstatt. In der Figur ist

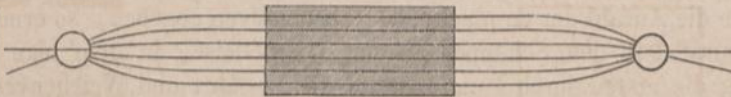
- | | |
|--|-------------------------------|
| <i>a</i> der Schuppen für die Maschinen im Dienst, | <i>i</i> Schmiede, |
| <i>d</i> Raum für Maschinen in Reparatur, | <i>k</i> Dreherei, |
| <i>e</i> Raum für die Putzer, | <i>l</i> Maschinen-Vorsteher, |
| <i>f</i> Stellmacherwerkstatt, | <i>m</i> Kesselraum, |
| <i>g</i> Locomotivführerzimmer, | <i>n</i> Dampfmaschine. |
- Die übrigen Räume dienen als Magazine etc.

Fig. 36.



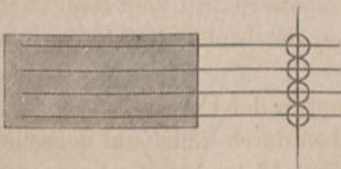
§. 50. *Locomotivschuppen mittelst Drehscheiben zugänglich.* — Ist eine grössere Anzahl von Locomotiven unterzubringen, so wählt man vortheilhafter Anordnungen, bei denen die Locomotiven nicht direct, sondern durch Vermittlung von grossen Drehscheiben, auf denen gleichzeitig Locomotive und Tender gedreht werden können, ein- und ausgebracht werden. Wie schon erwähnt, ist auch dabei die rechteckige Grundrissform

Fig. 37.



anzuwenden, wie in Fig. 37 oder bei den ältern Anlagen der Grand Junction st., Fig. 38, für 12 Maschinen, wobei jedes Gleis eine besondere Drehscheibe enthält, oder endlich in Fig. 39 (p. 567), wobei die Verbindung der Gleise innerhalb und ausserhalb des Schuppens durch Drehscheiben hergestellt ist.

Fig. 38.



Häufiger kommt in Verbindung mit Drehscheiben die Kreisform oder Polygonalform, die Halbkreisform, Ring- oder Hufeisenform in Anwendung. Bei diesen Formen convergiren alle Gleise nach der Mitte der Grundrissfigur, welche mit dem Mittelpunkte der Drehscheibe zusammenfällt. Fig. 40 (p. 567) zeigt den Grundriss eines polygonalen Schuppens mit 16 Ständen, Fig. 41 (p. 567) den des halbkreisförmigen für 8 Stände, Fig. 42

(p. 567) den eines ringförmigen Schuppens mit 16 Ständen. Die runden oder polygonalen Schuppen erhalten bei einer Grösse bis zu 16 Ständen meistens nur ein Einfahrtsthor. Für grössere Schuppen werden meistens mehrere Thore angelegt. Die geschlossenen

runden Schuppen sind hierin den ringförmigen vorzuziehen, bei welchen für jeden Stand ein Thor anzulegen ist.

Die Beantwortung der Frage:

»Welche Erfahrungen liegen über die Zweckmässigkeit der runden, nur durch eine Drehscheibe zugänglichen Schuppen für Locomotiven im Dienste vor?«
in der IV. Versammlung der Techniker des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen im September 1868 in München wurde bereits in der Anmerkung 15 zu §. 4 des XIII. Capitels mitgetheilt.

Fig. 39.

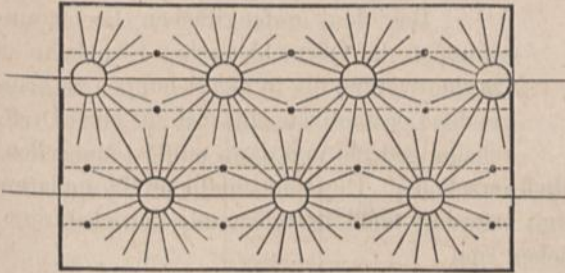


Fig. 40.

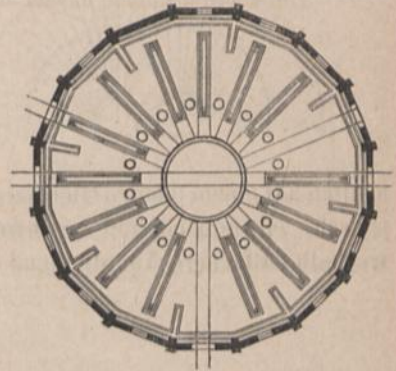


Fig. 43.

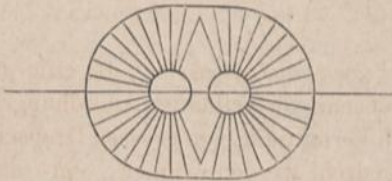


Fig. 41.

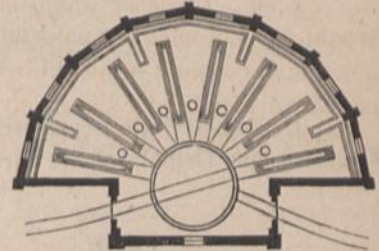


Fig. 44.

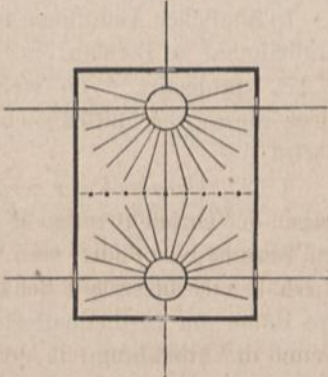
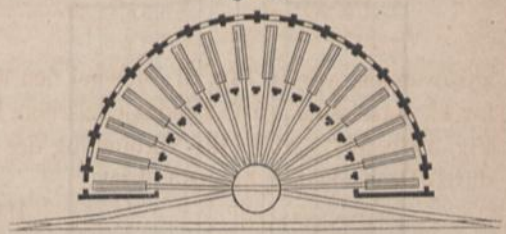


Fig. 42.



Bei Unterbringung einer grösseren Anzahl von Locomotiven legt man zwei Drehscheiben nebeneinander in die Mitte und schiebt zwischen die beiden Halbkreise oder Quadranten einen rechteckigen Schuppentheil ein.

Siehe Fig. 43 und 44 oder wie bei dem grossen Schuppen der Französischen Nordbahn zu Tergnier (Fig. 45, p. 568), woselbst die Drehscheiben durch kleine auf denselben befindliche Dampfmaschinen bewegt werden. (Siehe auch Fig. 46, p. 568 die Locomotivschuppen der Bayerischen Staatsbahn zu Würzburg.)

Die ältern polygonalen Schuppen (Versailler Bahn, linkes Ufer) enthalten Drehscheiben von so kleinem Durchmesser, dass nur die Locomotive ohne Tender auf ihnen

gedreht werden konnten. Bei allen neuern Schuppen sind die Drehscheiben jedoch derart in ihren Dimensionen bemessen, dass die Trennung des Tenders von der Locomotive nicht erforderlich ist.

Die Zahl und Grösse der in dem Schuppen aufzustellenden Maschinen bestimmt natürlich den Durchmesser desselben.

§. 51. *Locomotivschuppen mit Schiebebühnen.* — Zur Unterbringung sehr vieler Locomotiven (50—100 Stück) wählt man vortheilhaft eine Anordnung, bei welcher die Locomotiven mittelst einer Schiebebühne ein-, resp. ausgebracht werden, welche zweckmässig durch Dampf bewegt wird.

Bei den umfangreichen Locomotivschuppen der Oberschlesischen Eisenbahn zu Breslau werden die in den Schuppen zu bringenden Locomotiven zunächst auf einer Drehscheibe gedreht und dann mittelst Menschenkräften auf einem offenen Gleiskarren seitlich verschoben. Diese umständliche Manipulation ist sehr zeitraubend und beschwerlich und erfordert nicht unbedeutende Betriebskosten, weshalb einfachere Anordnungen vorzuziehen sind.

Fig. 45.

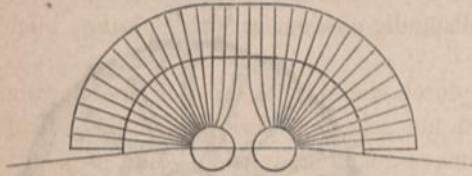
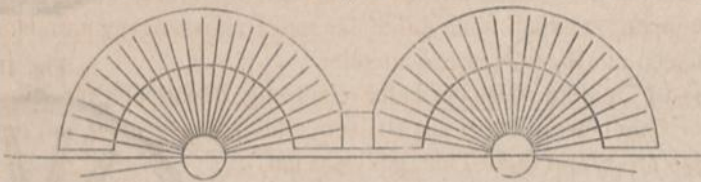


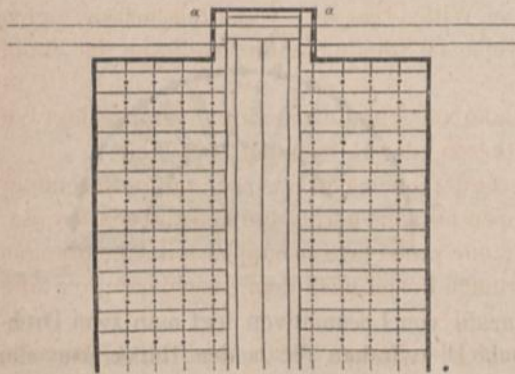
Fig. 46.



Der rechteckige Locomotivschuppen zu Bar-le-duc, Fig. 8, Tafel XLIII, auf der Französischen Ostbahn³²⁾ ist durch eine überdachte Schiebebühne zugänglich.

In ähnlicher Anordnung ist für den Centralbahnhof zu Breslau ein Schuppen, Fig. 47, projectirt, von welchem am Schlusse dieses Abschnittes noch die Rede sein wird.

Fig. 47.



§. 52. *Vergleich der verschiedenen Formen.* — Vergleicht man die verschiedenen Formen, so findet man zunächst, dass bei den rechteckigen Schuppen der innere Raum am vortheilhaftesten ausgenutzt und die Ausführung in der einfachsten und billigsten Weise geschehen kann.

Bei allen Schuppen, in denen die Stände convergirend nach einem Mittelpunkte angelegt werden, ist an den engsten

Stellen der Zwischenraum zwischen je zwei Locomotiven auf ein Minimum zu bemessen, dabei am äussern Umfange Raumverschwendung nicht zu vermeiden, welche bei Anwendung der Rechteckform vermieden wird. Andererseits kommt die äussere Verbindung der Stände mit den Gleisen in Frage und da auf der Locomotivstation die Locomotiven meistens

³²⁾ Perdonnet, *Traité élémentaire des chem. d. f.* Bd. 2, p. 47.

gedreht werden müssen, entweder bevor sie zum Schuppen kommen, oder nachdem sie denselben verlassen, so ist das Ein- und Ausbringen der Maschine mittelst der Drehscheiben nicht eigentlich als ein Nächstheil der radial angeordneten Schuppen zu bezeichnen, indem ein Arbeitsverlust damit nicht verbunden ist, wenn die Drehung der Maschinen immer nach einer Richtung, also ein Theil der vollen Drehung beim Einfahren, der andere Theil beim Ausfahren bewirkt wird.

Bei den ringförmigen Schuppen liegt die Drehscheibe ungünstiger und ungeschützter, als bei der vollständig überdachten Rotunde, dagegen gestattet die Rotunde keinerlei Erweiterungen. Sie bildet ein abgeschlossenes Ganzes, welches entweder auf ein demnächstiges Bedürfniss bemessen zunächst nicht vollständig ausgenutzt werden kann, oder aber sehr bald nicht mehr ausreichend gross ist.

Der ringförmige Schuppen empfiehlt sich durch die Möglichkeit der Erweiterung vorzüglich für neue Bahnen, welche voraussichtlich mit geringem Verkehre eröffnet, bald aber mit der Entwicklung desselben zu Erweiterungen genöthigt werden. Man projectirt in derartigen Fällen vielleicht ringförmige Schuppen für 20 Stände, baut für den Anfang nur einen kleinen Theil desselben und erweitert nach Bedürfniss planmässig.

Ungünstig bei ringförmigen Schuppen ist die grössere Anzahl der Thore (für je einen Stand ein Thor), welche vor Allem verhältnissmässig bedeutende Unterhaltungskosten erfordern und nachtheilig bezüglich der Erwärmung des Schuppens im Winter sind.

Die Verbindung der Stände mit der Drehscheibe erfordert längere Gleise als beim polygonalen Schuppen, endlich sind durch längere Umfassungsmauern und die bebaute grössere Grundfläche die Baukosten bedeutender.

Perdonnet giebt an, dass ein halbkreisförmiger Schuppen für 7 Locomotiven auf dem Strassburger Bahnhofe zu Paris mit Gleisen, Reinigungsgruben und der Drehscheibe 25,600 Thlr., also pro Stand 3659 Thlr. gekostet hat.

Eine Rotunde zu Epernay kostete mit Gleisen, Gruben und der Drehscheibe 39,464 Thlr.; sie enthält 16 Gleise, von denen nur 14 als Locomotivstände gerechnet werden; der Locomotivstand kostet demnach 2800 Thlr.

Der ringförmige Schuppen zu Vilette hat 36,000 Thlr. gekostet, oder da derselbe 16 Stände enthält pro Stand 2253 Thlr.

Der ringförmige Locomotivschuppen zu Witten hat bei verhältnissmässig tiefen Fundamenten 38,900 Thlr. gekostet, da derselbe 11 Stände enthält, so kostet der Stand 3536 Thlr.

Die Kosten der Rotunde auf dem Bahnhofe Hannover waren veranschlagt zu 52,200 Thlr., dies ergiebt pro Stand bei 16 Gleisen oder 15 Ständen 3625 Thlr.

Zieht man ausserdem die Kosten des erforderlichen Terrains noch mit in Rechnung, so steht dabei ebenfalls der rechteckige Schuppen mit dem geringsten Terrainbedarf voran.

Der für den Bahnhof Breslau für 34 Stände projectirte Schuppen mit sägeförmigen Oberlichtdächern, eisernen Säulen und Dachrinnen kostet nach dem Anschlage pro Stand 1880 Thlr.

Hiernach steht diese Schuppenanordnung allen andern voran, und folgen dann die rechteckigen Schuppen mit aussenliegenden Drehscheiben oder Weichenverbindungen, dann die Rotunden, dann die ringförmigen und endlich die halbrunden Schuppen. Die Rotunden haben vor den ringförmigen Schuppen den Vorzug der besseren Uebersichtlichkeit im Innern, wodurch die Ueberwachung der Arbeiter erleichtert wird. Beide Anordnungen gestatten die Anlage von zweckmässigen Arbeitsstellen zur Ausführung der kleinen Reparaturen an den Maschinen und ermöglichen günstige Beleuchtung durch Tageslicht mittelst Aussenfenster und unter Vermeidung von Oberlichtern.

§. 53. *Vereinsbestimmungen über Locomotivschuppen.* — Auf die oben unter 2, 3, 4, 5 und 6 angeführten Bedingungen, welche an die Locomotivschuppen zu stellen sind, gehen wir näher ein, indem wir die Construction und Ausführung der Locomotivschuppen beschreiben.

Nach den technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen enthalten die Grundzüge folgende Bestimmungen:

§. 90. Jede Locomotive soll soviel Raum erhalten, dass man bequem an allen Seiten arbeiten kann. Im Locomotivschuppen müssen grosse Fenster bis nahe auf den Fussboden reichen. Zwischen den Schienen sind Senkgruben von $2\frac{1}{2}$ bis $2\frac{3}{4}$ ' (750 bis 850^{mm}) Tiefe mit Trittstufen an beiden Enden erforderlich, welche durch unterirdische Canäle entwässert werden.

§. 91. Mindestens zu zwei hintereinander stehenden Locomotiven gehört ein besonderes Ausfahrtsthor von mindestens 15' 9" (4^m,8) Höhe und 11' (3^m,35) Breite.

§. 92. Vor den Ausfahrtsthoren der Schuppen für dienstthuende Locomotiven sind gut entwässerte Löschruben anzulegen.

§. 93. Im Schuppen soll eine Rohrleitung liegen, welche durch einen Schlauch mit jeder Locomotive in Verbindung gebracht werden kann. Ein mit Vorwärmer versehener Wasserbehälter in etwa 17' (5^m,2) Höhe über dem Fussboden soll mit der Rohrleitung in Verbindung stehen. Auch Wasserkrahne sind im Innern des Gebäudes oder aussen an demselben zweckmässig.

§. 94. Hölzerne Theile des Dachverbandes im Schuppen sollen über dem Standpunkte der Schornsteine mindestens 19' (5^m,8) hoch über den Schienen liegen.

§. 95. Für die Abführung des Rauches und Dampfes ist durch Röhren, Klappen oder bewegliche Fenster im Dachfirst zu sorgen.

§. 96. Steht der Locomotivschuppen nicht in der Nähe einer Reparaturwerkstätte, so ist eine Schmiede- oder Schlosserwerkstätte, ein Raum für Eisen, Oel, Putzzeug und sonstige Materialien, sowie eine Stube für Locomotivführer und Heizer mit ihm zu verbinden.

§. 54. *Der rechteckige Schuppen* zur Aufstellung einer geringen Anzahl von Locomotiven ist ein einfaches Gebäude mit einem Satteldache, Einfahrtsthoren an den Giebeln und grossen Fenstern an den Langseiten, welche feststehend zweckmässig von Guss- oder Schmiedeeisen herzustellen sind. Länge und Breite der Schuppen ist nach der Grösse der darin unterzubringenden Locomotiven zu ermitteln. Für grössere Locomotiven von 15^m,1 (50' 8 $\frac{3}{4}$ " engl.) Länge, freien Räumen an den Enden bis zu den Giebelmauern des Schuppens von 1^m,2 und einem Spielraum zwischen je zwei Locomotiven von 0^m,45 wird der Schuppen für eine Maschine etwa 18^m, für zwei Maschinen 33^m,5, für drei Maschinen 49^m,3 lang im Lichten und wird die lichte Weite der Schuppen betragen:

für die mit einem Gleise 7^m,
 - - - zwei Gleisen 11^m,8,
 - - - drei Gleisen 16^m,6,

wobei die Entfernung der Gleise im Innern von Mitte zu Mitte 4^m,8 beträgt.

Für die Höhe des Schuppens ist nach obigen Bestimmungen ein Minimum festgesetzt; um überflüssige Höhe zu vermeiden, ist die Dachneigung so flach zu wählen, wie es mit Rücksicht auf das gewählte Deckungsmaterial möglich ist und um den innern Raum im Winter warm halten zu können, ist eine Dachverschalung nothwendig. Man wählt deshalb zur Eindeckung des Daches solche Materialien, welche eine flache Neigung des Daches gestatten und für welche die nothwendige Holzverschalung gleichzeitig als

Unterlage dienen kann. Dachpfannen kommen daher selten zur Anwendung, dagegen meistens Schiefer oder Dachpappe.

Welchem von diesen Materialien bezüglich der Dauerbarkeit der Vorzug zu geben sein möchte, lässt sich noch nicht mit Bestimmtheit angeben. Bei beiden liegen gute und schlechte Erfahrungen vor.

Bei der Schieferdeckung sind in Folge der Einwirkung des durch die Locomotiven im Schuppen entwickelten Dampfes und Rauchs die zur Befestigung der Schiefertafeln angewandten Nägel, aus welchem Metalle sie auch bestanden haben mögen, oxydirt und hat dann eine Umdeckung stattfinden müssen. Bei der Eindeckung mit Dachpappe, welche den Dampf oder Rauch nicht durchlässt, hat sich derselbe zwischen der Dachpappe und der Verschalung niedergeschlagen und letztere zum Faulen gebracht. Metalldächer leiden am meisten durch den Dampf und schwefligen Rauch der Locomotiven, welcher in dem Niederschlage unter dem Metalle schweflige Säure bildet. Wenn für gute Lüftung durch Anlage von Jalousien am höchsten Punkte des Daches und durch richtige Anlage von Schornsteinen ausreichend gesorgt wird, so glauben wir der Dachpappe zur Eindeckung der Locomotivschuppen den Vorzug geben zu müssen, vorausgesetzt, dass das Satteldach keine grössere Höhe enthält, als etwa $\frac{1}{6}$ seiner Breite. Wir verweisen bezüglich der Vorzüge der Dachpappe auf das in dem Abschnitte über Wagenschuppen und Güterschuppen in dieser Beziehung Angeführte.

Zur Lüftung des Schuppens wird meistens am höchsten Punkte des Daches ein Aufbau angeordnet, dessen Seitenwände aus Jalousien bestehen, welche entweder immer offen oder stellbar sind. Ausserdem legt man über den Schornsteinen der Locomotiven Schornsteinrohre an, welche sich unten trichterförmig erweitern, um den Rauch aus dem Locomotivschornsteine aufzufangen und oberhalb der Dachfläche ausmündend zu lassen. Die Stellung dieser Schornsteine ist von der der Locomotivschornsteine abhängig.

In allen Fällen sind dieselben über der Mitte der Gleise und der Längenrichtung nach für eine Stellung der Locomotive richtig anzubringen, wenn es nicht zu vermeiden ist, dass die Locomotiven verschieden, bald vorwärts, bald rückwärts in den Schuppen einfahren, in welchem Falle für jeden Locomotivstand zwei Schornsteine erforderlich sind.

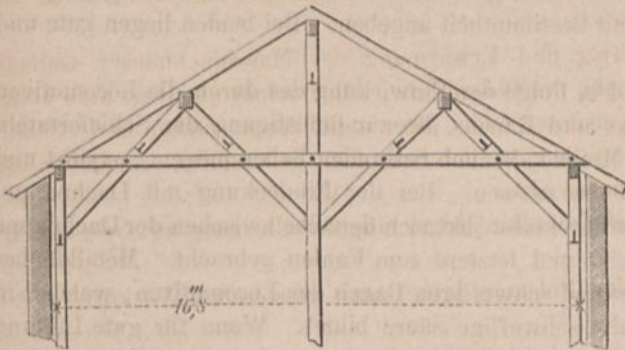
Bei den oben angeführten Locomotiven liegt die Schornsteinmitte etwa $13^m,4$ vom einen, resp. $1^m,7$ vom andern Ende derselben entfernt. Der Schornstein muss also bei einer Stellung der Locomotive mit dem Schornsteine nach vorn, von der Innenkante der Giebelmauer (da der freie Raum zu $1^m,2$ angenommen ist), $2^m,9$ entfernt aufgestellt werden; bei der umgekehrten Stellung der Locomotive steht er $14^m,6$ von der Giebelmauer entfernt u. s. w. Da die Schornsteine ebenfalls von den Locomotivdämpfen stark angegriffen werden, so stellt man sie entweder von Kupfer, Gusseisen oder glasirtem gebranntem Thon her. Eisenblech ist nicht dauerbar genug; zu empfehlen sind die z. B. von der Tagerhütte bei Magdeburg gefertigten, im Innern emaillirten eisernen Schornsteine. Diese wiegen bei etwa 1^m Länge 140 Pfd., welche etwa $5\frac{7}{12}$ Thlr. kosten. Die Kosten der Haube und des Trichters betragen zusammen etwa 13 Thlr.

Die Unterkante der Schornsteine liegt $4^m,84$ hoch über Schienenkopf.

Bei geringer Breite des Schuppens wählt man meistens freitragende Dachconstruction, obwohl es keineswegs bedenklich ist, zwischen den Locomotivständen Säulen von Gusseisen zur Unterstützung des Dachwerkes aufzustellen. Bei vielen Schuppen findet man sogar statt der eisernen Säulen Holzständer zur Unterstützung des Dachwerkes, welches in diesem Falle ebenfalls in der billigsten Weise ganz von Holz construirt wird. Siehe umstehende Fig. 48. Ein ringförmiger Locomotivschuppen auf dem Bahnhofe Würz-

burg, bei welchem auch seitlich an den Umfassungswänden zur Unterstützung des Dach-

Fig. 48.



werks Holzständer aufgestellt sind. Auch in Frankreich, z. B. auf der Ostbahn, findet man sehr viele Schuppen in Holzconstruction ausgeführt. Ausser in Bezug auf die Feuergefährlichkeit verdient jedoch vor dem Holze das Eisen den Vorzug, weil Holz durch die abwechselnde Einwirkung des von den Locomotiven aufsteigenden Wasserdampfes und der Wärme mehr angegriffen wird als Eisen.

Die unter den Maschinen anzubringenden Reinigungsgruben dienen zum Ablassen des Wassers aus denselben, zur Reinigung der Roste, zur Revision der Locomotiven unterhalb und zur Ausführung kleinerer Reparaturen daselbst. Die Gruben sind etwa $1^m,8$ kürzer anzulegen als die Gebäude im Lichten lang sind und treten dann $0^m,9$ über die Enden der Locomotiven vor. Die Breite der Gruben ist von dem Spurmaass der Gleise abhängig und beträgt $1^m,85$ bis $1^m,3$.

Die Sohle der Gruben erhält Gefälle und steht mit einem Entwässerungscanale in Verbindung. Die Sohle und Seitenmauern sind am besten aus feuerfestem Steinmaterial herzustellen, da sie durch die heissen Schlacken und glühenden Kohlen beim Ausbringen des Feuers aus den Locomotiven ausser vom Wasser stark angegriffen werden.

Die Befestigung der Eisenbahnschienen auf den Langmauern der Gruben geschieht am solidesten unmittelbar auf einer Rollschicht des Backsteinmauerwerkes mittelst Unterlagsplatten und eingemauerter Schrauben; oder man mauert in Abständen von etwa 1^m sogenannte Knotensteine, Binder von Sandstein, Granit oder Kalkstein ein, in denen man die Befestigung durch Holzpflocke herstellt. Die frühere Methode der Befestigung der Schienen auf Langschwelen, welche mit dem Mauerwerke oder den Quadern verankert wurden, ist als zu unsolide verwerflich. Die Lösch- oder Reinigungsgruben ausserhalb der Häuser erhalten eine Länge von etwa $7^m,4$ und liegen soweit, etwa 3^m , von der Giebelmauer des Gebäudes entfernt, dass zwischen derselben und einer auf der Löschgrube stehenden Locomotive bei geöffneten Thoren noch Raum zum Durchgange bleibt.

Häufig stellt man in den Maschinenhäusern zwischen je zwei Ständen einen Wasserkrahn zur Füllung der Tender auf, welcher durch eine Rohrleitung mit den meistens in einem Anbau in der Nähe aufgestellten Wassercisternen in Verbindung steht. Von dieser Rohrleitung zweigt neben jedem Stande eine andere ab, welche durch Schlauchschrauben mit den Maschinen direct verbunden werden kann, um diese mit Wasser zu versorgen und zu reinigen. Bei dieser Einrichtung sind die Wasserkrahne neuerdings vielfach entbehrlich geworden, wenn an einer anderen Stelle Gelegenheit geboten ist, die Tender zu füllen.

Der Fussboden der Schuppen ist zweckmässig in Höhe der Schienenoberkante als Steinpflaster, aus festen Steinplatten oder Klinkern herzustellen.

Versuchsweise ist beim Bau des Locomotivschuppens auf dem Bahnhofe der Berlin-Hamburger Eisenbahn in Berlin Pflaster von 156^{mm} hohen Klötzen aus ausrangirten eichenen Bahnschwelen in Sandbettung zur Ausführung gekommen; jedoch hiervon der zu hohen Kosten wegen Abstand genommen und Granitplattenbelag hergestellt.

Die Thore der Locomotivschuppen sind als Klappthore von Holz oder besser Eisenblech herzustellen und mit guten Verschlussvorrichtungen³³⁾ zu versehen. Der Espagnolettverschluss und der Basquilleverschluss sind bei guter Ausführung zu diesem Zwecke zu empfehlen.

Zum Zwecke der Heizung und Erwärmung der Maschinenhäuser bedient man sich auf der französischen Ostbahn der Cokeskörbe. Allgemeiner aber legt man unter jede Maschine einen transportablen eisernen Ofen, oder stellt einen solchen in der Nähe auf und führt den Rauch von demselben in unterirdischen gemauerten Canälen nach Schornsteinen in den Umfassungsmauern ab.

Bei grossen Schuppen legt man zweckmässiger eine Canalheizung an, wie wir sie im §. 69 näher beschreiben werden.

An den Wänden und vor den Fenstern bringt man gewöhnlich Werkbänke mit Schraubstöcken an.

Die Umfassungsmauern sind zweckmässig im Rohbau aufzuführen, im Innern auszufügen und zu weissen, da Verputz nicht dauerhaft genug ist.

Steht mit dem Maschinenhause eine Wasserstation in Verbindung, so ist diese nach dem im Abschnitt über Wasserstationen Mitgetheilten anzuordnen.

Die für diesen und andere Zwecke erforderliche Baulichkeit führt man meistens in einiger Entfernung vom Schuppen auf und stellt die Verbindung durch einen Gang her, damit der Schuppen das Seitenlicht nicht verliert, auch die Erweiterung desselben offen gehalten wird.

Rechteckige Schuppen mit aussenliegenden Drehscheiben sind z. B. auf dem Bahnhofe der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn in Berlin zur Ausführung gekommen, unter Anwendung der sägeförmigen Dächer, auf welche Construction wir noch zurückkommen werden.

§. 55. *Polygonale Locomotivschuppen.* — Der erste polygonale Schuppen soll nach Perdonnet vor 23—24 Jahren zu Birmingham erbaut sein. Derselbe war anfänglich in der Mitte nicht überdacht. Neuerdings überdacht man sie stets vollständig, entweder mit ganz freitragender Construction, meistens aber auf Säulen, welche in einem Kreise um die Drehscheibe herum aufzustellen sind. Von den neuerdings vielfach ausgeführten polygonalen Schuppen mit eiserner Dachconstruction nach Schwedler's Systeme zeigt Fig. 9, Taf. XLIII den Grundriss des Schuppens auf dem Bahnhofe St. Johann der Saarbrücker Eisenbahn. Derselbe enthält Raum für 16 Locomotiven; der innere Durchmesser des Schuppens beträgt 48^m,4, 16 Säulen sind zur Stütze des Daches in regulärem Polygone so aufgestellt, dass für den Durchgang der Locomotiven 4^m,7 lichte Zwischenweite verbleibt.

Der kuppelförmige Theil des Daches über den Säulen enthält 25^m,1 Durchmesser. Der Raum ausserhalb der Säulen ist durch 16 Satteldächer überdeckt, die bei dem trapezförmigen Grundrisse jedes Raumtheiles in Kehlen mit starkem Gefälle zusammenschneiden, in welchen die Dachrinnen liegen. Sechzehn unter diesen Rinnen liegende Gitterbalken bilden die Basis der Satteldächer. Durch diese Anordnung war es möglich, die Dachflächen möglichst niedrig zu halten und einen Kranz von Fenstern am Rande der Kuppel in nicht zu hoher Lage zur Beleuchtung des inneren Raumes anzubringen. Der mittlere Theil der Kuppel und die Kehlen zwischen den Satteldächern und Rinnen sind mit Zink, alle übrigen Dächer mit Luxemburger Schiefer auf Schalung eingedeckt, zur Erleichterung von Reparaturen und zum Reinigen der Dachflächen von Schnee, Oeffnen

³³⁾ Ausführliche Beschreibung der Thore und Thorverschlüsse siehe Locomotivschuppen auf dem Bahnhofe der Berlin-Hamburger Eisenbahn in Berlin. Zeitschrift für Bauwesen von Erbkam, Jahrgang XII. 1862.

der Fenster etc. ist am Fusse der Kuppel ein auf eisernen Consolen ruhender Umgang angeordnet.

Die Gesamtkosten nebst der angebauten Wasserstation haben 51,000 Thlr. betragen, einschliesslich der Drehscheibe, Wasserreservoirs etc., also bei 2242 \square m bebauter Grundfläche pro \square Meter 22,8 Thlr., oder pro Locomotivstand bei 15 Ständen, wobei man annimmt, dass ein Stand zur Ein- und Ausfahrt offen gehalten wird, 3400 Thlr. Unsere Quelle³⁴⁾ giebt Zeichnung der Aufrisse und Durchschnitte.

Andere derartige Schuppen sind zu Soest, Paderborn, Hamm, Bromberg, Hannover und auf der Bergisch-Märkischen Eisenbahn erbaut. Von dem Schuppen zu Hannover zeigt Fig. 10, Taf. XLIII eine Skizze, von einem für Gladbach projectirten Schuppen, Fig. 4 und 5, Taf. XLIII die Skizze vom Grundriss und Ansicht. Der letztere ist für Schieferdeckung construirt. Der erstere ist im Jahre 1868 erbaut und mit Dachpappe eingedeckt.

Beide Schuppen enthalten Raum für 16 Stände, wovon jedoch einer für Ein- und Ausfahrt der Locomotiven frei zu halten ist. Der Schuppen zu Hannover hat einen Halbmesser von 24^m,23 des eingeschriebenen Kreises. Die Umfassungsmauern sind an den schwächsten Stellen zwei Stein stark, auf den Ecken durch äussere und innere Lissenenvorlagen auf etwa 1^m verstärkt. Die inneren Lissenen liegen soweit vor, dass die Entfernung der Innenkante von den Säulen gleich dem normalen Abstände der auf den Säulen liegenden Träger von den inneren Polygonseiten ist, damit die parabolischen Dachträger auf dem niedrigen Ringtheile des Schuppens gleiche Länge und Construction erhalten konnten. Die den mittleren kuppelartig überdachten Gebäudetheil stützenden gusseisernen Säulen stehen 6^m,22 voneinander und 15^m,70 vom Mittelpunkte des Schuppens entfernt. Das Gesamtgewicht des verwandten Schmiedeeisens beträgt rund 1003 $\frac{1}{3}$ Ctr., das des Gusseisens einschliesslich der Säulen 486,22 Ctr.

Die Dachflächen sind oberhalb mit Dielen verschalt und mit Dachpappe eingedeckt, das Einfahrtsthor befindet sich in einem kleinen Vorbau und erhält 3^m,34 lichte Weite. Die Stärke der Constructionstheile ist auf eine Belastung von circa 300 Pfd. pro \square Meter Dachfläche und vierfache Sicherheit ermittelt.

Im inneren Kuppelringe ist zum Besteigen der Dachfläche etc. oberhalb der Säulen ein Umgang mit einem Geländer auf Consolen angeordnet.

Zum Aufenthalte für das im Schuppen verkehrende Personal sind in einem angrenzenden Werkstättengebäude die erforderlichen Räumlichkeiten eingerichtet und durch einen Gang mit dem Schuppen verbunden.

§. 56. *Halbkreisförmige Locomotivschuppen.* — Von einem halbkreisförmigen Locomotivschuppen geben wir ein in architectonischer Beziehung interessantes Beispiel mit dem Locomotivschuppen der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn zu Berlin (Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen, 1865. pag. 435); Fig. 1, Taf. XLIII zeigt den Grundriss, Fig. 2 eine Ansicht und Fig. 3 den Durchschnitt. Derselbe enthält ausser der Drehscheibe von 12^m,55 Durchmesser 13 Maschinenstände incl. des Einfahrtgleises. In Rücksicht auf möglichst vortheilhafte Ausnutzung der kostspieligen Baustelle wurde dem Locomotivschuppen eine Form gegeben, welche für die längeren Maschinen längere Stände darbietet, wie solche in der Richtung nach dem angrenzenden Hafenplatze hin erreichbar waren. Der innere Raum von 53^m Länge und 29^m,5 Tiefe wird von einer freitragenden Eisenconstruction überspannt, welche eine Laterne trägt. Die Binder ruhen auf nach innen vortretenden, central gerichteten Strebepfeilern, welche mit Durchgangsöffnungen versehen sind. An der geraden Langseite des Gebäudes sind Feilbänke und Schmiedeherde angebracht und in den Ecken der Pfeiler eiserne Rundöfen aufgestellt.

³⁴⁾ Erbkam's Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 1866.

Ein grösserer in fünf Geschossen angebauter Thurm enthält im Kellergeschoss einen heizbaren Raum für die Nothpumpe, Waschgefässe, Kleiderschränke für in Berlin wohnhafte Führer und Feuerleute, im Erdgeschoss eine Dienststube zum Aufenthalte für die Führer und Feuerleute, deren Locomotive sich im Hause befindet; im zweiten Geschoss eine kleine Wohnung für den Werkführer; im dritten Geschoss ein Wasserbassin von Eisenblech, 5^m,6 im Durchmesser und 1^m,88 hoch; im vierten Geschoss zwei heizbare Räume zur Uebernachtung von Führern und Heizern, welche nicht in Berlin wohnhaft sind. Den Zugang zu allen Etagen vermittelt eine in dem noch höhern Thurme *a'* angelegte Treppe, in welchem auch eine Uhr befindlich ist.

Die einstückigen Anbauten an dem Gebäude enthalten Räume zur Unterbringung von Schmiedekohlen und Geräthe, ein Zimmer für 14 Putzer, ein solches für vier Feuerleute etc., eine Stellmacherwerkstatt, Eingangsflur und Abtritte, Aschgruben und Müllgruben. Die Drehscheibe ausserhalb des Schuppens dient zum Verkehre mit dem nahe liegenden Hafen. Die angewandten dreizehn thönernen Schornsteinröhren über den Locomotivständen sind im Organ 1865, pag. 74 beschrieben.

Das Locomotivgebäude mit Drehscheibe, Gleissystem und vollständiger Einrichtung hat gekostet bei 1444 □^m bebauter Fläche 68,000 Thlr., also pro □Meter 47 Thlr. und pro Locomotivstand rund 5230 Thlr.

§. 57. *Ringförmige Locomotivschuppen.* — Von einem grösseren ringförmigen Schuppen für 24 Stände zeigt Fig. 6, Taf. XLIII als Beispiel den Grundriss des Locomotivschuppens der Berlin-Görlitzer Eisenbahn zu Berlin vom Baumeister Orth. Der Schuppen wurde für ein grösseres Bedürfniss von Ständen erbaut, als in der ersten Zeit des Betriebes nothwendig war und in dem zu Locomotivständen vorläufig nicht zu benutzenden Theile desselben wurde eine provisorische Werkstatt eingerichtet, welche in Fig. 7 in doppeltem Maassstabe dargestellt ist.

In der Zeichnung bezeichnet:

- A Locomotivschuppen (14 Stände),
- B Locomotivreparatur (7 Stände),
- a Werkmeisterstube,
- b Magazin,
- c Werkzeugschmiede,
- d Schmiedefeuer,
- C Wagenreparatur (8 Stände),
- D Reparaturwerkstatt,
- e Kupferschmiede,
- f Bureau,
- g Eisenmagazin,
- E Schmiede,
- h Federofen,
- i Arbeitstisch,
- k Härtetrog,
- l Dampfhammer,
- m Ventilator,
- n Bandagenglühofen,
- F Reparaturwerkstatt,
- p Verticale Bohrmaschine,
- o Langloch-Bohrmaschine,

- q Feilhobelmaschine,
- r Loch- und Durchstoss-Maschine,
- s Muttermaschine,
- t Schapingmaschine,
- u Drehbank von 15—18" Spitzenhöhe, lang und quer selbstthätig,
- v Schaping- und Rundhobel-Maschine,
- x Muttermaschine,
- y Wagenachsen-Drehbank,
- z Schleifstein,
- a' Drehbank von 9—11" Spitzenhöhe,
- b' - - - - -
- c' Doppelbolzenbank,
- d' Drehbank von 8—10" Spitzenhöhe,
- e' Horizontale Bohrmaschine und Drehbank,
- f' Verticale Bohrmaschine,
- g' Treibachsen-Drehbank,
- h' Dampfmaschine,
- i' Hobelmaschine,
- k' Siederohrfräsmaschine,
- l' Reserveplatz für eine Achsen-Drehbank.

Bei einem andern ringförmigen Schuppen in Berlin sind die Pfeiler zwischen den Thüren von Gusseisen construirt, wodurch die Breite derselben auf etwa 0,46 bis 0^m,5 vermindert werden konnte. Die Gebäudegrundfläche verkleinert sich dadurch entsprechend, weil die Pfeilerbreite das Maass für den Abstand der Gleise bedingt. Bei einem halbring-

förmigen Schuppen für 20 Stände wird z. B. bei gemauerten Pfeilern von 1 bis 1^m,1 Breite der Radius des inneren Kreises 31^m,38, der des äusseren Kreises 50^m,2 betragen, wobei die Thore eine lichte Weite von 3^m,766 erhalten, bei eisernen Pfeilern von 0^m,46 Breite und derselben Thorweite würde dagegen der innere Radius nur 27^m und der äussere nur 48^m,18 erhalten. Die bebaute Grundfläche des ersten Schuppens

würde betragen etwa 2413 □^m
die des letztern 2152 - .

Die Baukosten, mit 17 Thlr. pro □Meter bebaute Grundfläche gerechnet, würden betragen:

für den ersten rund 41,000 Thlr.
- - letzteren - 36,600 -

also etwa mindestens $\frac{1}{10}$ weniger als bei dem Schuppen mit gemauerten Pfeilern.

Zur Vermeidung von Oberlicht in den Dachflächen, zur Vereinfachung der Construction, sowie endlich um den Thorpfeilern durch Mehrbelastung grössere Festigkeit zu geben, erscheint es zweckmässig, ringförmigen Schuppen Pultdächer zu geben und die Dachflächen nach dem äusseren Umfange abfallen zu lassen.

Oberhalb der Einfahrtthore können dann seitlich Oberlichter angebracht werden, welche gleichzeitig zur Lüftung und Beleuchtung des Schuppens dienen. Zur Trennung der Oberlichtfenster von den Thoren müsste ein Riegelholz oder eiserner Träger zwischen den Thorpfeilern eingelegt werden, an welchem zugleich die Befestigung der Thore in zweckmässiger Weise anzubringen sein würde, als an gemauerten Bögen. Endlich würden bei Anwendung einer Eindeckung des Daches mit Dachpappe und einer Pfettendachconstruction die Gesamtbaukosten auf ein Minimum zu bringen sein.

§. 58. *Schuppen zur Unterbringung sehr vieler Locomotiven* sind, wie schon angedeutet wurde, am vortheilhaftesten in rechteckiger Form aufzuführen und mit einer zu überdachenden Schiebepöhrne zugänglich zu machen, welche mit Dampf betrieben wird.

In dem Schuppen für Breslau, Fig. 47 pag. 568, liegt die Schiebepöhrne in der Mitte und steht bei *a* durch seitlich angeordnete Thore mit den Fahrgleisen in Verbindung. Zwei Thore dienen zur Einfahrt, zwei zur Ausfahrt. An beiden Seiten der Schiebepöhrne sind je zwei Stände hintereinander angeordnet. Die Gleise im Schuppen erhalten einen Abstand von Mitte zu Mitte von 5^m,65.

Die Endgleise liegen von den Umfassungsmauern 3^m,29 entfernt. Mit Rücksicht auf die Dimensionen der daselbst im Betriebe befindlichen längsten Maschinen von 14^m,27 erhält der Schiebepöhrnenraum eine Breite von 15^m,69 im Lichten. Die Schuppentiefe ist so bemessen, dass an den Enden der Locomotiven 1^m,7 und zwischen je zwei Locomotiven 0^m,94 freier Raum bleibt. Da die Aufstellung von eisernen Säulen im Schuppen für ganz unbedenklich gehalten wird, so wurde zur Abdeckung der Räume für die Locomotivstände die Construction der sägeförmigen Dächer gewählt, wie sie aus Fig. 8 und 9, Taf. XLIV zu ersehen ist. Mit Rücksicht auf die grössere Feuersicherheit sollen statt der hier gezeichneten Holzständer eiserne Säulen und statt der Dachträger von Holz Träger von Schmiedeeisen in U-form zur Anwendung kommen, welche gleichzeitig als Dachrinne dienen. Die gewählte Construction gewährt neben der Billigkeit der Ausführung insbesondere den Vortheil einer günstigen Beleuchtung durch Tageslicht. Dabei ist zu beachten, dass die Dächer ihrer Längenrichtung nach normal gegen die Richtung der Locomotivstände angeordnet werden müssen, damit die Locomotiven ihrer Längenrichtung nach beleuchtet werden und nicht eine Langseite derselben im Schatten liegt. Ferner ist es zweckmässig, die Glasflächen der Dächer schräg und thunlichst nach Norden gerichtet anzulegen, um bei möglichst kleinen Dachflächen thunlichst viel Licht zu erhalten, ohne dass die Sonnenstrahlen eindringen können. Um die Veränderungen durch die Tempe-

ratur unschädlich zu machen, sind die Trägerrinnen nicht über die ganze Länge des Gebäudes in einem zusammenhängenden Stücke auszuführen, sondern aus einzelnen, je zwei Säulenweiten entsprechenden Theilen. Die Rinnentheile erhalten an den Enden, welche in der Mitte über jeder zweiten Säule liegen, ihre höchsten Punkte und Endböden von Eisenblech. Eine Lücke zwischen je zwei Rinnen von 15^{mm} gestattet die freie Ausdehnung und Zusammenziehung. Zur Dichtung werden mit den Endböden verfalzte Kappen angebracht. Zur Verbindung mit den Säulen erhalten die Rinnentheile in der Mitte Rohrzapfen, welche in den Säulenkopf gesteckt werden und das Regenwasser in die Säulen ableiten. Durch die Säulen wird das Wasser in Canäle abgeleitet. An dem Fusse der Säulen sind Fussplatten angegossen, welche auf dem Sandsteinquader, der ihnen zum Aufstande dient, durch eiserne in Blei zu befestigende Schraubendübel befestigt werden. Die Sandsteinsockel sind zur Ableitung des Wassers von den Rinnen durchbohrt und erhalten zum Zwecke der Reinhaltung des Wasserlaufs seitlich neben den Säulen Oeffnungen, welche mit gusseisernen Platten abgedeckt werden und die Reinigung der Rohrleitung an dieser Stelle gestatten.

Zur Herstellung des Längenverbandes sind an dem Kopfe der gusseisernen Säulen Oesen angegossen und in Entfernung von 18 Fuss durch das ganze Gebäude hindurch Eisenstangen von $\frac{3}{8}$ Zoll Durchmesser angebracht und an den Enden mit den Mauern verankert. In den Glasflächen werden um horizontale Achsen drehbare Fenstertheile angebracht, welche nach Bedarf zu Zwecken der Lüftung geöffnet werden können. Die nicht verglasten Dachflächen sind bei einer Neigung von $\frac{1}{5}$ der Breite zur Höhe auf Dielenverschalung, welche unterwärts gehobelt und mit Fugenleisten versehen ist, mit englischem Schiefer eingedeckt.

Die Ueberdachung des Schiebebühnengleises besteht aus einer Eisenconstruktion nach dem Polonceau'schen Systeme, welche aus Fig. 9 p. 537 ersichtlich ist. Zur Unterstützung dieses Daches sind Säulen von grösserem Querschnitte als dem der übrigen Säulen angewandt und die Rinnen über denselben erhalten, der in dieselben entwässernden grösseren Dachflächen entsprechend, grössere Breite als die Rinnen der Zickzackdächer. Der mittlere Theil der Dachfläche wird in Sprosseneisen mit mattgeschliffenem Doppelglase eingedeckt. Die übrigen Dachflächen erhalten Schieferdeckung auf Brettverschalung. An der Unterkante der Verglasungsfläche ist zwischen dem Glase und den Dachpfetten ein Spielraum von etwa 52^{mm} offen zu lassen zur Abführung des Rauches und Dampfes. Ein besonderer Lüftungsaufbau auf dem Dache mit Jalousien zu diesem Zwecke kann dadurch erspart werden.

VII. Wasserstationen.

§. 59. *Allgemeines.* Die Wasserstationen, welche dazu dienen, die Locomotiven mit Wasser zu versorgen, befinden sich auf Bahnhöfen mit Locomotivschuppen meistens in der Nähe derselben. Die betreffenden Gebäude oder Gebäudeanbauten enthalten in diesem Falle ausser der eigentlichen Wasserstation noch Räume zum Aufenthalte der Locomotivführer, Heizer und der Putzer, ein Magazin, Wohnungen etc. Die im übrigen erforderlichen Wasserstationen werden auf den Bahnstrecken in Abständen von zwei bis vier Meilen von einander nach Maassgabe der örtlichen Verhältnisse, Lage der Zwischenstationen, Quantität und Qualität des zu beschaffenden Wassers etc. vertheilt.

Die Wasserstationen müssen enthalten einen Raum für die Pumpe und den Vorwärmer, einen Raum für Reservecookes oder Kohlen und darüber den Cisternenraum. Wenn die Wasserstation am Ende eines Bahnhofes liegt, wo ein Wärter stationirt ist, um die Einfahrtsweichen, einen Wegetübergang oder einen Telegraphen zu bedienen, so ist mit

der Wasserstation zweckmässig eine Wachtstube zu verbinden. Die Wasserstationen, welche unmittelbar vom Gleise aus benutzt werden sollen, sind demselben so nahe zu stellen wie möglich und erhalten dann am Gebäude drehbare Wandkrahne, mittelst welcher das Wasser den Tendern zugeführt wird. Damit die Locomotiven bei zweigleisigen Bahnen das Hauptgleis nicht zu verlassen brauchen, um Wasser zu nehmen, und um unnöthigen Aufenthalt zu vermeiden, ist es nothwendig, bei Anwendung der Wandkrahne an jedem Ende des Bahnhofes eine Wasserstation zu errichten, und zwar die eine am linken, die andere am rechten Gleise, je nachdem die Züge linkseitig oder rechtseitig fahren. Ist man indess gezwungen, die Wasserstationen beide an derselben Seite der Gleise zu erbauen, so muss die eine derselben einen längeren Krahn erhalten, welcher bis auf das betreffende zweite Gleis reicht, damit die Locomotiven jeder Zugrichtung auf dem betreffenden Fahrgleise Wasser nehmen können.

In beiden Fällen haben die Gebäude häufig spätere Gleiserweiterungen behindert oder doch erschwert, und es müssen die Locomotiven, um Wasser zu nehmen, meistens vom Zuge getrennt werden und zeitraubende Wege zurücklegen. Ausserdem verhindern die Gebäude oft die Uebersicht über die Gleise und die Fernsicht auf die Bahn. Man errichtet deshalb neuerdings meistens nur eine Wasserstation an passender Stelle des Bahnhofes und in nicht zu grosser Nähe der Gleise, und stellt nach Bedarf zwischen den Gleisen in unmittelbarer Nähe der vor den haltenden Zügen befindlichen Locomotiven feststehende Wasserkrahne auf, welche durch eine Rohrleitung von den Cisternen in der Wasserstation gespeist werden.

Bei Anordnung der Höhenlage der Cisternen im Gebäude ist es erforderlich, auf eine Verlängerung der Röhrenfahrten nach den Krahnen Rücksicht zu nehmen und bekannte brauchbare Formeln für die Rechnung bei Bestimmung derselben zu beachten. Nach den Vorschriften für die Hannoverschen Bahnen soll der Ausfluss des Krahnrohres mindestens $3^m,14$ und nicht über $3^m,76$ betragen. Bezüglich der Wasserbeschaffung auf Bahnhöfen wurde bereits im §. 4 des vorigen Capitels angegeben, dass ein besonderes Gewicht auf die Qualität des Wassers zu legen und im Allgemeinen dem Flusswasser, wo dasselbe zu Gebote steht, vor dem Brunnenwasser der Vorzug zu geben sei, dass häufig die Anlage von Sammelbassins vortheilhaft werde und dass es empfehlenswerth sei, in leichtem Sandboden statt eines tiefen mehrere flache Brunnen nebeneinander anzulegen.

Die mechanischen Anlagen der Wasserstationen werden in dem nächsten Capitel ausführlich erläutert und am Schlusse desselben unter §. 23 die einzelnen Bestimmungen der technischen Vereinbarungen des D. E. V. mitgetheilt.

§. 60. *Form und Grösse der Reservoirs.* — Die Construction der Reservoirs der Wasserstation wird im nächsten Capitel §. 13 genauer erläutert, wir bemerken nur hier, dass bezüglich der Form und Abmessung derselben das gewählte Material entscheidet; schmiedeeiserne Bottiche werden cylindrisch oder doch mit abgerundeten Kanten, gusseiserne aus einzelnen Tafeln und scharfkantig hergestellt. Im Allgemeinen sind schmiedeeiserne Cisternen den gusseisernen des geringeren Gewichtes und der besseren Dichthaltung wegen vorzuziehen, obwohl bei annähernd gleichen Kosten die gusseisernen nicht so bald durch Rosten zerstört werden, wie die schmiedeeisernen. Mit Rücksicht auf unvermeidliche Reparaturen ist es zweckmässig, für den Gesamtwasserbedarf zwei oder drei miteinander zu verbindende Cisternen anzulegen, so dass ohne Störung für den Betrieb zeitweis eine derselben ausser Betrieb gesetzt werden kann. Bezüglich der Kosten unvortheilhaft ist es, mehr Gefässe von kleinem Inhalte anzulegen, wenn anders zur Aufstellung grösserer Gefässe Raum vorhanden ist. Bezüglich der Form der von Schmiedeeisen hergestellten Cisternen ist zu beachten, dass die runden Cisternen ökonomischer

herzustellen sind als die rechteckigen. Ein rechteckiges Reservoir Fig. 4³⁵⁾ Tafel XLVI von 8^m auf 4^m mit 1^m,1 Höhe, enthaltend 35 Cubikmeter wiegt beispielsweise 6000 \mathcal{L} , während ein rundes Reservoir (Fig. 5) von 4^m Durchmesser und 3^m,5 Höhe bei 43 Cubikmeter Inhalt nicht mehr als 3600 \mathcal{L} , und ein rundes Reservoir von 5^m Durchmesser, 4^m Höhe bei 78 Cubikmeter Inhalt nur 7400 \mathcal{L} wiegt.

Die Französische Ostbahn hat auf allen Hauptstationen Reservoirs aufgestellt, welche 250 Cubikmeter Inhalt haben. In England werden die Wassercisternen nicht selten auf dem Dache der Locomotivschuppen in solchen Dimensionen aufgestellt, dass der Bedarf an Wasser für mehrere Tage, oft für eine ganze Woche, gedeckt ist.

Die auf Taf. XLVI in Fig. 1 im Grundriss gezeichnete Wasserstation zu Leer ist unmittelbar am Hauptgleise errichtet und enthält einen kleinen Cokesraum und Ladeperon, einen Pumpenraum und in einem Anbau die Bahnwärterbude, im ersten Geschoss Fig. 2 den Cisternenraum.

Bei der Façade Fig. 3 ist zu bemerken, dass die neueren Wasserstationsgebäude in der Aussenwand des zweiten Geschosses zweckmässig so grosse Oeffnungen erhalten, dass die Cisternen ohne Schwierigkeit im Ganzen zusammengearbeitet, von aussen eingebracht werden können. Grössere Cisternen werden häufig (siehe Fig. 4 u. 5 Taf. XLVI) nur mit Holz umkleidet und überdacht, häufig aber auch ganz frei gestellt.

§. 61. Die *Ausführung der Gebäude* geschieht zweckmässig im Backsteinrohbau; zur Unterstützung der Cisternen sind eiserne Balken anzuwenden, und zum Schutze der darunter befindlichen Räume und zur Abhaltung des abtröpfelnden Schwitzwassers unter den Cisternen in einem Abstände von etwa 1^m, so dass noch unter den Cisternen gearbeitet werden kann, eine zweite Balkenlage anzuordnen und mit Zinkblech dicht abzudecken. Die Oberfläche dieser Abdeckung ist mit einem Wasserableitungsrohre in Verbindung zu bringen. Die Dachdeckung besteht zweckmässig aus Schiefer oder Dachpfannen, und damit die Wasserdämpfe entweichen können, ist für gute Lüftung Sorge zu tragen. Die Anbringung eines Blitzableiters erscheint bei den Wasserstationsgebäuden weniger nothwendig als bei anderen Gebäuden, weil die vom Wasser und dem Eisen angezogene Electricität stets durch die gefüllte Wasserrohrleitung in den Erdboden abgeleitet wird.

VIII. Schuppen zur Lagerung von Feuerungsmaterial.

§. 62. In der Zeit der Entstehung der Eisenbahnen heizte man die Locomotiven fast ausschliesslich mit Cokes und hielt auf den Bahnhöfen, auf welchen die Locomotiven sich verproviantiren mussten, grössere Reservevorräthe von diesem Materiale angesammelt. Die Cokes wurden dabei in bestimmt abgemessenen Quantitäten in Körben aufgestellt und nach Bedarf aus diesen möglichst direct in die in der Nähe haltenden Tender ausgeschüttet. Die Cokes bedurften vor dem Verbräuche eines besonders guten Schutzes vor Nässe und dieserhalb erbaute man sogenannte Cokesschuppen.

Dieselben wurden meistens lang und schmal, massiv mit Schieferdach hergestellt und mit Perrons und Ladebühnen versehen, vor welchen die Locomotiven vorfahren konnten. Den Fussboden der Schuppen und der Ladebühnen legte man häufig in Höhe der Tenderoberkante (2^m,3 über Schienenoberkante), um das Laden in die Tender möglichst zu erleichtern.

Mit der fast allgemeinen Einführung der Steinkohlenheizung ist diese Kategorie von Gebäuden auf Bahnhöfen fast spurlos verschwunden; neue Cokesschuppen werden selten noch erbaut. Auch hält man es nicht mehr für so nothwendig wie früher, grössere

³⁵⁾ Perdonnet, Traité élémentaire d. Ch. d. f. Band 2. S. 57.

Quantitäten von Brennmaterial in Reserve zu halten. Auf vielen Bahnen begnügt man sich mit Kohlenvorräthen, welche dem gewöhnlichen Consum von etwa 14 Tagen entsprechen, und erreicht damit noch den Vortheil, stets frische Kohlen zur Verbrennung zu bringen, welche durch längeres Lagern noch nicht an Heizkraft verloren haben. Zur Lagerung der Kohlen legt man zweckmässig in der Nähe der Locomotivgebäude oder Wasserstationen Kohlenlagerplätze entweder zu ebener Erde oder besser etwa 1^m,2 hoch über Schienenkopf neben oder zwischen den betreffenden Ladegleisen so an, dass die Anfuhr der Kohlen nicht mit der Abfuhr collidirt. Zum Schutze der Kohlen dient eine leichte Verdachung mit Dachpappendeckung und seitlicher Bretterverschalung zum Schutze gegen den Schlagregen.

Diese Ueberdachungen sind als leicht und mit geringen Mitteln ausführbar zu empfehlen, jedoch noch selten zur Ausführung gekommen, weil infolge von Gleiserweiterungen und Aenderungen die zur Lagerung der Kohlen bestimmten Plätze häufig verlegt werden müssen und selten den provisorischen Charakter verlieren.

Die Torfheizung kommt nur sehr selten noch in Gegenden vor, wo kein lebhafter Verkehr herrscht. Der Torf muss eventuell unter leicht construirten, von Fachwerk mit Bretterverschalung herzustellenden und mit Pappe oder Dachziegeln eingedeckten luftigen Schuppen gelagert werden. In denselben wird der Torf regelmässig und hoch aufgestapelt und dann regelrecht verbraucht, so dass der am längsten gelagerte zuerst verbraucht wird. Um das Laden in die Tender zu erleichtern und zu beschleunigen und dadurch auf Zwischenstationen längeren Aufenthalt zu vermeiden, legt man auch hier ausserhalb des Schuppens in bequemer Höhe Ladebühnen an, auf denen man in Körben den nächsten Bedarf in Bereitschaft hält. Feuerungsmaterialien zum Anheizen der Maschinen werden in den Locomotivgebäuden oder in deren Nähe in Anbauten oder eigenen kleinen Schuppen, welche auch zu Nebenzwecken dienen, untergebracht.

IX. Wagenschuppen.

§. 63. Die *Wagenschuppen* dienen zur Unterbringung der Personenwagen und wurden in der Zeit der Entwicklung des Eisenbahnwesens für einen nothwendigen Bestandtheil jedes Bahnhofes gehalten. Sehr bald überzeugte man sich von der Entbehrlichkeit der meisten derselben, indem bei regelmässigem Personenverkehre nur die Wagen nicht im Betriebe waren, welche entweder reparaturbedürftig waren oder regelmässig auf längere Zeit im Jahre auf einer Hauptstation gänzlich in Reserve gestellt werden konnten. Man errichtete demnach später nur noch auf den Hauptstationen, Endstationen oder Werkstättenbahnhöfen Wagenschuppen und befriedigte anderweite und plötzlich auftretende Bedürfnisse zur Gestellung von Personenwagen auf Requisition mittelst der electricen Telegraphen, entweder durch entsprechende Dispositionen oder direct von der betreffenden Hauptstation aus.

Die zur Aufstellung der Wagen erbauten Gebäude sind möglichst einfach und leicht construirte und so zu placiren, dass der Transport der Wagen nach und von den Hauptgleisen aus in möglichst kurzer Zeit und in bequemer Weise bewirkt werden kann. Man stellt die Schuppen gewöhnlich in die Nähe der Empfangsgebäude und verbindet sie mit den Hauptgleisen neuerdings meistens durch Schiebebühnen, deren Laufschienen im Niveau der Bahngleise liegen.

Die Schuppen sind in der Regel mit verschliessbaren Thoren versehen und müssen im Innern hell und luftig sein, so dass die Wagen daselbst geschützt stehen und gereinigt werden können.

Bei Schuppen von grosser Breite kann man die Dacheconstruction ohne Bedenken

durch Aufstellung von Säulen oder Ständern zwischen den Gleisen vereinfachen und die Baukosten so niedrig halten wie möglich. Die Einfahrtthore sind als Schiebthore oder mit nach aussen aufschlagenden Flügeln zu construiren. Die Schiebthore construirt man ähnlich wie die bei Güterschuppen, indem man sie an Rollen aufhängt, welche auf oberhalb der Thore angebrachten Laufschiene laufen.

Als Dachdeckungsmaterial wird, um die Höhe der Schuppen möglichst einschränken und das Dach möglichst leicht construiren zu können, zweckmässig Dachpappe angewandt.

Die Höhe des Daches ist dabei etwa gleich $\frac{1}{9}$ der Breite desselben anzunehmen. Bei grösserer Höhe werden, wie schon erwähnt, die Dachflächen so steil, dass der die Dachpappe dichtende Theer leicht abfließt. Bei Ausführung im Massivbau genügt für die Umfassungsmauern eine Stärke von $1\frac{1}{2}$ Backstein des grossen Formats oder $0^m,39$ bis $0^m,47$.

Die technischen Vereinbarungen des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen enthalten über Wagenschuppen unter I. (Grundzüge) Folgendes:

§. 97.

Die Schuppen für Personenwagen müssen so eingerichtet und in ihrer Lage so angeordnet sein, dass das Ordnen und Vervollständigen eines Zuges mit den in denselben aufgestellten Wagen leicht und schnell ohne Anwendung von Locomotiven und ohne dass die Wagen durch mehrere Weichen hin und hergeschoben werden, erfolgen kann. In den Schuppen, wo die Wagen gereinigt werden, sind Wasserleitungen zu empfehlen.

§. 98.

Die Entfernung der Gleise in den Schuppen soll nicht unter $14\frac{1}{2}$ Fuss ($4^m,4$) betragen.

§. 99.

Die Weite der Thore soll nicht unter 11 Fuss ($3^m,35$), die Höhe derselben nicht unter 15 Fuss 9 Zoll ($4^m,8$) sein.

Nach den hiermit gegebenen Maassen und der Anzahl und Länge der in den Schuppen aufzustellenden Personenwagen lässt sich die Grösse derselben leicht ermitteln. So beträgt beispielsweise auf den Hannoverschen Bahnen im Lichten die Breite:

- a. für 1 Gleis- $4^m,35$,
- b. - 2 Gleise $8^m,12$,
- c. - 3 - $11^m,89$,

die Länge:

- a. für 1 Personenwagen $10^m,44$,
- b. - 2 - $19^m,72$,
- c. - 3 - $29^m,0$.

Um in den Wagenschuppen eine gute Fussbodenbefestigung, welche zur Verhütung von Staub nothwendig ist, durch Pflasterung, Asphaltirung, Lehm oder Gipsstrich, herstellen zu können, legt man häufig die Schienen daselbst auf Langschwelen.

Da die Wagenschuppen zum Aufstellen einiger Reserve-Personenwagen auf Stationen zweiten Ranges in der Regel nur die Bestimmung haben, die Wagen kurze Zeit aufzunehmen und das Obergestell der Wagen vor Regen, Schnee-oder anhaltendem Sonnenschein zu schützen, indem die Obergestelle am meisten durch die Einflüsse der Witterung zu leiden haben, während die Untergestelle, d. h. Räder, Achslager, Federn etc. eines solchen Schutzes gegen die Witterung weniger bedürfen, so erscheint es zweckmässig, derartige Wagenschuppen nicht als vollständig geschlossene Räume zu con-

struiren, sondern so anzulegen, wie es beispielsweise auf der Altona-Kieler Eisenbahn geschehen ist.³⁶⁾

Die daselbst zur Ausführung gekommene Construction ist in Fig. 11, Taf. XLIII im Durchschnitt und in Fig. 12, Taf. XLIII im Längenschnitt dargestellt, und empfiehlt sich auch dadurch, dass die Schuppen billig und leicht transportabel sind. Letzteres ist insofern wichtig, als dadurch bei späteren Veränderungen oder Erweiterungen der Bahnhofsgleise die Beseitigung oder Umsetzung des Schuppens erleichtert wird.

Aehnliche Schuppen finden sich auch auf Englischen Bahnen ausgeführt, woselbst die Seitenwände in der Regel mit gewelltem Eisenblech oder Zinkblech ausserhalb (wie hier mit Brettern) verkleidet, auch die Dachflächen häufig mit gewelltem Blech eingedeckt sind. Die Schuppen der Altona-Kieler Bahn kosten pro □Meter bebauter Grundfläche nur etwa 8 Thlr., während die Kosten massiver und ganz geschlossener Schuppen pro □Meter bebauter Grundfläche auf etwa 14 bis 18 Thlr. zu veranschlagen sein werden.

Bei Hauptstationen, welche mit grossen Personenhallen versehen sind, dienen diese neuerdings in der Regel an Stelle der Wagenschuppen zur geschützten Aufstellung der Wagen. Diese Aufstellung verdient vor der in Wagenschuppen unbedingt den Vorzug, weil man die Wagen in ganzen Zügen bewegen kann, somit für den Betrieb besser zur Hand hat, endlich die Reinigung und regelmässige Unterhaltung der Wagen leichter zu bewirken im Stande ist. Ausserdem kostet dabei die Herstellung des Aufstellungsraumes nicht mehr als die eines gleich grossen Wagenschuppens, indem beispielsweise die Ueberdachung der Halle des Ostbahnhofes zu Berlin pro □Meter nicht mehr als circa $12\frac{2}{3}$ Thlr. gekostet hat, und schliesslich wird an regelmässigen Ausgaben für Menschenkräfte, welche beim Transport der Wagen in die gewöhnlichen Wagenschuppen und aus denselben nicht entbehrlich gemacht werden können, ein Erhebliches zu ersparen sein.

X. Reparaturwerkstätten.

§. 64. *Allgemeine Betrachtungen.* — Der Transportdienst erfordert auf besonderen Bahnhofstheilen (wie im vorigen Capitel §. 4 bereits kurz erwähnt wurde) ausser den bereits angeführten Baulichkeiten für die Aufstellung, gewöhnliche Unterhaltung und kleinere Reparaturen an Locomotiven und Wagen noch ganz besondere Anlagen für die nach Verlauf einer bestimmten Dienstzeit erforderlichen umfassenderen Erneuerungen und Revisionen. Für grössere Bahnstrecken legt man zu diesem Zwecke vollständig eingerichtete Werkstätten auf hinreichend ausgedehntem Terrain an. Bei kleineren Werkstätten dient eine Anlage gleichzeitig zur Reparatur der Locomotiven und Wagen. Je grösser die Werkstatt ist, desto mehr Abtheilungen erhält sie. Man unterscheidet dann Locomotiv-reparaturwerkstatt, Wagenreparaturwerkstatt und Wagenrevisionschuppen. Endlich erfordert die regelmässige Versorgung mit Materialien, welche in den Depôts und Werkstätten der Eisenbahn verbraucht werden, die Unterhaltung von Hauptmagazinen, in welchen jene Materialien, sowie Ersatzstücke zur Auswechslung einzelner Theile der Locomotiven und Wagen in Reserve gehalten werden, um die Zeit, welche zu Reparaturen oder Auswechslungen nothwendig wird, auf ein Minimum abkürzen und der Bedingung der Oekonomie im Betriebe möglichst entsprechen zu können. Die Magazine legt man gewöhnlich in Verbindung mit der Werkstatt und in der Nähe derselben an, weil hier am meisten verbraucht wird.

³⁶⁾ Teilkampf, Organ für F. d. E. W. Jahrgang 1867. pag. 114.

Die Vertheilung der verschiedenen Etablissements auf der Eisenbahnlinie giebt Anlass zu mancherlei Erwägungen, welche mit Umsicht und Sorgfalt angestellt werden müssen.

§. 65. *Wahl der Anlagestellen.* — Man legt die Hauptwerkstätten, Centralwerkstätten an eine Hauptstation, End- oder Anfangsstation oder einen Knotenpunkt von Bahnen. Die Lage an den Hauptstationen hat den Vorzug, dass die Aufsicht über die Werkstatt Seitens der Hauptverwaltung leichter geübt werden kann, dass Bezugsquellen für einen Theil der Materialien in dem Orte selbst sich vorfinden, endlich dass die Werkstättenarbeiter lieber in grösseren Städten arbeiten und daselbst besser Unterkommen finden können. Dagegen ist das Terrain zur Anlage der Werkstatt meistens theurer als an kleineren Orten.

Die Lage an Knotenpunkten oder an Stationen, welche mehr im Schwerpunkte des Bahnnetzes liegen, hat den Vorzug vor der Lage an Endstationen, dass die reparaturbedürftigen Fahrzeuge und Maschinen zum Transport in die Werkstatt im Durchschnitt kürzere Wege zu machen haben. Zuweilen hat man bei der Wahl des Platzes für die Anlage auch die Lage der Productionsorte von Eisen, Kohlen etc. zu berücksichtigen und dahin zu streben, an Transportkosten für diese Materialien zu ersparen. Immer müssen grössere Werkstätten auch mit einem grösseren Bahnhofe in unmittelbarem Zusammenhange stehen, weil zu Zeiten bedeutende Gleislängen zur Aufstellung von reparaturbedürftigen oder reparirten Wagen und Maschinen disponibel gehalten werden müssen.

Die Werkstatt selbst bildet einen grösseren abgesonderten und abgeschlossenen Complex von Baulichkeiten, welcher der Erweiterung fähig sein muss, ohne dass dadurch Erweiterungen des Bahnhofes verhindert oder erschwert werden. Der Zugang zur Werkstatt ist so zu wählen oder so anzuordnen, dass die Arbeiter Hauptbahngleise nicht zu überschreiten haben.

§. 66. *Erforderniss und Lage der einzelnen Räumlichkeiten.* — Eine Centralwerkstatt muss enthalten :

1. die Locomotivreparaturwerkstatt,
2. die Wagenreparaturwerkstatt,
3. Lackirschuppen,
4. Tischler- und Stellmacherwerkstätten,
5. Räume für Sattler und Tapezierer,
6. eine Dreherei und Schlosserei,
7. eine Schmiede,
8. die Kupferschmiede und Messinggiesserei,
9. eine Räderreparatur,
10. Wagenrevisionsschuppen,
11. das Hauptmagazin,
12. ein Holzmagazin,
13. ein Thorwärterhaus.
14. ein Bureaubäude,
15. die erforderlichen Räume für Aborte, Pissoirs, Kohlen, die Dampfkessel und Dampfmaschinen etc.

Bei den alten Reparaturwerkstätten legte man für viele dieser Zwecke einzelne, jedoch miteinander mehr oder weniger im Zusammenhange stehende Gebäude an, ordnete dieselben meistens symmetrisch, so zwar, dass die eine Seite speciell für die Wagenreparatur, die andere für die Locomotivreparatur diene und in der Mitte die Theile der Werkstatt lagen, welche für beide der genannten Zwecke zu dienen hatten, also z. B. die

Schmiede, die Dreherei etc. Eine solche Anlage zeigt die Werkstatt zu Olten (von der Schweizer. Centralbahn) Fig. 6, Tafel XLIV; in derselben bezeichnet:

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <i>a</i> Schuppen für Wagen, | <i>m</i> Aborte, |
| <i>b</i> Tischlerwerkstatt, | <i>n</i> Drehscheiben, |
| <i>c</i> Schlosserwerkstatt, | <i>o</i> Rollbrücke, |
| <i>d</i> Schuppen für Locomotiven, | <i>p</i> Kupferschmiede, |
| <i>e</i> Porfier, | <i>q</i> Bureaus, |
| <i>f</i> Magazinwächter, | <i>r</i> Dreherei (Tours), |
| <i>g</i> Bureau und Modellmagazin, | <i>s</i> Schmiede und Kesselschmiede, |
| <i>h</i> Holzmagazin, | <i>t</i> Bureau, |
| <i>i</i> Feuerspritze, Eisen und Oel, | <i>u</i> Magazin, |
| <i>k</i> Kohlenraum, | <i>v</i> Brennholzsäge, |
| <i>l</i> Depot, | <i>x</i> Gasfabrik. |

Auch die Centralwerkstatt zu Hannover bildet einen ähnlichen Gebäudecomplex, bei dem die einzelnen Bautheile, um Höfe gruppiert, bei verhältnissmässig geringer Tiefe durch Fenster in den Umfassungswänden ziemlich ausreichend durch Tageslicht erhellt sind.

Bei grosser Tiefe der Gebäude reichte die seitliche Beleuchtung nicht aus, und man legte zunächst, wo es nothwendig erschien, ausserdem einzelne Oberlichter in die Dachfläche ein. Dies geschah häufig mit Widerstreben, da die Dichthaltung dieser Oberlichter constructive Schwierigkeiten bot, welche zunächst durch die Anwendung von Rohglas, welches zu mässigen Preisen in grossen Tafeln angefertigt wird, überwunden wurden. Später nahm man bei den Dacheonstructionen auf die Anlage von Oberlichtern mehr Rücksicht, verlor die Scheu vor der Anwendung derselben und machte sich dadurch von der Anlage der Fenster in den Umfassungswänden immer unabhängiger. Die Arbeiten in den Werkstätten erfordern zweckmässige und geschützte Communicationen von einer Arbeitsstelle zur andern, möglichst kurze Wege für die nothwendigen Transporte der Producte beim Durchlaufen derselben durch die verschiedenen Stufen und Proceduren der Verarbeitung, Uebersichtlichkeit in Bezug auf die Disposition und Ueberwachung der Arbeiten, endlich möglichst vollkommene Raumausnutzung, um Ordnung und Sauberkeit in dem ganzen Etablissement mit den geringsten Umständen aufrecht erhalten zu können. Auch darf die Anlage nicht für ein zur Zeit festgestelltes Bedürfniss als abgerundetes, geschlossenes, architectonisches Ganzes projectirt werden, wie häufig geschehen ist; vielmehr muss die Anlage mindestens nach drei Seiten hin erweiterungsfähig sein oder etwaige Erweiterung ohne aussergewöhnliche Umstände ausführbar sein. Die meisten Arbeiten endlich müssen zu ebener Erde geschehen und deshalb sind die meisten Bautheile einstöckig. Nur die Handwerker, welche leichte Materialien, und mit leichteren Werkzeugen, verarbeiten, wie z. B. Tischler, Stellmacher, Sattler, Maler etc. können ihre Werkstätten im ersten Geschoss erhalten, doch wird auch dadurch der Dienst und die Uebersicht erschwert und die Arbeit vertheuert, obwohl die Baukosten sich vermindern. Nach diesen Erwägungen erscheint es zweckmässig, die verschiedenen Werkstätten nicht in getrennten Gebäuden unterzubringen, sondern je nach Bedürfniss einen einzigen quadratischen oder oblongen Raum durch Wände einzuschliessen, ihn nach Art der Spinnereien mit mehreren kleinen Dächern mit Oberlicht zu überdecken und in diesem Raume alle Werkstätten, also Schmiede, Kesselschmiede, Schlossereien, Drehereien, Locomotiven und Wagenreparaturen etc. zu vereinigen. Man gewinnt dadurch folgende Vortheile: die Länge der Umfassungswände wird im Verhältniss zum räumlichen Inhalte geringer als bei mehreren gesonderten Gebäuden, mithin ist der betreffende Raum billiger herzustellen. Die geringe Anzahl der Thüren und Thore, sowie das ebenfalls häufig vorkommende Oeffnen derselben trägt zur Verminderung der Betriebs- und Baukosten wesentlich

bei und erleichtert ebenfalls Erwärmung des Raumes im Winter. Bei der oben angedeuteten Anordnung der Dächer kann der Raum zweckmässig erhellt und so ausgenutzt werden, wie es der Betrieb erfordert. Die Gebäudeconstruction vereinfacht sich und Balkenlagen und Zwischendecken werden entbehrlich. Eine derartig eingerichtete Werkstatt erleichtert ausserdem die Uebersicht und Aufsicht und kann, wenn sich das Bedürfniss nach Erweiterung einstellt, nach mehreren Seiten hin zweckmässig, leicht und aussergewöhnlich billig erweitert werden. Werkstättenräume, welche man absondern und abschliessen will, als die Räume für Tischlerei, Sattlerei, Lackirerei, Kupferschmiede und Gelbgiesserei, können durch Einziehen von Wänden von dem übrigen Raume leicht getrennt werden und gewähren dabei doch den Vortheil, Theile des Ganzen zu bilden und nicht für sich im Freien zu liegen.

§. 67. *Werkstätte der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn in Berlin.* — Ein Beispiel einer solchen neuen Werkstättenanlage bietet die Werkstätte auf dem Bahnhofe der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn zu Berlin, von welcher Figur 11, Tafel XLIV den Grundriss nebst Situation, Figur 49 den Querschnitt und

Fig. 49.



Fig. 12, Tafel XLIV den Querschnitt der Construction eines Satteldaches im grösseren Maassstabe zeigt. Die Ueberdachung dieser Werkstätte für Locomotiven und Wagen besteht aus einzelnen parallel liegenden Satteldächern, welche auf 110 Stück gusseisernen Säulen ruhen und in den mittleren Theilen mit Glas eingedeckt sind. Die Verschiedenheiten in den Binderweiten und Säulenabständen sind dabei unwesentlich und zufällig. Der Innenraum ist durch zwei Schiebebühnen zugänglich. Zur Vermeidung grösserer Thore sind Vorbauten angelegt mit Thoren, durch welche die Wagen und Locomotiven der Längenrichtung nach auf die Schiebebühnen gebracht werden können. Die Schmiede ist in dem Raume massiv eingebaut, während Magazin, Sattlerei, Bureau im Fachwerksbau hergestellt sind, um sie leicht beseitigen zu können, falls Erweiterungen dies zweckmässig erscheinen lassen sollten. In den Kellern unter den Räumen 1, 2 und 3 werden Farben, Oele, Lack etc. aufbewahrt; in den Räumen 4 und 5 wird Putzwolle gewaschen und getrocknet. Bei *a* und *b* liegen in wasserdichten Kellerräumen Heizöfen zur Erwärmung im Winter, von welchen die Verbrennungsproducte durch eiserne Rohre in Canälen nach den Schornsteinen *c* und *d* geleitet werden.

Die Schiebebühne für Locomotiven bewegt sich in einer 248^{mm} tiefen Grube, die Schiebebühne für Wagen im Niveau der Bahngleise, so dass die Wagen über die Schiebebühnengleise hinweggeschoben werden können. Bei *e* ist eine grosse Drehscheibe, bei *f g h* sind kleinere angeordnet zum Drehen von Wagen.

Zur Verglasung der Oberlichter sind in Abständen von 0^m,31 Sprosseneisen von dem Querschnitte Fig. 13, Tafel XLIV eingelegt und im First des Daches über das selbst horizontal liegende T-Eisen gebogen. Die Verglasung besteht aus mattirtem Doppelglase, wobei die Scheiben nach Art der Verglasung von Treibhausfenstern übereinander greifen. Die dadurch erreichte Erhellung der Räume ist sehr schön und Sonnenstrahlen können nicht eindringen. Zur Lüftung sind auf den Dachfirsten der ganzen Länge nach Jalousien angebracht, welche jedoch nachträglich als zu wirksam an der Wetterseite geschlossen sind. Die nicht verglasten Theile der Dachflächen sind mit Dachpappe eingedeckt.

§. 68. *Centralwerkstätte der Bergisch-Märkischen Eisenbahn in Witten.* — Um näher auf die speciellen Erfordernisse und Einrichtungen der Werkstätten einzugehen, schliessen wir uns an ein Beispiel an, welches in einer Mittheilung des Obermaschinenmeisters Stambke zu Witten im Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1866 abgehandelt ist. Es ist dies die Centralwerkstätte der Bergisch-Märkischen Eisenbahn zu Witten (Fig. 10, Tafel XLIV). Für die Locomotiv- und Wagenreparaturen sind daselbst zwei getrennte Gebäude parallel zu einander in einem Abstände von 82^m,58 erbaut, während die Schmiede und die Dreherei als Hülfswerkstätten beider zwischen denselben ihre Stellen gefunden haben. Letztere stehen durch eine aus Eisen construirte, allseitig geschlossene und mit Glas überdeckte Halle, zur Reparatur von Rädern bestimmt, mit einander in Verbindung, wogegen zur Seite der Schmiede das Kesselhaus, um jener möglichst wenig Licht zu nehmen, so angelegt ist, dass die Kessel unter Terrainhöhe liegen. Das mit dem Kesselhause verbundene Kohlenmagazin ist durch einen Schienenstrang zugänglich. Die Kupferschmiede und Gelbgießerei, welche vorzugsweise für die Locomotivreparaturwerkstatt arbeiten, sind als Anbau zu letzterer aufgeführt.

Erfahrungsmässig hat man darauf gerechnet, dass von den Locomotiven bis zu $\frac{1}{5}$, von den Personenwagen bis zu $\frac{1}{10}$ und von den Güterwagen bis zu $\frac{1}{20}$ der vorhandenen Anzahl sich gleichzeitig in Reparatur befinden. Mit Rücksicht darauf erhielt die Werkstatt seinerzeit eine solche Ausdehnung, dass 28 Locomotiven und 56 vorzugsweise Personenwagen in den betreffenden Reparaturschuppen, 30—40 Wagen in einer bedeckten, seitlich offenen Halle zur Vornahme der gesetzlich vorgeschriebenen Jahresrevisionen, endlich 200—300 Wagen auf den im Freien liegenden Schienensträngen behuf Vornahme kleinerer Reparaturen aufzunehmen im Stande ist; zugleich wurde die Möglichkeit offen gehalten, der südlichen Langseite des Locomotivreparaturschuppens, sowie der nördlichen Fronte des Wagenreparaturschuppens gegenüber je einen fast ebenso grossen Schuppen nachträglich zu erbauen, was dann auch geschehen ist. Bei der Nothwendigkeit noch weitergehender Erweiterungen hat man die Absicht, die derzeitigen Anlagen ausschliesslich für die Instandsetzung der Locomotiven zu bestimmen und auf einem andern geeigneten Platze eine besondere Wagenreparaturwerkstatt zu errichten. Die Maschinen, welche zur Reparatur gelangen sollen, werden vermittelt einer im Innern des Schuppens liegenden 5^m,65 breiten Schiebephöhne in die einzelnen Reparaturstände vertheilt. Unbenutzte, resp. reparaturbedürftige Tender finden auf den freiliegenden Gleisen hinter dem Schuppen ihren Platz.

Die beiden in ihren Constructions- und Maassverhältnissen ganz gleichen Reparaturschuppen sind mittelst zweier Reihen innerer Säulen dreitheilig angeordnet und mit je drei parallel liegenden Satteldächern überdacht, welche als Pfettendächer construiert und mit Schiefer auf Schalung eingedeckt sind. Die Säulen dienen ausser zur Unterstützung der Dachbinder, welche nach dem Polonceau'schen Systeme in Schmiedeeisen construiert sind, zur Abführung des Regenwassers und stehen am Fusse mit Röhrencanälen in Verbindung, welche das Wasser den Hauptcanälen zuführen. Die Entfernung der Gleise im Innern des Schuppens beträgt 5^m,34. An dem einen Giebel jedes Schuppens sind Magazinräume angebracht, in denen losgenommene kleine Theile während der Reparatur der Fahrzeuge aufbewahrt werden. Ueber diesen Räumen liegen Bureaulocale. In dem Locomotivreparaturschuppen sind an einzelnen Säulen drehbare Krahe von 25 Ctr. Tragfähigkeit angebracht, welche beim Montiren der Maschinen eine wesentliche Erleichterung gewähren. Das Auswechseln der Locomotivachsen erfolgt, wenn sämmtliche Achsen einer Maschine ersetzt werden sollen, indem die Maschine mittelst zwei Paar unter den beiden Enden aufgestellter Windeböcke gehoben wird, so dass dann sämmtliche

Räder gleichzeitig entfernt werden können. Soll nur eine Achse ersetzt werden, so wird diese mittelst einer Schraubenwinde gefasst und behuf ihrer Beseitigung auf ein versenktes Gleis niedergelassen, worauf die neue Achse durch Anwendung derselben Vorrichtung unter die Maschine gebracht wird.

Das zwischen den beiden Reparaturschuppen erbaute Drehereigebäude ist, wie bei älteren Anlagen gewöhnlich, zweigeschossig und enthält in der nördlichen kleinen Abtheilung des Erdgeschosses die Holzbearbeitungsmaschinen, in der südlichen die verschiedenen Werkzeugmaschinen, als: Räderdrehbänke, Hobelmaschinen, Schienenfräsen, Supportdrehbänke, kleine Hobelbänke, Fraissböcke und Bohrmaschinen, sowie eine zweicylindrige Hochdruckdampfmaschine von 35 Pferdekraften zum Betrieb derselben. Im ersten Geschoss des Gebäudes sind die kleineren Arbeitsmaschinen aufgestellt; auch befinden sich daselbst die Werkstätten und Magazine der Modellschreiner, Sattler und Polsterer. Der Dachboden endlich gewährt den nöthigen Raum zur Aufbewahrung von Modellen und reponirten Maschinentheilen, sowie zu manchen sonstigen Nebenzwecken. Durch die Dreherei erstreckt sich der Länge nach ein mit beiden Reparaturschuppen in Verbindung stehender Schienenstrang, welcher vorzugsweise dazu dient, die Locomotiv- oder Wagenräder auf ihren Achsen der Drehbank zuzuführen, von wo sie demnächst mittelst zwei kleiner Kreuzdrehmaschinen auf den längs der westlichen Hauptfront belegenen Reparaturstrang befördert werden, um über die betreffenden Schiebepöhlen nach Bedürfniss in die bezüglichen Werkstätten vertheilt und aufs neue unter die Fahrzeuge gebracht zu werden. Diejenigen Locomotiv- und Wagenräder, welche der Erneuerung ihrer Bandagen bedürfen, gelangen zunächst in die bereits erwähnte Räderreparaturhalle, woselbst das Abziehen der alten Bandagen erfolgt. Von hier werden sie nebst den aufzuziehenden neuen Bandagen in den zwischen der Wagenwerkstatt und der Schmiede gelegenen Hofraum geschafft, wo die letzteren in einem neben dem Dampfschornsteine befindlichen Glühofen erwärmt und dann auf die Rädergestelle aufgezogen werden. Die neu bandagierten Räder gehen hierauf in die Räderreparaturhalle zurück und, nachdem hier die Bandagen auf den Untergestellen befestigt sind, werden sie zum Abdrehen derselben in die angrenzende Dreherei gebracht, aus welcher sie auf oben beschriebenen Wege an den Ort der Verwendung gelangen. Die im Innern des Drehereigebäudes längs der östlichen Frontwand liegende Hauptwelle, welche mittelst einer Kurbelachse direct von der Dampfmaschine ihre Bewegung erhält, ist durch Riemscheiben mit einer in der Mitte des Gebäudes gleichlaufend angebrachten, zum Betriebe der leichteren Werkzeugmaschinen dienenden Filialwelle verbunden. Kürzere mit der Hauptwelle in Verbindung stehende Querwellen in den Räumen für Locomotiv- und Wagenreparaturen treiben Schleifsteine und Bohrmaschinen, welche letztere es ermöglichen, die Locomotiveylinder an Ort und Stelle nachzubohren. In der Schmiede, deren östlicher Theil zur Vornahme von Kesselschmiedearbeiten bestimmt ist, wurden längs beider Frontwände doppelte, in der Mitte einfache Schmiedefeuere angeordnet, welche grösstentheils mit einem Krahn zum Heben schwerer Schmiedestücke versehen sind. Eine Dampfmaschine treibt einen Flügelventilator von 1^m,26 Durchmesser, zwei Schwanzhämmer, eine Lochmaschine mit Scheere, einen Schleifstein, eine Radialbohrmaschine und die in der Kupferschmiede aufgestellte Siederohrfräse. Ausserdem enthält die Schmiede zwei Dampfhammer von beziehungsweise 12 und 6 Ctr. Schwere, einen Schleifstein, einen Federhärtenofen und die zur Anfertigung der Herzstücke erforderlichen Schraubstöcke.

Der Fussboden der Schmiede ist zweckmässig mit Steinpflaster zu versehen. Die Dachconstruction muss freitragend, möglichst feuersicher, hochliegend und luftig angeordnet sein. Die Schmieden sind immer einstöckig herzustellen.

Die Räderreparaturhalle ist mittels 7 kleiner Satteldächer überdeckt, welche mit Rohglasplatten, zunächst den Mauern aber mit Zinkblech belegt sind. Die gusseisernen, im Querschnitt U-förmigen Sparren dieser Dächer sind an ihren oberen Enden auf der untern Flantsche eines gusseisernen doppelt T-förmigen Trägers, am untern Ende dagegen auf einem je 2 Dächern gemeinschaftlichen U-förmigen geneigt liegenden Träger, welcher zugleich die Traufrinne bildet, mittelst Schrauben befestigt.

Die Kupferschmiede und Gelbgiesserei enthält gewöhnliche Löthfeuer, einen in Form eines kleinen Cupolofens erbauten Siederohrlöthofen, die zum Abschneiden der Siederöhren, sowie zum Ab- und Ausfräsen der an denselben entstandenen Löthborden dienenden Fraismaschinen.

In der Gelbgiesserei, welcher eine Trockenkammer angebaut ist, sind aus Blechcylindern bestehende, mit Chamottsteinen ausgekleidete und mit gusseisernen Deckeln versehene Schmelzöfen angelegt.

Die sämtlichen Werkstättengebäude sind mit einer sowohl für den gewöhnlichen Bedarf als zur raschen Dämpfung entstehenden Feuers bestimmten Wasserleitung versehen, welche von einem in einem Thurme aufgestellten Reservoir gespeist wird. Die Umfassungsmauern sämtlicher Gebäude sind in solider Weise im Ziegelrohbau unter Anwendung von Sandsteinquadern zum Sockel und zur Abdeckung der der Witterung ausgesetzten Theile ausgeführt. Die Architecturformen erscheinen dem Rundbogenstyle entsprechend kräftig und constructiv motivirt, und sind durch in einfacher Weise von Backsteinen hergestellte Gesimse gefällig und ohne Aufwand von überflüssig erscheinenden Mitteln decorirt.

Zur Vervollständigung der Anlage ist noch zur Ausführung gekommen:

1. Ein Hauptmagazin für Werkstättenbedürfnisse, welches ausserhalb der Einfriedigung des Etablissements so situirt ist, dass sowohl die ankommenden Gegenstände vom Wagen aus unmittelbar in das Magazin geschafft, als auch umgekehrt die aus demselben nach den Werkstätten zu befördernden Materialien direct in Waggons verladen, und dann mit Benutzung der Schiebebühnen den einzelnen Verwendungsstellen bequem zugeführt werden können.

Eine überdachte Ladebühne mit Wandkrahm ist dabei vorzugsweise zum Auf- und Abladen schwerer Oelfässer zweckdienlich. Im Innern des Magazins vermittelt eine im Dachraum angebrachte Winde die Verbindung zwischen der Ladebühne und den verschiedenen Etagen des Gebäudes.

Das Souterrain des Magazins dient hauptsächlich zur Lagerung von Oel- und Fettwaaren, das Erdgeschoss zur Aufbewahrung von Siederöhren, Stabeisen, Blechen, grösseren Gussstücken und andern schweren Gegenständen, die Etage und das Dachgeschoss dagegen zur Lagerung von Sattlerwaaren und leichtern Metallstücken. Ein Anbau enthält im Erdgeschoss Bureauräume, ein Ausgabelocal für die kleinern Werkstättenbedürfnisse und die den Locomotivführern der Station zu verabreichenden Materialien und ein Depot für eingehende Waarenproben. Im 1. Geschoss befindet sich die Wohnung des Magazinverwalters.

2. Das Holzmagazin ist in der Nähe des Wagenreparaturschuppens, der hauptsächlichsten Verwendungsstelle der Hölzer angelegt. Die Hinterfront oder die beiden Giebelwände sind massiv von Backsteinen mit zahlreichen Luftöffnungen versehen, die Vorderfront dagegen aus Fachwerk ausgeführt, dessen Gefache zunächst unter dem Dache äusserlich mit Brettern bekleidet, im Uebrigen aber durch Lattenwerk ausgefüllt sind, während sämtliche Thür- und Fensteröffnungen durch kräftig construirte Lattenthüren verschlossen werden können.

3. Ein Thorwärterhaus zur Vermittelung des Einganges zu dem vollständig umzäunten Werkstättenplatze. In demselben hat der Thorwärter, welcher die Controle über das Ein- und Ausgehen der Arbeiter durch Verabfolgung von Marken ausübt, und dem zugleich das Oeffnen und Schliessen der angelegten Gleisthore obliegt, eine Wohnung.

4. Ein Dienstgebäude für den Obermaschinenmeister, welches im Erdgeschosse die Bureauräume, in der Etage die Wohnung desselben enthält.

5. Wohnhäuser für Werkmeister und Arbeiter mit den Nebengebäuden nach Bedürfniss und Lage der Werkstatt. Bei der isolirten Lage derselben in Witten sind Wohnungen für 18 bis 20 Familien daselbst angelegt.

6. Eine offene dreitheilige Halle zur Ueberdachung eines Theils der zur Reparatur von Wagen dienenden äusseren Schienenstränge vorzugsweise zu dem Zwecke, um hier die vorgeschriebenen Jahresrevisionen vorzunehmen. Dieselbe besteht in Witten aus gusseisernen Säulen, welche ein bogenförmiges mit Wellenzinkblech eingedecktes Dach tragen. Die T-förmig gebogenen, durch Zugstangen in Spannung erhaltenen Rippen, zwischen denen die aus Winkeleisen gebildeten Pfetten zur Unterstützung des Wellenblechs eingespannt sind, lehnen sich gegen gusseiserne, rinnenförmige Träger, welche das Tagewasser den Säulen zuführen, durch welche es durch die Canäle abgelaassen wird.

7. Die erforderlichen Aborte und Pissoirs für die Arbeiter in möglichster Nähe ihrer Arbeitsstellen. Bei Anlage derselben sind naheliegende Schornsteine zweckmässig zur Ventilation der Gruben und Abortstrichter zu benutzen, indem man Erstere durch Canäle mit den Schornsteinen in Verbindung setzt.

§. 69. Die Centralwerkstatt der Niederschles. Märk. Eisenbahn zu Frankfurt a. O. liefert andere interessante Beispiele. Die Situation der ganzen Werkstätteanlage ist auf Taf. XXXII, Fig. 2 links ersichtlich.

Fig. 2, Taf. XLIV zeigt den Grundriss, und Fig. 1 den Querschnitt des Wagenrevisionsschuppens daselbst.³⁷⁾

Dieser Schuppen dient für die periodisch regelmässig wiederkehrenden Revisionen der Wagen. Derselbe hat 47^m Länge und 45^m Breite. Die Bedachung besteht aus 3 Satteldächern, welche von 16 im Innern aufgestellten Säulen, die gleichzeitig die Entwässerung vermitteln, getragen werden. Die Höhe der Dächer beträgt an der Traufe 5^m,8. Das Gebäude wird erhellt durch 62 Fenster in den Umfassungswänden, und 28 in die Dachflächen eingelegte Oberlichter.

Zur Heizung ist in einer Heizkammer unterirdisch ein Heizapparat aufgestellt von dem die Verbrennungsproducte durch ein 0^m,6 weites schmiedeisernes Rohr von etwa 39^m,5 Länge in einem gemauerten und in Höhe des Fussbodens mit durchbrochenen gusseisernen Platten abgedeckten Canale dem Schornsteine, welcher behuf des Anheizens am Fusse eine kleine Nebenfeuerung erhalten hat, zugeführt. Zur Erhöhung der Luftcirculation sind seitlich des Hauptcanals 8 Luftschöpfcanäle angelegt, und mit demselben in Verbindung gesetzt. Auf je 6734^{cm} Raum kommt 1 □^m Heizfläche des Heizrohrs. Der Heizungsapparat enthält 1,4 □^m Rostfläche.

Der Effect dieser Heizungsanlage hat die gehegten Erwartungen bedeutend übertroffen, so dass dieselbe für derartige Gebäude empfohlen werden muss.

Die Kosten der Heizanlage haben betragen rund 2790 Thlr. oder pro Cubikmeter zu heizenden Raum 5 Sgr. 5 Pf.

Der tägliche Brennmaterialverbrauch stellte sich pro 1000 Cubikmeter Raum bei

³⁷⁾ Zeitschr. für Bauwesen, von Erbkam. Jahrgang XV, 1865, p. 121.

einem Lackirschuppen auf 19,4 Pfd. beim Revisionschuppen auf 14,5 Pfd. Steinkohlen, für jeden Grad Erhöhung der Temperatur gegen die äussere.

§. 70. *Der Lackirschuppen.* — Für die Ausführung der an den verschiedenen Betriebsmitteln vorkommenden, in den Eisenbahnwerkstätten vorzunehmenden Lackirerarbeiten, ist ein gut erleuchteter und möglichst staubfreier Raum erforderlich, welcher, um die Arbeiten auch im Winter ungestört fortsetzen zu können, möglichst gleichmässig zu heizen sein muss.

Die Centralwerkstatt zu Frankfurt a. d. O. enthält einen Lackirschuppen, welcher in Fig. 5, Taf. XLIV im Grundriss, Fig. 3 in der Längendurchsicht und Fig. 4 im Querschnitt gezeichnet ist. Dieser Schuppen hat 45^m,5 Länge, und 23^m,7 Breite, einen Anbau als Kesselhaus. Durch Scheidewände sind im Innern Räume zum Farbenreiben, und für Versuchsapparate abgetrennt, ohne dass dadurch die Gebäudeconstruction geändert wäre. Der Schuppen enthält 4 Gleise in 5^m,65 Abstand, in welchen Reinigungsgruben von 0^m,63 Tiefe angelegt sind, um an die unteren Theile der Wagengestelle mit Leichtigkeit gelangen zu können. Der Schuppen hat Raum für 13 Personenwagen, nach Entfernung der Einbauten würden 16 dreiachsige Wagen in demselben aufgestellt werden können.

Die zwischen Eisenbahnschienen gewölbte Decke wird von 27 in 3 Reihen aufgestellten Säulen getragen. Ueber diesen liegen der Quere nach 0^m,31 hohe I-förmige schmiedeeiserne Balken von circa 40 Pfd. Gewicht pro laufenden Fuss, auf deren 13^{cm} breiten Flansch die Schienen in etwa 1^m,4 Entfernung von einander aufrufen. Das Gewölbe ist 6^{cm},5 stark aus flachliegenden hohlen Ziegeln in Gypsmörtel hergestellt. Die Säulen haben 15^{cm},7, resp. 19^{cm},6 Durchmesser und stehen auf Sandsteinsockeln. Die lichte Höhe bis zur Unterkante der Träger beträgt 5^m,96.

Die Bedachung des Gebäudes ist nach der Länge in 4 Satteldächer getheilt, denen sich an den Enden 2 Pultdächer anschliessen. Das Dachgerüst ist aus T-Eisen construirt, das Dachwerk selbst besteht aus Holz. Die Dachflächen sind mit Asphaltfilz eingedeckt.

Zur Abführung des Tagwassers in den Kehlen zwischen den zusammenstossenden Dachflächen sind 26^{cm},15 tiefe, 26^{cm},15 und 18^{cm},3 weite Rinnenkasten, welche mit Zinkblech ausgelegt sind, angebracht. Aus diesen führen Abfallrohre das Wasser durch die 19^{cm},6 starken Säulen in 2 Canäle, welche nach der Länge des Gebäudes den Säulengrundamenten entlang geführt sind. Zur Abhaltung des Schnees aus den Rinnen sind sogenannte Schneedecken, aus auf Leisten genagelten Brettern bestehend, angeordnet, wodurch der Abfluss des Thauwassers gesichert ist. Der Fussboden des Schuppens ist mit Granitplatten belegt.

Zur Erhellung des inneren Raumes sind in den Frontmauern Fenster und in der Decke Oberlichter angebracht, wie aus der Zeichnung ersichtlich ist.

Zur Heizung des Schuppens ist eine in unserer Quelle³⁸⁾ specieller beschriebene Dampfheizung und zur Erzeugung des Dampfes ein Henschel'scher Röhrenkessel angelegt. Die Kosten des Schuppens haben betragen per □^m überdachte Grundfläche 21 Thlr. Die Kosten der Heizungsanlage und des Kesselhauses rund 5500 Thlr. oder per □^m des zu beheizenden Raumes 25 Sgr.

§. 71. *Erleuchtung und Erwärmung der Werkstückeräume.* — Die Frage:

»Welche Art der Erleuchtung und Erwärmung für die grösseren Reparaturwerkräume ist als die zweckmässigste befunden worden?«

³⁸⁾ Zeitschr. für Bauwesen. Jahrgang XV, 1865, p. 121.

wurde in der IV. Versammlung der Techniker des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen im September 1868 in München folgendermaassen beantwortet:

»Zur Erleuchtung der Werkstatträume, auch von kleineren Dimensionen, wird Gas unter Anwendung von Schlauchlampen für die einzelnen Arbeitsstellen empfohlen.«

»Für die Erwärmung der Werkstatträume eignet sich vorzugsweise Dampfheizung mit Benutzung des von der Dampfmaschine verbrauchten Dampfes. Jedoch hat unter Umständen auch die Heizung mit zweckmässig construirten Oefen befriedigt.«

§. 72. *Sägeförmige Dachconstruction der Werkstättegebäude.* — Ausser den angeführten Constructionen der Ueberdachung der Werkstättenräume eignet sich noch ganz besonders die der Sägedächer, welche wir bereits bei der Besprechung des Locomotivschuppens §. 58 erwähnt haben. Diese Construction ist bereits vielfach zur Ausführung gekommen, zunächst z. B. bei einem Wagenreparatur- und Lackirschuppen, auf dem Bahnhofe zu Hannover, ferner bei grösseren Reparaturwerkstätten auf dem Bahnhofe der Preussischen Ostbahn zu Berlin, und hat überall da die günstigsten Resultate ergeben, wo die Aufstellung von Säulen oder Ständern im Innern des Schuppens nicht hinderlich sind.

Fig. 7, Taf. XLIV zeigt den Grundriss, Fig. 8 den Längen- und Fig. 9 den Querschnitt zu einem für den Centralbahnhof zu Breslau projectirten Schuppen zur Wagenrevision.

In demselben sollen gleichzeitig 100 Wagen aufgestellt, und an denselben die Revisionen sowohl wie die kleinen Reparaturen vorgenommen werden.

Behuf grosser Reparaturen werden andere Schuppen in ähnlicher Construction mit dem vorstehenden und den sonstigen zu einer vollständigen Wagenreparaturwerkstatt erforderlichen Bautheilen in Verbindung gebracht.

Der Revisionschuppen erhält an der Bahuseite, auf welcher die Wagen ein- und ausgebracht werden sollen, im Grundriss Abtreppungen, durch welche jede einzelne der 4 projectirten Schiebebühnen unabhängig durch ein besonderes Gleis zugänglich gemacht ist. Die die Gleise verbindenden Weichenstrassen sind so angeordnet, dass die einzubringenden Wagen auf andern Gleisen sich bewegen als die auszubringenden, so dass Stockungen nicht eintreten können.

Die an der Bahnseite abgeschnittenen Nebenräume dienen zur Anlage von Schmieden, Bureaus für die Werkführer, kleine Magazine etc.; zur Ausführung der sonstigen Arbeiten sollen Werkzeugmaschinen, Hobelbänke und Werkbänke im Schuppenraum selbst um die Säulen herum aufgestellt und angebracht werden, und sind die Gleise zu diesem Zwecke mit einem Abstände von 5^m,65 v. M. zu M. angelegt.

Aus Ersparungsrücksicht erschien es statthaft statt der eisernen Säulen zur Unterstützung der Dächer Holzständer, und statt der eisernen Dachrinnen Holzträger mit darauf liegenden Zinkrinnen zur Anwendung zu bringen. Die Rinnen liegen in Holzkästen und sind zur Verhinderung des Verstopfens durch Schnee etc. oberhalb mit um Scharniere drehbare Deckbretter abgedeckt. Mit Rücksicht auf die Temperaturänderungen sind sie — der Länge nach aus einzelnen Theilen hergestellt und diese derart mit einander verbunden, dass der Zink sich frei ausdehnen und zusammen ziehen kann.

Die Enden jedes Theiles liegen etwa 26^{mm} höher als die Mitte, woselbst die Abfallrohre angebracht sind.

Um das Arbeiten unter den Wagen zu erleichtern, sind in sämtlichen Gleisen gemauerte Gruben von 0,77 bis 0,9 Meter Tiefe angelegt.

Der Fussboden des Schuppens sollte aus 52^{mm} starken Bohlen von Eichenholz auf eichenen Lagerhölzern hergestellt³⁹⁾ und die nicht zu verglasenden Theile der Dachflächen mit Schiefer eingedeckt werden. Die Dächer über den Schiebebühnen erhalten in der Mitte Verglasung. Die Binder derselben sind nach dem Polonceau'schen Systeme und als Pfettendächer construirt.

§. 73. *Grösse der verschiedenen Räume.* — Allgemeines lässt sich über die Grösse der verschiedenen Räume nicht angeben. Man wird in jedem einzelnen Falle dieserhalb Ermittlungen anstellen müssen, welche mehr oder weniger auf unsichern Voraussetzungen beruhen und deshalb auch sichere Anhaltspunkte nicht gewähren können. Wir übergehen es deshalb, darauf näher einzugehen und verweisen dieserhalb z. B. auf die Mittheilungen von v. Kavens Eisenbahnbau, zweiter Abschnitt. Ausgeführte Muster und specielles Studium aller einschlagenden Verhältnisse wird bei Aufstellung neuer Projecte am besten zum Ziele führen, und mit neuen Gesichtspunkten auch zweckentsprechende neue Schöpfungen an Stelle schablonenmässigen Copirens treten lassen.

XI. Wärterbuden und Wärterhäuser, sowie Wohngebäude für niedere Eisenbahnbeamte.

§. 74. *Bahnwärterwachtlocale.* — Wenngleich es im Interesse der Bahnbewachung und Unterhaltung wünschenswerth ist, allen niederen Eisenbahnbeamten in der Nähe ihrer Dienststelle Familienwohnungen zu geben, welche ihnen gestatten, unausgesetzt in unmittelbarer Nähe der Plätze zu verbleiben, an welchen sie der Dienst fordert, so muss doch aus pecuniären Rücksichten häufig davon Abstand genommen werden. Bahnwärter, Weichensteller, Wegeübergangswärter erhalten dann nur Wachtlocale, in denen sie während der Dienstruhe Aufenthalt nehmen können, kleine Gebäude, welche entweder massiv oder von Holz hergerichtet werden. Die Vertheilung der Wachtlocale auf der Bahnlinie erfordert genaue Prüfung und sorgfältiges Erforschen der dienstlichen und localen Verhältnisse, wobei Rücksichten auf die Mittel der Ueberwachung und Unterhaltung der Bahn und den in Frage kommenden verhältnissmässig bedeutenden Kostenaufwand zu nehmen sind.

Es ist zu diesem Zwecke ein Wärterdienstplan aufzustellen, auf welchem alle Niveautübergänge mit Bezeichnung der Art des Abschlusses, — alle optische Signale, die Apparate zur Bedienung der Signale, endlich die Wärtergebäude angegeben sind. Dieser Plan, welcher gewöhnlich in ein Längenprofil der Bahn eingetragen wird, gestattet über den Dienst jedes einzelnen Wärters und Bahnmeisters sich Rechenschaft zu geben und zu versichern, dass die jedem obliegende Arbeit in gerechten Schranken gehalten werde, ohne dass das Interesse der Eisenbahn darunter leidet.

Die Wärterbuden tragen ausserhalb eine grosse Nummerzahl und die Wärtercontroltafeln, von denen bereits im X. Cap. §. 19 die Rede gewesen ist.

Die Wärter erhalten von der Administration eine bestimmte Anzahl von Geräthen, für welche sie verantwortlich sind, und welche zur Unterhaltung und Bewachung der Bahn dienen. Das Wachtlocal muss so gross bemessen sein, dass diese Gegenstände darin aufbewahrt werden können. Ausserdem ist ein Ofen und ein Tisch zum Schreiben Erforderniss.

Goschler hält für die Wachtlocale eine innere Grösse von 1^m,55 der Breite und 2^m,05 der Länge, 2^m,30 der Höhe an der Traufe und 2^m,50 im First allen Bedürfnissen

³⁹⁾ Auf dem Strassburger Bahnhofe in Paris hat man in den Werkstätten Klotzpfaster hergestellt, welches nicht mehr als etwa 1 Thlr. 2¹/₂ Sgr. pro □Meter gekostet haben soll.

entsprechend. Zur Aufbewahrung der Geräthe erhalten die Locale einen Kasten, dessen Deckel als Sitzbank dient; ausserdem einen Tisch mit einer Schublade, um Papier und Tinte etc. zu placiren, ein anderes Tischbret an der Wand oberhalb, um Effecten etc. niederzulegen.

Der Preis einer solchen Wachtbude, in Holz ausgeführt und angestrichen beträgt excl. Ofen circa 82 Thlr. oder 35 Thlr. pro \square^m der bedeckten Grundfläche. Mit Rück-
sicht auf den provisorischen Charakter der Buden und darauf, dass der Wärter nur vor-
bergehend ein Unterkommen darin hat, erscheint die Ausfuhung in Holz gerechtfertigt.

Insbesondere ist es zu empfehlen, die Wachtlocale auf Bahnhöfen für Weichen-
steller von Holz und transportabel einzurichten, weil deren Stellung häufige Verände-
rungen erleidet.

Die hölzernen Wachtbuden der Bergisch-Märkischen Eisenbahn sind transportabel,
im Aeusseren in $2^m,82$ Länge, $2^m,1$ Breite ausgeführt, erhalten der Wärme wegen innere
und äussere Verschalung und Ausfüllung des Zwischenraums mit Lohe, Anstrich mit Oel-
farbe und Zinkbedachung. Die Kosten der Herstellung derselben betragen $137\frac{1}{2}$ Thlr.
excl. des Ofens.

Die Buden der Berlin-Görlitzer Eisenbahn sind von aus-
gemauertem Fachwerk erbaut; ihre äussere Breite beträgt $2^m,5$,
ihre Länge $2^m,82$, die Dachbedeckung besteht aus Schiefer. (Siehe
Fig. 50 die Ansicht, Fig. 51 den Grundriss derselben.)

Wenn für die Bude eine gesicherte Stellung vorhanden ist,
so errichtet man vortheilhaft an Stelle der hölzernen eine massive,
welche auch zum nächtlichen Aufenthalt eines einzelnen Mannes
dienen kann. Die massiven Buden sind insbesondere, mit Rück-
sicht auf die Unterhaltung, vortheilhafter als die hölzernen; auch
gewähren sie den Beamten mehr Schutz gegen Hitze und Kälte.

In Hannover erhalten massive Wachtlocale $3^m,20$ im Quadrat
Grösse. Die Mauern werden von 1 Backsteinstarke mit einem
hohlen Zwischenraume von $0^m,07$ aufgeführt, der Eingang ist mit
Doppelthur versehen. Zwischen den beiden Thüren befindet sich
ein Geratheraum, ein Schrank und eine Leiter, welche auf einen
kleinen Dachboden führt, auf welchem das Feuerungsmaterial auf-
bewahrt wird.

Die massiven Wachtlocale der Berlin-Görlitzer Bahn (siehe Fig. 52 und 53 in den
Ansichten und Fig. 54 im Grundriss) haben ebenfalls 1 backsteinstarke Mauern, sind

Fig. 50.



Fig. 51.

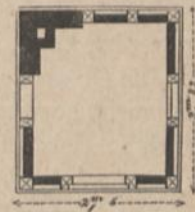


Fig. 52.



Fig. 53.

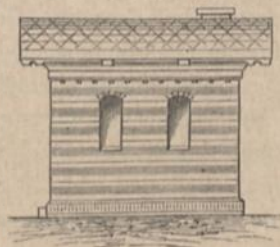
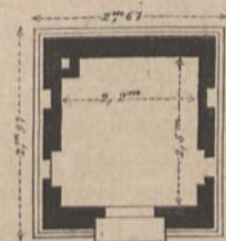


Fig. 54.



$2^m,5$ lang, $2^m,2$ breit im Lichten und erhalten einen gemauerten Schornstein und
Schieferbedachung.

Die Wachtlocale der Preussischen Ostbahn haben im Lichten 2^m,2 Länge und 2^m,03 Breite.

In Süddeutschland hat man es für nothwendig gehalten, ausser dem Aufenthaltsraume den Wärtern noch einen Abort und Magazinraum zu geben.

Die Dimensionen derartiger Gebäude sind die folgenden:

Hauptzimmer	3 ^m ,60	in der Länge,	2 ^m ,85	Breite,	2 ^m ,70	Höhe,
Anbau	1 ^m ,80	»	»	2 ^m ,85	»	2 ^m ,70

Die bebaute Grundfläche beträgt 15 □^m und die Kosten belaufen sich bei 13 Thlr. pro □^m auf 200 Thlr.

§. 75. *Wärterwohngebäude.* — Je wichtiger der Dienst eines Postens wird, desto nothwendiger wird es, an denselben einen verheiratheten Beamten zu stellen, und demselben in der Nähe eine Dienstwohnung zu geben.

Die Construction dieser Wohngebäude ist sehr verschieden und nach Maassgabe der Grösse variirt der Preis derselben von 1000—1800 Thlr.

Der Architect ist oft versucht, dem Aeussern dieser Gebäude architectonische Ausstattung durch Details in Stein oder Holz zu geben. Da dies indess ohne Preiserhöhung nicht möglich ist und die Unterhaltung erschwert wird, so ist bei den noch zu berücksichtigenden bedeutenden und gerechten Anforderungen im Interesse der armen Classe dieser Beamten lieber davon Abstand zu nehmen und die einfachste Ausführung geboten, damit die vorhandenen, meistens sparsamen Mittel geschont und so vortheilhaft und rationell wie möglich verwandt werden können.

Das Wachtlocal, welches nicht allein für den Wärter, sondern auch für den Ablöser, resp. durchgehenden Ablöser zu dienen hat, und deshalb nicht als ein Theil der Wohnung des Wärters angesehen werden darf, enthält entweder auch fernerhin eine isolirte Stellung, oder wenn die Stellung des Wohngebäudes bezüglich des Dienstes dies gestattet, so erscheint es als Anbau an demselben, welcher an der Bahnseite und so placirt werden muss, dass vom Wachtlocale aus die Bahn nach beiden Richtungen übersehen werden kann.

Die Grösse der Wärterwohnungen soll nicht zu gering bemessen sein, damit die Wärter nicht gezwungen sind, durch Anhängsel dieselben zu vergrössern, welche gewöhnlich in Holz mit Stroheckung in sehr unschöner Weise hergerichtet werden, und der Feuergefährlichkeit wegen verboten werden sollten.

Auf Norddeutschen Bahnen führt man auch diese Gebäude häufig mit gutem Erfolge mit hohlen Umfassungsmauern aus, wobei jedoch grosse Sorgfalt darauf zu legen ist, dass die Fugen beim Mauern mit Mörtel gehörig angefüllt werden. Andernfalls erreicht man das Gegentheil von dem, was man beabsichtigte, nämlich undichte Mauern und kalte Wohnräume.

Auf den Bayrischen Bahnen sind derartige Gebäude in Pisébau und mit sogenannten Rasendächern zur Ausführung gekommen, jedoch mit zweifelhaftem Erfolge.

Bei der Schwierigkeit der Unterhaltung derselben verdient die Verwendung von durchaus soliden und haltbaren Materialien den Vorzug; Fachwerksbau ist thunlichst zu vermeiden. Als Dachdeckungsmaterial ist der Dachziegel oder Schiefer zu empfehlen, Dachpappe dagegen zu vermeiden, weil sie nicht billiger ist als z. B. Dachpfannen, und der steten Beaufsichtigung und regelmässigen Erneuerung des Theeranstrichs bedarf, wenn sie sich bewähren soll.

Oekonomisch vortheilhaft und zweckmässig angeordnet erscheint das Bahnwärter-Wohngebäude, welches im Grundriss Fig. 55 und in der Ansicht Fig. 56 gezeichnet, auf der Berlin-Görlitzer Eisenbahn durch den Architecten Orth zur Ausführung gekommen

ist. Dasselbe enthält über dem Erdgeschoss noch ein Halbgeschoss mit einer Kammer und Bodenraum; im Erdgeschoss eine Stube von 4^m,7 Länge, 3^m,45 Breite, eine Kammer von 3^m,29 Länge und 2^m,5 Breite, einen kleinen Flur mit Treppe, eine Küche von 2^m,4 Länge und 1^m,93 Breite, endlich in einem Anbau Stallung für eine Kuh und Schweine und

Fig. 55.

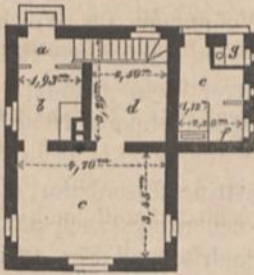
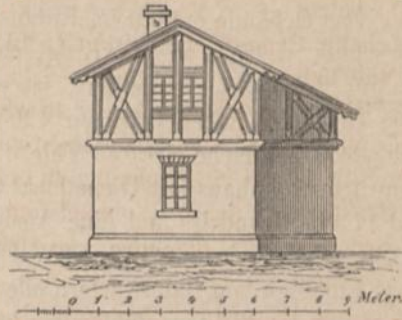


Fig. 56.



einen von aussen zugänglichen Abort. Das Erdgeschoss ist massiv, das Halbgeschoss dagegen in Fachwerksbau ausgeführt. Ein Kellerraum ist nicht vorhanden.

Den Principien für die Errichtung von Wohngebäuden für niedere Eisenbahnbeamte, welche im vorigen Capitel p. 468 mitgeteilt wurden, sind in unserer Quelle (Zeitschr. f. Bauwesen, 1867. p. 175) verschiedene Beispiele von solchen Wohngebäuden beigelegt, deren wir die folgenden entlehnen:

Bahnwärterwohnhaus nebst Bude der Altenbeken-Holzmindener Eisenbahn Tafel XLV, Fig. 2 im Grundrisse, Fig. 1 in der Façade.

Das Gebäude entspricht insofern nicht den Bedürfnissen, als die Wohnstube zu klein und nur mit Rücksicht auf den besondern Dienstraum, sowie auf den Bodenraum allenfalls für ausreichend zu halten ist. Der Raum unter der Küche und dem Flur ist unterkellert und mit einer Balkendecke versehen.

Die Gebäude sind massiv, geputzt und mit Höxter Platten abgedeckt, normal gegen die Bahnrichtung mit der Bude an der Bahnseite so gelegen, dass von denselben die Bahn nach beiden Seiten übersehen werden kann.

Ausschliesslich der Erdarbeiten und der Kosten für Ausrüstung und Bauleitung haben die Baukosten eines Gebäudes durchschnittlich 1200 Thlr., mithin pro □^m bebaute Grundfläche ca. 17 Thlr. betragen.

§. 76. Familienwohnungen für mehrere Bahnbedienstete. Wärterwohnung für zwei Familien auf der Berlin-Hamburger Bahn Tafel XLV, Fig. 5 Grundriss, Fig. 3 und 4 Façaden.

Bei dieser Anlage ist die Trennung beider Familien in nachahmungswerther Weise erfolgt. Jede Wohnung besteht aus Wohnstube, Küche und 2 Kammern nebst Keller und Bodenraum. Ausserdem ist ein Requisitionenraum vorhanden. Die Kosten des Wohnhauses betragen 1600 Thlr., also pro Wohnung nur 800 Thlr. — Die Ställe befinden sich in einem besonderen Nebengebäude.

Wohnhaus für vier Familien in Hagenow an der Berlin-Hamburger Eisenbahn, Taf. XLV, Fig. 7 ein Grundriss und Fig. 6 die Ansicht. Den räumlichen Bedürfnissen ist im Allgemeinen entsprochen, als unzweckmässig wird bezeichnet, dass je zwei Wohnungen einen gemeinschaftlichen Flur und Treppenraum haben, und dass der Zugang zu den Stuben durch die Küche führt.

Die Herstellungskosten haben sich auf 4300 Thlr., also pro Wohnung auf 1075 Thlr. belaufen. Die erforderlichen Ställe sind in einem besondern Nebengebäude untergebracht.

Familienwohnhaus auf Bahnhof Erkner der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn, Taf. XLV, Fig. 18 im Grundriss und Fig. 17 in der Ansicht, zeigt compendiöse nachahmungswerthe Anlage, der nur die vorhin erwähnten Vorwürfe gemacht werden können. Das Gebäude enthält im Erdgeschoss zwei Wohnungen für Weichensteller, das erste Geschoss, welches wie das Erdgeschoss eingetheilt ist, dürfte zweckmässig zwei Wohnungen für Bahnwärter enthalten, ist jedoch in anderer Weise benutzt. Die Baukosten dieses Gebäudes haben betragen 4200 Thlr., also pro Wohnung 1050 Thlr. und pro \square^m bebaute Grundfläche circa 33 Thlr.

Bahnwärterwohnhaus mit Dienstlocal der Berlin-Cüstriner Eisenbahn, Taf. XLV, Fig. 10 und 11 ein Grundriss und eine Ansicht, welche neuerdings auch auf der Hannoverischen Staatsbahn wie auf Taf. XLV, Fig. 13 im Grundriss und Fig. 12 in der Fassade für zwei Familien von Bahnwärtern oder Weichenstellern zur Ausführung gekommen sind, dürfte als mustergültig empfohlen werden. Die Baukosten betragen für ein einfaches Gebäude mit Stallanbau und Brunnen etwa 1200 Thlr.

Wohnhaus, enthaltend zwei Wohnungen für Postbeamte, Bahnmeister oder Stationsassistenten, Taf. XLV, Fig. 14, 15 und 16 zwei Grundrisse, eine Ansicht. Das Gebäude ist zweistöckig, in jedem Geschoss liegt eine Wohnung, welche ihren eigenen Eingang erhält. Die Baukosten haben betragen etwa 3400 Thlr., dazu die Kosten des erforderlichen Stallgebäudes mit Abritten 325 Thlr.

Das Gebäude bei Ausführung eines Geschosses als Wohnung für einen Bahnmeister oder Assistenten kostete 2250 Thlr., dazu das Stallgebäude 250 Thlr.

Die Bahnmeisterwohnungen an der Oberschlesischen Bahn kosteten je zwei in einem Gebäude vereint 4256 Thlr., das Stallgebäude dazu 344 Thlr.

Die Bahnwärterwohngebäude der Lyoner Eisenbahn sind 5^m breit, 8^m lang, enthalten also 40 \square^m bebaute Grundfläche; im ersten Geschoss eine Stube, zugleich Küche, und eine Kammer; in einem Kniestock, eine Kammer und einen Bodenraum.

Die Bahnwärterwohngebäude der Chemin de fer du midi enthalten 42,5 \square^m bebaute Grundfläche und kosten 2960 Fr. oder per \square^m Grundfläche 69 Fr. 14 C.

Die Wohngebäude der Chemin de fer de L'ouest sind 9^m lang, 5^m,88 breit und kosten mit Kniestock 5700 Fr., ohne Kniestock 4334 Fr.

Von den Bahnwärterwohngebäuden der französischen Ostbahn geben die

Fig. 57.

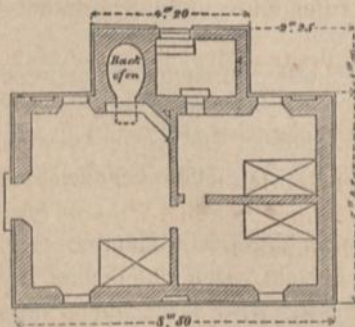
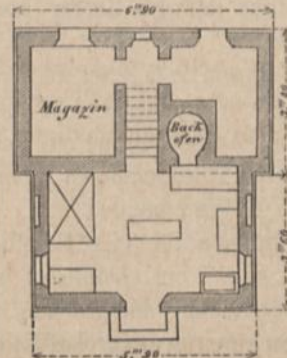


Fig. 58.



Grundrisse Fig. 57 und Fig. 58 Beispiele.⁴⁰⁾ Das erste enthält im Erdgeschoss drei Piecen mit einem Backofen oder kleinen Kellerraum als Anbau an dem Hauptgebäude; über dem Erdgeschoße befindet sich ein mit Leiter zu ersteigender Bodenraum. Die bebaute Grundfläche beträgt 54,46^m.

Das zweite Fig. 58 enthält zwei Geschosse, von denen das Erdgeschoss ausser einem Zimmer, dem Backofen und Kellerraume noch ein Magazin, das erste Geschoss zwei Schlafräume über dem letzten Gebäudetheile enthält. Die Kosten dieses Gebäudes haben betragen 800—880 Thlr., dürften jedoch heutzutage sich höher stellen.

Wohngebäude für Wärter zur Bewachung von städtischen Wegeübergängen im Niveau sind daselbst wie Fig. 59 im Grundriss zeigt, ausgeführt. Die Dimensionen sind grösser und im Erdgeschoss enthalten diese Gebäude einen Raum mehr; die Kosten sollen 933—1060 Thlr. betragen haben.

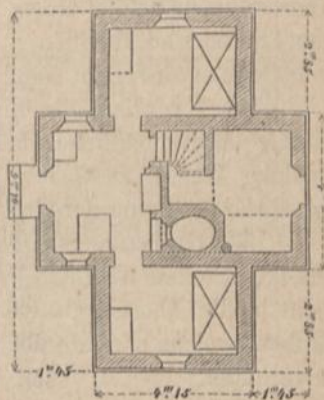
Schliesslich theilen wir noch in den Fig. 8 und 9 Taf. XLV den Grundriss und die Ansicht eines Wohngebäudes mit für einen Bahnhofs-aufscher auf dem Trennungsbahnhofs zu Lehrte vom Baurath Hase.⁴¹⁾

Dieses Gebäude wurde mit besonderer Rücksicht auf die Anlage von Kellern für sämtliche auf dem Inselbahnhofs wohnende Beamte erbaut, da unter dem Hauptgebäude, dessen Höhenlage durch die Schienengestänge bedingt ist, des hohen Grundwassers wegen Keller nicht wohl angelegt werden konnten, wodurch in der Façade ersichtliche hohe Unterbau sich erklärt.

Dasselbe ist in Rohbau mit Schieferbedachung hergestellt; ebenso die sich daran reihenden Stallungen, Aborte und die Waschküche für die Bahnhofs-bewohner.

Der durch diese Baulichkeiten und eine Mauer eingeschlossene Platz dient als Oekonomiehöfchen. Obwohl man bei dem Entwurfe der Anlage sich auf das äusserste Bedürfniss beschränkte und andere architectonische Mittel, als welche aus der Gruppierung hervorgegangen sind, nicht aufgewandt hat, so ist dennoch ein ansprechend gefälliges Aeusseres erreicht.

Fig. 59.



XII. Retiradengebäude.

§. 77. Bei *Anlage der Aborte* und Pissoirs kommt es besonders darauf an:

1. durch die Einrichtung, der Aufrechthaltung der nöthigen Reinlichkeit Vorschub zu leisten und
2. den nachtheiligen und üblen Geruch möglichst zu beseitigen.

ad 1 müssen die Räume für die Anlage der Aborte und Pissoirs reichlich geräumig bemessen sein und es muss für Licht und gute Beleuchtung in allen Winkeln Sorge getragen werden, um die erforderliche Reinlichkeit aufrecht erhalten zu können.

⁴⁰⁾ Perdonnet, *Traité élem. du Ch. de fer.* 2. Band, S. 183.

⁴¹⁾ Notizblatt des Architekten- und Ingenieurvereins zu Hannover. Band I, p. 251.

Aborte sowohl wie Pissoirs sind vollständig zu überdachen; wobei durch mit Jalousien versehene Oeffnungen, die so angebracht sind, dass eine Luftströmung in dem Raume erzeugt werden kann, für Lüftung in genügendem Maasse gesorgt werden muss. Die Dachflächen sind wegen der directen Beleuchtung zweckmässig theilweis mit Rohglastafeln einzudecken und dadurch Fenster in den Umfassungswänden zu vermeiden.

Der Fussboden ist mit Asphalt, Cement, oder einem Steinmaterial zu belegen, welches Feuchtigkeit nicht eindringen lässt.

Die innern Wandflächen sind möglichst sauber in Rohbau oder mit Cementputz herzustellen und im letzteren Falle am besten mit Oelfarbe anzustreichen.

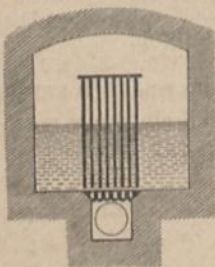
Die Sitze sind mit einem hellfarbigen Lackanstrich zu versehen. Die Verunreinigung der Sitze findet dann am häufigsten statt, wenn nicht deutlich zu erkennen ist, ob der Sitz rein ist. Haken zum Aufhängen von Röcken und Mänteln in den einzelnen Abortsräumen helfen einem wesentlichen Bedürfnisse der Reisenden ab. Schlösser an den Thüren sind überflüssig und Schubriegel oder Ueberfallhaken im Innern und ein Griff zum Oeffnen aussen zu empfehlen.

ad 2 verdient die Einrichtung der Waterclosets überall da den Vorzug, wo durch Canäle die unschädliche Abführung der Auswurfstoffe möglich ist und zu einer reichlichen Spülung Wasser zu Gebote steht. Jedoch kann auch im andern Falle durch zweckmässige Anordnung der Gruben etc. Vieles erreicht werden.

Wo Gruben angelegt werden, ist auf eine möglichste Trennung der festen von den flüssigen Stoffen Werth zu legen und dafür zu sorgen, dass Spülwasser, Regenwasser etc. nicht in die Abortsgrube geleitet wird, um den Eintritt der fauligen Gährung in den Gruben, welche eher eintritt, wenn Flüssigkeit mit den Fäces verbunden bleibt, möglichst zu verhüten.

Will man den Geruch beseitigen, so muss die Abortsgrube desinficirt oder ventilirt werden. Da jedoch Beides erfahrungsmässig mit Erfolg sehr schwer zu erreichen, letzteres häufig nur durch künstliche Heizung möglich ist, so empfiehlt es sich mehr, die Luft in der Grube durch vollständigen Abschluss von der äusseren Luft stagnirend zu machen und zu bewirken, dass die sich in der Grube entwickelnden Gase daselbst verbleiben. Bei dieser Einrichtung hat die Trennung der flüssigen Theile von den festen insofern noch Bedeutung, als dadurch die Ausräumung der Gruben erleichtert wird, indem die flüssigen Theile ohne Umstände nach Bedürfniss ausgepumpt werden können, und das Ausbringen der festen Bestandtheile in grösseren Zeitintervallen von mindestens einem Jahre geschehen kann. Falls behuf der Räumung der Grube die bekannten in grössern Städten vielfach im Gebrauch befindlichen Saugapparate zu Gebote stehen und mit diesen die Gruben entleert werden sollen, sind die flüssigen von den festen Theilen nicht zu trennen und ist dann nur eine Grube anzulegen.

Fig. 60.



Die Trennung durch Einrichtungen in dem Falltrichter zu bewirken, hat selten den Zweck erreichen lassen. Zu empfehlen ist die Anlage von zwei Gruben, von denen die eine tiefer als die andere gelegen, zur Aufnahme der flüssigen Theile bestimmt ist. Beide Gruben sind wasserdicht herzustellen. Der Boden der ersten erhält Gefälle, um die Flüssigkeit ablaufen zu lassen, und die festen Stoffe werden mittelst durchlässigen Mauerwerks oder auch Eisensieben in Cylinderform (Fig. 60) zurückgehalten. Statt dessen wendet man auch Filtervorrichtungen von Dornenreis, Steingerölle, Drainröhren oder dergleichen an, jedoch mit mehr oder weniger gutem Erfolge. Zweckmässig ist es, das

Filtrum so einzurichten, dass die Flüssigkeiten, auch wenn die Grube sich füllt, stets von der Oberfläche derselben ablaufen können.

Ein gutes Mittel, um den Geruch zu beschränken, besteht darin, einen möglichst kleinen Theil der Oberfläche der Grube mit der Aussenluft, resp. den Abortsräumen in Verbindung zu lassen.

Auf einfache Weise und mit Erfolg geschieht dies wie in Fig. 61 angegeben, wo eine schräge Rutschfläche und eine 9—12" über dem Boden beginnende Trennungswand angebracht sind, welche letztere einen luftdichten Abschluss bildet, sobald die Excremente bis zu dieser Höhe sich angesammelt haben.

Bei zeitweis zu ermöglichender Wasserspülung wird es sich empfehlen, unter dem Fallrohre eine um einen Zapfen drehbare Pfanne anzubringen, welche mittelst Gegengewicht balancirt, sich zur Entleerung öffnet und wieder schliesst. Auf der letzten Pariser Ausstellung waren Apparate dieser Art ausgestellt, bei denen die Drehzapfen aus Glasmasse hergestellt waren.

Gänzliche Trennung der Grube von den Abortsräumen erreicht man durch Einrichtungen wie in Fig. 62, 63⁴²⁾ oder 64 (Einrichtung von Werkstättenaborten auf der Bergisch-Märkischen Eisenbahn) wobei der untere Theil des Fallrohres durch Eintauchung oder Fig. 65 mit einem einfachen Knie versehen, abgeschlossen ist. Nach Fig. 62 wird der Trichter durch ein Rohr ventilirt, welches man wo möglich mit einem stets erwärmten Schornsteinrohre, wenn thunlich einem Küchenschornsteine in Verbindung bringt. Derartige Einrichtungen in Wohngebäuden haben sich als geruchlos bewährt.

Der nothwendige Abschluss der Grube gegen äussere Luft wird dadurch erreicht, dass man die Gruben mit Gewölben oder mit in einem Schling gut passenden Bohlenbelag, worüber eine Erdschüttung kommt, abdeckt.

Die Ventilation der Grube durch einfache Dunstrohre zu bewirken, ist nicht zu empfehlen, da diese Röhren oft umgekehrt der Grube Luft zuführen, und dadurch Luftverpestung herbeiführen.

Die Abortstrichter sind von weissemalirtem Gusseisen, weiss glasirtem Porzellan oder Steingut mit gerader Hinterwand herzustellen und in dem Abortsgewölbe dicht zu vermauern. Von den Systemen, bei welchen die Excremente in kleinen Zeitabschnitten

Fig. 61.

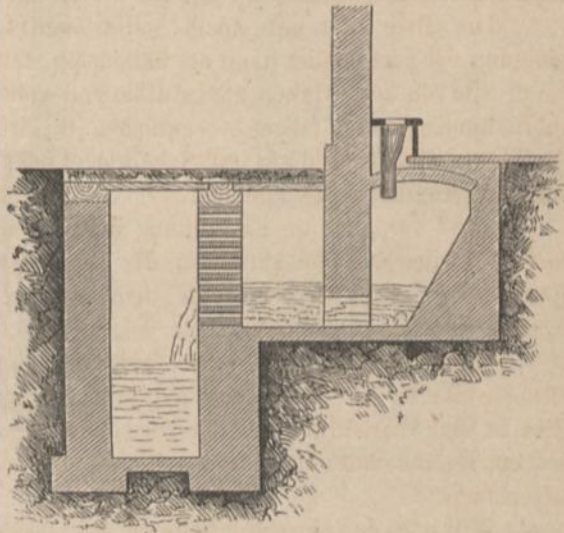


Fig. 62.



⁴²⁾ Fig. 63 vom Südbahnhof in Wien. Die Abtrittszellen sind unten mit Marmorplatten bekleidet. Die Sitze für Männer sind aus Steinplatten gebildet, im Fussboden ist vor den Sitzen ein geneigtes Gitter *b* angebracht, während die Marmorfussböden der Zellen Fig. 65 auf folgender Seite der Oesterreichischen Staatsbahn muldenförmig vertieft sind.

beseitigt werden, wie z. B. beim Tommensystem und dem Müller-Schür'schen System, und welche die Waterclosets an einigen Orten (sogar auch in England) verdrängen, dürfte sich das letztere, welches schon in einer grösseren Anzahl von Städten (Oldenburg, Göttingen, Hannover etc.) in der einfachsten Weise und mit dem günstigsten Erfolge in An-

Fig. 64.

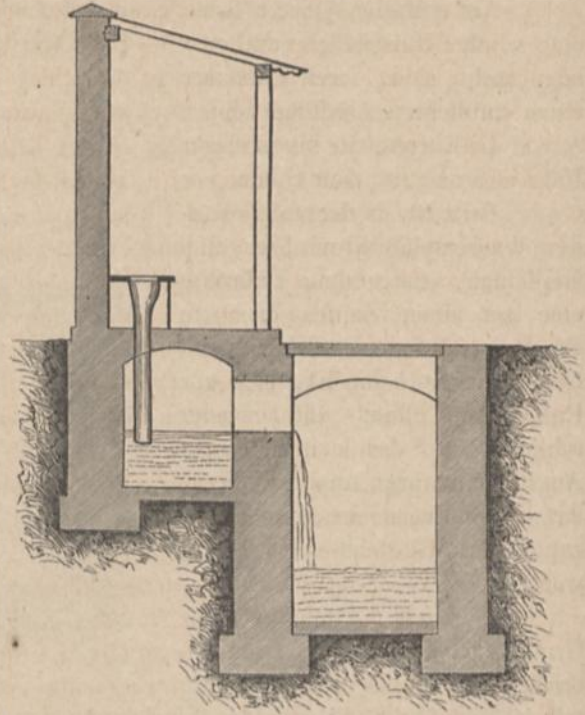


Fig. 63.

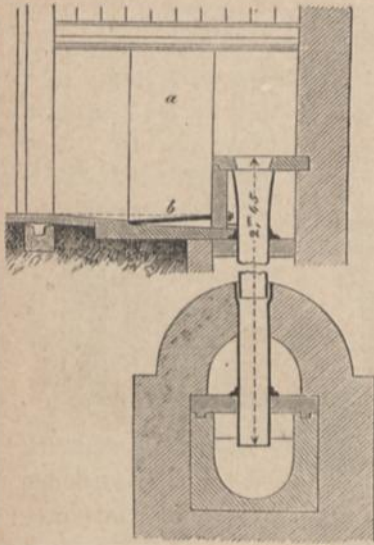


Fig. 66.

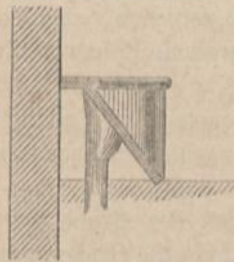


Fig. 65.

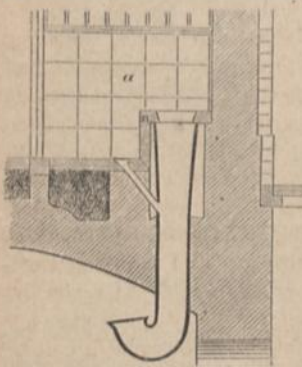
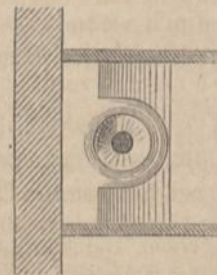


Fig. 67.



wendung gebracht ist, zu Versuchen insbesondere im Innern der Empfangsgebäude in den Cabinets für Damen und für Dienstwohnungen empfehlen. Es können dadurch in Dienstwohnungen Aushilfsmittel vermieden werden, welche häufig mehr Unzuträglichkeiten im Gefolge haben, als gute Abortsanlagen.

Um das Stehen auf den Sitzen zu verhüten, werden dieselben oben rund und ganz freistehend oder wie in Fig. 67 im Grundriss und Fig. 66 im Durchschnitt gezeichnet ist, halbrund angeordnet, mit schrägen Seitentheilen. Diese Einrichtung ist auf der

Preussischen Ostbahn vielfach mit gutem Erfolge zur Ausführung gekommen.

§. 78. *Pissoirs*. — Die *Pissoirs* sind ohne kräftige Wasserspülung bei starkem Verkehr nicht geruchlos zu erhalten. Zweckmässig ist es [Fig. 68 u. 69, ⁴³⁾ sowie Taf. XLV, Fig. 19—23] die Rinnen mit starkem Längsgefälle in dem Fussboden versenkt anzulegen aus Sandstein, Marmor oder mit Asphalt bedeckten Ziegelsteinen, mit möglichst glatter Oberfläche und die Seiten und Rückwände der einzelnen *Pissoirstände* entweder von Schiefer oder Rohglasplatten in entsprechender Stärke herzustellen.

Die Seitenplatten erhalten eine Höhe von 1^m,25 bis 1^m,56 und eine Breite von etwa 0^m,6 und werden durch Einlassen in die Rinne und den Fussboden, sowie durch den zwischen dieselben sich legenden Rückwandplatten befestigt.

Die Breite der Stände beträgt in der Regel nicht unter 0^m,94. Zur Spülung wird, wo solche zu ermöglichen ist, an der Oberseite der Rückwand eine kleine horizontale Rinne Fig. 69, und Fig. 19, Taf. XLV angebracht, und mit einer Wasserleitung (event. aus einem besonders anzulegenden, voll zu pumpenden Reservoir) in Verbindung gesetzt oder es werden wenigstens die Dachrinnen-Fallrohre in die *Pissoirrinne* geleitet. Häufig werden mit gutem Erfolge in den Ständen noch besondere Urinbehälter von Porzellan oder emaillirtem Gusseisen angebracht und mit Spülvorrichtungen versehen.

Die ablaufenden Flüssigkeiten sind in besondere Gruben oder Canäle zu leiten, wobei die Einmündungen mit Wasserverschluss zu versehen sind, welcher am einfachsten durch ein gebogenes Rohr (wie Fig. 21, Taf. XLV) hergestellt wird.

Sehr empfehlenswerth erscheint die Anordnung Fig. 22, Taf. XLV auf belgischen Bahnen in Zinkblech ausgeführt, insbesondere wegen der Gitterabdeckung *a* im Fussboden vor dem Stande, durch welche derselbe von Nässe frei gehalten wird, so wie durch das zweckmässig angeordnete Auffangeblech *b*.

⁴³⁾ Siehe auch deutsche Bauzeitung, Jahrgang 1868, p. 433 und folgende. — Fig. 68 von der Main-Weserbahn ohne Abtheilungswände; die Urinrinne und Rückwand bestehen aus geschliffenem Sandstein. Fig. 69 und 69^a von der Kaiser Ferdinands-Nordbahn (Nordbahnhof in Wien) ohne Abtheilungswände; die Rückwand ist aus Glasplatten von 11^{mm} Stärke, 0^m,65 Breite und 1^m,28 Höhe hergestellt. Oberhalb dieser Platten ist an der Wand eine Rinne aus Zinkblech angebracht, die durch Zufussrohre mit Wasser gefüllt gehalten wird; das überfliessende Wasser reinigt die Glasplatten und die Urinrinne. Die Befestigung der Glasplatten an der Mauer ist aus Fig. 69^a zu sehen. Dieselben werden durch das eingemauerte Zinkblech *b*, welches mit Kitt hinterstrichen wird, festgehalten. Fig. 19, Taf. XLV von der Badischen Staatsbahn (Bahnhof Karlsruhe). Die Abtheilungswände *d*, sowie die Rückwand *g*; die Urinrinne *e*, der Vorsatz *c* und die Fussplatten *f* sind aus Portland-Cement angefertigt. Die Stände sind 0^m,75 im L. weit und durch 90^{mm} starke und 0^m,45 tiefe Scheidewände von einander getrennt. Der Vorsatz *c* ist in der Mitte jedes Standes mit einer Durchlassöffnung zur Ableitung des hinter derselben sich sammelnden Wassers versehen. Bei *f* sind erhöhte Fussplatten angebracht. Das Wasserzufflussrohr *r* ist nach unten siebartig durchlöchert. Fig. 20, Taf. XLV von der Sächsischen-östlichen Staatsbahn (Bahnhof Dresden). Die Rückwand *g* und der Vorsatz *c* bestehen aus 40^{mm} starken Schieferplatten, die Abtheilungswände *d* aus Holz, die Urinrinne *e* und die cannelirte Fussplatte *f* sind von weissem Marmor und geschliffen. Ausser der Rückwand und Urinrinne werden die cannelirten Vertiefungen in den Fussplatten mit Wasser gespült. Fig. 21, Taf. XLV von der Hannoverischen Staatsbahn die Rückwand *c* und die Abtheilungswände *d* bestehen aus Schiefer von 20^{mm} Stärke, 1^m,45 Höhe und 0^m,58 Breite, mit 0^m,70 bis 0^m,85 weiten Ständen. Die Urinrinne besteht aus Sandstein oder Ziegelsteinmauerwerk mit einem glatten Asphaltüberzuge. Fig. 23, Taf. XLV vom Südbahnhofe in Wien. Die Rückwand *e* besteht aus polirten Marmorplatten, der Fussboden aus Ziegelpflaster mit Asphaltenschicht. Die Standorte sind durch Gitter *a* trocken gehalten.

Fig. 68.

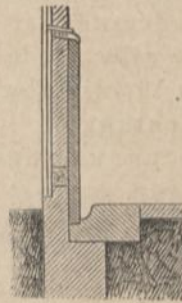
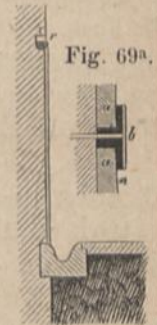


Fig. 69.



§. 79. *Beschlüsse der Techniker-Versammlung.* Die Frage:

»Welche Einrichtungen der Abtritte und Pissoirs auf den Bahnhöfen haben sich bewährt?«

wurde in der IV. Versammlung der Techniker des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen im September 1868 in München folgendermaassen beantwortet:

Vor allen zu empfehlen sind Aborte und Pissoirs mit einer reichlichen Wasserspülung, die entweder selbstthätig wirkt, oder durch besonders beauftragte Angestellte in Thätigkeit gesetzt wird.

Ist eine solche Wasserspülung und damit im Zusammenhange eine zweckentsprechende Ableitung der Excremente nicht zu ermöglichen, so sind demnächst die Systeme der möglichst directen Abfuhr der Excremente allen andern Einrichtungen vorzuziehen. Im Uebrigen empfehlen sich für die gewöhnlichen Abortsanlagen mit Sammelgruben folgende Einrichtungen:

a. Zur Trennung der flüssigen Theile von den festen sind zwei Gruben anzulegen und ist eine entsprechende Einrichtung zur Separation in die höher anzulegenden Gruben für die festen Bestandtheile zu treffen.

b. Zur Herstellung möglichster Geruchlosigkeit erscheinen Ventilationsvorkehrungen nicht so zweckmässig, wie möglichst vollständige Trennung der Gruben von den Aborträumen durch gekrümmte Röhren behuf der Wasserabschlüsse.

c. Aborte, bei welchen Verstopfungen in den Wasserabschlüssen zu befürchten sind (wie bei denen für grössere Eisenbahnwerkstätten) erhalten zweckmässig an den Trichtern keine Wasserabschlüsse.

d. Bei Anlagen von Pissoirs empfiehlt es sich, die Rinnen im Fussboden vertieft und mit recht starkem Gefälle anzulegen, desgl. einen trocknen Standort herzustellen, für die Rück- und Zwischenwände Schiefer- oder Rohglasplatten zu verwenden und — wenn irgend möglich — für eine permanente oder zeitweise Spülung zu sorgen.

e. Aborte und Pissoirs sind sauber und luftig und durch gute Tages- oder sorgfältige Nachtbeleuchtung so hell anzulegen, dass das Publicum nicht aus Misstrauen zur Unreinlichkeit verleitet wird.

§. 80. *Freistehende Abortgebäude* müssen deutlich sichtbar und leicht erkennbar in möglichster Nähe der haltenden Züge aufgestellt werden. §. 77 der technischen Vereinbarungen d. V. d. E. V. schreibt Folgendes vor:

„Da wo Züge halten, sind am Perron nicht zu entfernte, weithin sichtbar bezeichnete Abtritte und Pissoirs anzuordnen, für deren regelmässige Reinigung zu sorgen ist. Es ist eine ununterbrochene Wasserspülung der Pissoirs dringend zu empfehlen.“

Von besonderer Wichtigkeit ist die Berücksichtigung dieser Vorschrift bei grösseren Zwischenstationen, auf denen alle Züge halten. Die Gebäude müssen so angelegt sein, dass sie sowohl vom Bahnhofsvorplatze, als auch vom Perron aus leicht zugänglich sind und der Perron abgeschlossen gehalten werden kann, ohne dass dadurch die Retiradenzugänge vom Vorplatze abgesperrt werden. Um dies in einfacher Weise zu erreichen,

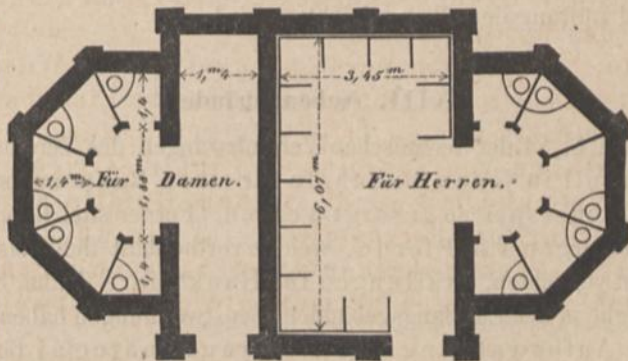
lässt man, wie bei der Niederschlesisch-Märkischen Bahn zwischen dem Gebäude, und der Perroneinfriedigung einen Zwischenraum und öffnet dem Gebäude gegenüber die Perronabschlüsse nur zur Zeit des Haltens der Züge.

Von Abortsgebäuden für Zwischenstationen theilen wir auf Taf. XLV, Fig. 24 und Fig. 25 das für die Stationen II. Classe der Berlin-Görlitzer Eisenbahn von dem Baumeister Orth projectirte mit. Dasselbe enthält ausser den Retiraden für die Reisenden auch noch drei Aborte für Beamte.

Die Umfassungsmauern sind in Backsteinrohbau ausgeführt und enthalten nur hochliegende Fenster. Das auf Taf. XLV, Fig. 27 im Grundrisse gezeichnete Gebäude dient für die kleinen Stationen der Niederschlesisch-Märkischen Bahn; ein kleines massives Gebäude, in dessen Mitte vier Sitze im Kreise angeordnet sind, von denen zwei für Frauen, zwei für Männer dienen, mit einem Anbau *c* in halber Achteckform, in welchem Pissoirs liegen. Die Scheidewände der Aborte sind von Holz, eine ausserhalb liegende verdeckte Grubenöffnung *d* ermöglicht die Räumung der Grube. Die Lüftung des Gebäudes erfolgt durch oberhalb der Thüren rings um dasselbe angebrachte Oeffnungen von 0^m,6 Höhe und 0^m,3 Breite.

Fig. 26, Taf. XLV zeigt den Grundriss einer Retirade der Sächsisch-westlichen Staatsbahn, welche im Fachwerk mit Brettverschalung hergestellt und durch vergitterte Oeffnungen über den Thüren gelüftet und beleuchtet wird. Fig. 70 zeigt den Grundriss

Fig. 70.



der Retirade zu Frankfurt a. d. O. in zweckmässiger Anordnung, endlich Taf. XLV, Fig. 28 den Grundriss einer Retirade der Bayrischen Ostbahn, welche so angeordnet ist, dass sie insbesondere zur Aufstellung auf Inselperrons der Trennungsbahnhöfe geeignet erscheint.

Das Gebäude ist aus verschaltem Fachwerk mit vergitterten Luft- und Lichtöffnungen über den Thüren hergestellt.

Die freistehenden Retiraden, insbesondere der Trennungsbahnhöfe, haben zu den mannigfaltigsten Formen Veranlassung gegeben, auf welche jedoch nicht näher eingegangen werden kann. So findet sich auf dem Bahnhof Minden eine Retirade von polygonaler Grundrissform mit in der Mitte liegenden durch Oberlicht erhellten Pissoirs und ringförmig um dieselben angelegten Aborten.

Pissoirs, wie sie in Fig. 72 im Grundriss und Fig. 71 im Durchschnitt skizzirt sind, finden sich bei dem Bahnhof der Nordbahn in Paris in schöner Ausführung. Dasselbe bildet im Grundriss ein Fünfeck, entsprechend den darin befindlichen fünf Ständen, ist von Schmiedeeisen und Schieferplatten zusammengestellt und die Ueberdachung, welche

nach dem Mittelpunkte abfällt, besteht aus Eisenblech. Das Regenwasser dient zur Spülung. Die Stände sind im Uebrigen offen und luftig, und von einer Brustwehr umgeben,

Fig. 71.

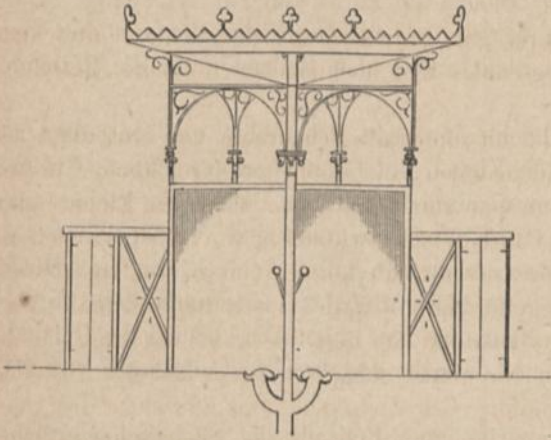
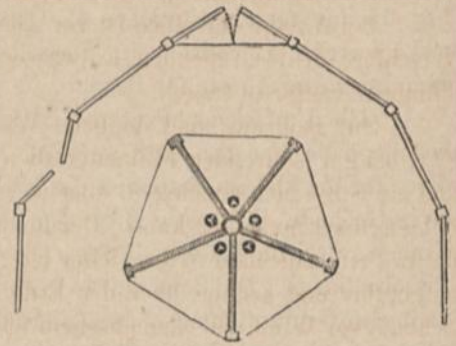


Fig. 72.



in welcher Doppelthüren angebracht sind, die sich nach beiden Richtungen öffnen lassen und selbstthätig schliessen.

Die einfacheren Grundrisse verdienen insbesondere deshalb den Vorzug, weil dieselben meistens einfachere und kleinere Grubenanlagen ermöglichen lassen und dadurch die Reinigung und Lüftung derselben erleichtert wird.

XIII. Nebengebäude.

§. 81. Nach §. 84 der technischen Vereinbarungen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen soll in jedem Bahnhofe für einen Raum zur sicheren Aufbewahrung einer Feuerspritze gesorgt werden. Ferner sind Räume für Gerätschaften, Stallungen für Pferde, welche vortheilhaft theilweis den Rangirdienst auf den Bahnhöfen verrichten, Stallungen für Hausthiere (Kühe, Schweine, Ziegen) der Beamten, welche in den Empfangsgebäuden Dienstwohnungen haben, Waschküchen und Räume zur Aufbewahrung von Feuerungsmaterial für dieselben, endlich Räume erforderlich zum Aufenthalte von Bahnhofsarbeitern, Beamten etc., falls im Empfangsgebäude dafür nicht Sorge getragen ist. Zur Befriedigung aller derartiger Bedürfnisse errichtet man Nebengebäude in entsprechender Entfernung von den Bahngleisen und verbindet häufig mit denselben kleine Oekonomiehöfe, wie z. B. Fig. 8 u. 9, Tafel XLV auf dem Bahnhofe Lehrte für die häuslichen Zwecke der Beamten, in denen auch der Brunnen mit Pumpe, Kehr- und Düngergruben angelegt werden. Der Zugang zu dem Raume für die Feuerspritze muss ausserhalb des Hofes liegen und ist zweckmässig mit einem fahrbaren Wege in Verbindung zu setzen. Zur Aufstellung einer Spritze und einiger Handspritzen genügt ein Raum von 3^m,5 – 4^m Breite und 5^m,8 Länge.

Auf einigen französischen Bahnen (Westbahn) finden sich auf den grössern Stationen oft zwei Nebengebäude, je eins an jeder Giebelseite des Empfangsgebäudes. In dem einen sind oft Räume, welche man gewöhnlich in das Hauptgebäude zu legen pflegt, z. B. Polizeilocal, Telegraph, Postbureau etc., im andern Schaffnerzimmer, Lampenzimmer, Aborte und Pissoirs untergebracht. Die architectonische Behandlung der Nebengebäude fällt in den Bereich des allgemeinen Hochbauwesens und bietet, in Bezug auf specielle Eisenbahntechnik im Uebrigen nichts Bemerkenswerthes.

§. 82. *Eiskeller*. — Wir erwähnen nur noch eine besondere Art von Nebengebäuden, nämlich die *Eiskeller*, welche für die Restaurationszwecke auf grösseren Bahnhöfen unentbehrlich erscheinen und meistens des Hochwassers wegen isolirt und zum Theil über der Erde angelegt werden müssen.

Bei Anlage derselben ist vor Allem für gute Entwässerung der Sohle, luftdichten Verschluss des betreffenden Entwässerungscanals und hochliegende doppelte Einsteigeöffnungen Sorge zu tragen.

Zur Isolirung sind doppelte Wände mit einem Zwischenraum von etwa 0^m,5 bis 0^m,6 bei gut isolirenden Füllmaterialien aufzustellen, ein doppelter durchlässiger Boden und ein Strohdach anzulegen, über welchem man zum Schutze vor Feuer ein Ziegel- oder Schieferdach herstellen kann. Der innere Bautheil ist zweckmässig von Holz herzustellen, da dies ein schlechter Wärmeleiter ist. Die Aussenwände können massiv von Backsteinen aufgeführt und sodann über der Erde kegelförmig mit Erde umschüttet werden. Zum Schutze vor Wind und Sonnenschein pflanzt man um den Behälter herum schattige Bäume und Gesträuche. Auf der Hannover'schen Eisenbahn sind in vorstehender Art Eiskeller zur Ausführung gekommen.⁴⁴⁾ Zur Ausfüllung des Zwischenraums zwischen den Umfassungsmauern verwendet man zweckmässig den Abfall von Flachs, sogenannte Schebe, Lohe, leichten Torf, Korkabfälle oder Kamptulicon, Sägespähne, zerschnittenes Stroh — sogenannten Heckerling — etc. Am besten sind Korkabfälle, weil sie sehr schlechte Wärmeleiter sind und nicht leicht faulen.

⁴⁴⁾ Auf die Mittheilung der Zeichnung derselben musste des beschränkten Raumes wegen verzichtet werden.

Anmerkung des Verfassers. Des beschränkten Raumes wegen haben viele zum Texte gehörende Zeichnungen, insbesondere Ansichten und Durchschnitte von Gebäuden nicht mitgetheilt werden können, wodurch bezügliche Beschreibungen z. B. der Empfangsgebäude zu Zürich und der Nordbahn zu Paris im Texte nicht ganz verständlich und interessloser geworden sind. Um das Erscheinen des Werkes nicht abermals zu verzögern, musste auf entsprechende Abänderung des Textes verzichtet werden.

Literatur.

a. Ueber Empfangsgebäude.

- Die Bahnhofsgebäude der Staatseisenbahn in Prag, Pardubitz, Hohenstadt, Böhmisches-Trübau und Milgitz. Förster's Eisenbahnzeit. 1845. p. 435—437.
- Empfangsgebäude auf Eisenbahn-Zwischen-Stationen. Organ f. Eisenb.-W. 1866. p. 234. (The Engineer. 23. Febr. 1866.)
- Empfangsgebäude des Berlin-Görlitzer Bahnhofs in Berlin. Organ f. Eisenb.-W. 1867. p. 207. (Erbkam's Zeitschrift f. Bauwesen, 1867 p. 289.)
- Empfangsgebäude auf dem Centralbahnhofe zu Lissabon. Zeitung des Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1866. p. 478.
- Fournier, das Stationsgebäude zu St. Mathurin (Orleansbahn). Nouv. Annales de la construct. 1857. Juli.
- Grapow, W., das Stationsgebäude zu Breslau für die Oberschlesische und Breslau-Posen-Glogauer Eisenbahn. Erbkam's Zeitschr. f. Bauw. 1860. p. 45.
- *Hauptgebäude auf der Bahn von Ancona nach Bologna. Organ f. Eisenb.-W. 1864. p. 207. (Oppermann's nouvelles annales de la construction. Sept. 1861.)
- Heusinger v. Waldegg, das Stationsgebäude zu Schonungen (Bayrische Staatsbahn), mit Abbild. Organ f. Eisenb.-W. 1866, p. 220.
- A. v. Kaven, Grösse der Räume in den Hauptgebäuden von franz. Bahnhöfen. Organ f. Eisenb.-W. 1864, p. 147.
- *Rasch, J., Reisenotizen (über Bahnhöfe). Zeitschr. des Archit.- und Ingen.-Vereins zu Hannover, 1868. p. 197 u. 363, sowie im Organ 1869. p. 31. 121. 228 und 1870. p. 29 u. 82.
- Stationsgebäude und Wächterhäuser auf der Kaiser-Ferdin.-Nordbahn. Förster's Bauzeit. 1839, p. 296.
- Die Stationsgebäude der Ostholsteinischen Eisenbahn. Organ f. Eisenb.-W. 1869. p. 70 u. 122.
- *M. M. v. Weber, das neue Gebäude für den Personenverkehr zu Altstadt-Dresden, mit Abb. Organ f. Eisenb.-W. 1867, p. 1.

b. Ueber Personen- und Perronhallen.

- Bahnhofshalle in Antwerpen. Zeitung des Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1864, p. 49.
- Bahnhofshalle, eiserne, zu Anbrais. Organ f. Eisenb.-W. 1867, p. 162. (Oppermann, nouvelles Annales 1866, Dec.)
- Bahnhof, der, La Chapelle und der Dachstuhl der grossen Personenhalle des Bahnhofs der französ. Nordbahn zu Paris. Förster's Bauzeit. 1850, p. 36—39.
- Beschreibung der Dachconstruction von der Personenhalle auf dem Bahnhofe der Sächsisch-Bayerischen Bahn zu Leipzig. Romberg's Zeitschr. f. prakt. Baukunst. 6. Bd. p. 31—32; und Heusinger v. W., Organ 2. Bd. p. 159—161.
- Beschreibung neuerer Dachconstructionen mit eisernem Sparwerke auf der Birmingham- und Gloucester-, Birmingham- und Derby-Junction-Manchester- und Birmingham- und Edinburg-Glasgow-Eisenbahnen. Pap. of Royal Eng., Vol. VI, p. 212—215, Taf. 47—52.
- Eiserner Dachstuhl auf dem Bahnhofe zu Lille. Förster's Bauzeitg. 1851, p. 28.
- Einsturz des Hallendaches eines Stationsgebäudes auf der Brightonbahn. Zeit. des Ver. deutsch. Eisenb.-Verwalt. 1861, p. 494.
- Fassbender, C., die Personenhalle der Station «du Nord» zu Brüssel. Heusinger v. Waldegg, Organ 1848, p. 183, 184.
- Grenier's Perrondächer der französischen Ostbahn (von Eisen mit gewelltem Blech). Nouv. Annales de la construct. 1857, May.
- Heusinger v. Waldegg, über die Einrichtung von bedeckten Warteräumen an dem Perron des zweiten Gleises auf Zwischenstationen der Badischen Eisenbahn, mit Abb. Organ f. Eisenb.-W. 1865, p. 157.
- Lecoq, A., Notiz über eine in Holz und Eisen ausgeführte Bedachung an der Ankunftshalle in Paris auf der Eisenbahn nach Rouen. Förster's Bauzeit. 1847, p. 24—25.
- Von Leithner, über die Dachconstruction der Wiener Personenhalle auf der Wien-Gloggnitzer Bahn. Heusinger v. W., Organ 1. Bd., p. 4—6.
- *Lichthammer, neue eiserne Bahnhofshalle mit Glasbedachung im Main-Neckar-Bahnhofe in Darmstadt, mit Abb. Organ f. Eisenb.-W. 1866, p. 55.

- Pancras-Station, Personenbahnhof der Midlandbahn zu London. Organ f. Eisenb.-W. 129. (The Engineer. 13. Octbr. 1865.)
- Die Personenhallen und Hochbauten der Paris-Strassburger Bahn und der andern Eisenbahnstationen in Paris. Zeitschr. f. Bauwesen 1854, p. 530; Heusinger v. W., Organ 1855, p. 2.
- Reynaud, L., Eiserne Dächer in Paris (Bahnhofshallen). Förster's allg. Bauzeitung 1851, p. 354.
- Reynaud's Dachstuhl der Halle der Nordbahn in Paris (von Holz mit Zinkbedeckung). Nouv. Annales de la construct. 1857, Febr.
- de Sazilly, eiserner Dachstuhl auf dem Strassburger Bahnhofs in Paris. Förster's Bauzeit. 1856, p. 1.
- Tellkampf, die neuen Bahnhofshallen und Güterschuppen der Altona-Kieler Eisenbahn, mit Abbd. Organ f. Eisenb.-W. 1865, p. 198.
- Turner, Rich., das grosse eiserne Dach der Liverpool- (Lime-Street) Eisenbahnstation. The Architect. and Building Gazette, 1851, XIV. Vol.
- Schöne Vorhalle an dem Stationsgebäude zu St. Omer. Heusinger v. W., Organ 1852, p. 224.
- v. Winniwarter, über das Riesendach des Birminghamer Bahnhofs in London. Zeitschr. des österr. Ingen.-Ver. 1853, p. 244.

c. Ueber Güterschuppen.

- Der Bau des neuen Güterbahnhofs in Stettin. Organ f. Eisenb.-W. 1869, p. 71.
- Dachconstruction eines Güterschuppens zu Trier. Haarmann's Zeitschr. Sch. B. 1862, p. 3.
- Gusseiserne Dachstühle in Amerika über dem Waarenlager der Baltimore-Ohio-Eisenbahn in Washington und 2. über dem Dampfwagenhause derselben Bahn in Frederik. Förster's allg. Bauzeitg. 1842, p. 346—353.
- Eisenconstructionen und Metalldeckungen der Güterschuppen auf der Westbahn zu Batignolles und über eiserne Dachstühle und Metalldeckungen in Frankreich überhaupt. Förster's Bauzeit. 1857, p. 133.
- Fairbairn, W., über feuersichere Waarenhäuser. Verhandl. z. Bef. des Gewerbfl. in Preussen, 1845, p. 168 u. ff. und Polyt. Centralbl. 1846, 7. Bd., p. 378, 379.
- Flattich, W., über Güterschuppen. Zeitschr. des österr. Ing.- u. Archit.-Ver. 1866. 10. Hft. — Zeit. des Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1866, p. 116.
- Frachtenmagazin im Bahnhof Pest. Organ f. Eisenb.-W. 1865, p. 27. (Zeichnungen f. d. »Hütte« 1863, Taf. 9.)
- Güterschuppen auf dem Bahnhofs Guben. Haarmann's Zeitschr. Sch. B. 1862, p. 26.
- Güterschuppen mit Steinpappdach (ohne Fundament). Nouv. Annales de la constr. 1857, Decbr.
- Güterstation, neue, der Midlandbahn zu Agertown in London. Organ f. Eisenb.-W. 1866, p. 67. (The Engineer. 29. Septbr. 1865.)
- Heusinger v. Waldegg, E., über feuerfeste Güterschuppen. Zeit. des Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1862.
- Lemercier, Güterschuppen der Orleansbahn. Nouv. Annales de la construct. 1857, Octbr.
- Petroleum-Magazin der Kaiser-Ferdinands-Nordbahn. Zeit. des Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1867, p. 199.
- Sotzmann, über die Dachconstruction der Schuppen in den Docks zu Liverpool. Verhandl. des Preuss. Gewerbever. 1846, p. 133—136.
- *Tellkampf, H., über Güterschuppen und Lagerhäuser der englischen Bahnhöfe und Häfen. Organ f. Eisenb.-W. 1864, p. 24, 66, 106, 144, 194, mit Abbd.
- Die Waarenschuppen auf den Rheinwerften zu Köln. Förster's Bauzeit. 1843, p. 57—59.

d. Ueber Locomotive- und Wagenschuppen.

- Baude, die Locomotiven-Rotunde auf der Station Batignolles der Westbahn bei Paris. Förster's Bauzeit. 1856, p. 1.
- Das runde Dach der Locomotiveremise im Bahnhofs der Londoner Bahn in Birmingham. Romberg's Zeitschr. f. Bauk. 1851, p. 323.
- Dachconstruction der Locomotiveremise zu Trier. Haarmann's Zeitschr. Sch. B. 1862, p. 3.
- *Galle, L., das cylindrische Locomotivenhaus auf der London-Nordwestbahn. Heusinger v. Waldegg, Organ 1849, p. 49—51; Polyt. Centralbl. 1849, p. 129—132.
- Gübel, H., über polygone Locomotivschuppen. Organ f. Eisenb.-W. 1869, p. 55.
- Kaven, A. v., Vergleichung der Kosten von massiv gebauten Locomotivschuppen verschiedener Systeme. Organ f. Eisenb.-W. 1864, p. 58.
- Lecoq, A., über die Locomotiveremise auf dem Pariser Stationsplatze der Eisenbahn von Paris nach Versailles (linkes Ufer). Förster's Bauzeit. 1843, p. 375.

- *Locomotivhaus, das neue der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn in Berlin, mit Abbild. Organ f. Eisenb.-W. 1866, p. 128. (Erbkam's Zeitschr. f. Bauwesen, 1865, p. 435.)
- Locomotivremise für 16 Maschinen auf der französ. Nordbahn. Förster's Bauzeit. 1861, p. 255.
- Locomotivremise und Wasserstation der Ostholsteinischen Eisenbahn. Organ f. Eisenb.-W. 1869, p. 33.
- Locomotivschuppen in Coblenz. Haarmann's Zeitschr. Sch. B. 1862, p. 26.
- Locomotivschuppen der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn. Zeitg. des Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1865, p. 175. Organ für Eisenb.-W. 1868, p. 222.
- Locomotivschuppen zu Epernay. (Rotunde mit Drehscheibe in der Mitte.) Nouv. Annales de la construct. 1857, Septb.
- Das Maschinenhaus auf der London- und Birmingham-Eisenbahn. Civil-Eng. Journ. 1843, p. 227, Pl. X.
- Peacock, über Locomotiven- und Eisenbahnwagen-Gebäude (Schuppen). The Archit. and Building Gazette, 1851, Vol. XIV.
- Peacock, R. Beschreibung des Locomotivschuppens der Manchester-Sheffield- und Lincolnshire-Eisenbahn in Gorton bei Manchester. London Journal 1851, April, p. 301; Heusinger v. W. Organ 1851, p. 61 u. 62; Polyt. Centralblatt 1851, p. 641—643.
- Schornsteinröhren, thönerne für Locomotivremisen. Organ f. Eisenb.-W. 1865, p. 74. (Verein f. Eisenbahnk. in Berlin, 1864, S. Nov.)
- *Tellkamp, neue Wagenschuppen der Altona-Kieler Bahn, mit Abbd. Organ f. Eisenb.-W. 1867, p. 114.
- Weise, über Construction der thönernen Schornsteine von Locomotivschuppen. Zeit. des Ver. deutscher Eisenb.-Verw. 1864, p. 568.

e. Ueber Reparatur-Werkstätten.

- Bollmann, die Wagenreparatur-Werkstatt auf dem Bahnhof zu Potsdam. Erbkam's Zeitschr. 1858, p. 137—142.
- Fuldner, die Wagenreparatur-Werkstatt auf dem Bahnhofe zu Braunschweig. Scheffler's Organ 1862, p. 60.
- Ueber die Great-Western-Werkstätten zu Swindon. Mechan. Mag. V. 58, p. 104.
- Die Maschinenbauwerkstatt der Wien-Raaber Eisenbahn. Förster's allg. Bauzeitg. 1842, p. 225—227 u. 236—237 und Polyt. Centralbl. 1843, 1. Bd., p. 186—188.
- Reparaturwerkstätten der Chicago- und Rock-Island-Bahn. Organ f. Eisenb.-W. 1869, p. 228.
- *Stambke, die Centralwerkstätte der Bergisch-Märkischen Eisenbahn zu Witten, mit Abbd. Organ f. Eisenb.-W. 1866, p. 109.
- Ueber die Anlage der Wagenremisen und Reparatur-Werkstätten für Dampfwagen zu London, Birmingham und Leeds. Journ. de l'industr. III., Dec. 1837 und Polyt. Centralbl. 1838, p. 783, 784.
- Werkstättenanlage des k. k. Südbahnhofes in Wien. Förster's Bauzeitg. 1858, p. 3.

f. Ueber Bahnwärterhäuser.

- Bahnwärterhäuser mit Gussmauerwerk. Zeit. des Ver. deutsch. Eisenb.-Verw. 1867, p. 679.
- *Bahnwärterhäuser der Sächsisch-Böhmischen Staatsbahn. Eisenbahnzeitg. 1849, p. 242, 243.
- Gebäude, kleine, an der Eisenbahn von Exeter nach Plymouth. Förster's Bauzeit. 1848, p. 176.
- *Hase, die Bahnwärterwohnung an der Leinebrücke bei Herrenhausen und die Wohnung des Bahnhofsaufsehers zu Lehrte. Notizbl. des Hannov. Archit. u. Ingen.-Ver. 1. Bd., p. 251, 252.
- Morlock, G. Bahnwärterhäuser bei Urspring und Geislingen, sowie auf der Alb. Morlock's Sammlung ausgef. ländlicher Bauten. (Esslingen 1855.) Blatt VII, VIII, XIV u. XV.
- *Normalien für Bahnwärterhäuser und Haltestationen der Württembergischen Staatseisenbahnen. Eisenbahnzeitg. 1845, p. 271.
- Wächterhäuser und Stationsgebäude auf der Kaiser-Ferdinands-Nordbahn. Förster's Bauzeitg. 1839, p. 296.

XV. Capitel.

Construction der mechanischen Anlagen für Wasserstationen.

Bearbeitet von

Georg Meyer,

Königl. Maschinenmeister der Oberschlesischen Eisenbahn zu Breslau.

(Hierzu die Tafeln XLVI und XLVII.)

§. 1. *Allgemeines.* — Ist die Anlage einer Wasserstation an einem Orte nothwendig, so handelt es sich zunächst darum, zu untersuchen, ob an der gegebenen Stelle Wasser vorhanden ist, welches dem voraussichtlichen Bedarfe genügt und dabei keine schlechten Eigenschaften besitzt, welche die Dampfproduction der Locomotivkessel beeinträchtigen oder zu starker Kesselsteinbildung Veranlassung geben können.

Das für Wasserstationen erforderliche Wasser kann man entnehmen:

- 1) aus Flüssen (fliessendes Wasser) und
- 2) aus Brunnen (Quellwasser).

Das erstere Wasser verdient immer, wenn man zwischen beiden die Wahl hat, den Vorzug vor dem Brunnenwasser wegen der grösseren Reinheit und kann dasselbe zur Verwendung beim Speisen der Locomotiven nicht genug empfohlen werden.

Oft sogar werden die Kosten, die, anstatt das Wasser aus nahegelegenen Brunnen zu nehmen, durch die Herleitung des Flusswassers auf grössere Entfernungen entstehen, vollständig gedeckt durch die Ersparniss an Unterhaltungs- und Reparaturkosten der Locomotivkessel.

Zunächst ist eine Untersuchung des Wassers in Bezug auf seine Reinheit erforderlich. Ist das Wasser unrein, so zersetzen sich bei eintretender Temperaturerhöhung die im Wasser enthaltenen Salze und bilden an den Kessel- und Röhrenwänden eine harte, sehr schwer zu entfernende Kruste, den sogenannten Kesselstein; dieser letztere giebt einen schlechten Wärmeleiter, isolirt dabei die Wände vor der Berührung mit dem Wasser und wirkt sonach auf dieselben indirect zerstörend ein. Es zeigt sich dieses hauptsächlich an den Wänden der Feuerkiste, bei denen wegen der Nähe des Feuers eine grössere Temperatur herrscht, welche die Ablagerung des Kesselsteins begünstigt. Wie sorgfältig man auch die Kessel reinigen mag, der Gebrauch von unreinem Wasser hat zur unvermeidlichen Folge, dass die Dauer der Feuerkiste und der Siederohre vermindert wird, wodurch erhebliche Mehrausgaben veranlasst werden.

Ist das Wasser so unrein, dass es in diesem Zustande zur Speisung der Locomotiven nicht verwendet werden kann, und darf gleichzeitig die Lage der Wasserstation

nicht geändert werden, so muss man eine Reinigung des Wassers in den Cisternen vornehmen.

Es ist ferner nothwendig, die Lieferungsfähigkeit der Quellen bei der Anlage einer Wasserstation genau zu ermitteln und ist dabei zu beachten, dass die Brunnen (Quellen) die tible Eigenschaft haben, ein veränderliches Wasserquantum zu liefern, was bei der Regelmässigkeit des Eisenbahndienstes ein sehr zu berücksichtigender Umstand ist.

Nachdem die Entscheidung über die Quelle, woraus das Wasser genommen werden soll, erfolgt ist, kommt es darauf an, Vorrichtungen anzulegen, um das Wasser je nach Bedarf in den Tender schaffen zu können. Dieses kann geschehen:

- 1) durch Wasserdruck,
- 2) durch Dampfdruck (Fryer'sche Anordnung),
- 3) durch die Zugkraft der Locomotiven (Ramsbottom'sche Vorrichtung zum Wassernehmen),
- 4) durch die im Dampfe enthaltene lebendige Kraft (Giffard's Injecteur).

Bei der vorstehend zuerst angeführten Anordnung ist es erforderlich, dass das Wasser in entsprechend hoch gelegene Cisternen geschafft wird. Dieses geschieht entweder durch natürlichen Wasserdruck bei nicht zu weit entfernten hochgelegenen Quellen, oder durch mechanische Hilfsmittel, Pumpen, welche das Wasser auf eine entsprechende Höhe heben. Zur Bewegung der Pumpen dienen entweder Menschenkraft, Windkraft, Dampfkraft, auch wohl Wasserkraft.

Pumpen mit Handbetrieb wendet man überall da an, wo so geringe Wasserquantitäten zum Verbrauch gelangen, dass sich die Anlage einer Dampfmaschine nicht rentiren würde, und bei grösseren Wasserquantitäten auch wohl dann, wenn Arbeiter, die bei Abfertigung der Züge nothwendig sind, für die zwischen den einzelnen Zügen liegende Zeit zweckmässig hierzu verwendet werden können.

Ist die Lage der Wasserstation derartig, dass in der Gegend viel Winde vorherrschend sind, so kann man auch Windmühlen als Motoren für die Bewegung der Pumpen benutzen.

Für den Fall, dass Wasserkraft zur Disposition steht, empfiehlt es sich, Wasserräder resp. Turbinen zum Heben des Wassers zu verwenden.

Die Anwendung besonderer kleinerer Dampfmaschinen ist überall da zu empfehlen, wo grössere Quantitäten Wasser genommen werden. Bei den auf grösseren Stationen vorhandenen Reparaturwerkstätten benutzt man meistens die zum Betriebe der Werkzeugmaschinen erforderliche Dampfmaschine gleichzeitig zum Heben des Wassers in die Cisternen.

Wasserwerke benachbarter Städte werden endlich auch erforderlichenfalls in Anspruch genommen, namentlich dann, wenn die auf der betreffenden Station angelegten Brunnen keine genügenden Quantitäten zu liefern im Stande sind.

Bei der Construction der Cisternen, in welche das Wasser von den Pumpen geliefert werden soll, ist zunächst die Grösse resp. die Anzahl derselben für einen bestimmten täglichen Wasserverbrauch zu ermitteln.

Die Cisternen müssen so hoch gelegt werden, dass der hierdurch sich ergebende Wasserdruck genügt, um:

- 1) den Reibungswiderstand des Wassers in den Röhren zu überwinden und
- 2) eine zur raschen Füllung des Tenders genügende Ausflussgeschwindigkeit hervorzubringen.

Auch muss auf grösseren Stationen bei der Bestimmung der Höhenlage der Cister-

nen Bedacht genommen werden, dass das Ausspritzen der Locomotivkessel u. s. w. vorgenommen werden kann.

Das Wasser muss in den Cisternen im Winter gegen das Gefrieren geschützt werden und wird dieses auf verschiedene Weise, entweder durch einfache Umhüllungen oder durch sogenannte Vorwärmer bewirkt.

Die Communication zwischen den Cisternen und Wasserkrähnen wird durch Röhren, welche fast immer von Gusseisen sind und oft eine bedeutende Länge besitzen, hergestellt. Bei der Feststellung der Lage der Rohrleitung sucht man die möglichst kleinste Länge zu erreichen, indem man die verschiedenen Punkte, wenn möglich, durch gerade Linien verbindet.

Die Wasserkrähne kann man eintheilen in: Wandwasserkrähne und freistehende Krähne; eine besondere Art der letzteren sind die sogenannten Reservoirkrähne.

Die ersteren sind unmittelbar an der Wand des Wasserstationsgebäudes befestigt, so dass die von der Cisterne nach dem Krahne führende Rohrleitung nur sehr kurz ist.

Die freistehenden Wasserkrähne stehen oft in sehr weiter Entfernung von den Cisternen und wird deshalb zur genügend raschen Bedienung der Locomotiven oft eine Rohrleitung von sehr grossem Durchmesser oder eine sehr hohe Lage der Cisternen nothwendig.

Um dieses letztere zu umgehen, hat man eine besondere Art von Krähnen, die sogenannten Reservoirkrähne, construiert, welche zuerst auf der französischen Nordbahn angewendet sind. Dieselben tragen oberhalb des Ausgussrohres ein einer Tenderfüllung entsprechendes Wasserreservoir, welches letztere mit den Cisternen der Wasserstation durch eine Rohrleitung verbunden ist.

Der Fryer'sche Apparat zum Füllen der Tender wirkt in der Weise, dass der Dampf der Locomotive, deren Tender Wasser nehmen soll, in ein mit nur einer Ausgangsöffnung versehenes Brunnenreservoir tritt und vermöge seiner Spannung das Wasser in einen entsprechend angebrachten Wasserkrahn treibt.

Die Ramsbottom'sche Einrichtung zum Wassernehmen während der Fahrt besteht darin, dass in eine zwischen den Schienen befindliche, mit Wasser gefüllte Grube vom Tender ein Rohr hinabgelassen wird, durch welches das Wasser der Fahrgeschwindigkeit der Locomotive entsprechend, in den Tender hinaufgedrückt wird.

Das directe Speisen der Tender aus einem Brunnen mittelst des Giffard'schen Injecteurs ist auch versucht worden; man scheint aber bis jetzt noch keine günstigen Resultate damit erlangt zu haben.

§. 2. *Ueber die im Wasser enthaltenen schädlichen Bestandtheile und die Mittel, dieselben zu beseitigen.* — Jedes Wasser, welches aus der Erde quillt, enthält mehr oder weniger aufgelöste Salze oder erdige Beimischungen, welche im Allgemeinen der Beschaffenheit des in der Nähe befindlichen Bodens entsprechen.

Durch Verdampfung einer bestimmten Menge Wasser kann man sich leicht überzeugen, dass der feste Rückstand desselben $\frac{1}{10000}$ — $\frac{1}{1000}$ des ursprünglichen Gewichtes beträgt.

Nach der Menge des von 1 Kilogr. Wasser erhaltenen Rückstandes kann man unterscheiden:

- 1) brauchbares Wasser bei 0,10—0,3 Gramm Rückstand oder $\frac{1}{10000}$ — $\frac{3}{10000}$ des ursprünglichen Gewichtes;
- 2) schlechtes Wasser bei 0,3—1,0 Gramm Rückstand oder $\frac{3}{10000}$ — $\frac{1}{1000}$ des ursprünglichen Gewichtes;
- 3) unbrauchbares Wasser bei 1,0 und darüber Gramm Rückstand, sonach von $\frac{1}{1000}$ des ursprünglichen Gewichtes an.

Das empfehlenswertheste Mittel gegen Kesselsteinbildung ist die Beschaffung eines Wassers, das möglichst wenig feste, kesselsteinbildende Theile aufgelöst enthält, wie meistens bei dem Flusswasser der Fall ist.

Bei Speisewasser, das etwa $\frac{3}{10000}$ feste Rückstände enthält, empfiehlt es sich, bei auftretender Kesselsteinbildung ein Kesselsteinmittel direct im Locomotivkessel anzuwenden. Es sind vielfache Mittel hierzu in Vorschlag gebracht; ein allgemein für alle Fälle wirksames giebt es jedoch nicht, da für die in dem verschiedenen Wasser vorkommenden Bestandtheile jedesmal andere Reagentien angewendet werden müssen. Das Nähere über Kesselsteinpulver wird man im vierten Bande dieses Werkes in dem Artikel Probiren und Untersuchen der Locomotivkessel etc. vorfinden.

Enthält das Wasser über $\frac{3}{10000}$ feste Rückstände, so ist eine Reinigung desselben in den Cisternen dringend zu empfehlen und wird um so mehr nothwendig, wenn die angegebene Zahl noch bedeutend überschritten wird.

Die Wahl der Mittel zur Reinigung des Wassers wird bedingt durch die im Wasser selbst enthaltenen Bestandtheile; diese letzteren sind hauptsächlich: kohlensaurer und schwefelsaurer Kalk, kohlensaure und schwefelsaure Talkerde, Kieselerde u. s. w.

Auf vier Stationen der Thüringer Bahn ist eine Reinigung des Speisewassers in folgender Weise eingeführt:

Das zu reinigende Wasser wird zuerst in hinlänglich grosse Bassins gepumpt und in denselben bis 30° erwärmt. Während des Erwärmens wird ein bestimmtes Quantum Kalkmilch (durch Wasser verdünnter, gelöschter Kalk) zugesetzt und mit dem Wasser gehörig gemischt, sodann wird kohlensaures Natron, welches vorher in warmem Wasser aufgelöst worden, zugegossen und nochmals das ganze Wasser gehörig durchgertührt. Hierauf bleibt das Wasser so lange ruhig stehen, bis es sich vollständig geklärt hat, was etwa neun Stunden dauert. Die Wirkung dieser Mischung ist folgende: Die Kalkmilch entfernt die im Wasser enthaltene freie Kohlensäure und der durch die Kohlensäure gelöste kohlensaure Kalk wird ausgeschieden. Das kohlensaure Natron zersetzt den schwefelsauren Kalk so, dass schwefelsaures Natron und kohlensaurer Kalk entstehen. Der letztere setzt sich als Niederschlag ab, das schwefelsaure Natron nebst der etwa überschüssigen Soda bleiben im Wasser gelöst, geben jedoch, da sie leicht lösliche Salze sind, beim Verdampfen keinen Kesselstein.

Die Menge der zuzusetzenden Kalkmilch und Soda richtet sich nach dem Ergebniss der chemischen Analyse des betreffenden Wassers, und zwar wird die Rechnung danach angelegt, dass

- 1) 68 Theile des im Wasser enthaltenen schwefelsauren Kalkes 53 Theile reines kohlensaures Natron oder 59 Theile 90procentige calcinirte Soda oder 63 Theile 84procentige erfordern;
- 2) 50 Theile kohlensaurer Kalk die Anwesenheit von mindestens 22 Theilen freier Kohlensäure voraussetzen, auf welche 28 Theile gebrannter Kalk erforderlich sind;
- 3) 42 Theile kohlensaure Talkerde die Anwesenheit von ebenfalls 22 Theilen Kohlensäure voraussetzen und demnach auch 28 Theile gebrannten Kalk erfordern.

Da der Kalk in gelöschtem Zustande verwendet wird, so ist zu ermitteln, wie viel 1 Pfund gebrannter Kalk nach dem Löschen wiegt, um darnach das Gewicht des Zusatzes normiren zu können.

Wenn das auf vorstehende Weise gereinigte Wasser abgeklärt ist, wird das Bassin soweit abgelassen, als es, ohne den Bodensatz aufzurühren, geschehen kann und letzterer sodann durch ein besonderes Ablassrohr mittelst Ausspülen entfernt und das Bassin zum anderweitigen Gebrauche gut gereinigt. Zu beachten ist namentlich, dass der Zusatz von Soda nicht zu gross gewählt wird, weil sonst freie Soda im Wasser bleibt, welche sehr Veranlassung zum Speien der Maschine giebt, namentlich wenn etwas Fett im Kessel ist.

Ferner sind auf der Thüringischen Bahn Versuche mit Chlorbaryum zum Reinigen des Wassers in den Cisternen gemacht, woraus sich ergeben hat, dass das mit Chlorbaryum gereinigte Wasser mehr unlösliche Theile als das mit Soda gereinigte enthielt.

Der Kostenpreis stellt sich für 400 Cubikfuss (12,4^{em}) bei Anwendung von Soda auf 10 $\frac{1}{2}$ Sgr., dagegen bei Chlorbaryum auf 20 Sgr. für Reinigungsmaterialien. Ferner dauert die Abklärung beim Chlorbaryum etwa zwei Stunden länger. Es hat sich durch die Praxis herausgestellt, dass durch die Reinigung mit Soda nicht alle Kesselsteinmasse ausgeschieden wird.

Genauere Untersuchungen des Rückstandes, welcher sich bei der Abdampfung ergibt, haben gezeigt, dass nur der schwefelsaure Kalk gänzlich entfernt war, dagegen vom kohlensauren Kalke nur etwa 70 % und von der kohlensauren Talkerde fast gar nichts. Es bilden allerdings der kohlensaure und der schwefelsaure Kalk die Hauptbestandtheile des Kesselsteins, und es ist daher schon ein grosser Gewinn, wenn diese Stoffe um $\frac{3}{4}$ ihrer Masse und mehr vermindert werden. Namentlich ist es von Wichtigkeit, dass der schwefelsaure Kalk ganz ausgeschieden wird, weil sich durch diesen der Kesselstein zu einer festen Masse verbindet.

Der in der Dresdener Technikerversammlung über die Frage B. 21: durch welche Mittel (chemische und mechanische) wird das Ansetzen von Kesselstein in Locomotivkesseln am zweckmässigsten verhindert oder verhütet? festgestellte Beschluss lautet: Alle Mittel, welche zur Verhütung des Kesselsteins im Kessel selbst angewendet worden sind, haben sich bis jetzt nicht derart bewährt, um dieselben mit Bestimmtheit empfehlen zu können, dagegen wird eine entsprechende Reinigung solchen Wassers, welches sehr stark kesselsteinbildend ist, vor seiner Verwendung empfohlen.

Es dürfte hier noch anzuführen sein, dass das reine Speisewasser die Eigenschaft hat, alten, durch unreines Wasser gebildeten Kesselstein theilweise wieder aufzulösen.

Diese Erscheinung lässt sich beim Reinigen stark mit Kesselstein behafteter Kessel mit Vortheil benutzen. Man füllt die letzteren alsdann mit reinem Wasser und heizt die Kessel während 12 Stunden, ohne die Maschine in Thätigkeit zu setzen. Am Ende dieser Zeit wird man alsdann finden, dass der Kesselstein fast vollständig gelöst ist und nur erübrigt, denselben durch das Mannloch oder die Reinigungslöcher zu entfernen.

Welche pecuniären Vortheile man durch gutes Speisewasser zu erlangen im Stande ist, wird zur Genüge dargethan durch die auf der Bahn von Warschau nach Petersburg in dieser Beziehung erlangten Resultate (s. Organ für Eisenbahnwesen 1867, p. 108).

§. 3. *Erforderliche Wassermenge für eine Wasserstation.* — Der tägliche Bedarf einer Wasserstation an Wasser ist abhängig von der Zahl der täglich innerhalb 24 Stunden verkehrenden Züge, von der Entfernung der beiden benachbarten Wasserstationen, von der Grösse und Inanspruchnahme der Locomotiven und von dem Fassungsraume der Wassereisterne der Tender.

Um die von den Locomotiven für eine bestimmte Arbeitsleistung verbrauchte Was-

sermenge zu ermitteln, sind namentlich von Pambour und Redtenbacher theoretische Formeln aufgestellt worden, welche indessen nicht geeignet sind, um darnach den wirklichen Wasserverbrauch genau ermitteln zu können.

Zuverlässigere Resultate geben schon diejenigen Formeln, die man mit Hilfe von Erfahrungsergebnissen, welche unter Mitbenutzung von Indicator-Diagrammen gewonnen sind, aufgestellt hat.

Bezeichnet S das verbrauchte Wasser in Cubikfuss engl. pro Stunde, N die Zahl der Maschinenpferde und a die Dampfadmission im Cylinder in Procenten des Kolbenhubes, so ist

$$\text{nach Clark: } S = \frac{(0,22 a + 14) N}{62,5},$$

$$\text{nach Welkner: } S = \frac{(0,16 a + 18) N}{62,3}.$$

Diese Formeln entsprechen auch noch nicht genau dem wirklichen Wasserverbrauch im Tender, weil der aus dem Kessel nach den Cylindern strömende Dampf nie ganz trocken ist, ferner durch Abblasen der Sicherheitsventile stets Dampf verloren geht, sowie auch durch Condensation des Dampfes in den Röhren, Cylindern u. s. w. Verluste entstehen.

Welkner fand bei seinen Versuchen den Gesamtwert dieser Verluste zu 17%. Pambour schätzte denselben seiner Zeit auf 24%; Lechatelier fand 18%; Clark fand bei seinen umfassenden Versuchen einen Werth von 3,2 bis 32,5%.

Nach Goschler ist der wirkliche Wasserverbrauch der Locomotiven:

- 1) für Schnellzugmaschinen: 3300 bis 4000 Kilogr. pro Stunde oder 58 — 66 Kilogr. pro Kilometer;
- 2) für Maschinen für gemischte Züge: 3000 — 3600 Kilogr. pro Stunde oder 75 — 90 Kilogr. pro Kilometer;
- 3) für Güterzugmaschinen: 2700 — 3600 Kilogr. pro Stunde oder 108 — 144 Kilogr. pro Kilometer.

Es ist noch Rücksicht darauf zu nehmen, dass jede Wasserstation die benachbarte für den Eintritt von Reparaturen muss unterstützen können, dass ferner eine Maschine die vorhin angegebenen Verbrauchsquantitäten an Wasser bedeutend überschreitet, sowie endlich, dass auf den Hauptstationen das Wasser noch für andere Zwecke, als Ausspritzen der Locomotivkessel, Speisung der stehenden Dampfessel u. s. w. gebraucht wird.

Es ist daher zweckmässig, die aus den vorhin angegebenen Daten ermittelten Werthe zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit einer Wasserstation noch um eine gewisse Grösse zu vermehren.

§. 4. *Anlage von Brunnen. A. Donnet's Princip.* — Brunnen, welche man zur Herbeischaffung des nöthigen Wassers für Wasserstationen anlegt, erhalten gewöhnlich 6' (1^m,883) bis 10' (3^m,139) Durchmesser.

Auf die Anlage und Construction der Brunnen näher einzugehen, ist hier nicht der geeignete Ort. Es dürfte nur im Allgemeinen zu bemerken sein, dass man die Brunnen etwa 15' (4^m,708) von den nächsten Baulichkeiten entfernt anzulegen hat.

Bemerkenswerth ist die Brunnenanlage des Ingenieurs Donnet zu Lyon. Dieses System soll die Aufgabe lösen, aus wasserführenden Erdschichten in kurzer Zeit mittelst einer billigen Brunnenanlage ein möglichst grosses Quantum reinen Wassers von constanter Temperatur zu entnehmen. Zu dem Zwecke werden die Wasserzuflüsse durch luftdichte Schliessung der Seiten und Oberfläche des Wasserbehälters von dem Gegendrucke der atmosphärischen Luft befreit.

Dieses System erschien demnach für solche Brunnen empfehlenswerth, wo der Zufluss des Wassers dem innerhalb einer gewissen Zeit nothwendigen Verbräuche nicht genigte.

Obleich auf den ersten Blick eine derartige Anlage viele Vortheile in Aussicht stellt, so lässt sich doch nicht verkennen, dass man andererseits auch gelinde Zweifel gegen die Anwendbarkeit dieses Systems zu hegen berechtigt ist, und zwar aus dem Grunde, weil die Wirkung des atmosphärischen Druckes in den betreffenden Erdschichten keineswegs in dem vorausgesetzten Maasse vorhanden sein wird.

Auf der Oberschlesischen Bahn sind auf der Wasserstation Haben bei Breslau Versuche mit einer derartigen Anlage, und zwar durch Versenkung einer gusseisernen Glocke angestellt, welche indess keine den gehegten Erwartungen entsprechenden Resultate ergeben haben.

§. 5. *Wasserstationen mit natürlichem Wasserdruck zum Füllen der Cisternen.* — Hat man in der Nähe der Wasserstation eine hochgelegene Quelle, deren Niveau hoch genug über den Cisternen ist, um den in der alsdann erforderlichen Rohrleitung vorhandenen Widerstand zu überwinden und welche im Uebrigen die für eine Wasserstation erforderlichen Eigenschaften besitzt, so empfiehlt es sich direct von der Quelle aus durch den vorhandenen Wasserdruck die Cisternen zu speisen.

Bei derartigen Anlagen ist immer zu erwägen, ob durch eine Verringerung des Durchmessers der Rohrleitung und gleichzeitige Vermehrung der Cisternen eine Verminderung des Anlagecapitals u. s. w. herbeigeführt werden kann.

Die zur Bestimmung des Durchmessers der Röhrenleitung erforderlichen Formeln sind im §. 16 angegeben, sowie auch die in Bezug auf Röhrenleitungen noch weiter in Betracht zu ziehenden Umstände sich im §. 17, 18 und 19 vorfinden.

Auf der Hannoverschen Staatsbahn sind die Wasserstationen zu Dransfeld, Münden, Goslar und Herzberg in dieser Weise ausgeführt.

In Dransfeld wird durch eine 5500' hann. (1606^m,6) lange gusseiserne Rohrleitung, welche 2" engl. (0^m,052) lichte Weite bei 1/4" (0^m,006) Wandstärke besitzt, das Wasser in die Cisternen geschafft. Die disponible Druckhöhe beträgt hierbei 201' hann. (58^m,7) und liefert dieselbe in 24 Stunden 6000 Cubikfuss hann. (149^{cm},4) oder 40 Tenderfüllungen. Die Zuführung des Wassers in die Cisternen wird durch einen Schwimmer selbstthätig regulirt.

Bei der Wasserstation in Goslar beträgt die Länge der gusseisernen Rohrleitung 4711' hann. (1376^m) bei 57' hann. (16^m,7) Druckhöhe, der Durchmesser der Rohrleitung beträgt 3 1/4" hann. (0^m,079). Die Leitung ist von aussen und innen mit einem Anstrich von Asphalt, Goudron und Theer versehen. An dem 55' hann. (16^m,07) unter dem Ausguss in die Cisternen liegenden tiefsten Punkte der Rohrleitung ist ein Windkessel mit Schlammkasten gleichzeitig zur Spülung der Rohrleitung eingerichtet; ein zweiter Windkessel befindet sich in der Nähe des Maschinenhauses. Diese letztere Rohrleitung kostet excl. des Brunnenhäuschens, sowie eines Einleitungscanals mit Bassin und Filtrirapparat pro lauf. Fuss hann. 17,03 Sgr., pro lauf. Meter = 1 Thlr. 28,3 Sgr.

§. 6. *Allgemeines über Pumpen.* — Es sei Q das von einer Pumpe pro Secunde zu liefernde Wasserquantum in Cubikmetern, d der Durchmesser des Pumpencylinders in Metern, h der Kolbenhub in Metern, n die Anzahl der Doppelhübe pro Minute, v die Kolbengeschwindigkeit in Metern pro Secunde, welche mindestens 1/2' (0^m,157), in der Regel 1' (0^m,314), höchstens 1 1/2' (0^m,471) beträgt, so ist das theoretische Wasserquantum, was eine Pumpe zu liefern im Stande ist:

a) für einfach wirkende Pumpen:

$$Q = \frac{n}{60} \frac{d^2 \pi}{4} h,$$

b) für doppelt wirkende Pumpen:

$$Q = \frac{n}{60} \frac{d^2 \pi}{2} h.$$

Da der Nutzeffect der Pumpen bei sorgfältiger Construction und Ausführung sowie nicht zu hoher Kolbengeschwindigkeit zu 0,85 bis 0,9 und für gewöhnlich zu 0,8 bis 0,85 oder im Mittel zu 0,85 angenommen werden kann, so ist die wirklich geförderte Wassermenge:

a) für einfach wirkende Pumpen im Mittel:

$$Q = 0,85 \cdot \frac{n}{60} \frac{d^2 \pi}{4} h;$$

b) für doppelt wirkende Pumpen im Mittel:

$$Q = 0,85 \cdot \frac{n}{60} \frac{d^2 \pi}{2} h.$$

Setzt man voraus, dass man ein Wasservolumen Q_1 während eines Zeitraumes von t Stunden haben will, so hat man für einfach wirkende Pumpen:

$$Q_1 = 0,85 \frac{n}{60} \cdot \frac{d^2 \pi}{4} h \cdot t \cdot 3600,$$

und für doppelt wirkende:

$$Q_1 = 0,85 \cdot \frac{n}{60} \frac{d^2 \pi}{2} h \cdot t \cdot 3600.$$

In den letzten beiden Gleichungen ist Q_1 bekannt; ferner nimmt man für n eine mittlere Kolbengeschwindigkeit von $v = 0^m,314$, und setzt $t = 8$ Stunden im Mittel. Nimmt man alsdann vorläufig $h = 2d$ an, so lässt sich der Werth von d bestimmen. Der Werth von Q_1 ist aber selten für zwei Wasserstationen genau gleich; man müsste also den vorstehenden Zahlenwerthen nach fast für jede Wasserstation eine andere Pumpe construiren. Um nun für verschiedene Werthe von Q_1 doch dieselben Pumpen anwenden zu können, ist es zweckmässig, die Werthe von n und t innerhalb gewisser Grenzen zu verändern, ohne gleichzeitig damit irgend welche Nachteile zu verbinden und liegt hierin ein Mittel, um die Zahl der Pumpenmodelle für die sämtlichen Wasserstationen einer Bahn auf ein Minimum etwa zwei oder drei zu beschränken.

Die Grenzen, innerhalb welcher sich der Werth von n bewegen kann, werden durch die Kolbengeschwindigkeit, welche von $1/2'$ ($0^m,157$) bis $1 1/2'$ ($0^m,471$) zunehmen kann, bedingt. Es kann also die Zahl n , da dieselbe der Kolbengeschwindigkeit direct proportional ist, um $1/2$ zu- oder abnehmen, während die Zahl der Arbeitsstunden 4 bis 12 betragen kann. Es können sonach die Wassermengen ganz beträchtlich variiren, ohne dass die Anwendung eines zweiten Pumpenmodelles erforderlich wird.

Es ist hierbei noch zu bemerken, dass nach den Versuchen von Chavés bei doppelt wirkenden Pumpen für Umdrehungszahlen von 21—67 pro Minute der Wirkungsgrad von 0,91 bis auf 0,6 fiel, dass bei Druckpumpen mit Plungerkolben für 14—45 Umdrehungen pro Minute derselbe von 0,95 auf 0,75 fiel, dagegen bei Saugepumpen bei 27—60 Umdrehungen pro Minute von 0,93 auf 0,98 stieg. Bei Vermehrung der Umdrehungszahlen nimmt also bei doppelt wirkenden und einfachen Druckpumpen der Wirkungsgrad ab, während er bei Saugepumpen zunimmt.

Die Construction der Pumpen ist möglichst einfach zu machen, da alsdann mög-

lichst wenig Reparaturen, welche für Stationen, auf denen keine Werkstätten sind, immer sehr theuer kommen, eintreten.

Die Kolben werden entweder mit Lederdichtung hergestellt, oder als Plungerkolben construirt. Die ersteren haben den Vorthail, dass der schädliche Raum möglichst klein wird; die zweiten empfehlen sich dagegen durch weniger und leichter auszuführende Reparaturen.

Den Durchmesser der Saug- und Druckröhren macht man etwa gleich $\frac{2}{3}$ des Kolbendurchmessers.

Bei den Ventilen macht man den freien Querschnitt so gross als die Röhren und vermeidet möglichst alle Geschwindigkeits- und Richtungsänderungen des Wassers.

Die grösste Sorgfalt ist bei den Pumpen auf die Herstellung der Ventile zu verwenden. Sie müssen in gut geschlossenen Gehäusen, welche leicht zugänglich sind, angebracht sein, weil bei Eintritt eines fremden Körpers die Ventile sehr leicht den Dienst versagen und es alsdann von Wichtigkeit ist, möglichst rasch zu denselben zu kommen.

Um das Schlagen der Pumpen zu verhüten, bringt man einen Lufthahn am Saugrohr möglichst in der Nähe des Saugventils an oder beschwert die Ventile; ferner bringt man auch wohl oberhalb der Ventile einen Raum an, in dem sich Luft ansammelt und welche alsdann vermöge ihrer Elasticität die Stösse mildert. Zu demselben Zwecke macht man diese Organe möglichst gross, um die Geschwindigkeit des durchgehenden Wassers zu verringern.

Die theoretische Saughöhe für eine Pumpe ist $10^m,3$; die Unvollkommenheit unserer Pumpen gestattet nur bis zu einer Saughöhe von $6-7^m$ zu gehen. Ausserdem ist diese Höhe noch thunlichst zu vermindern, weil es einestheils sehr schwierig ist, das Eintreten von Luft in die Saugröhren zu vermeiden und andertheils absolut dichte Verbindungen bei der Rohrleitung nicht herzustellen sind. Es ist daher auch vorthailhaft möglichst kurze Saugrohrleitungen anzuwenden. Man legt die Saugrohrleitungen nach der Pumpe zu stets ansteigend.

Die Pumpengruben müssen so construirt werden, dass eine Reparatur resp. Revision der Pumpe in allen ihren Theilen leicht vorgenommen werden kann; ebenso ist der Canal für das Saugrohr so anzulegen, dass das letztere zu jeder Zeit revidirt werden kann.

Sowohl für die Druck- als auch für die Saugrohrleitung sind Windkessel, welche für die erstere je nach der Länge der Rohrleitung den zwei- bis sechsfachen Inhalt der Pumpe, für die letztere dagegen je nach der Länge der Rohrleitung den fünf- bis funfzehnfachen Inhalt der Pumpe haben müssen, anzuwenden.

Es ist zweckmässig, bei jeder Wasserstation, wo für den ganzen Bahnhof nur eine Pumpe vorhanden ist, eine Reservehandpumpe zu haben, um vorkommendenfalls bei Reparaturen der gewöhnlich benutzten Pumpe nicht in Verlegenheit zu gerathen.

§. 7. *Allgemeines über die für Pumpen anzuwendenden Motore.* — Bezeichnet H die Höhe, auf welche das Wasser zu heben ist und welche im Mittel $30-40'$ ($9^m,4-12^m,6$) beträgt, h den durch die Reibung des Wassers an den Röhrenwänden, durch das Eigengewicht der Ventile u. s. w. entstehenden Druckhöhenverlust, P das Gewicht des Wassers, was während der Zeit T , welche die Anzahl der täglichen Arbeitsstunden der Pumpe repräsentirt, gehoben werden muss, so ist die erforderliche Arbeit A :

$$A = \frac{P \cdot (H + h)}{T \cdot 3600}$$

Um die wirkliche Leistung des Motors zu erhalten, hat man den vorstehenden Werth noch mit einem Coefficienten, der von $\frac{1}{0,5}$ bis $\frac{1}{0,7}$ variirt, zu multipliciren.

Wenn man das alsdann erhaltene Resultat noch durch 75 dividirt, so erhält man, wenn H und h in Metern und P in Kilogrammen angegeben sind, die für eine bestimmte Arbeitsleistung erforderliche Anzahl Pferdekräfte N :

$$N = \frac{P(H+h)}{T \cdot 3600 \cdot 75} \cdot \frac{1}{0,6}$$

Die Kraft des Motors wird annähernd nach vorstehender Gleichung bestimmt; um aber etwa eintretenden grösseren Anforderungen an die Wasserstation Genüge leisten zu können, ist es erforderlich, die Stärke des Motors so zu wählen, dass er eine beträchtlich grössere Arbeit hervorzubringen im Stande ist. Die Wahl des Motors, ob Menschenkraft oder Dampfkraft anzuwenden ist, muss immer einer genauen Calculation unterzogen werden. Im Allgemeinen ist festzuhalten, dass die Anwendung einer besonderen kleinen Dampfpumpe für eine Wasserstation dann in Erwägung zu ziehen sein wird, wenn die Arbeit mit einer gewöhnlichen Handpumpe während einer Arbeitszeit von 12 Stunden dem vorhandenen Wasserbedarfe nicht genügt.

Nach den Versuchen von Chavés ist zu einer Arbeitsleistung von 100000 Met. Kilogr. bei 10—13^m Förderhöhe nöthig: 1,3 Tagearbeiten bei einer Hebelpumpe, 0,7 Tagearbeiten für eine Pumpe mit Kurbel und Schwungrad, 6,9 Kilogr. Steinkohlen bei Dampfpumpen mit feststehenden Maschinen, 4,2 Kilogr. Steinkohlen bei Pumpen mit Locomobilbetrieb. Es ist hierzu zu bemerken, dass die Zahl 6,9 Kilogr. für Dampfpumpen u. s. w. unter ungünstigen Umständen gewonnen zu sein scheint und kann man angemessen dafür 6 Kilogr. annehmen.

§. 8. *Handpumpen.* — Die Bewegung der Handpumpen geschieht entweder mittelst eines Hebels oder einer Kurbel; bei Anwendung der letzteren wird auch wohl noch für grosse Hubhöhen ein Zahnradvorgelege eingeschaltet.

Nach den Versuchen von Chavés kann ein Mann bei zehnstündiger Arbeitszeit, wovon fünf Stunden zu wirklicher Arbeit und fünf Stunden zur Ruhe verwendet werden, mit einer Hebelpumpe eine Leistung 75000 Met. Kilogr. hervorbringen, während bei derselben Pumpe mit Kurbel und Schwungrad eine Leistung von 142,000 Met. Kilogr. erzielt wurde. Diese grössere Leistung giebt den Handpumpen mit Kurbel und Schwungrad unbedingt den Vorzug. Die besten Resultate wurden bei diesen Versuchen erhalten durch eine Kurbel von 0^m,33 bis 0^m,35 Länge mit einer Kraftwirkung von 6 Kilogr. und einer Geschwindigkeit von 40 bis 50 Umdrehungen pro Minute.

Eine auf den Sächsischen Staatsbahnen gebräuchliche Handpumpe ist in Fig. 6 und 7, Tafel XLVI dargestellt.

An dem Hebel h , welcher auf dem Steigrohre d entsprechend gelagert ist, arbeiten in der Regel drei Mann, während ein vierter zur Ablösung dient. Der Hebel h nimmt an seinem kurzen Ende eine Zug- resp. Druckstange z auf, welche am unteren Ende den Pumpenkolben k führt. Der Kolben k enthält gleichzeitig das Druckventil o , während das Saugventil sich in einem mit dem Pumpentiefel t aus einem Stücke bestehenden Gehäuse g befindet. Das letztere ist mit einem Deckel m versehen, um leicht zum Ventile gelangen zu können. Am oberen Ende des Steigrohres befindet sich ein das Wasser in die Cisterne führender Ausguss u (Fig. 7). Der Kolbenhub beträgt 10" (0^m,262) bei 5" (0^m,131) Kolbendurchmesser.

Eine andere einfache und zweckmässige Construction einer Handpumpe, welche auf den Wasserstationen der Hannoverschen Eisenbahnen gebräuchlich, ist vom Director Kirchwegger construirt (Fig. 8, Tafel XLVI); dieselbe ist mit Kurbel und Schwungrad versehen und hat 4" (0^m,105) Durchmesser bei 9" (0^m,235) Kolbenhub.

Abweichend von den einfach wirkenden Pumpen schafft dieselbe nicht in einzelnen

Stößen, sondern ohne Unterbrechung das Wasser des Brunnens in die Höhe. Zu dem Zwecke hat der Letestu'sche Trichterkolben k , der wie gewöhnlich aus Gusseisen und einer Lederscheibe construirt ist, eine sehr starke Kolbenstange t , wobei der Inhalt des Stiefels doppelt so gross, als der Cubikinhalte der Kolbenstange und des Kolbens ist. Bewegt sich nun der Kolben in die Höhe, so wird der Raum unterhalb des Kolbens im Stiefel mit Wasser gefüllt. Beim Heruntergange des Kolbens findet das Wasser, welches unter dem Kolben dem Cubikinhalte des betreffenden Theiles des Stiefels gleichkam, über dem Kolben nur die Hälfte dieses Raumes, da dessen andere Hälfte von der Kolbenstange und den Kolben ausgefüllt wird und muss deshalb beim Niedergehen des Kolbens durch das Steigrohr d eine Wassermenge geführt werden, welche gleich dem Inhalte des Kolbens und der Kolbenstange ist, während beim Aufgehen des Kolbens alsdann die andere Hälfte des aufgesogenen Wassers gehoben wird.

Es ist hieraus leicht ersichtlich, dass diese Pumpe nur so viel Wasser fördert, als eine einfach wirkende Pumpe, dass sie jedoch einen continuirlichen Wasserstrahl hervorbringt.

Es mag noch bemerkt werden, dass die sehr hohe Stopfbüchse hier durchaus nöthig war, da die Bewegung des Kolbens von einer Kurbelwelle mittelst einer Lenkstange geschieht und eine weitere Führung der Kolbenstange ausser der Stopfbüchse nicht stattfindet. Alle Theile: Kolben, Stiefel, Röhren sind rund und auf der Drehbank fertig gemacht.

Will man die Pumpe rationell so construiren, dass beim Auf- und Niedergange des Kolbens eine gleiche Kraft angewendet werden muss, so darf der Inhalt der Kolbenstange und des Kolbens nicht genau die Hälfte des Stiefelinhaltes betragen, wie aus Folgendem hervorgeht.

Es sei h die Saughöhe und H die Druckhöhe des Wassers, bezeichnet ferner D den Stiefeldurchmesser und d den Kolbendurchmesser, incl. Volumen des Kolbens, so ist für den Aufgang des Kolbens in der Kolbenstange eine Kraft P thätig:

$$P = \frac{D^2 \pi}{4} h + \left(\frac{D^2 - d^2}{4} \right) \pi \cdot H$$

und für den Niedergang eine Kraft P_1

$$P_1 = \frac{d^2 \pi}{4} H,$$

hierbei abgesehen von den einzelnen Reibungswiderstandshöhen des Kolbens, des Wassers u. s. w.

Soll nun das obengesagte stattfinden, so muss $P = P_1$ sein,

$$\text{woraus } \frac{d}{D} = \frac{\sqrt{H+h}}{\sqrt{2H}}.$$

Eine auf der Oberschlesischen Eisenbahn gebräuchliche Handpumpe ist aus Fig. 9 und 10, Tafel XLVI zu ersehen.

Die auf einer gusseisernen Fundamentplatte f befestigten gusseisernen Böcke b nehmen in ihrem oberen Theile die mit zwei Schwungrädern und Kurbeln versehene Kurbelwelle w auf. Auf der letzteren ist die Lenkstange l , welche mit ihrem anderen gabelförmigen Ende den Plungerkolben p erfasst, gelagert. Der Stiefel t , an welchem seitlich die Druck- und Saugventile angebracht sind, ist an dem unteren Theile der Fundamentplatte befestigt. Zur Führung der Kolbenstange an ihrem oberen Ende ist ein entsprechendes Führungsstück zwischen den beiden Lagerböcken angebracht. Der Kolbendurchmesser beträgt 4" (0^m,105) bei 8" (0^m,209) Kolbenhub. Diese Handpumpe wird für mittlere Hubhöhen des Wassers, wenn continuirlich gepumpt werden soll, durch vier Mann bedient, von denen permanent zwei arbeiten.

§. 9. *Windräder zum Betriebe von Wasserstationspumpen.* — Windräder sind überall nur für solche Stationen zu verwenden, wo eine Handpumpe den nöthigen

Wasserbedarf noch zu liefern im Stande ist, weil beim Eintritt von windstillen Tagen, welche etwa $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{10}$ für die an den Hannoverschen Bahnen befindlichen Windmühlen betragen, mit der Hand gepumpt werden muss. Bei der Construction derartiger Windmühlen ist daher die Hauptaufgabe, sie so einzurichten, dass, abgesehen von dem etwa alle Woche einmal nöthig werdenden Schmieren, dieselben ohne alle weitere Aufsicht sich selbst überlassen bleiben können, da, wenn noch ein Mann zur Wartung der Windmühle nöthig wäre, nichts gewonnen wäre, weil eben dieser Mann auch nach wie vor mit der Hand hätte pumpen können. Um dieses zu ermöglichen, müssen die Windräder folgenden Bedingungen genügen:

- 1) sie müssen sich selbst gegen den Wind stellen können;
- 2) sie müssen die Eigenschaft haben, bei dem stärksten vorkommenden Winde eine gewisse Maximal-Umdrehungs-Geschwindigkeit nicht zu überschreiten, auch wenn durch Menschenhand nichts daran gestellt wird;
- 3) es ist nöthig, dass die Windräder bei ganz gefüllten Cisternen selbstthätig zu arbeiten aufhören und beim Sinken des Wasserspiegels in der Cisterne wieder in Bewegung kommen.

Eine derartige Anlage der Wasserstation zu Leer an der Westphälischen (früher Hannoverschen) Staatsbahn ist vom verstorbenen Obermaschinenmeister Prüssmann construirt und auf Taf. XLVI, Fig. 3 und 11 dargestellt.

Um der ersten Bedingung zu genügen, läuft der obere drehbare Kopf der Windmühle auf vier Rollen δ und wird durch die am hinteren Theile des Kopfes angebrachte Windfahne f so gestellt, dass die in diesem Kopfe gleichzeitig gelagerte hohle Windradwelle c stets parallel der Richtung des Windes liegt, wobei der drehbare Kopf durch Windfahne und Windrad ausbalancirt ist. Im Innern der Windradwelle befindet sich eine in der Achse derselben bewegliche Stange t , welche an ihrem vorderen Ende ein gusseisernes Kreuzstück trägt, das mittelst kleiner Zugstangen z mit den um die Ruthen u drehbaren Flügeln verbunden ist, so dass mittelst der Zugstange t eine beliebige Stellung der Flügel erreicht werden kann. Die bewegende Kraft wird von der Windmühlenwelle auf die verticale hohle gusseiserne Welle w mittelst conischer Räder übertragen. Die letztere ist an ihrem unteren Ende mit der verticalen schmiedeeisernen Welle v durch ein gabelförmiges Stück g gekuppelt. Am unteren Ende der schmiedeeisernen Welle v ist dann ein zweites conisches Räderpaar zur Bewegung der Pumpenwelle angebracht.

Die Stellung der Windmühlenflügel wird durch die Zugstange t bewirkt, und zwar wirkt das am hinteren Ende der Mühle mit der Stange t verbundene Gegengewicht q so, dass die Windmühlenflügel die günstigste Stellung gegen den Wind einnehmen. Um die Flügel in eine andere Stellung zu bringen, muss die in der hohlen gusseisernen verticalen Welle befindliche Zugstange u nach unten bewegt werden; geschieht das letztere, so wirkt dieselbe mittelst zweier die Windmühlenwelle umfassender Hängeisen h auf einen Hebel p , welcher mit dem Winkelhebel r verbunden ist. Der nach unten gerichtete Arm des letzteren ist an der Stelle, wo er frei gegen die Zugstange t tritt, nach einer Evolvente geformt, damit der Druck immer in der Richtung der Zugstange t erfolgt; hiernach kann also durch Verschiebung der Zugstange u nach unten eine Bewegung der Stange t nach vorn hervorgebracht werden, während durch das Gegengewicht q alsdann die Stange t in entgegengesetzter Richtung bewegt wird.

Mittelst einer besonders construirtten eigenthümlichen Vorrichtung, welche sich an dem gabelförmigen Theile der schmiedeeisernen Welle befindet, steht die Zugstange mit dem Hebel b in Verbindung. Der Hebel b ist durch ein kurzes Kettenglied mit dem ungleicharmigen Hebel d verbunden, an dessen anderem Ende zwei Schwimmer angebracht

sind. Der eine Schwimmer befindet sich in einem kleineren Reservoir, in welches das Druckrohr der Pumpe mündet und welches unten eine Ausflussöffnung nach der grossen Cisterne hat, die einer bestimmten Umdrehungszahl der Pumpenwelle, also auch der Windmühlenwelle entspricht. Bewegt sich die Windmühle nun schneller und schafft infolge dessen die Pumpe mehr Wasser, als durch die Ausflussöffnung des kleinen Reservoirs abfliessen kann, so steigt der Schwimmer in dem kleinen Reservoir, bewegt alsdann den Hebel l und stellt dadurch die Windmühlenflügel mehr scharf, infolge dessen die Windmühle eine langsamere Bewegung annimmt. In gleicher Weise kommt der in der grossen Cisterne unterhalb des ersteren befindliche Schwimmer zur Wirkung, wenn das Wasser aus den Cisternen nach dem Tender abläuft. Die beiden Schwimmer sind so schwer, dass, wenn kein Wasser im oberen Kasten und die Cisterne nicht ganz gefüllt ist, das Gegengewicht Q in die Höhe gezogen wird; gleichzeitig wird die Zugstange t durch das Gegengewicht q angezogen und werden alsdann die Flügel in die vortheilhafteste Stellung gebracht.

Auf den Strecken Rheine - Emden (früher zur Hannoverschen Staatsbahn gehörig) der Westphälischen und Bremen-Geestemünde der Hannoverschen Staatsbahn sind derartige Windmühlen an Wasserstationen mehrfach angebracht. Die durch die Windmühlen getriebenen Pumpen sind nach der in Fig. 8, Tafel XLVI dargestellten Weise construirt.

Diese Windmühlen haben bislang allen Anforderungen entsprochen. Mit Ausnahme des Schmierens hat sich Niemand darum gekümmert. Bei genügendem Winde waren die Cisternen stets gefüllt, so dass die Windmühlen stillstanden und sich erst wieder in Bewegung setzten, wenn von den Locomotiven Wasser genommen war.

Auf einigen anderen Stationen der Hannoverschen Staatsbahn befinden sich auch noch einige Windmühlen älterer Construction zum Betriebe von Wasserstationen.

Zur Berechnung der durch eine Windmühle hervorgebrachten Arbeit ist allgemein:

$$A = 0,03 \cdot F V^3,$$

wobei F die Oberfläche eines Flügels in \square Metern, V die Geschwindigkeit in Metern und A die Leistung der Windmühle in Meterkilogrammen bezeichnet.

§. 10. *Wasserstationen mit Dampfpumpenanlage.* Dampfpumpe der Oberschlesischen Eisenbahn zu Ohlau. Dampfpumpen der Niederschlesisch-Märkischen Bahn zu Sorau und Liegnitz. Dampfpumpe der Taunusbahn zu Wiesbaden. Wasserstation mit Locomobilbetrieb zu Eisleben an der Halle-Casseler Eisenbahn. Anwendung des Giffard'schen Injecteurs zum Heben des Wassers in die Cisternen. — Wenn die Grösse der Station die Anwendung einer Dampfpumpe erfordert, so hat man zwischen einer feststehenden und locomobilen Maschine zu wählen.

Eine feststehende Maschine, welche mehr Anschaffungskosten und eine besondere Dampfkesselanlage erfordert, ist überhaupt an den wichtigeren Stationen anzuwenden. Man wird dieselbe am zweckmässigsten direct mit der Pumpe verbinden, wodurch viel Reibungsarbeit erspart wird, indessen ist diese Disposition nicht immer vortheilhaft, weil sie erfordert, dass die Geschwindigkeit des Dampfkolbens gleich dem des Pumpenkolbens ist:

Die zweckmässigste Anordnung für den feststehenden Dampfkessel ist die eines gewöhnlichen cylindrischen Kessels mit Unterfeuerung und an den äusseren Wänden zurückkehrenden Gasen. Der Fassungsraum des Kessels muss möglichst gross und der Rost- und Heizraum so construirt sein, dass es möglich ist, alle Oeffnungen zu schliessen, damit während der Ruhezeit die Wärme nicht entweichen und der Kessel seine Wärme, resp. Dampfspannung, möglichst vollständig behält. Man kann durch diese Einrichtung viel Zeit und Kohlen ersparen.

Die Anwendung von Locomobilen hat den Vortheil einer grossen Leichtigkeit bei der Einrichtung; sie erfordert wenig Platz und genügt vollständig bei weniger wichtigen Stationen.

Die Uebertragung der Kraft auf die Pumpe geschieht hierbei durch Riemenbetrieb oder durch Zahnradvorlege; die letztere Anordnung ist die zweckmässigste.

Wenn die Dampfmaschine das Wasser erst noch durch eine längere Druckrohrleitung fortschaffen muss, so ist zuvor ein sorgfältiger Kostenanschlag aufzustellen über die jährlichen Ausgaben für verschiedene Rohrweiten und dem entsprechend grössere oder geringere Arbeitsleistung der Dampfmaschine. Es muss dieses immer besonders in Erwägung gezogen werden, da durch eine genaue Calculation in dieser Beziehung oft grosse Ersparnisse herbeigeführt werden können. Das Weitere über die Rohrleitungen selbst ist in den §. 16 bis 19 enthalten.

Eine Dampfmaschinenconstruction, welche bei diversen Wasserstationen der Oberschlesischen Eisenbahn in neuerer Zeit zur Anwendung gekommen, ist aus Fig. 12 auf Taf. XLVI zu ersehen.

Die Dampfmaschine nebst Pumpe ruht auf einem 8' (2^m,511) langen gusseisernen Fundamente *f*. Der Dampfzylinder *c* hat 8 1/2" (0^m,222) Durchmesser bei 12" (0^m,314) Kolbenhub; die zwischen Dampfzylinder und Pumpentiefel befindliche Kolbenstange *t* trägt einen Kreuzkopf *o*, welcher an jeder Seite eine Lenkstange zur Verbindung der Schwungradwelle aufnimmt. Die Schieberbewegung erfolgt durch ein auf der Schwungradwelle befindliches Excentric *e*. Der Dampfkolben ist mit dem Pumpenkolben *k* direct verbunden. Der Durchmesser des Pumpenkolbens beträgt 5 1/4" (0^m,144). Die Druck- und Saugventile *v*, welche als Klappenventile hergestellt sind, befinden sich in einem leicht zugänglichen gusseisernen Gehäuse *g*. Zur Sicherung bei etwaigen Undichtigkeiten der Klappenventile ist noch ein drittes Ventil *s* angebracht, welches mittelst des Deckels *d* zugänglich gemacht ist. Die mittlere Umdrehungszahl der Schwungradwelle ist pro Minute 35, wobei 10 bis 12 Cubikfuss (0^m,309—0^m,371) Wasser gehoben werden. Die lichte Weite der Saug- und Druckröhren beträgt 4 1/2" (0^m,118).

Die Kesselanlage besteht aus zwei liegenden Dampfkesseln von je 30 5/8" (0^m,8) Durchmesser und 13' (4^m,08) Länge; dieselben sind mit Unterfeuerung eingerichtet und nach hinten etwas geneigt.

Eine Reservehandpumpe ist gleichzeitig aufgestellt, um nach Bedarf zur Verwendung zu gelangen; die Construction derselben entspricht ganz der in Fig. 9 und 10 auf Tafel XLVI dargestellten Pumpe.

Die Wasserstationen der Niederschlesisch-Märkischen Bahn in Liegnitz und Sorau sind mit Dampfmaschinen versehen. Der Dampfkessel besteht aus einem Cylinder von 4' (1^m,255) innerem Durchmesser. In demselben liegt ein cylindrisches Rohr von 21" (0^m,549) lichtigem Durchmesser, in dem der Rost angebracht ist. Dasselbe reicht am Einf Feuerungs-ende noch 17" (0^m,445) über die Stirnwand des Kessels hinaus. Zu beiden Seiten des Heizrohres liegen im Kessel noch 34 Stück geschweisste eiserne Feuerrohre von 2 1/4" (0^m,059) äusserem Durchmesser. Die Verbrennungsproducte treten von dem Rost über eine Feuerbrücke in die eine Rauchkammer, gehen dann zurück durch die 34 Feuerrohre in die zweite Rauchkammer am Einf Feuerungs-ende und von da durch einen verticalen Canal in den Schornstein. Die gesammte vom Feuer berührte Fläche beträgt 111 □' (10,933 □^m).

Der Kolben des Dampfzylinders, welcher 7 1/2" (0^m,196) Durchmesser und 15" (0^m,392) Hubhöhe hat, macht pro Minute 50 Doppelhübe. Die Maximal-Dampfspannung beträgt vier Atmosphären und entwickelt die Maschine alsdann vier Pferdekräfte.

Durch Anwendung der Stephenson'schen Coulissee ist die Expansion variabel gemacht. Die Coulissee wird durch einen Watt'schen Regulator gestellt.

Das Speisewasser für den Kessel wird im Druckrohre der Pumpe eine Strecke im Dampfauströmungsrohr behuf Erwärmung fortgeführt.

Die Verbindung der Schwungradwelle der Dampfmaschine mit der Kurbelwelle der Pumpe geschieht durch eine Frictionskuppelung.

Die Pumpe hat folgende, bei der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn seit einer Reihe von Jahren vielfach mit gutem Erfolge angewendete Construction. Sie besteht aus zwei Cylindern r, r (s. Fig. 13, Tafel XLVI), bei denen das untere Ende des einen mit dem oberen Ende des anderen durch einen möglichst kurz gehaltenen horizontalen Canal s verbunden ist. In jedem Cylinder bewegt sich ein Letestu'scher Kolben und zwar so, dass wenn der eine steigt, der andere abwärts geht und umgekehrt. Wenn nun der Kolben des oberen Cylinders steigt, also die Wassersäule hebt, dient der des unteren als Saugventil. Bei umgekehrter Richtung der Bewegung dagegen wird die Wassersäule durch den Kolben des unteren Cylinders gehoben. Es findet sonach ein continuirliches Heben des Wassers statt. Um das Abfließen des Wassers aus der Pumpe durch geringe Undichtigkeit der Kolben zu verhindern, ist am unteren Ende des Saugrohres noch ein Ventil angebracht, unter dem eine Blechplatte, die dem Aufwirbeln des Sandes entgegen wirken soll, befestigt ist. Der Durchmesser der Pumpe beträgt $5\frac{3}{8}$ " ($0^m,141$) und der Hub $9'$ ($0^m,235$). Die gesammte Hubhöhe des Wassers beträgt in Sorau $47'$ ($14^m,751$), in Liegnitz $43'$ ($13^m,496$).

Das geförderte Wasserquantum beträgt circa 650 Cubikfuss ($20,1^m$) pro Stunde, wobei die Pumpe 50 Hübe pro Minute macht. Zur Deckung des gegenwärtigen Wasserbedarfs muss die Maschine in Sorau täglich 7—8 Stunden, die in Liegnitz 8—10 Stunden arbeiten, beides mit Unterbrechungen, weil die Brunnen nicht hinreichend ergiebig sind, um continuirliches Pumpen zu gestatten. Der Brennmaterialverbrauch ist incl. Anheizen pro Stunde, also pro 650 Cubikfuss (20^m) Wasser = 20—22 Kilogr. Kohlenklein.

Zu bemerken ist noch, dass beide Maschinen erheblich stärker, als für den Pumpenbetrieb nöthig, sind, da sie noch zu anderen Zwecken Arbeitskraft liefern müssen.

Eine einfache Dampfmaschine ist in der Wasserstation der Tannusbahn zu Wiesbaden angebracht. Die Pumpmaschine ist ähnlich den bei Locomotiven angewendeten Dampfmaschinen, fast ganz aus Gusseisen hergestellt und alle Theile, namentlich die Ventile, bequem zugänglich. Der senkrecht stehende Kessel von $0^m,75$ Weite und $1^m,6$ Höhe hat eine innere Feuerbüchse von $0^m,9$ Höhe, unten $0^m,65$, oben $0^m,5$ weit, mit einer gemauerten Feuerbrücke. Diese Flamme bestreicht nicht nur die inneren Wände der Feuerbüchse, sondern auch einen Theil der Aussenwand des Kessels, wodurch bei einfacher Kesselconstruction eine verhältnissmässig grosse und günstige Heizfläche gewonnen wird. Um das Ablösen vom Mauerwerk des Schornsteins zu verhindern, ist der Kessel oberhalb durch ein Zugband mit der Mauer verbunden. (Siehe Organ 1865, p. 63.)

Diese Maschine incl. Pumpe und Kessel kostet $322\frac{5}{6}$ Thlr. Dieselbe hat bei dem geringen Wasserverbrauche der Station Wiesbaden bisher völlig genügt und nur 30 bis 40 Kilogr. gewöhnlicher Steinkohlen pro Tag verbraucht, wobei während der kalten Jahreszeit noch die in den Personenwagen I. und II. Classe befindlichen mit Wasser gefüllten Fusswärmer mittelst des Kessels geheizt wurden. Der von der Maschine abgehende Dampf dient zum Vorwärmen des Speisewassers im Reservoir.

Eine Locomobile zum Heben des Wassers in die Cisternen ist auf Station Eisleben angewendet und in Fig. 14 und 15, Tafel XLVI dargestellt.

Ueber dem mit gusseisernen Kranze eingefassten Brunnen liegen die beiden guss-

eisernen Träger, auf dem einerseits die stehende Locomobile, andererseits die durch die Räder der Locomobile getriebene Pumpenwelle befestigt sind. Die Pumpen ruhen dicht über dem Wasserspiegel auf den Trägern *b* und haben Letest'sche Kolben. Das gemeinschaftliche Saugrohr der Pumpen endigt in einem mit Ventil ausgerüsteten Sanger *g*. Die Druckröhren der Pumpen vereinigen sich in dem auf dem T-Träger ruhenden Windkessel *w*; von hier aus wird das Wasser durch das gemeinschaftliche Druckrohr in die Wasserreservoir geleitet. Von *h* aus ist das mit Abstellhahn versehene Gasrohr *r* abgezweigt und dient zum Füllen des neben der Locomobile eingelassenen Speisewasserkastens *s*, aus welchem das zum Speisen des Locomobilkessels erforderliche Wasser entnommen wird. Die Pumpengestänge bestehen aus $\frac{7}{8}$ " Rundeisen und werden durch Weissbuchenklötze *o*, welche an gusseisernen Trägern *u* befestigt sind, geführt.

Der Brunnen und der Speisewasserkasten sind mit geripptem Blech gedeckt. Die Tiefe des Brunnens bis auf den Grund ist 63' (19^m,8); der Wasserstand war vor dem Einbauen der Pumpe 35' (11^m) hoch. Nach Inbetriebsetzung fiel derselbe so, dass er jetzt nur noch 15' (4^m,708) beträgt und bis auf 3' (0^m,942) ausgepumpt werden kann. Die mittlere Höhe, auf welche das Wasser gehoben werden muss, also vom mittleren Wasserstand des Brunnens bis zur mittleren Höhe des Bassins beträgt 100' (31^m,385).

Die Pumpen haben 6" (0^m,157) Durchmesser, 15" (0^m,392) Hub und machen 16 Hälbe pro Minute, in welcher Zeit die Locomobile 120 Touren macht. Das gehobene effective Wasserquantum berechnet sich für diese Zahlen und bei 0,9 Wirkungsgrad der Pumpe zu $7\frac{3}{4}$ Cubikfuss (0^{em},24).

Bei einer angestellten zweistündigen Probe wurden 1200 Cubikfuss (37^{em}) Wasser gehoben, so dass also pro Minute 10 Cubikfuss (0^{em},309) auf 100' (31^m,385) gehoben sind, wobei das Wasser zugleich durch eine 2200' (690^m,48) lange, 6" (0^m,157) weite Rohrleitung gedrückt werden musste. Dabei machten die Pumpen ca. 20, die Maschine 150 Touren und der Kessel hatte eine Spannung von 25—40 Kilogr.

Die Kosten dieser Anlage betragen excl. Aufstellung franco Eisleben 1320 Thlr.

Versuche über die Anwendung der Giffard'schen Dampfstrahlpumpe zur Speisung der Cisternen sind in der Wasserstation zu Aachen vor einigen Jahren angestellt.

Es sind indess diese Versuche für diesen Apparat ungünstig ausgefallen, da die Kosten für Hebung des täglichen Quantums von 3688 Cubikfuss (114^{em},02) auf eine Höhe von etwa 50' (15^m,693) mittelst der dort vorhandenen Dampfmaschine sich auf 3 Thlr. 6 Sgr. 3 Pf. stellen, während bei Anwendung des Giffard'schen Injecteurs die Kosten für das angegebene Quantum 4 Thlr. 23 Sgr. 1 Pf. betragen.

Es kann überhaupt die Anwendung des Giffard'schen Injecteurs hierzu nicht empfohlen werden, da die dem Wasser durch den Dampf mitgetheilte Wärmemenge nicht genügend ausgenutzt werden kann.

§. 11. *Kosten für das Heben des Wassers pro Cubikfuss für die verschiedenen Motoren.* — Die Kosten bei den Anlagen mit natürlichem Gefälle sind meistens sehr gering und kommen z. B. bei den beiden Wasserstationen in Goslar und Dransfeld auf etwa 0,03 Pfg. pro Cubikfuss, pro Cubikmeter = 1,20 Pfg., wobei Verzinsung, Amortisation und Unterhaltung der Anlage mitgerechnet ist.

Bei der Anwendung von Handpumpen variiren auf den Hannoverschen Bahnen je nach der Hubhöhe des Wassers die Kosten pro Cubikfuss von 0,24—0,72 Pfg., pro Cubikmeter = 9,62 Pfg. bis 2 Sgr. 4,88 Pfg. In einem sehr ungünstigen Falle betragen sie sogar 0,96 Pfg.; pro Cubikmeter = 3 Sgr. 2,51 Pfg. Im Durchschnitt betragen dieselben bei 32' (10^m) mittlerer Hubhöhe und einem Tagelohne von 11 Sgr. pro Cubikfuss etwa 0,48 Pfg. oder pro Cubikmeter 1 Sgr. 7,25 Pfg.

Bei den Windmühlen betragen die durchschnittlichen Kosten pro Cubikfuss 0,24 Pfg., pro Cubikmeter 0,0074 Pfg., worin Verzinsung des Anlagecapitals, Reparaturen, das Schmieren, sowie die Ausgaben für Pumpen des Wassers mittelst Handarbeit zu Zeiten, wo der Wind ungenügend oder Reparaturen vorkommen, mit inbegriffen sind.

Bei Anlage von Dampfpumpen betragen die Kosten bei mittlerer Hubhöhe von 36' (11^m,3) im Durchschnitt 0,264 Pfg., pro Cubikmeter 0,00816 Pfg., worin Verzinsung des Anlagecapitals, Reparaturen, Wartung, Feuerung und Schmieren inbegriffen. Das Feuerungsmaterial wird meistens durch Auslesen resp. Sieben der beim Herausreissen des Feuers in der Locomotive noch vorhandenen Kohlenreste gewonnen, daher billig berechnet.

Die im Verhältniss zu Windmühlen niedrigen Kosten pro Cubikfuss erklären sich daraus, dass auf den Stationen, wo Dampfpumpen sind, erheblich grössere Wassermengen verbraucht werden, so dass sich die Generalkosten mehr vertheilen.

In der Wasserstation zu Aachen betragen die Kosten des durch eine Dampfmaschine auf etwa 50' (15^m,7) gehobenen Wassers 0,31 Pfg. pro Cubikfuss, pro Cubikmeter = 0,0096 Pfg.

In der Wasserstation zu Warschau wird das Wasser mittelst Dampfpumpe gehoben und betragen die Kosten pro Cubikfuss 0,53 Pfg., pro Cubikmeter 0,0164 Pfg. (Die Zinsen des Anlagecapitals sind hierbei nicht mitgerechnet.)

§. 12. *Allgemeines über die Anlage der Cisternen.* — Die Cisternen müssen, wie schon erwähnt, eine bestimmte Höhenlage haben, um den Reibungswiderstand in der nach den Kränen führenden Rohrleitung, welche oft von sehr grosser Ausdehnung, zu überwinden und gleichzeitig ein möglichst rasches Füllen des Tenders zu veranlassen. Dieselben müssen möglichst einfach construirt und derartig aufgestellt sein, dass ein bequemer Zugang zu allen Theilen behuf Revision oder Reparatur stattfinden kann. Ferner muss die Oberkante sämmtlicher miteinander verbundener Cisternen in derselben Höhe über Schienen-Oberkante liegen.

Es müssen Mittel angewendet werden, um das Eintreten des Gefrierens zu verhindern und zwar durch Bedeckungen, Umhüllungen oder durch Vorwärmeeinrichtungen.

Der Hauptfactor, der für die Grösse der Cisternen maassgebend, ist die Grösse der täglichen Arbeitsleistung der Pumpe und die Zahl der täglichen Arbeitsstunden. Aus practischen Gründen wird man ein intermittirendes Arbeiten der Pumpe einem continuirlichen vorziehen, um etwaige Reparaturen des Motors oder der Pumpe ohne Störung des Betriebes der Wasserstation ausführen zu können.

Um die Unterhaltung oder Reparaturen an den Cisternen leicht bewirken zu können, ist es zweckmässig, mehrere Cisternen zu nehmen. Man erhält dadurch zugleich ein Mittel, für sämmtliche Wasserstationen einer Linie nur ein Cisternenmodell zu gebrauchen.

Ferner ist dann zu erörtern, ob in dem gegebenen Falle gusseiserne oder schmiedeeiserne Cisternen den Vorzug verdienen. Für gusseiserne Cisternen ist die viereckige Form die zweckmässigste, während bei schmiedeeisernen Cisternen der cylindrischen Form sowohl für Seitenwände, als für den Boden der Vorzug gegeben werden muss.

Unter der Voraussetzung, dass eine Wasserstation immer mindestens zwei Cisternen besitzen muss, sind zunächst die Anschaffungskosten gusseiserner und schmiedeeiserner Cisternen von gleichem Inhalte miteinander zu vergleichen, wobei aber gleichzeitig zu berücksichtigen ist, dass für kleinere runde schmiedeeiserne Cisternen grössere Baulichkeiten als für gusseiserne erforderlich sind.

Die Reparaturkosten gusseiserner Cisternen sind, wenn die Unterstüztung derselben unveränderlich ist, wenn die an den Cisternen befestigten gusseisernen Rohrleitungen derartig construirt sind, dass Längenveränderungen derselben keinerlei Druck auf die Cisterne

ausüben, wenn ferner diese Rohrleitungen keinen Stössen irgend welcher Art ausgesetzt sind, durch welche Umstände überall Sprünge herbeigeführt werden können, mindestens nicht grösser als für schmiedeeiserne.

Der Anstrich schmiedeeiserner Cisternen muss öfter als der gusseiserner erneuert werden; dagegen ist aber bei schmiedeeisernen Cisternen, da dieselben rund, bei gleichem Rauminhalte eine kleinere Oberfläche zu streichen.

Bei der Construction der Unterstüttung des Cisternenbodens ist wegen der beständig hier vorherrschenden feuchten Luft Holz möglichst ganz zu vermeiden. Für gusseiserne Cisternen ist ganz besonders auf eine solide Unterstüttung durch eiserne Träger zu sehen, da hiervon die Dauer der Cisternen wesentlich abhängt.

Schmiedeeiserne Cisternen wendet man in runder Form mit sphärischen Böden an. Die Bodenhöhe beträgt hierbei etwa $\frac{1}{8}$ — $\frac{1}{9}$ des Durchmessers. Man giebt denselben einen grösseren Inhalt als den gusseisernen; ferner müssen die Vernietungen sehr sauber ausgeführt werden, um Reparaturen in den Fugen möglichst zu vermeiden.

Die gusseisernen Cisternen werden meistens in rechteckiger Form mit geraden Böden in Grössen von etwa 10' (3^m,139) Länge, 6' (1^m,883) Breite und 6' (1^m,883) Höhe ausgeführt. Die einzelnen Platten werden aus Heerdguss hergestellt und durch Schrauben miteinander verbunden. Ausserdem werden die gegenüberliegenden Platten durch schmiedeeiserne Anker verbunden.

Die Cisternen, sowohl gusseiserne, als schmiedeeiserne, sind nach dem Zusammenetzen einer Probe zu unterwerfen und alsdann erst mit einem guten Anstriche von innen sowohl als von aussen zu versehen.

Zwischen den einzelnen Cisternen müssen nahe am Boden Communicationsröhren angebracht werden.

§. 13. *Diverse Constructionen von Cisternen.* — Fig. 1—3, Tafel XLVII stellt eine gusseiserne Cisterne der gebräuchlichsten Dimensionen von 10' (3^m,139) \times 6' (1^m,883) \times 6' (1^m,883) dar. In Fig. 4—6, Tafel XLVII ist ein schmiedeeisernes Reservoir, welches in der Wasserstation zu Oppeln an der Oberschlesischen Eisenbahn vorhanden ist, dargestellt.

Die verticale runde Wand ist gleichmässig aus 4,3^{mm} starkem Blech hergestellt; der Boden besteht aus 6,5^{mm} starkem Blech und ist mit den Seitenwänden durch ein Winkeleisen von 73,5^{mm} Schenkelbreite verbunden. An der äusseren Seite ist unten noch ein Winkeleisen angebracht, welches durch Schrauben mit einem ringförmigen U-Eisen das als Auflager für die Cisterne dient, verbunden ist.

Ein grösseres zweckmässig construirtes Reservoir einer Wasserstation der Französischen Midi-Ouest-Bahn von 150^{cm} Inhalt ist aus Fig. 7 und 8, Tafel XLVII zu ersehen.

Die Cisterne ist aus einzelnen Ringen Blech von verschiedener Stärke und 1^m,05 Breite hergestellt. Die Dicke der Blechtafeln ist proportional der entsprechenden Druckhöhe des Wassers hergestellt und nach der folgenden Formel festgestellt:

$$e = \frac{H \cdot D}{2 R},$$

wobei e die Blechstärke, H den Wasserdruck pro Flächeneinheit an der betreffenden Stelle, D den Durchmesser der Cisterne und R die zulässige Inanspruchnahme des Blechs pro Flächeneinheit bezeichnet. Der runde Boden ist aus zwei concentrischen Ringen von Blechtafeln hergestellt, deren Stärke noch grösser als die des unteren Theiles der verticalen Wand ist. Der obere Rand der Cisterne ist durch ein Winkeleisen abgesteift. (Fig. 8.) Am unteren Rande der Cisterne ist ausserhalb ein Winkeleisen befestigt, welches zur Auflagerung der Cisterne dient. (Fig. 8.)

Die Blechstärke bei dieser Cisterne beträgt:

für den Boden	0 ^m ,007,	für den dritten Ring	0 ^m ,004,
- - - - - ersten Ring	0 ^m ,006,	- - - - - vierten	- 0 ^m ,004,
- - - - - zweiten	- 0 ^m ,005,	- - - - - fünften	- 0 ^m ,003.

§. 14. *Vorwärmen des Wassers.* — Das Heruntergehen der Temperatur während der Winterszeit, wobei das Wasser in den Cisternen zuweilen gefriert, kann die Speisung der Maschinen verhindern und so den Dienst wesentlich stören.¹⁾ In manchen Fällen genügt eine einfache Umhüllung der Cisternen von Holz, um das Einfrieren zu verhindern, aber in Gegenden, wo der Frost heftiger auftritt, muss man besondere Einrichtungen haben, um das Wasser in den Cisternen erwärmen zu können, sobald die Temperatur unter eine gewisse Grenze hinabgeht. In den Fällen, wo Wärter- oder Arbeiterzimmer mit dem Gebäude verbunden sind, wird man die Oefen in diesen zum Wärmen der Cisternen mit benutzen können.

Wenn die Cisternen unmittelbar über dem Pumpenraume, worin eine Handpumpe ist, sich befinden, so stellt man auch wohl in dem Letzteren einen gewöhnlichen Ofen auf und lässt den Cisternenraum nach unten frei, so dass die vom Ofen sich entwickelnde Wärme ungehindert in den Cisternenraum gelangen kann.

Häufig wird der von der Dampfmaschine fortgehende gebrauchte Dampf hierzu verwendet; die so nutzbar werdende Menge Wärme ist aber nicht immer genügend und ist man alsdann gezwungen, zum Vorwärmen des Cisternenwassers besondere Einrichtungen zu treffen.

In diesem Falle besteht das Princip der Einrichtung darin, dass man eine beständige Circulation des zu erwärmenden Wassers zwischen dem Reservoir und dem Vorwärmer herstellt, indem man die Dichtigkeitsdifferenz zwischen kaltem und warmem Wasser benutzt.

In Hannover bestehen die Vorwärmer, ähnlich dem Henschel'sche Kessel (siehe Fig. 16, Tafel XLVI), aus langen geneigt liegenden Cylindern von 16' (5^m,022) Länge und 13"—18" (0^m,34—0^m,47) Durchmesser, um welche die Flamme des Herdes circuliren kann; von jedem Ende des Cylinders geht eine verticale kupferne Röhre von 2¹/₂" (0^m,065) Durchmesser ab, und mündet die eine dieser Röhren in dem Boden einer darüber liegenden Cisterne, dagegen die andere an einem höheren Punkt des Cisternenwassers. Der aus Eisenblech hergestellte Cylinder ist durch gusseiserne Deckel verschraubt, welche von Zeit zu Zeit, um den Kessel zu reinigen, gelöst werden. An der Cisterne, in welche das warme Wasser aus dem Vorwärmer strömt, mündet das nach dem Krahnne führende Rohr.

Auf der Eisenbahn von Petersburg nach Warschau communiciren die beiden Cisternen jeder Wasserstation durch ein doppeltes Röhrensystem von Kupfer, mit einem vertical stehenden Vorwärmer mit innerer Heizung. Das Führungsrohr für die heissen Gase theilt sich in zwei Arme, welche, nachdem sie jede Cisterne passirt haben, sich von Neuem wieder vereinigen, um in die freie Luft zu treten.

Auf einigen deutschen Eisenbahnen sind die Vorwärmer in der Weise construirt (Fig. 17, Tafel XLVI), dass die Cisterne durch eine grosse Röhre mit einem kleinen horizontal liegenden Kessel mit Innenfeuerung communicirt; das Rauchrohr geht durch diese Röhre. Die Circulation des Wassers wird durch eine zweite Röhre vermittelt, welche vom Boden des Reservoirs ausgeht und am unteren Theile des Vorwärmers ausmündet.

§. 15. *Rohrleitungen für die Cisternen.* — Für jedes Reservoir müssen ausser dem Zuleitungsrohre, resp. Druckrohre, welches das Wasser in die Cisterne führt, an Rohrleitungen vorhanden sein:

- 1) ein Speiserohr, welches das Wasser nach den Krahnne führt;

¹⁾ Erfahrungsmässig ist bei dem Klima Norddeutschlands jedoch das Einfrieren des Cisternenwassers nicht zu befürchten, wenn der Verbrauch regelmässig und in nicht zu grossen Zeitintervallen stattfindet.

- 2) ein Ueberlaufrohr, welches das Wasser aus den gefüllten Cisternen abführt, um ein etwaiges Ueberfliessen zu verhindern.

Der Durchmesser des Speiserohres ist abhängig von der Länge der Rohrleitung, von der Höhenlage der Cisterne und von dem pro Secunde zu lieferndem Wasserquantum. Für gewöhnliche Fälle kann man einen Wasserdurchfluss von 0,04—0,06 Cubikmeter pro Secunde annehmen, was einer Zeitdauer zum Füllen eines Tenders von 250 Cubikfuss (7,7^{cm}) zu 3 Min. 13 Sec. resp. 2 Min. 8 Sec. entspricht.

Ueber dem Ausgange des nach dem Wasserkrahn von den Cisternen abgehenden Speiserohres bringt man ein Ventil an, über dem sich ein kupfernes Sieb befindet, um fremde grobe Bestandtheile, die etwa in die Cisterne gelangt sein sollten, zurückzuhalten.

Man muss Kniee und plötzliche Richtungsänderungen bei der Rohrleitung möglichst vermeiden, da dieselben oft beträchtliche Druckhöhenverluste mit sich führen; ebenso muss man bei Legung der Leitung die Hauptgleise der Station möglichst umgehen und die Rohrleitung, wenn thunlich, nur unter Nebengleise legen. Wenn man unter Gleisen hindurch muss, so sind dieselben, wenn möglich, rechtwinklig zu kreuzen, um die Länge des Gleises, das bei der Reparatur der Rohrleitung aufgerissen werden muss, möglichst kurz zu machen. Bei nicht zu vermeidenden Richtungsänderungen muss man Kniestücke mit möglichst grossen Radien anwenden.

§. 16. *Berechnung der Röhrendimensionen.* — Bei der Berechnung der Dimensionen der Röhren ist die Reibung des Wassers in den inneren Röhrenwänden von grösstem Einflusse. Dieselbe ist proportional dem Quadrate der Geschwindigkeit des Wassers und der Länge der Röhren, steht dagegen aber in umgekehrtem Verhältniss des Durchmessers der Röhren.

Bezeichnet h die erforderliche oder vorhandene Druckhöhe für eine Rohrleitung, d den Durchmesser, l die Länge derselben, α den Reibungscoefficienten für den Widerstand des Wassers in der Rohrleitung und v die Geschwindigkeit des Wassers, so ist für längere Rohrleitungen genau genug:

$$h = \left(1 + \alpha \frac{l}{d}\right) \frac{v^2}{2g},$$

wenn g die Erdbacceleration bezeichnet; und ferner ist:

$$v = \frac{\sqrt{2gh}}{\sqrt{1 + \alpha \frac{l}{d}}}.$$

Für genauere Rechnungen und kurze Röhren ist der Widerstand für den Eintritt des Wassers und für Krümmungen zu berücksichtigen.

Nach Weisbach ist der Coefficient α nicht constant, vielmehr ist:

$$\alpha = 0,01439 + \frac{0,016921}{\sqrt{v}}.$$

In der folgenden Tabelle sind für verschiedene Werthe von v die zugehörigen Werthe von α zusammengestellt:

v Fuss.	α	v Fuss.	α	v Fuss.	α
0,1	0,0679	0,7	0,0346	3	0,0242
0,2	0,0522	0,8	0,0333	4	0,0229
0,3	0,0453	0,9	0,0322	6	0,0213
0,4	0,0411	1	0,0313	8	0,0204
0,5	0,0383	1,5	0,0282	12	0,0192
0,6	0,0362	2	0,0263	20	0,0182

Die Druckhöhe, welche nothwendig ist, um durch eine Rohrleitung von gegebener Länge l und Weite d eine bestimmte Wassermenge Q in Cubikfuss pro Secunde zu liefern, findet man aus der vorstehenden Gleichung für h , in der man für α die aus der vorstehenden Tabelle sich ergebenden Werthe unter der Berücksichtigung, dass $v = \frac{4 Q}{\pi d^2} = 1,2732 \frac{Q}{d^2}$ ist, zu nehmen hat.

Den Durchmesser d , den eine Rohrleitung erhalten muss, die bei einem gegebenen Gefälle h und der Länge l eine bestimmte Wassermenge Q liefern soll, erhält man aus der Formel:

$$d = 0,4817 \sqrt[5]{(d + \alpha l) \frac{Q^2}{h}}.$$

Für d und α unter dem Wurzelzeichen setze man angenäherte Werthe in die Formel, wodurch man irgend einen Werth d_1 erhält. Man berechne alsdann:

$$v = \frac{4 Q}{\pi d_1^2},$$

suche aus der vorstehenden Tabelle das dazugehörige α und setze diese Werthe von α und d_1 in die Formel ein, wodurch man alsdann für d einen Werth erhält, mit welchem, wenn er bedeutend von d_1 abweicht, das eben beschriebene Verfahren nochmals wiederholt wird.

Die Wassermenge, welche durch eine Rohrleitung von gegebenen Dimensionen bei gegebenem Gefälle h erhalten werden kann, ist

$$Q = \frac{\pi d^2}{4} v = 0,7854 d^2 v ;$$

hierin bestimmt man v aus der Gleichung:

$$v = \frac{\sqrt{2 g h}}{\sqrt{\left(1 + \alpha \frac{l}{d}\right)}},$$

indem man für v einen Näherungswerth annimmt und den zugehörigen Werth von α aus der vorstehenden Tabelle einsetzt.

Bei Röhren, die innen nicht gestrichen werden, ist für Incrustiren der nach vorstehenden Formeln berechnete Durchmesser angemessen zu vergrössern. Die Stärke der Kruste kann nach 15 Jahren unter gerade nicht ungünstigen Umständen $\frac{1}{2}''$ (12^{mm}) betragen. Da Beseitigen der Kruste geschieht bei jedem einzelnen aus der Erde genommenen Rohre durch Kratzeisen.

§. 17. *Material der Röhren.* — Das zu längeren Rohrleitungen allein zu empfehlende Material ist Gusseisen. Blei wird nur bei Röhrendurchmessern von 0^m,03—0^m,05 verwendet.

Steingutröhren besitzen zwar gegen Gusseisen den Vorzug der grossen Billigkeit; in Anbetracht des leichten Zerbrechens bei vorkommenden Stössen und Erschütterungen, in Anbetracht der kleinen Längen, in denen dieselben nur fabricirt werden können, wegen, ist die Anwendung derselben nicht zu empfehlen.

Die in neuerer Zeit vielfach angepriesenen Asphaltröhren taugen ebensowohl in Folge ihrer Dichtungsweise, als auch ihres Materials halber für grosse Wasserleitungen nicht.

Das Gusseisen besitzt hingegen bei richtiger Construction der Röhren eine genügende relative Festigkeit.

Die gusseisernen Röhren müssen stehend gegossen werden, und zwar deshalb, weil

- 1) eine gleichmässige Wandstärke erzielt wird, indem ein Durchbiegen des Kerns nicht möglich ist, wenn die Röhrenform senkrecht steht,
- 2) weil der Uebelstand der Kernträger zu sehr bei der Dichtigkeit der Röhren

in Frage kommt und durch die mangelhafte Verbindung des Gusseisens mit den Kernträgern leicht Undichtigkeiten hervorgebracht werden.

Da die meisten Eisengiessereien bestimmte Modelle für Röhren besitzen, so ist es von Wichtigkeit, die Dimensionen derselben zu kennen, um an Modellkosten zu sparen.

Was die Wandstärke der Röhren anlangt, so hat man nach Hagen:

$$e = 0,229 \frac{h \cdot d}{f},$$

worin e die Wandstärke in Zollen, h die Höhe der Wassersäule in Fussen, d den Durchmesser des Rohres in Zollen und f die absolute Festigkeit des Gusseisens pro Quadrat Zoll bezeichnet.

Nach d'Aubuisson ist für Röhren von über $4\frac{1}{2}$ " ($0^m,118$) Weite:

$$e = 0,38 + 0,015 d,$$

wobei e die Wandstärke und d der innere Durchmesser der Röhren in preussischem Maasse.

Erfahrungsmässig ist bei Muffenröhren stets die schwächste Stelle oben am Ende der Muffen und an dem Uebergange der Muffe in das eigentliche Hauptrohr, welche Stellen genügend zu verstärken sind.

Bei Façonröhren ist eine um 25% grössere Wandstärke anzunehmen.

§. 18. *Probiren und Schwärzen der Röhren.* — Das Probiren der Röhren wird zweckmässiger Weise so ausgeführt, dass dieselben im Wasser liegend mittelst Luftdruck bis zu der bestimmten Atmosphärenzahl in Anspruch genommen werden. Vorhandene Undichtigkeiten zeigen sich alsdann sofort durch Aufsteigen von Luftbläschen.

Um die Röhren sowohl innen als aussen gegen Oxydation zu schützen, werden dieselben bis auf die innere Fläche der Muffe und das in die Muffe hineinzuschiebende Rohrende mit einem Ueberzuge von Gastheer oder Goudron versehen.

Dieser Ueberzug darf von allen im Boden enthaltenen Stoffen nicht angegriffen werden; er muss ferner den Einwirkungen des Frostes widerstehen und darf auch nicht zu spröde sein, damit er beim Verlegen der Röhren nicht abspringt. Es dürfen keine Lücken vorhanden sein, weil sonst ein Rosten sofort auch in der Nähe unter dem Ueberzuge stattfinden würde. Das Anbringen desselben muss auf einer möglichst reinen metallischen Oberfläche geschehen. Am zweckmässigsten ist Goudron mit einem Zusatze von Asphalt.

Es hat das Ueberziehen der Röhren im Innern auch gleichzeitig noch den Vortheil, dass der Reibungswiderstand des Wassers an den Röhrenwänden bedeutend vermindert wird.

§. 19. *Verlegen und Dichten der Röhren.* — Bei dem Verlegen der Röhren ist es nothwendig, dieselben so tief in die Erde zu legen, dass sie den Einflüssen der Witterungsverhältnisse vollständig entzogen werden.

Bei einer Tieflegung der Röhren von 4' ($1^m,255$) bis 5' ($1^m,569$) wird dieses für das deutsche Klima schon vollständig erreicht.

Durch das directe Verlegen in die Erde erlangt man gleichzeitig den Vortheil, dass bei etwaigen Undichtigkeiten oder Rohrbrüchen die schadhafte Stelle sich sofort zeigt, indem das ausströmende Wasser die Erdschichten über derselben lockert und sie einsinken macht, was bei Rohrleitungen, die in Canäle gelegt sind, nicht vorkommen kann.

Von allen Rohrverbindungen bei langen Rohrleitungen ist erfahrungsmässig die alte Methode der Muffenverbindung die zweckmässigste und sicherste. Die Vorzüge derselben bestehen hauptsächlich:

- 1) in der guten Dichtigkeit der Leitungen für jeden beliebigen Druck bei sorgfältiger Ausführung der Arbeit;
- 2) in der Elasticität, welche durch die Bleidichtung dem Röhrensysteme inneohnt;

3) in der Leichtigkeit, womit frühigenfalls Reparaturen beschafft werden können.

Man kann im Allgemeinen unterscheiden die Verbindung mittelst einfacher Muffen und mittelst Doppelmuffen. Die erstere ist die am häufigsten angewendete und geschieht die Dichtung entweder durch Hanf oder Werg und Blei oder auch durch Eisenkitt.

Bei der Bleidichtung wird die Hälfte des auszufüllenden hohlen Raumes mit Hanf oder Werg zunächst ausgefüllt, worauf alsdann der übrige Raum mit Blei vergossen wird. Wenn man die Röhren mittelst Eisenkitt dichtet, so wird nur eine kleine Lage von Werg genommen, um dem Kitten nach dem Innern zu eine Grenze zu geben.

Der auf der Oberschlesischen Eisenbahn hierzu gebrauchte Eisenkitt wird zusammengesetzt aus 90 Gewichtstheilen Eisengusspähne, 2 Gewichtstheilen Schwefelblüthe und 1 Gewichtstheil pulverisirten Salmiak. Diese seit langen Jahren auf der Oberschlesischen Eisenbahn angewendete Methode hat bis jetzt recht befriedigende Resultate ergeben.

Auf der Oesterreichischen Südbahn ist seit dem Jahre 1860 eine Verbindung der Rohre mittelst Doppelmuffe in Anwendung. Bezüglich des Näheren der Anwendung dieser Muffe muss auf das Organ für Eisenbahnwesen 1862, p. 103 verwiesen werden.

§. 20. *Wasserkrahe. Allgemeines.* — Die Wasserkrahe kann man eintheilen in Wandwasserkrahe und freistehende Krahe; bei den Letzteren unterscheidet man auch noch die neuerdings in Anwendung gekommenen Reservoirkrahe. Die Wandwasserkrahe liegen in unmittelbarer Nähe der Cisternen; da die Rohrleitung sonach zwischen beiden sehr kurz ist, so kann man denselben einen möglichst grossen Durchmesser geben.

Die Wandwasserkrahe, welche auf der Hannoverischen Bahn vielfach in Anwendung sind, bestehen in einem oder zwei mit Gelenken versehenen Röhren, welche an der Aussenseite der Wasserstation befestigt sind und zwar in der Weise, dass eine horizontale Drehung derselben rechtwinklig zur Bahnachse möglich ist.

Die freistehenden Wasserkrahe sind verticale Röhren, welche an ihrer Basis auf einer im Niveau der Schienen liegenden gusseisernen Platte festgeschraubt sind und welche, indem sie mit den Cisternen durch eine Rohrleitung verbunden sind, zum Füllen der Tender mit Wasser geeignet construirt werden.

Im Allgemeinen kann man die freistehenden Krahe eintheilen in solche mit festem und solche mit beweglichem Kopfe. Die Wasserkrahe mit festem Kopfe, welche man nur ihrer Billigkeit und Einfachheit halber angewendete, machen die Benutzung eines langen biegsamen Rohres zur Einführung des Wassers in den Tender erforderlich. Bei den jetzt an einen Wasserkrahn gestellten Anforderungen, namentlich in Bezug auf das rasche Füllen, kann man jedoch von dieser Construction keinen Gebrauch mehr machen und nimmt deshalb für freistehende Wasserkrahe nur solche mit beweglichem Kopfe.

Die früher hierbei angewendete Construction war meistens derartig, dass der obere Theil des Krahnes sich um eine verticale Säule drehte und dabei eine Stopfbüchsen-dichtung erforderlich wurde. Es war alsdann entweder an dem oberen Ende der festen auf einer Fundamentplatte befestigten hohlen Säule ein drehbares Stück, welches die vorerwähnte feststehende Säule umschloss und an welches sich dann das Krahnausgussrohr anschloss; oder aber es trat das drehbare Rohr in das Innere einer feststehenden Säule mehr oder weniger tief hinein.

Bei diesen Constructionen musste, wie schon erwähnt, eine Dichtung mittelst einer Stopfbüchse angebracht werden; dieselbe hat aber bekanntlich den Uebelstand, dass sie im Winter verhärtet, wodurch die Drehung des Krahnkopfes sehr erschwert wird, oft nachgezogen werden muss und endlich in Folge dessen zu Reparaturen Veranlassung giebt.

Diesem Uebelstande vorzubeugen, werden die freistehenden Wasserkrahne jetzt meistens so construirt, dass die Anwendung einer Stopfbüchse nicht mehr erforderlich wird.

Zum Zulassen des Wassers in den Krahn bringt man zweckmässig Schieber an, welche ihre Bewegung entweder durch eine Schraube oder einen Hebel erhalten.

Als Bewegungsmechanismus bietet eine Schraube hierbei den Vortheil, dass nur ein allmähliches Oeffnen und Schliessen stattfinden kann und auf diese Weise Stösse, welche eine Beschädigung der Rohrverbindungen und sogar ein Brechen der Röhren hervorrufen können, vermieden werden.

Ausser dem Ventil zum Zulassen des Wassers, ist es zweckmässig, noch ein zweites Absperrventil zu haben, um bei etwa vorkommenden Reparaturen die Rohrleitung absperrn zu können.

Es ist nothwendig, den Krahn nach Füllung des Tenders vollständig zu entleeren; eine Bedingung, deren Erfüllung unerlässlich ist, um das Gefrieren des Wassers und das Brechen der Röhren im Winter zu verhindern. Um sich des Oeffnens und Schliessens dieses Entleerungsschiebers zu versichern, verbindet man denselben direct mit dem Speiseventile oder man führt die Bewegung desselben mit Hilfe einer besonderen Transmission oder Kuppelung aus, so dass die Schliessung des Entleerungsventiles gleichzeitig mit der Oeffnung des Speiseventiles und umgekehrt erfolgen muss.

Es ist ferner zweckmässig, dass man bei langen Rohrleitungen an dem vor dem unteren Theile der Säule befindlichen Stücke der Rohrleitung ein Sicherheitsventil anbringt, welches der lebendigen Kraft des Wassers beim plötzlichen Absperrn des Krahnventils einen Ausweg verschaffen kann, da anderenfalls durch eintretende Stösse ein Bruch der Rohrleitung herbeigeführt werden kann. Da es aber des Oefteren vorgekommen ist, dass diese kleinen Sicherheitsventile nach längerer Zeit unbrauchbar wurden, so sieht man von dieser Einrichtung meistens ab und lässt dafür das Krahnventil durch eine Schraube bewegen, wodurch dem plötzlichen Absperrn vorgebeugt wird.

Um die Unterhaltung der Wasserkrahne zu erleichtern, empfehlen sich folgende Einrichtungen:

- 1) Man muss unter der Fundamentplatte einen genügend grossen Raum haben, damit die etwa eintretenden Reparaturen leicht ausgeführt werden können.
- 2) Anbringung sämmtlicher Ventile u. s. w. in der Art, dass sie bei eintretenden Reparaturen leicht zugänglich sind.

Um die Krahne im Winter gegen die Wirkung des Frostes zu schützen, umgiebt man sie mit einem Mantel von Stroh. Es ist diese Manipulation unter allen Umständen zu empfehlen, da das Entleerungsventil des Krahns einestheils seinen Dienst versagen und anderentheils bei heftigem Frost sich nach und nach im Inneren des Krahns eine dicke Eiskruste bilden kann.

Die neuerdings auf einigen französischen Bahnen angewendeten Reservoirkrahne tragen an ihrem oberen Theile ein Reservoir. Dieselben müssen folgenden Bedingungen Genüge leisten:

- 1) sie müssen mindestens eine Tenderfüllung Wasser enthalten;
- 2) sie müssen mit dem Hauptreservoir durch eine Rohrleitung verbunden sein, die genügt, um während der zwischen zwei aufeinander folgenden Zügen vorhandenen Zeit, das Reservoir des Krahnes zu füllen;
- 3) sie müssen mit einem Vorwärmeapparate versehen sein, welcher gestattet, das in dem Säulenkrahn vorhandene Wasser auf 20—25° Cels. zu erwärmen.

Die Anwendung derselben wird alsdann vortheilhaft, wenn die zwischen dem Reservoir und dem Wasserkrahn befindliche Rohrleitung eine sehr grosse Länge besitzt und daher, um eine genügend rasche Füllung der Tender zu erzielen, mit einem sehr grossen Durchmesser construirt werden muss.

Es ist leicht ersichtlich, dass bei Anwendung eines Reservoirkrahnes die betreffende Rohrleitung einen viel geringeren Durchmesser erhalten kann, da die Zeit zum Durchgange einer Tenderfüllung durch die Rohrleitung in diesem Falle eine viel grössere ist. Die Zeitdauer zum Füllen eines Tenders variirt von 2 – 5 Minuten für verschiedene Krahn.

§. 21. *Beschreibung der verschiedenen jetzt am meisten gebräuchlichen Krahn-constructionen.* — Ein auf der Hannoverschen Staatsbahn auf der Strecke Bremen-Geestmünde angewendeter Wandwasserkrahn ist aus Fig. 9–11, Tafel XLVII zu ersehen.

Das von der in der Nähe befindlichen Cisterne herkommende gusseiserne Rohr *a* nimmt mittelst Schrauben ein Kniestück *b* auf, an welches sich am unteren Ende ein zweites Kniestück *c* anschliesst, welches Letztere an seinem oberen Ende eine Stopfbüchse zur dichten Verbindung der beiden Theile *b* und *c* trägt. Das Kniestück *c* ist mit der an der Mauer durch Schrauben verankerten Grundplatte *g* durch einen Ring verbunden und wird nach unten durch eine schmiedeeiserne Säule *s*, welche sich auf das an der Grundplatte *g* befestigte Spurlager *p* stützt, getragen. An das Knierohr *c* schliesst sich zunächst das gusseiserne Rohr *d* an, an welchem Letzteren wiederum zwei Kniestücke *m* und *n* (Fig. 11) angeschraubt sind. Diese Letzteren sind ebenfalls drehbar. An das Rohr *n* schliesst sich alsdann noch das kupferne Ausgussrohr *e* an.

Zur Aufnahme des bedeutenden Gewichtes der Krahnrohren sind diverse Zugstangen angebracht, welche an der oben am Mauerwerk befindlichen Grundplatte *o* in dem drehbaren Stück *u* befestigt sind.

Der vorstehend beschriebene Krahn dient für zwei Gleise. Soll ein solcher Krahn nur für ein Gleis benutzt werden, so ist *d* das kupferne Ausgussrohr und demgemäss wird die Zahl der Zugstangen zur Aufhängung des Krahnrohres entsprechend vermindert.

Der auf Tafel XLVII, Fig. 12–14 dargestellte Wasserkrahn der Oldenburgischen Staatsbahn ist ganz aus Gusseisen hergestellt.

Eine auf der gusseisernen Fundamentplatte *a* mit Schrauben verankerte Säule *b* nimmt an ihrem oberen Ende ein gusseisernes Bogenstück *c* auf, an welches sich das drehbare gusseiserne Ausgussrohr *d* anschliesst. Die an der Stelle, wo das Rohr *c* in das von *d* hineintritt, befindliche ringförmige Oeffnung ist durch eine Platte, welche sich möglichst nahe dem Umfange des Rohres *c* anschliesst, geschlossen. Das drehbare Ausgussrohr *d* wird gestützt durch die auf dem Kopfe des Rohres *c* angebrachte und daselbst drehbare Zugstange *z* und durch die schmiedeeiserne Säule *s*, welche in entsprechenden Lagern *l l* geführt und mittelst einer Handhabe *h* gedreht werden kann, wodurch gleichzeitig eine Drehung des Rohres *d* veranlasst wird.

Die Säule *b* steht durch ein Kniestück *e* mit dem Schieberkasten, welcher den zum Absperrn des Wasserzufflusses dienenden Schieber *s* enthält, in Verbindung. Die Bewegung des Schiebers wird durch einen Hebel *p* hervorgebracht.

Der Schieber *s* ist so construirt, dass, wenn er die Krahnsäule absperrt, alsdann das in der Krahnsäule befindliche Wasser durch die bei *o* befindliche Oeffnung am Schieberkasten abfliessen kann, während bei Oeffnung des Schiebers, also beim Eintritt des Wassers in den Krahn, der Ausfluss des Wassers durch den Canal *o* nicht stattfinden kann.

Ein auf der Hannoverschen Staatsbahn angewendeter Wasserkrahn ist in Fig. 15 und 16, Tafel XLVII dargestellt.

Die gusseiserne Säule *b* nimmt an ihrem oberen Ende ein ringförmiges Gefäß so auf, dass die innere Wand des ringförmigen Gefäßes *c* oben von der Säule umfasst wird, so dass das durch die Säule ankommende Wasser in den zwischen der Säule und dem Kopfe *c* befindlichen Raum nicht hineingelangen kann. Der Kopf *c* nimmt an der einen Seite das Ausgussrohr *d* auf und wird oben durch die kleine Haube *v* geschlossen. Bei der Drehung des Ausgussrohres vermittelt der Handhabe *h* wird die Führung des Kopfes *c* einestheils durch das Halslager *l* und anderentheils durch das sich auf die feste Säule stützende Spurlager *u* bewirkt.

Die am Fuss der Säule befindliche Fundamentplatte *a* nimmt den Schieberkasten mit dem Schieber *s* auf. Neben demselben ist noch ein zweites Ventil *t*, das mittelst eines kleinen Handrades mit Schraube bewegt wird. Die Bewegung des Schiebers *s* geschieht durch den Führer, dessen Tender Wasser nimmt, mittelst des kleinen Handrades *r*. Das Letztere setzt durch eine Schraube den Winkelhebel *w* und damit auch gleichzeitig die Zugstange *z* und den Schieber *s* in Bewegung.

Die Entleerung des Wasserkrhnes erfolgt in ganz gleicher Weise durch den Schieber *s* wie bei dem Wasserkrahn der Oldenburgischen Staatsbahn.

Der Normal-Wasserkrahn der Badischen Eisenbahnen ist in Fig. 17—19, Taf. XLVII dargestellt.

Man findet hierbei als Dichtung zwischen dem drehbaren und festen Theile eine Stopfbüchse. Der obere drehbare Theil des Krhnes tritt in die auf der Fundamentplatte *a* befestigte Säule *b* hinein, wobei das Gewicht des ersteren auf dem oberen Rande von *b* ruht. Die Säule *b* trägt an ihrem unteren in der Grube liegenden Ende eine Stopfbüchse, in welche der drehbare Theil des Krhnes hineinragt. Die Absperrung des Krhnes geschieht durch den Schieber *s* mittelst eines Hebels *p*. Die Entleerung der Säule vom Wasser erfolgt in derselben Weise wie bei dem in Fig. 12—14 dargestellten Krhne.

Fig. 20, Tafel XLVII zeigt einen auf der Französischen Ostbahn im Betriebe befindlichen Reservoirkrahn. Der obere Theil der Zeichnung zeigt einen Schnitt rechtwinklig auf die Schienen, während der untere Theil parallel den Schienen geschnitten ist.

Die eigentliche Säule *s* nimmt an ihrer Basis das Leitungsrohr für den Zufluss des Wassers auf und hat ferner einen kleinen Heerd, von dem die Gase durch zwei verticale Rohre bis in das über der Säule gelegene Reservoir *r* gelangen und von da aus in die Atmosphäre, nachdem sie das Reservoir der ganzen Höhe nach durchschritten haben.

Die Wände des Reservoirs sind aus Blech hergestellt, die Grundplatte ist mit der Säule aus einem Stück hergestellt und durch acht Rippen verstärkt; an der Seite der Grundplatte befindet sich das Ventil, welches von der Maschine aus in Thätigkeit gesetzt werden kann. Unter dem Ventile ist der Drehpunkt für den Ausleger angebracht. Mit dem Letzteren ist gleichzeitig eine Laterne verbunden, welche immer durch ihre Farbe die Richtung des Auslegers während der Dunkelheit anzeigt. Der Inhalt des Reservoirs beträgt 6^m.

Auf einigen Stationen der Französischen Nordbahn tragen die Reservoirkrhne zwei Arme, so dass die in entgegengesetzter Richtung fahrenden Züge gleichzeitig Wasser nehmen können.

§. 22. *Einige eigenthümliche Vorrichtungen, um das Wasser direct, ohne Anwendung mechanischer Hilfsmittel, in die Tender zu heben.* — Von dem amerikanischen Ingenieur *Lansdell* ist die Speisung der Tender mit Wasser in folgender Art versuchsweise zur Anwendung gekommen. In der Nähe des Brunnens, aus dem das Wasser gehoben werden soll, ist ein Wasserkrahn aufgestellt; dicht über dem Wasserspiegel im Brunnen ist ein Injecteur angebracht, welcher das Wasser in den Krahn hebt. Der für den Injecteur

erforderliche Dampf wird aus dem Locomotivkessel entnommen. Ob die Versuche günstige Resultate ergeben haben, ist nicht angegeben; mit grosser Wahrscheinlichkeit ist indess das Gegentheil anzunehmen.

Eine früher viel Aufsehen machende Methode zum Heben des Wassers direct durch den von der Locomotive entnommenen Dampf ist von Fryer angegeben. Ein durch einen benachbarten Brunnen gespeistes Reservoir hat, nachdem die Verbindung mit dem Brunnen abgesperrt ist, nur noch eine Ausflussöffnung, welche mit einem gewöhnlichen Wasserkrahn verbunden ist. Durch zwei kleine Säulen wird der von der Locomotive kommende Dampf aufgenommen und durch entsprechende Rohrleitungen nach dem oberen Theile des Reservoirs geführt. Die zur Aufnahme des Dampfes von den Locomotiven dienende Säule ist doppelt vorhanden, damit die Locomotive für jede Stellung des Tenders im Stande ist, Wasser zu nehmen. Das Heben des Wassers geschieht dann durch den in den oberen Theil des Reservoirs von der Locomotive strömenden Dampf. Versuche, die wirklich mit dieser Vorrichtung angestellt sind, müssen nur ungünstige Resultate ergeben haben, da von einer fortgesetzten Anwendung dieser Methode überall Nichts bekannt ist.

Eine weitere eigenthümliche Vorrichtung zum Heben des Wassers in die Tender ist die sogenannte Ramsbottom'sche Vorrichtung. Auf der London- und Nordwest-Bahn fahren die Expresstrains 12—15 deutsche Meilen ohne anzuhalten. Für diesen Weg reicht eine Tenderfüllung des allgemein üblichen Volumens für Tenderbassins nicht aus. Es musste daher eine Anordnung getroffen werden, dass die Tender während der Fahrt gefüllt wurden. Zu diesem Ende befindet sich zwischen den Schienen ein mit Wasser gefüllter Canal, in den ein von dem Tender herabzulassendes, in der Bewegungsrichtung gekrümmtes Rohr hineinreicht. Wird das Rohr während der Fahrt in den Canal hinabgelassen, so wird das Wasser mit einer der Geschwindigkeit des Tenders entsprechenden Druckhöhe in das Tenderbassin hinaufgedrängt und nach Füllung des Tenders wird das Rohr wieder hinaufgezogen. Ausführlicheres über diese Vorrichtung findet sich im III. Bande dieses Werkes unter dem Artikel: »Tender«.

§. 23. *Einige Angaben über Preise von mechanischen Anlagen bei Wasserstationen.* —

Eine Handpumpe, wie in Fig. 9 und 10, Tafel XLVI dargestellt, kostet excl. Montiren etwa 165 Thlr.

Eine Windmühlenanlage nach Fig. 11, Tafel XLVI zum Betriebe einer Pumpe (Fig. 8) kostet incl. der Kosten für Umänderung der Pumpe etwa 720 Thlr.

Eine Dampfpumpe, wie in Fig. 12, Tafel XLVI, kostet ohne Montiren etwa 340 Thlr.

Ein Dampfkessel für eine Dampfpumpenanlage der Oberschlesischen Eisenbahn (p. 622) kostet incl. Armatur etwa 350 Thlr.

Eine gusseiserne Cisterne von 10' (3^m,19) Länge, 6' (1^m,883) Breite und 6' (1^m,883) Höhe kostet fertig etwa 120 Thlr. (Fig. 1, 2 und 3, Tafel XLVII.)

Eine schmiedeeiserne Cisterne von 13' 3" (4^m,289) Durchmesser und 6' 10" (2^m,145) Höhe (Fig. 4—6, Tafel XLVII) kostet incl. Aufstellung pro Centner 9¹/₃ Thlr. und im Ganzen 621 Thlr.

Der laufende Fuss gusseiserner Rohrleitung von 6" (0^m,157) Weite kostet incl. Dichten und Verlegen etwa 1 Thlr., desgl. von 3" (0^m,078) Weite Rohrweite etwa 16 Sgr.

Ein Wasserkrahn der Oldenburgischen Staatsbahn (Fig. 12—14, Tafel XLVII) kostet excl. Aufstellen 120 Thlr.; das Aufstellen, Fundament u. s. w. kostet etwa 50 Thlr.

Ein Wasserkrahn (Fig. 15—16, Tafel XLVII) kostet excl. Aufstellen etwa 300 Thlr.

Ein Brunnen von 6' (1^m,883) Weite, von Ziegeln aufgemauert, kostet bei 20' (6^m,277) Tiefe etwa 250 Thlr.

§. 24. Ueber die in den Grundzügen und einheitlichen Vorschriften in Bezug auf Wasserstationen enthaltenen Bestimmungen. —

I. Grundzüge für die Gestaltung der Eisenbahnen Deutschlands.

§. 10. Die Ausgüsse der Wasserkrähne sollen mindestens 9' 4" engl. (2^m,8) über der Oberkante der Schienen liegen.

§. 85. Auf jedem Bahnhofe, wo nur eine Wasserstation vorhanden ist, muss für besondere Fälle für Reservewasser durch einen zweiten Brunnen, eine Cisterne oder Wasserleitung gesorgt werden.

§. 86. Die Wasserleitungsröhren von den Wasserbehältern zum Wasserkrahn sollen mindestens 6" engl. (150^{mm}) lichten Durchmesser haben.

§. 87. Aus den Ausgussröhren muss das Wasser vollständig abgelassen werden können.

IV. Einheitliche Vorschriften für den durchgehenden Verkehr auf den Vereins-Eisenbahnen.

§. 13. Die Ausgüsse der Wasserkrähne müssen sich wenigstens 8' 3" engl. (2^m,52) über der Oberkante der Schienen befinden.

Literatur.

- Amerikanische Dampfmaschine. Mit Abb. Organ f. Eisenbahnwes. 1869, p. 232.
 *Anton, freistehender Normal-Wasserkrahn für die Badische Eisenbahn. Mit Abb. Organ f. Eisenbahnwes. 1867, p. 141 und 196.
 *Anton, Selbstentleerungsschieber für Wasserkrähne. Mit Abb. Organ f. Eisenbahnwes. 1864, p. 186.
 Basson, Neuer Wasserkrahn der Wilhelmsbahn. Mit Abb. Organ f. Eisenbahnwes. 1868, p. 198.
 Beuther, Ueber die Anwendung der Giffard'schen Dampfstrahlpumpe zur Förderung des Locomotiv-Speisewassers. Zeitschr. des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1862, p. 722. Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure 1862, Juli.
 Brown's verglaste Platten zu Tenderbassins. Zeitschr. des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1865, p. 21.
 *Buresch, Wasserkrahn der Oldenburgischen Staatsbahn. Mit Abb. Organ f. Eisenbahnwes. 1869, p. 45.
 Central-Wasserstation der Hessischen Ludwigs-Bahn in Mainz. Organ f. Eisenbahnwes. 1866, p. 173. Geschäftsbericht der Hessischen Ludwigs-Bahn pro 1865, p. 13.
 *Chavés, Versuche über Leistungen der Wasserstationspumpen. Mémoire et compte rendu des trav. de la société des ingen. civils. 15 anné, 2 cahier. Civil-Ingenieur 1863, p. 173. Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure 1865, p. 84.
 Donath, Wasserkrahn für Eisenbahnen. Mit Abb. Organ f. Eisenbahnwes. 1865, p. 74. Civil-Ingenieur 1864, p. 209.
 Donnet's Brunnenanlage. Mit Abb. Organ f. Eisenbahnwes. 1868, p. 50.
 Flattich, Ueber Wasserstationsgebäude. Organ f. Eisenbahnwes. 1866, p. 67. Zeitschr. des österr. Ingenieur-Ver. 1865, p. 214.
 Fryer's Vorrichtung zum Heben des Wassers. Mit Abb. Organ f. Eisenbahnwes. 1860, p. 273.
 Funk und Debo, Ueber eine zum Heben des Wassers angewendete Windmühle auf Station Wunstorf. Förster's Bauzeitg. 1851, p. 282. Organ f. Eisenbahnwes. 1852, p. 122—25. Notizbl. d. Hannov. Archit- und Ingen.-Ver. Bd. 1, p. 31—38. Polyt. Centralbl. 1852, p. 497.
 *Funk, Ueber Wasserförderung zum Speisen der Locomotiven auf den Hannoverschen Bahnen. Organ f. Eisenbahnwes. 1864, p. 49.
 Giffard's Injecteur zur Speisung von Wasserkrähnen. Mit Abb. Organ f. Eisenbahnwes. 1867, p. 256.
 Goschler, Traité pratique de l'entretien etc. des chemins de fer. Tome III, p. 582.
 Jeep's Pumpe mit zwei Kolben. Mit Abb. Dingler's polyt. Journal. Bd. 162, Heft 4. Organ f. Eisenbahnwes. 1863, p. 85.
 Kayser, Neuer Wasserkrahn für Eisenbahnen. Mit Abb. Organ f. Eisenbahnwes. 1864, p. 115. Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure 1863, p. 538.
 *Kirchwegers neue Saug- und Druckpumpe für Wasserstationen. Mit Abb. Organ f. Eisenbahnwes. 1855, p. 1.
 Kirchwegers, Ueber Herstellung von Brunnen auf Bahnhof Hannover. Zeitschr. d. Hannov. Archit- und Ingen.-Ver. 1861, Heft 4. Zeitschr. des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1862, p. 83.
 *Kleeblatt, Dichtung gusseiserner Wasserleitungsröhren. Organ f. Eisenbahnwes. 1867, p. 207. Zeitschr. des österr. Ingenieur-Ver. 1867, p. 3.
 Koch, Ueber Wasserstationen. Organ für Eisenbahnwes. 1866, p. 173. Erbkam's Zeitschr. für Bauwes. 1866, p. 320.
 Lebrun und Lévêque's Wasserkrahn. Mit Abb. Le Génie industriel 1862, p. 14. Polyt. Centralbl. 1862, p. 1187.
 Lebrun und Lévêque's kleine Dampfpeisepumpe. Mit Abb. Organ f. Eisenbahnwes. 1862, p. 115. Dingler's polyt. Journal. Bd. 160, Heft 5.

- Lelardeaux, Apparat zum Vorwärmen des Speisewassers für die Tender Mit Abb. Le Génie industriel. Fevr. 1862, p. 87. Polyt. Centralbl. 1862, p. 783. Dingler's polyt. Journal. Bd. 164. Heft 2. Organ f. Eisenbahnwes. 1863, p. 82.
- Lindner, verbesserte Schieberpumpe. Mit Abb. Organ f. Eisenbahnwes. 1862, p. 173.
- Meggenhofen, Apparat zum Vorwärmen des Speisewassers der Locomotiven auf dem Main-Weser-Bahnhofe zu Frankfurt a. M. Mit Abb. Dingler's polyt. Journal 1850, p. 174. Organ für Eisenbahnwes. 1850, p. 56.
- Meggenhofen, Wandwasserkrahn auf dem Main-Weser-Bahnhofe zu Frankfurt a. M. Mit Abb. Dingler's polyt. Journal 1850, p. 164. Organ für Eisenbahnwes. 1850, p. 115.
- Mentz, Ueber Wasserstationen auf Bahnhöfen. Organ für Eisenbahnwes. 1865, p. 258. Erbkam's Zeitschr. f. Bauwes. 1865, p. 191.
- *Neustadt und Bonnefond, Reservoirkrahn zum schnellen Speisen der Locomotiven. Mit Abb. Organ für Eisenbahnwes. 1865, p. 25. Förster's Bauzeitg. 1864, p. 94.
- Newton, Vorwärmer für das Speisewasser bei Expansions-Dampfmaschinen und Locomotiven. Mit Abb. London Journal, Juli 1862, p. 16. Polyt. Centralbl. 1862, p. 1134.
- Parson, Röhrenverbindung. Mit Abb. Organ für Eisenbahnwes. 1857, p. 143.
- *Paulus, Ueber Kuppelung und Dichtungen von Wasserleitungsröhren. Mit Abb. Organ für Eisenbahnwes. 1862, p. 103.
- Petit's Röhrenverbindung. Mit Abb. Le Génie industriel, Août 1856. Polyt. Centralbl. 1856, Nr. 24. Organ f. Eisenbahnwes. 1856, p. 263.
- *Prüsmann, Windräder zum Betriebe der Wasserstationen auf den königl. hannoverschen Eisenbahnen. Mit Abb. Zeitschr. d. hannov. Archit.- und Ingen.-Ver. 1862, p. 133.
- Pumpenauslösung, selbstwirkende, an den Wasserstationen der Ludwigshafen-Bexbacher Bahn. Mit Abb. Organ f. Eisenbahnwes. 1851, p. 58.
- Ramsbottom's Vorrichtung zum Wassernehmen. Mit Abb. Organ f. Eisenbahnwes. 1862, p. 117.
- *Rohrbeck's verbesserter Vorwärmer für Wasserstationen. Eisenbahnzeitg. 1852, p. 125.
- Röhren, gusseiserne, mit sphärischer Muffe oder gegliederten Verbindungen von Doré, Chevé u. Comp. Mit Abb. Organ für Eisenbahnwes. 1863, p. 258.
- Röhrenverbindungen. Organ f. Eisenbahnwes. 1869, p. 231.
- *Saugrohrleitung der Wasserstation Eydkuhnen. Mit Abb. Organ für Eisenbahnwes. 1869, p. 226.
- *Schneider, Speisung der Locomotiven mit Flusswasser und die Wasserstationen der Petersburg-Warschauer Eisenbahn. Mit Abb. Organ für Eisenbahnwes. 1867, p. 108.
- Schüttler, verbess. Wasserkrahn zum Füllen der Tender. Mit Abb. Zeitschr. d. hannov. Archit. und Ing.-Ver. Bd. 1, p. 221. Organ für Eisenbahnwes. 1856, p. 73. Polyt. Centralbl. 1857, p. 74.
- Speisepumpen für die Reservoirs der Französischen Westbahn. Mit Abb. Organ für Eisenbahnwes. 1866, p. 28. Le Génie industriel. Mai 1865, p. 226.
- *Stock, Notizen über eine Wasserleitung zur Speisung der Locomotiven auf dem Bahnhofe zu Goslar. Zeitschr. d. hannov. Archit.- und Ing. Ver. 1868, p. 190. Organ für Eisenbahnwes. 1869, p. 153.
- Strecker, Ueber Wasserstations-Wärmapparate, ihre Berechnung, Anordnung u. s. w. Zeitschr. des österr. Ingenieur-Ver. 1854, p. 179.
- Thomas, Anlage der Wasserstationen auf der Wien-Gloggnitzer, Oedenburger und Brucker Bahn. Mit Abb. Organ für Eisenbahnwes. 1850, p. 109.
- Underhay's verbesserter Wasserkrahn für Eisenbahnstationen. Mit Abb. Dingler's polyt. Journal. Bd. 101, p. 421.
- Verwendung von Flusswasser zum Speisen der Locomotiven. Zeitschr. des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1867, p. 468.
- Vorwärmefeuern, Beschreibung einer, auf den Stationen der Thüringischen Eisenbahn. Mit Abb. Förster's Bauzeitg. 1852, p. 25. Polyt. Centralbl. 1852, p. 1060.
- Vuillemin, locomobile Dampfmaschine zum Speisen der Wasserreservoirs auf der Französischen Ostbahn. Mit Abb. Le Génie industriel 1860, p. 27. Polyt. Centralbl. 1860, p. 353. Dingler's polyt. Journal. Bd. 156, p. 87.
- Wall, Elles, Ransomes und Sims, Fox, Henderson u. s. w., Ueber Wasserkrähne. Mit Abb. Organ für Eisenbahnwes. 1855, p. 149.
- Wasserkrähne auf französischen Eisenbahnen. Förster's Bauzeitg. 1859, p. 348.
- Wasserleitung vom Main nach der Wasserstation der Main-Neckar-Bahn in Frankfurt a. M. Organ f. Eisenbahnwes. 1869, p. 35.
- Wasserstationen der Ostholsteinischen Bahn zu Neustadt und Eutin. Mit Abb. Organ f. Eisenbahnwes. 1869, p. 33.
- *Wasserstationen der k. Südrussischen Eisenbahnen. Mit Abb. Organ f. Eisenbahnwes. 1869, p. 46.
- Wasserstation, ökonomisch eingerichtete, zu Leuze. Zeitschr. des Vereins deutscher Eisenb.-Verw. 1862, p. 427.
- Wasserstation, cylindrische, der Bahn du Midi. Nouvelles Annales de la construction 1857, Jan.
- *Wasserstation mit Locomobilbetrieb der Halle-Casseler Eisenbahn. Mit Abb. Organ für Eisenbahnwes. 1867, p. 7.
- Wasserstationen der Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn zu Sorau und Liegnitz. Mit Abb. Organ für Eisenbahnwes. 1864, p. 157. Erbkam's Zeitschr. für Bauwes. 1864, p. 181.
- Wernher, einfache Dampfmaschine mit Kessel der Wasserstation der Taunus-Bahn zu Wiesbaden. Mit Abb. Organ für Eisenbahnwes. 1865, p. 63.
- Wöhler, neue Wasserkrähne der Niederschlesisch-Märkischen Bahn. Mit Abb. Erbkam's Zeitschr. für Bauwes. 1859, p. 223. Polyt. Centralbl. 1859, p. 764.
- Zaech, Einrichtung der neuen freistehenden Wasserkrähne nach der Construction von Klett & Co. in Nürnberg. Mit Abb. Organ für Eisenbahnwes. 1866, p. 200.

XVI. Capitel.

Wege, Entwässerung und Einfriedigung der Bahnhöfe.

Bearbeitet von

Baurath Ed. Sonne,

Professor am Polytechnicum zu Stuttgart.

(Hierzu die Tafel XLVIII.)

§. 1. *Uebersicht.* — In dem nachstehenden Capitel gelangen folgende Gegenstände zur Besprechung:

A. Die Wegeanlagen der Bahnhöfe. Hierher gehören nicht nur die eigentlichen Fahrwege und die befestigten Plätze, sondern auch diejenigen Stellen, welche man über das Niveau der Bahnhöfe zu erheben und mit besonderer Sorgfalt auszustatten pflegt, um das Besteigen der Wagen, sowie das Laden derselben zu erleichtern: die Perrons und Rampen. An die Besprechung der Rampen schliesst sich die Erörterung der besonderen Vorkehrungen, welche zur Be- und Entladung der Wagen bei massenhaftem Kohlenverkehr dienen, gewöhnlich Kohlensturzgerüste genannt.

B. Die Vorrichtungen zum Hemmen der Locomotiven und Wagen an den Enden todts auslaufender Gleise und in Nebengleisen.

C. Die Entwässerungsanlagen der Bahnhöfe. Im Anschluss an diese Anlagen werden die sogenannten Senkgruben erörtert, in welche (neben sonstiger Verwendung) beim Entleeren der Locomotivkessel und beim Reinigen der Locomotiven das Wasser abgelassen wird.

D. Die Einfriedigungen der Bahnhöfe.

§. 2. *Wege und befestigte Plätze der Bahnhöfe.* — Auf den Bahnhöfen haben die Landfuhrwerke Personen, Güter und Rohmaterial an die Eisenbahnwagen abzugeben, es ist somit erforderlich, dass daselbst mindestens ein Weg, bei grösseren Anlagen aber ein System von Wegen angelegt wird, welche sich in geeigneter Weise an die Gleise und an die Bahnhofsgebäude anschliessen. An den Stellen, woselbst das Landfuhrwerk nicht nur passirt, sondern auch längere Zeit verweilt und umwendet, namentlich also vor dem Hauptgebäude, dem Güterschuppen und an einzelnen Stellen der Ladeplätze für das Rohmaterial, sind die Wege zu befestigten Plätzen zu erweitern. Eine leichtere Befestigung genügt für diejenigen Stellen und Plätze, welche von beladenen Wagen selten oder gar nicht befahren

werden und namentlich für die meisten Lagerplätze. Stellen, welche nur von Fussgängern betreten werden, kann man zweckmässiger Weise zu Gartenanlagen ausbilden.

Ueber den Grundriss der Wegeanlagen sind nur einige kurze Bemerkungen zu machen.

Der Bahnhofszufuhrweg trägt im Allgemeinen den Charakter einer frequenten Chaussee, es wird somit für Anlagen von mittlerer Grösse eine Fahrbahn von 4—6^m Breite genügen, welche mindestens bis zum Hauptgebäude von einem oder zwei geräumigen und gut ausgestatteten Fusswegen zu begleiten ist. Der befestigte Platz vor dem Hauptgebäude wird eine Breite von 16—20^m erhalten, wenn nicht, wie beispielsweise bei Endbahnhöfen der Fall ist, besondere Anforderungen an denselben zu stellen sind. Wenn der Weg nach dem Güterschuppen an dem Hauptgebäude vorbeiführt, so findet in dem zwischen dem erstern und dem letztern anzulegenden Thorwege eine Verengung der Befestigung bis auf ca. 5^m Breite statt und ist von da ab der Weg an dem Güterschuppen vorbei und parallel mit dem Gleise für Rohmaterialverladung mit 10—12^m Breite zu führen. Diese Breite entspricht der drei- bis vierfachen Breite des Landfuhrwerks nebst dem erforderlichen Spielraum. Wenn die Gleise zum Verladen von Rohmaterial mit einem feststehenden Krahn für Quaderverladung und dergleichen ausgerüstet sind, so ist die Anordnung eines befestigten Platzes von ca. 300—400^m Grundfläche um denselben zweckmässig. Besondere Plätze oder Schleifen zum Zweck des Umwendens der Fuhrwerke an dem Ende des Weges erscheinen entbehrlich, wenn das Terrain neben demselben frei und leicht befestigt ist. Die Wagen können alsdann leer auf jeder beliebigen Stelle wenden.¹⁾ Wenn auf dem Bahnhöfe Nutzholz und dergleichen in grösseren Massen zur Verladung und vorübergehend zur Lagerung kommt, so ist es zweckmässig, den betreffenden Fahrweg nicht am Gleise entlang zu führen, sondern Lagerplätze oder besser eine geräumige Holzverladerampe zwischen dem Gleise und dem Wege anzuordnen.

Für Wege, welche auf grössern Plätzen für Rohmaterialverladung zwischen Gruppen von Gleisen sich befinden, wird in den Referaten der Münchener Techniker-Conferenz (3. Supplementband zum Organ, Frage A. 14) eine Breite von 15^m und für die gepflasterten Plätze zwischen grossen Güterschuppen eine solche von 30—38^m empfohlen.

Plätze, welche mit Strahlengleisen ausgerüstet sind, müssen in ihrer ganzen Ausdehnung befestigt werden.

Die Querprofile der Bahnhofswegen sind im Allgemeinen so anzuordnen, dass die höchsten Punkte sich zunächst den Gleisen befinden, denn es ist nicht zweckmässig, das von den Wegen abfliessende unreine Wasser den Gleisen zuzuführen. Wege von mässiger Breite, die an den Gleisen entlang laufen, werden somit ein einseitiges Quergefälle erhalten, eine Anordnung, die auch in vielen Fällen in der Nachbarschaft der Bahnhofsgebäude zweckmässig ist; breite Wege dagegen, welche an beiden Seiten von Gleisen begrenzt sind, werden die tiefsten Punkte in der Mitte zwischen beiden Gleisen haben.

Zur Befestigung der Fahrbahnen bringt man entweder Pflasterung oder Chausserie zur Anwendung. Die Einzelheiten, welche die hierbei benutzten Materialien und die Verarbeitung derselben betreffen, gehören nicht hierher. Hervorgehoben muss aber werden, dass gerade bei Bahnhofsbauten verschiedene Gründe für die Ausführung von Pflaster — zum wenigsten auf den stärker befahrenen Stellen — sprechen. Diese Gründe sind folgende:

¹⁾ Der Kreisbogen, in welchem gewöhnliche Lastfuhrwerke wenden können, selbst wenn die Construction derselben derart ist, dass die Vorderräder nicht unter die Langbäume treten, hat 4—5^m Halbmesser. Chaisen wenden in einem Bogen von 1¹/₂—2¹/₂^m Halbmesser.

Die Herstellung einer guten Chaussirung erfordert die Anwendung von Walzen, welche für die isolirten Wegeanlagen der Bahnhöfe mitunter nur mit grossen Kosten zur Stelle zu schaffen sind.

Eine regelrechte Unterhaltung der Chaussirung ist schwieriger und gewöhnlich auch kostspieliger, als die Unterhaltung des Pflasters, letzteres namentlich dann, wenn Sackungen des Untergrundes unter den Wegen vorkommen.

Bei Umänderungen und Erweiterungen der Bahnhofsanlagen ist das Pflaster leichter und mit geringerem Materialverlust zu behandeln, als die Chaussirung.

Für diejenigen Anlagen, welche nach Eröffnung des Betriebes ausgeführt werden, eröffnen sich durch die Bahn nicht selten Bezugsquellen für Pflastersteine. Man hat also zum wenigsten bei diesen Anlagen in Betreff der Wahl der Befestigungsmittel gewöhnlich ziemlich freie Hand.

Im Allgemeinen dürfte es sich somit empfehlen, die Mehrkosten, welche Pflasterbahnen gegenüber der Chaussirung zu erfordern pflegen, aufzuwenden, wenn dieselben nicht gar zu erheblich sind.

Für die leicht zu befestigenden Stellen der Bahnhöfe und für die Mehrzahl der Lagerplätze genügt eine Decke aus Grand oder Steinschlag von 0^m,1 bis 0^m,15 Dicke. Behuf guter Abwässerung ist diesen Stellen eine kräftige Querneigung zu geben. Für Steinkohlenlagerplätze eignet sich indess eine Decke der genannten Art nicht sonderlich und ist für dieselben ein leichtes Pflaster vorzuziehen.²⁾

§. 3. *Perrons*. — Diejenigen Stellen der Bahnhöfe, welche zwischen dem Hauptgebäude und den auf den Gleisen haltenden Zügen liegen, werden von den Reisenden beim Abgange und bei der Ankunft der Züge betreten, sie dienen aber auch als Wege für die kleinen Wagen, auf denen Gepäck, Eilgut und Fahrpostgegenstände den Zügen zugeführt werden. Es ist üblich, diese Stellen als sogenannte Perrons über das Schieneniveau zu erhöhen, damit das Besteigen der Wagen und das Einladen des Gepäcks u. s. w. erleichtert wird, und sie mit soliden Einfassungen zu versehen, damit die Reisenden nicht zu nahe an die Gleise treten.

Die allgemeine Anordnung der Perrons (ein lang an dem Gleise hinlaufender Hauptperron, hufeisenförmige Perrons, Halbinsel- und Inselferrons, Zwischenperrons u. s. w.) hängt so innig mit der Disposition der Bahnhofsgleise und mit der Anlage der Bahnhofsgebäude zusammen, dass eine Besprechung derselben nothwendig zur Wiederholung von Gegenständen führen würde, welche in frühern Capiteln bereits vorgekommen sind. Wir beschränken uns deshalb hier auf die Erörterung der Details und zwar vorzugsweise derjenigen, welche bei Anlage von Zwischenstationen Beachtung verdienen.

Ueber den Grundriss dieser Perronanlagen ist Folgendes zu bemerken:

Die Länge der gewöhnlichen Perrons kann nicht wohl nach der Länge der gemischten Züge bemessen werden, es wird somit die Maximallänge der Personenzüge ent-

²⁾ Die Bahnhöfe bieten ein geeignetes Feld für Anpflanzungen verschiedener Art (Pflanzungen zur Begrünung der Gebäude, Gartenanlagen zur Verschönerung des Bahnhofs und zur Nutzung seitens der Bahnhofsbeamten, Baumpflanzungen zur Bedachung breiter Perrons, zur Erzielung von Obst und zum Schutz der Gebäude gegen Wind, Baum- und Pflanzschulen zur Gewinnung von Pflänzlingen u. s. w.). Der Schwerpunkt bei dergleichen Anlagen liegt aber nicht sowohl in der ersten Herstellung, wie in sorgsamer und sachkundiger Unterhaltung. Es wird somit die weitere Besprechung dieses Gegenstandes dem vierten Bande des Handbuchs angehören. Bemerket mag hier werden, dass eine den fraglichen Gegenstand betreffende Monographie „Manuel d'arboriculture des ingénieurs“ von M. du Breuil vorliegt und dass über das Begrünen von Gebäuden ein Aufsatz von Buresch in der Zeitschrift des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins 1866, p. 401 zu finden ist.

scheidend sein. Dieselbe beträgt bei einer Zugstärke von 25—30 Achsen 90—110^m.³⁾ Die Breite des Perrons richtet sich nach der Bedeutung der Station, es wird ferner aber auch zu berücksichtigen sein, ob dem Publicum der Zutritt zum Perron frei gegeben ist oder nicht. Bei kleinen und mittlern Stationen werden 5^m Perronbreite ausreichend sein, während bei grössern und namentlich bei Trennungsstationen eine Breite von 8^m mitunter noch zu gering erscheint. Es ist unter Umständen zulässig, diese grössere Breite nur in der nächsten Umgebung des Hauptgebäudes anzuwenden, die Enden des Perrons aber schmaler anzulegen.

Die Entfernung der Aussenkante der Perronmauer ist nach der Ausladung der Trittbretter der Wagen oder bei Wagen mit Mittelgang nach der Anordnung der Wagentreppen zu bemessen. Das grösste Maass für die Ausladung der Trittbretter (von der Gleismitte ab gerechnet) ist 5 Fuss engl. = 1^m,525. Man findet die Perronkanten meistens in einer etwas grösseren Entfernung von ca. 1^m,6; es darf indess der Zwischenraum zwischen den Trittbrettern und der Perronmauer nicht so gross sein, dass die Reisenden Gefahr laufen, mit dem Fuss in diesen Raum zu gerathen.

Für Zwischenperrons ergibt sich unter Annahme des genannten Abstandes und einer Mittenentfernung der Gleise von 5^m,2 (vergl. den §. 59 der Grundzüge) eine Perronbreite von 3^m. Dieselbe genügt bei gewöhnlichen Zwischenstationen. Solche mit sehr lebhaftem Personenverkehr und Trennungsstationen sollten Zwischenperrons von ca. 8^m Breite erhalten. Bei dieser Breite kann man den Raum zwischen beiden Hauptgleisen an den Stellen, welche von dem Perron nicht eingenommen werden, durch Anlage von Nebengleisen (zur Aufstellung von Reservewagen u. s. w.) gut ausnutzen.

Für Inselperrons wird in der Zeitschrift des hannoverschen Architekten- und Ingenieur-Vereins 1861, p. 439 eine Breite von 26^m empfohlen.

Auf französischen Bahnhöfen, bei denen bekanntlich ein zweiter Hauptperron jenseit des zweiten Hauptgleises angelegt wird (eine Anordnung, welche auch auf neuern badi-schen Bahnen adoptirt ist), erhält jener zweite Perron unter gewöhnlichen Verhältnissen eine Breite von 5^m.

In Betreff der Erhebung der Perrons über das Niveau der Gleise unterscheidet man hohe und niedrige Perrons. Die hohen Perrons, welche mit ihrer obern Fläche ca. 0^m,8 über Schienenkopf liegen, sind in England ziemlich verbreitet und wurden nach englischen Vorbildern früher auch auf grössern Stationen deutscher Bahnen nicht selten ausgeführt. Wenn sich auch nicht verkennen lässt, dass das Besteigen der Wagen mit Seitenthüren von einem hohen Perron aus um Vieles bequemer ist, als von einem niedrigen Perron, so hat die letztgenannte Anordnung doch andere Vortheile, welche ihr ein entschiedenes Übergewicht über die hohen Perrons sichern. Die Letztern erschweren das Nachsehen der Radreifen und Achsen, sowie das Schmieren der Achsenschenkel ungemein, sie erschweren ferner den Zugang zu den Zwischenperrons, vertragen sich also nicht mit dem in Deutschland geltenden Princip, dass behuf Besteigens der Züge Gleise von den Reisenden überschritten werden dürfen; sie geben zu complicirten Vorkehrungen Veranlassung, wenn die Perrons von Quergleisen durchsetzt werden und dergleichen mehr.

Man wird somit die Perronhöhe so zu bemessen haben, dass die Achsbüchsen über dem Perron frei und sichtbar sind und dass die Perronmauern sich um eine oder höchstens um zwei Trittstufenhöhen über Schienenkopf erheben. Da nun aber die Mitten der Achsbüchsen ca. 0^m,45 über der Schiene liegen, so erscheint eine Perronhöhe von 0^m,35 bis

³⁾ Ausnahmsweise kommen auch auf Zwischenstationen Perronlängen von 200—300^m vor, dieselben müssen aber durch besondere Verhältnisse motivirt sein.

höchstens $0^m,38$ zweckmässig. Zwischenperrons und Perrons auf kleinen Stationen wird man noch niedriger und zwar in einer Höhe von $0^m,15$ bis $0^m,20$ anlegen.

Die besprochenen Punkte sind in folgender Fassung in den §§. 74—76 der »Grundzüge« berücksichtigt:

»Hohe Perrons sind ferner nicht anzulegen.

Die Höhe der Perrons darf nicht über 380^{mm} ($15''$ engl.) über Schienenoberkante betragen, um die Achsen schmieren und nachsehen zu können.

Haben die Wagen gut angeordnete Tritte, so kann die Höhe der Perrons bis auf 150^{mm} ($6''$ engl.) ermässigt werden.«

Der Uebergang von der Perronhöhe zu tiefer belegenen Theilen des Bahnhofes findet im Allgemeinen am besten durch Rampen statt und findet man dieselben an den Enden der Perrons, neben den Hauptgebäuden als Ausgänge für die Reisenden, bei Einschnitten, welche für Drehscheiben und Quergleise in die Perrons gemacht werden u. s. w. Treppen wird man nur da anwenden, wo Rampen des beschränkten Platzes wegen nicht zulässig sind, also namentlich in Form einer durchlaufenden Trittstufe zwischen dem Perron und dem nächsten Gleise, um den Reisenden den Zugang zu dem Zwischenperron zu erleichtern, ferner bei Abortsgebäuden, welche unmittelbar am Perron erbaut sind, in den Ausgängen für die Reisenden bei tiefer Lage des Vorhofes vor dem Hauptgebäude und in ähnlichen Fällen.

Von der dem Gleise zunächst liegenden Kante erhalten die Hauptperrons nach dem Hauptgebäude zu eine Steigung, deren Erhebung sich nach der Beschaffenheit des Materiales richtet, mit welchem der Perron abgedeckt wird. — Bei der Wahl dieses Materiales wird namentlich auf die Frequenz der Station Rücksicht zu nehmen sein. Während auf kleinern Zwischenstationen eine Kiesabdeckung vollkommen genügt, ist bei frequenten Stationen auf eine Abdeckung aus grossen starken Platten, aus Asphalt, auch wohl auf Pflaster Bedacht zu nehmen. — Bei den letztgenannten Materialien wird man mit 2 % ($1 : 50$) Steigung ausreichen, während Kies etwa 4 % erfordert.

Durch die Perronhöhe, die Steigung der Perronabdeckung und die Erhebung der Thürschwellen des Hauptgebäudes über den höchsten Punkt des Perronprofils legt sich die Sockelhöhe des Hauptgebäudes (in gewöhnlichen Fällen auf $0^m,45$ bis $0^m,5$ über Schienenkopf) fest. Hierbei ist angenommen, dass der Perron nicht überdacht ist; bei überdachten Perrons wird man mit geringern Höhendifferenzen ausreichen.

Wenn der Perron in grösserer Länge über das Hauptgebäude hinaus sich erstreckt, so kann man die nicht am Hauptgebäude liegenden Theile mit einer Abdachung nach zwei Seiten versehen, so zwar, dass der höchste Punkt in der Perronmitte liegt. Dieselbe Anordnung ergiebt sich bei Zwischenperrons für Trennungstationen. Bei sehr breiten Perrons (Inselperrons, auf denen Gebäude befindlich sind u. s. w.) ist die Erzielung einer guten Abwässerung nicht ohne Schwierigkeiten. Ausserhalb des Bereichs der Gebäude ergiebt sich vielleicht die beste Abwässerung, wenn man die zunächst dem Gleise liegende Fläche (mit Ausnahme der Abdeckung der Perronmauer) vom Gleise abwärts fallen lässt, in einer Entfernung von $7-8^m$ eine künstliche Entwässerung anordnet und dann eine ansteigende Fläche.

Für die kleinern Zwischenperrons ergiebt sich eine zweckmässige Form, wenn man am zweiten Hauptgleise eine leichte Perronmauer und von ihr nach dem ersten Hauptgleise abfallend eine geneigte Ebene anordnet. Für grössere Zwischenperrons der Trennungstationen, welche an beiden Seiten von Mauern begrenzt sind, würde man in ähnlicher Weise geneigte Ebenen anwenden können, welche nach einem den Perron durchschneidenden Nebengleise zu abfallen.

Die Perronmauern sind Mauerwerkskörper von mässigen Dimensionen, welche durch die Einwirkung der Züge, mehr aber noch durch Feuchtigkeit und Frost, nicht wenig zu leiden haben. Man ist somit auf eine möglichst einfache und solide Construction hingewiesen. Plattenabdeckungen auf Bruchstein- oder Ziegelsteinmauerwerk pflegen auf die Dauer ihre Lage nur dann unverändert zu erhalten, wenn die Platten recht kräftig sind. Am haltbarsten ist eine Reihe von Quadersteinen mit oder ohne Fundament. Dergleichen empfehlenswerthe Constructionen sind durch die Fig. 15 und 16 auf Tafel XLVIII dargestellt. Die Fig. 17 derselben Tafel zeigt die auf französischen Bahnen gebräuchliche Anordnung des aus eichenen Bohlen hergestellten Ueberganges von einem Hauptperron zum andern.

Für Stationen von untergeordneter Bedeutung kann man von der Herstellung der Perronmauern ganz absehen und den Perron in einfachster Weise durch Anschüttung von Bettungsmaterial herstellen.

§. 4. *Rampen.* — An die im Vorstehenden besprochenen Anlagen, welche den Personen das Besteigen der Eisenbahnwagen erleichtern sollen, schliessen sich diejenigen Einrichtungen, welche zur Erleichterung der Verladung von Gütern, Rohmaterial, Vieh, Equipagen etc. gemacht werden. Bei den Erstgenannten reicht eine mässige Höhe aus, die Letztgenannten müssen sich nahezu bis zur Höhe des Wagenplateaus erheben. — Es ist bekannt, dass man bei Landfuhrwerk in einigen der genannten Fälle sogenannte Leiterbäume anwendet, welche mit ihrer allmählich ansteigenden Fläche eine Verladevorrichtung in einfachster Form herstellen. Auch bei Eisenbahnwagen werden Leiterbäume nicht selten gebraucht, namentlich wenn die Wagen nicht lange genug auf der Station verweilen, um nach einer festen Verladevorrichtung gebracht werden zu können. Die Leiterbäume haben eine weitere Ausbildung in Form von sogenannten fliegenden Rampen gefunden.⁴⁾ — Der Grundform der genannten beweglichen Vorkehrungen entsprechend findet sich nun auf ältern und kleinern Bahnhöfen wohl eine feste Rampe (ohne Plateau), mit deren Hülfe die fraglichen Verladungen vorgenommen werden, wenn die Eisenbahnwagen aus den Zügen losgelöst sind und einige Zeit auf der Station verweilen. Es wurde indess alsbald eine weitere Ausbildung dieser Anlage und namentlich im Anschluss an die Rampe ein geräumiges und in Wagenhöhe liegendes Plateau erforderlich. Für die betreffenden Bauwerke hat man nun in Deutschland meistens den wenig zutreffenden Namen »Rampe« beibehalten, obwohl die Auffahrt oft nur einen kleinen Theil des Ganzen ausmacht. Bezeichnender erscheint die französische Benennung »Quai«, denn es sind die fraglichen Anlagen in mehrfacher Beziehung für den Bahnhof dasselbe, was ein Quai für einen Hafen ist.

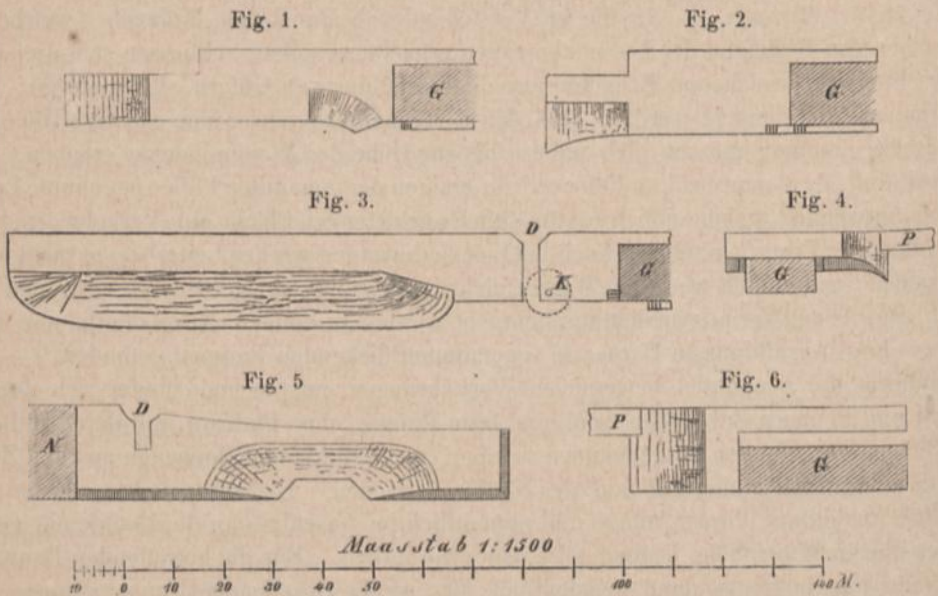
Wir betrachten zuerst die Verladerrampe der Stationen von mittlerer Grösse, welche verschiedenen Zwecken dienend am besten im Anschluss an den Güterschuppen hergestellt wird. In den folgenden Paragraphen gelangen alsdann die grössern, selbstständig auftretenden Rampenanlagen zur Erörterung.

Die gewöhnliche Rampe wird in zweierlei Weise benutzt, einmal zum Verladen von Vieh, Equipagen und schweren Gegenständen, welche man mit Hülfe der Auffahrt auf das Plateau schafft und sodann zum Ueberladen von Stückgütern und geeigneten Rohmaterialien, welche von dem neben der Rampe stehenden Landfuhrwerk auf Eisenbahnwagen übergeladen werden sollen. Es folgt hieraus, dass eine vollständige Rampe mit Auffahrt und mit Vorfahrt versehen werden muss. Bei grössern Anlagen wird man eine Auffahrt und eine Abfahrt anbringen. Es ist ferner zu berücksichtigen, dass manche

⁴⁾ Man vergl. Zeitschr. für Bauwes. 1865, p. 182 und Referate der Münchener Techniker-Conferenz, Frage C. 3.

Gegenstände (namentlich Equipagen und Luxusperde) an den Kopfenden der Eisenbahnwagen verladen werden, während in den meisten Fällen das Verladen an der Langseite der Wagen erfolgt. Es muss somit bei einer ausgebildeten Anlage ein Gleis gegen die Rampenmauer auslaufen.

Die Grundrisse von Verladerampen, welche in den Fig. 4 und 5, Tafel XLVIII dargestellt sind, entsprechen den erwähnten Anforderungen. Dieselben stellen die auf Stationen der Orleans-Bahnen zur Ausführung gebrachten Quais vor. Empfehlenswerth erscheint namentlich die Anlage von Querverbindungen in den Gleisen, welche der Rampe zunächst liegen, weil durch dieselben eine grosse Leistungsfähigkeit der Anlage bei mässiger Ausdehnung des Grundrisses erzielt wird. Man findet indess die fraglichen Rampen auch in mancherlei andern Formen und sind einige derselben in nachstehenden Holzschnitten dargestellt.



Die vorstehenden Fig. 1—3 stellen Rampenanlagen der Bahnhöfe Pettau, Gloggnitz und Karlstadt (Oesterreichische Südbahnen) vor, Fig. 4 die normale Rampenanlage auf kleinern Stationen der Schweizerischen Centralbahn. Fig. 5 ist die Rampenanlage der Station Leer (Bahn Emden-Rheine). Die Rampe lehnt sich in diesem Falle, wie auf hannoverschen Stationen üblich, nicht an den Güterschuppen, sondern an das Nebengebäude und ist mit Drehscheibe und Rampeneinschnitt für die Kopfverladung versehen. Fig. 6 zeigt den Typus der Rampen württembergischer Zwischenstationen, welche, wie diejenigen der Schweizerischen Centralbahn, am Hauptgleise erbaut zu werden pflegen.

In den Fig. 1—6 bezeichnet:

- G* Güterschuppen,
- N* Nebengebäude,
- P* Perron,
- D* Drehscheibe,
- K* Krahn.

Ueber die Dimensionen des Grundrisses und die Lage der Rampenmauern zu den Gleisen ist Folgendes zu bemerken:

Die obere Breite der Rampenplateaus muss so gross sein, dass gewöhnliche Fuhr-

werke auf demselben wenden können, man wird deshalb nicht wohl unter 10^m Breite hinabgehen. In Fällen jedoch, wo angenommen werden muss, dass das Rampenplateau auch zur gelegentlichen Lagerung von Rohmaterialien benutzt wird, kann eine Breite von 12, 14 oder 16^m zweckmässig sein. Es muss indess bei Feststellung der Rampenbreite auch die Tiefe des Güterschuppens berücksichtigt werden, wenn beide nebeneinander liegen.

Die Kopfverladungen nehmen keinen grossen Raum in der Längenrichtung der Rampe in Anspruch, andererseits wird die Länge des Theils, an welchem von der Seite verladen wird, mit der Bedeutung des Güter- und Rohmaterialverkehrs der Station variiren, in der Regel aber mindestens so lang anzunehmen sein, dass lange Holzstämme mit Hilfe der Rampe übergeladen werden können. Man wird deshalb diese Theile selten unter 30^m lang machen, nach Bedarf aber grössere Längen bis 100^m und darüber anwenden.

Der Minimalabstand der Rampenmauern, welche mit einem Gleise parallel laufen, von der Mitte des nächsten Gleises beträgt 1^m,45, weil nach §. 178 der Grundzüge die Maximalbreite der Güterwagen in der betreffenden Höhe = 2^m,745 ist und ein kleiner Spielraum vorhanden sein muss. Es bringt indess keine Uebelstände mit sich, wenn man die Rampenmauern in 1^m,55 bis 1^m,6 Entfernung von der Mitte des nächsten Gleises anlegt, bei welcher Entfernung auch Personenwagen an der Rampe vorbeipassiren können. Wenn ein Güterwagen an der Rampe steht, ist somit ein Zwischenraum von einigen Decimetern zwischen dem Wagenplateau und der Aussenkante der Rampenmauer vorhanden, über welchen eine starke hölzerne Tafel gelegt wird, wenn Vieh und Gegenstände verladen werden, denen jener Spielraum verderblich werden könnte.

Sobald Drehscheiben bei den Rampen liegen, hat man den Minimalabstand der Rampenmauer von der Drehscheibenmitte nach dem Radius eines Kreises zu bemessen, welcher sich um die Grundrissfigur der zu drehenden Wagen beschreiben lässt. Man hat indess hierbei zu berücksichtigen, dass die Wagenlängen im Zunehmen begriffen sind. Bei Bahnen, welche ausschliesslich vierrädrige Wagen benutzen, wird ein Abstand der Rampenmauer von der Drehscheibenmitte = 4^m,5 empfohlen.

Die Erhebung der Rampenplateaus über Schienenkopf muss der mittlern Höhe der Wagen entsprechen und demnach etwas geringer sein, als die Höhe des Wagenplateaus in unbeladenem Zustande. Als Letztere ist bekanntlich bei Güterwagen ein Maass von 1^m,22 empfohlen und passt hierzu eine Rampenhöhe von 1^m,12. So viel bekannt, ist dies Maass ziemlich allgemein eingeführt.⁵⁾

Für den Theil der Rampe, woselbst vor Kopf verladen wird, erscheint das angegebene Maass kaum ausreichend. Aus den §§. 169 und 172 der Grundzüge ergibt sich das normale Maximalmaass für die Erhebung der Oberkante der Bufferscheibe über den Schienenkopf zu $\left(1^{\text{m}},042 + 0^{\text{m}},025 + \frac{0^{\text{m}},350}{2}\right) = 1^{\text{m}},242$, es liegt somit jene Oberkante höher, als das Rampenplateau. Hierdurch ist eine Erhebung des Letztern an der fraglichen Stelle motivirt, wie die Fig. 6 und 7 auf Tafel XLVIII zeigen. Man sieht aus denselben, dass der sogenannte «Quai d'embarquement» (*E* in Fig. 4 und 5) um 0^m,21 höher liegt, als der «Quai des marchandises» (*M*) und dass im Ersteren ein Bufferhäuschen (Cage à tampons) hergestellt ist, eine Anordnung, welche die Verladung von Equipagen und Militairfuhrwerken ohne Zweifel erleichtert. Für die Verladung von Luxuspferden erscheint die-

⁵⁾ Die französischen Rampen haben vielfach eine Höhe von 1^m, welches Maass man auch in Fig. 6 auf Tafel XLVIII findet. Nach Goschler haben preussische Rampen 1^m,33 Höhe.

selbe entbehrlich, wenn die Luxuspferdewagen, wie vielfach der Fall, mit Klappbrücken zur Ueberdeckung der Buffer versehen sind.

Von der Höhe des Rampenplateaus geht man an der Stelle der Auffahrt zur Bahnhofshöhe mit einer Neigung 1:20 oder bei beschränktem Raum mit einer Neigung 1:12 über und ordnet ausserdem an geeigneten Stellen Treppen an, damit die mit Verladen beschäftigten Arbeiter leicht von der Rampe zu den Gleisen und zurück gelangen können.

Die Hauptpunkte, welche die Anlage der Rampen betreffen, sind in folgender Fassung durch den §. 89 der »Grundzüge« festgesetzt:

»Die an einem Nebenstrange liegende Equipagen- und Viehrampe ist 1^m,12 (3' 8" engl.) hoch über Schienenoberkante und mit einer Neigung von höchstens 1:12 so anzulegen, dass die Wagen sowohl vom Ende, als auch von der Seite beladen werden können.«

Die im Obigen nachgewiesenen Dimensionen bedingen an den Stellen der Rampe, welche an den Gleisen liegen und bei der Vorfahrt für Landfuhrwerk die Anordnung einer soliden Mauer, wie denn überhaupt die Herstellung der ganzen Anlage bei definitiven Ausführungen durch Erd- oder Mauerarbeit erfolgen muss. Nur ausnahmsweise findet man die Einfassungen und selbst die Rampenplateaus aus Holz hergestellt.⁶⁾

Für untergeordnete Ausführungen würde man vielleicht eine revetirte, ausgeschweifte Erdböschung anwenden können, namentlich unter der Annahme, dass die Gleise aus Hartwischschienen hergestellt werden, in welchem Falle man mit dem Fusse jener Böschung näher an die Schienen treten könnte, als bei Schwellenbahnen zulässig ist. Unbedingt gestattet und behuf Einschränkung der Kosten zu empfehlen ist die Anwendung einer Böschung an den Stellen, welche weder an den Gleisen liegen, noch als Vorfahrt benutzt werden.

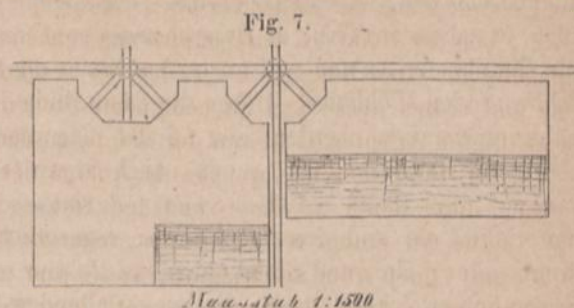
Die Rampenmauern haben namentlich an den Stellen zu leiden, welche von den Buffern der Wagen berührt werden, und zwar ganz erheblich, wenn auf den betreffenden Gleisen die Wagen mit Locomotiven bewegt zu werden pflegen. Namentlich in letzterem Falle sollte man in der Mauer eine Stossvorrichtung anbringen, ähnlich wie die in Fig. 7, 8 und 9 auf Tafel XLVIII dargestellte. — Als Abdeckung für die Rampenmauern ist Holz in Rücksicht auf die erheblichen Unterhaltungskosten nicht zu empfehlen. Wenn eine Quadereinfassung zu grosse Kosten erfordert, so erscheint eine Einfassung aus alten Schienen zweckmässig. Der Körper der Rampe muss besonders sorgfältig angeschüttet werden. Zur Befestigung der obern Fläche wird man Pflaster und Chaussirung bei der grossen Ausdehnung derselben seltener zur Anwendung bringen, als eine leichte Decke von Kies oder Steinschlag, die Auffahrt indess in der Regel etwas solider befestigen.

§. 5. *Equipagen-, Militär- und Viehrampen.* — Es ist im Vorstehenden erwähnt, dass die gewöhnliche Verladerampe an den Güterschuppen sich anzulehnen pflegt und in verschiedenartigster Weise benutzt wird. Wenn nun irgend eine Art des Verkehrs auf einer Station bedeutendere Dimensionen annimmt und demnach auch eigene Gleisanlagen erfordert, so werden nicht selten selbstständig auftretende Rampenanlagen zur Erleichterung der betreffenden Verladungen erforderlich. So findet man z. B. oft besondere Equipagenrampen, besondere Umladerampen (oder richtiger Quais), welche keine Auffahrt haben und auch mit Gleisen an beiden Seiten vorkommen, wenn Umladungen von Eisenbahnwagen zu Eisenbahnwagen vorzunehmen sind; man findet ferner besondere Militärverlade-

⁶⁾ Man vergl. über provisorische Rampen aus Bahnschwellen für Truppenverladungen Zeitschrift für Bauwesen 1864, p. 476.

rampen, Viehrampen, Holzrampen und Kohlenrampen. Ueber diese Anlagen ist hier Folgendes zu bemerken.

Die Equipagenrampen auf grösseren Stationen können die Grundform der im vorigen Paragraph besprochenen Anlagen haben, bedürfen jedoch keiner Vorfahrt. Das Plateau wird eine Grösse von 150 bis 300 \square^m erhalten. Bei sehr grossen Stationen wird man auf gleichzeitige Verladung mehrerer Wagen Bedacht nehmen und kann dann die Anordnung so getroffen



werden, wie vorstehender Holzschnitt zeigt. Derselbe stellt die Equipagen- und Pferdeverladungsrampe des neuen Bahnhofs der Orleansbahnen zu Paris vor.

Die Militärrampen sind nichts Anderes, als Equipagen- und Pferderampen, welche in grossem Maassstabe hergestellt werden. Auch bei ihnen würde eine Vorfahrt überflüssig und selbst hinderlich sein, man wird deshalb entweder mehrere Auffahrten oder besser eine solche anbringen, welche sich nahezu über die ganze Längenausdehnung des Bauwerks erstreckt. Die Rampen der genannten Art, welche auf den österreichischen Südbahnen ausgeführt und in Etzel's Werk »Oesterreichische Eisenbahnen« dargestellt sind, haben Längen nicht unter 80^m, auf einigen Bahnhöfen bis 140^m. Die Breite des Plateaus beträgt 8 bis 10^m. Anlagen für Militärverladung ersten Ranges sollten so gemacht werden, dass Verladungen von Artillerie und von Wagen einerseits und von Cavaleriepferden andererseits gleichzeitig vorgenommen werden können, zu welchem Zweck allerdings nicht sowohl die Rampe selbst, wie die zugehörige Gleisanlage sorgfältig auszubilden ist. Es wird indess immerhin zweckmässig sein, wenn man dafür sorgt, dass an zwei Stellen gleichzeitig vor Kopf verladen werden kann, und zwar an der einen Stelle namentlich Kanonen und leichtere Wagen und an der andern Stelle einzelne schwere Fuhrwerke und die besseren Pferde der Offiziere, welche in Stallungswagen kommen. — Die erstern werden am raschesten verladen, wenn man eine Anzahl Eisenbahnwagen hintereinander aufstellt und die Zwischenräume zwischen den einzelnen Wagen mit starken hölzernen Tafeln überdeckt. Bei der Verladung einzelner Wagen ist oft eine Drehscheibenverbindung mit Vortheil zu verwenden, welche es gestattet, jeden zu beladenden Wagen rasch vor die Rampe zu bringen. Man wird in dieser Weise namentlich die schweren Munitionswagen behandeln, welche sich nicht wohl über eine Reihe von Eisenbahnwagen hinüberfahren lassen.

Die Rampen für Verladung und Ausladung von Rindvieh können in ähnlicher Weise eingerichtet werden, wie die Rampen für die Verladung von Cavaleriepferden; für den Transport von Schafen und sonstigem Kleinvieh ist aber zu berücksichtigen, dass die betreffenden Wagen gewöhnlich mit zwei und selbst mit drei Etagen ausgerüstet sind. Die Länge der erstgenannten Rampen grosser Stationen kann für etwa 20 Achsen bemessen werden, also 75^m betragen. Die Zeichnung einer Anlage der zweiten Art findet man in Etzel's obengenanntem Werke, III. Band, Blatt 23. Dieselbe zeigt eine Rampe von mässiger Ausdehnung, welche in fünf Plateaus von je 1^m,9 Länge eingetheilt ist, eines dieser Plateaus hat 1^m,33 Höhe über Schienenfuss, zwei sind 2^m,21 und zwei 0^m,395 hoch. Die letztgenannten Plateaus werden benutzt, um das Kleinvieh in die obern und untern Etagen der Viehwagen zu bringen. An der vordern Kante der Plateaus sind drehbare

hölzerne Klappen angebracht, um den Zwischenraum zwischen dem festen Theil der Rampe und den Wagen auszufüllen. Die Rampe ist bis auf einen kleinen, aus Erdschüttung bestehenden Theil in Holzconstruction hergestellt. Die erwähnte Zeichnung giebt die Details der Anlage und ausserdem auch die Einrichtung des an die Rampe sich anschliessenden Viehhofes. Ueber die Disposition des letztern, auf welche hier nicht wohl näher eingegangen werden kann, findet man beachtenswerthe Mittheilungen in der Zeitschrift für Bauwesen, 1867 p. 423 (auch Organ 1867, p. 255).

§. 6. *Holz-, Kohlen- und Cokerampen. Kohlensturzerüste.* — Sobald Rohmaterialien ein und derselben Sorte, namentlich also die am meisten zur Versendung kommenden: Holz und Steinkohlen, in Massen zur Verladung gelangen, wird die Arbeit wesentlich erleichtert, wenn die zu verladenden Massen höher liegen, als das Plateau der Eisenbahnwagen. Findet dagegen eine Ausladung statt, so wird man dahin streben, die Fuhrwerke, welche die Materialien aufnehmen, tiefer zu stellen, als die Bahnwagen.⁷⁾ Man wird ferner zu berücksichtigen haben, ob eine Lagerung des Materiales der Regel nach stattfindet oder nicht. Ist letzteres der Fall, so kann eine mässige Höhendifferenz zwischen den Plätzen für das Landfuhrwerk und dem Gleise genügen, im erstgenannten Falle dagegen wird der Platz, auf welchem die Lagerung stattfindet, noch über die Höhe des Wagenplateaus zu erheben sein.

Bei Nutzholz findet aus naheliegenden Gründen vielfach eine Lagerung statt und ist es deshalb motivirt, die Holzverladerampen höher anzulegen, als die gewöhnlichen Rampen. Die neuen Holzrampen der württembergischen Bahnen erheben sich deshalb 1^m,776 über Schienenkopf. Eine Anordnung derselben ist in den Figuren 10 und 10^a auf Tafel XLVIII gezeichnet. Bei der grossen Längenausdehnung dieser Rampen (beispielsweise 175^m) hat man die Einfassung im dargestellten Falle aus Holz hergestellt. Auf der Oberfläche der Rampe befinden sich in Abständen von 5^m,157 (18 Fuss württ.) doppelte, auf kurzen Schwellen ruhende Schienen, welche die Bewegung der Holzstämme nicht wenig erleichtern. Die Enden dieser Schienen liegen auf einem Holzstücke, das mit dem Holm der Bohlenwand verbolzt ist. Die Abdeckung des Plateaus befindet sich in Schienenfusshöhe, an den Kanten der Rampe der Abwässerung wegen aber etwas tiefer, wie auch die Figuren ausweisen. — Es kommen indess auf den württembergischen Bahnen auch andere Anordnungen, wie die gezeichnete vor, unter Umständen werden die Rampen mit Auffahrt, statt mit Vorfahrt angelegt, andererseits wird zur Einfassung Mauerwerk verwendet, wenn die Kosten desselben nicht zu erheblich sind.

Bei Steinkohlen findet eine Lagerung auf den Bahnhöfen im Ganzen wohl nicht so häufig statt, wie bei Nutzholz, es muss jedoch auf die Ausführbarkeit einer solchen immerhin Bedacht genommen werden. Bei Anlagen von mittlerer Grösse pflegen die Kohlen mit Landfuhrwerk nach und von der Bahn transportirt zu werden. Alsdann genügt für die Versendungsstation eine geräumige Rampe mit Auffahrt und von mässiger Höhe. Auf der Empfangsstation werden zweckmässigerweise sogenannte Estacaden angelegt, welche namentlich dann grossen Nutzen stiften, wenn die Kohlenwagen mit Bodenklappen versehen sind. Diese Estacaden bestehen aus einer Reihe von Pfeilern von Mauerwerk oder Jochen von Zimmerwerk, gewöhnlich in Abständen von 4 bis 5^m errichtet, welche ein oder zwei auf Langschwellen ruhende Gleise tragen. Die Pfeiler stehen mitunter ganz frei, mitunter lehnen sie sich an der einen Seite mit ihren Köpfen an eine Futtermauer, während die andere Seite frei bleibt. Die Fahrbahn für das Landfuhrwerk liegt am Fusse

⁷⁾ Unter Umständen scheut man sogar nicht eine Hebung der Eisenbahnwagen, um die Ausladung in genannter Weise zu ermöglichen. Man vergl. G o s c h l e r, *Traité pratique* II. p. 319.

der Pfeiler in 1^m,5 bis 3^m,0 Tiefe unter der Schiene. — Man benutzt diese Vorkehrungen sowohl beim Abladen der Kohlen in Landfuhrwerk, wie beim Abstürzen der zur Lagerung gelangenden Kohlen. Die letztern finden in den Oeffnungen zwischen den Pfeilern oft einen angemessenen Platz. Zeichnungen und speciellere Beschreibungen findet man Goschler, *Traité pratique etc.* II, p. 317 und Organ, 1865, Taf. H, Fig. 6.

Kohlenstationen ersten Ranges erfordern complicirtere Vorkehrungen für das Verladen und Entladen der Kohlenwagen, gewöhnlich (in nicht ganz zutreffender Weise) Kohlensturzgerüste genannt. Diese Vorkehrungen erhalten namentlich dann eine weitere Ausbildung, wenn es sich darum handelt, die Kohlen direct aus Bergwerkswagen in Eisenbahnwagen oder aus Eisenbahnwagen in Schiffe zu schaffen. Es sind hierbei nicht selten Anordnungen zum Sortiren und Sieben der Kohlen zu treffen, überhaupt aber ist auf möglichste Schonung derselben Bedacht zu nehmen. Die Kohlen verlieren mehr als andere Rohproducte durch unvorsichtige Behandlung an Werth. Der uns zugemessene Raum gestattet nicht, auch nur einige der fraglichen Anlagen zu beschreiben. Wir begnügen uns deshalb mit einer Angabe der betreffenden literarischen Nachweise:

- Kohlenstation der Great-Northern Bahn zu London. *Zeitschr. f. Bauw.* II, p. 406.
 Vorrichtungen zum senkrechten Heben und Senken der Kohlenwagen am Hafen zu Great Grimsby. *Dasselbst* 1853, p. 20.
 Cascaden und Sturzbühnen zum Verladen von Kohlen in Schiffe, *dasselbst* 1863, p. 83 u. 115.
 Kohlenverladung auf englischen Bahnhöfen, *dasselbst* 1863, p. 615 (auch Organ, 1864, p. 119).
 Ueber Kohlengruben-Eisenbahn-Stationen, *dasselbst* 1867, p. 243.
 Kohlensturzbahn am Hafen zu Saarbrücken, *dasselbst* 1866, p. 362 (auch Organ, 1867, p. 72).
 Kohlensturzgerüst mit hydraulischer Maschine. *Zeitschr. d. hann. Ver.* 1867, p. 401 (auch Organ, 1866, p. 174).
 Apparate zum Verladen von Kohlen in Schiffe. *Carlsruher Sammlung ausgeführter Constructionen* II. Folge, Bl. 37 u. 38.
 Sturzgerüste in englischen Bahnhöfen und Kohlenhäfen. Organ, 1865, p. 162 u. 218 (nach Romberg's *Zeitschr. f. pract. Bauk.* 1864, p. 295).
 Apparate zum Umladen von Lasten aus Eisenbahnwagen in Schiffe. Organ, 1865, p. 220 (nach *Génie industr.* Dec. 1864, p. 307).

Schliesslich sind hier noch die Anlagen zu erwähnen, welche auf Bahnhöfen zur Erleichterung der Manipulation mit den Kohlen- und Cokevorräthen getroffen werden, die zur Heizung der Maschinen bestimmt sind. Dieselben bestanden früher hauptsächlich in Perrons von verschiedener Höhe, welche an den Cokeschuppen angebracht waren.⁸⁾ Seit Einführung des Steinkohlenbrandes und seit grossartigerer Entwicklung des Eisenbahnbetriebes pflegt ein erheblicher Theil der Kohlen im Freien gelagert zu werden und errichtet man deshalb hie und da geräumige Quais, auf denen die Lagerung stattfindet, während andere Verwaltungen die Kohlen mit oder ohne Einfriedigung auf ebener Erde lagern. Nach Ansicht des Verfassers ist für einen gewissen Theil der Reservevorräthe eine Lagerung in Schuppen, für die übrigen Massen aber eine Lagerung zu ebener Erde mit einer Einfriedigung zu empfehlen, welche Quaihöhe, aber auch die Höhe der Tender haben kann; ferner die Anbringung einiger querdurchlaufender Abtheilungen in dem eingefriedigten Raume und einiger fester oder einer fliegenden Bühne zur Aufstellung der Waage und der auf den Tender zu schaffenden Körbe.

Eine Cokebühne zur Aufstellung kleinerer Vorräthe kann in der Nähe des Wasserkrahnes, wie die Situation Fig. 14, Tafel XLVIII zeigt, angelegt werden. Die Details der Construction sind aus den Figuren 11 bis 13 ersichtlich.

⁸⁾ Man vergl. u. a.: Ladeperron zum Auf- und Niederlassen am Cokeschuppen der Victoria-station zu Manchester. *Zeitschr. f. Bauw.* IX. p. 306.

§. 7. *Absperrvorrichtungen in den Bahngleisen und Stossvorrichtungen am Ende derselben.* — Es ist im §. 4 erwähnt, dass die Theile der Rampenmauern, gegen welche Gleise auslaufen, nicht selten mit einer Stossvorrichtung ausgerüstet werden. Dergleichen Vorrichtungen findet man überhaupt in verschiedenen Formen an den Enden aller todlaufenden Gleise und sollen einige Bemerkungen über dieselben, sowie über die in den Gleisen vorkommenden Absperrvorrichtungen hier aufgenommen werden. Die ersteren dienen zur Verhütung des Ablaufens der Wagen von den Gleisen und zum Schutz für die an den Enden von Gleisen etwa befindlichen baulichen Anlagen. Die letztern werden namentlich dann gebraucht, wenn Wagenaufstellungsgleise in Hauptgleise einmünden und haben den Zweck zu verhindern, dass nicht etwa einzelne vom Winde oder durch andere Zufälle in Bewegung gesetzte Wagen auf die Hauptgleise gerathen.

Man kann drei Classen der fraglichen Einrichtungen unterscheiden:

Die erste Classe besteht aus beweglichen und zum Bahnhofsinventar gehörigen Vorkehrungen. Die Besprechung derselben ist nicht hier vorzunehmen, sondern wird im vierten Bande des Handbuches einen Platz finden.

Die zweite Classe besteht aus solchen festen Vorkehrungen, welche an den Radreifen der Räder ihren Angriffspunkt finden. Dieselben werden mit Sicherheit nur zum Aufhalten einzelner Wagen zu benutzen sein und zerfallen nach Obigem in Absperrvorrichtungen und Stossvorrichtungen.

Die dritte Classe wird durch die vollkommenern Apparate gebildet, welche gegen die Buffer der Eisenbahnwagen wirken. Dieselben werden namentlich da zur Anwendung kommen, wo es sich um das Aufhalten ganzer Züge am Ende todlaufender Gleise handelt.

Als Stossvorrichtung der zweiten Classe brachte man früher vielfach das Aufwärtsbiegen der Schienenenden zur Anwendung. Diese Anordnung erfüllt ihren Zweck, wenn die Endschienen mit einer Anzahl davor liegender Schienen durch Laschen gekuppelt sind, aber nicht bei kurzen Gleisen (z. B. bei den Ausläufern von Drehscheibengleisen). Bei entfernter Lage der Schmieden ist das Herstellen der gebogenen Schienen immerhin etwas umständlich. — In gleicher Weise zu gebrauchen sind quer über die Gleise gelegte und durch eingeschlagene Pfähle befestigte Schwellen, mit einem niedrigen Aufwurf von Bettungsmaterial vor und einem höhern hinter ihnen. Diese einfache Anordnung hat den Vortheil einer allmählichern Hemmung der Wagen.

Die Absperrvorrichtungen in Nebengleisen müssen so angeordnet sein, dass sie leicht und ohne Gefahr für die Arbeiter zu bedienen sind und dass keinerlei feste Theile sich höher, als etwa 50^{mm} über Schienenkopf erheben. Beachtenswerth erscheint namentlich ein Apparat, welcher auf verschiedenen französischen Bahnen im Gebrauch und durch die Figuren 18 und 19 auf Tafel XLVIII dargestellt ist. Die Zeichnung lässt das Princip der Construction hinreichend deutlich erkennen und mag hier nur bemerkt werden, dass die Stellen des Querstücks Q, welche von den Spurkränzen der Räder berührt werden, mit Eisen armirt sind. — Eine andere Construction zeigt die Fig. 20. Dieselbe kommt auf englischen Bahnen bei Kohlensturzgerüsten zur Anwendung, nach welchen Gleise mit starkem Gefälle führen. Sie ist insofern selbstwirkend, als in normaler Stellung des Apparats das Gegengewicht die Absperrarme auf den Schienen hält. Beim Durchlassen der einzelnen Kohlenwagen wird das Gegengewicht durch einen Arbeiter gehoben und nehmen die Arme alsdann die mit punctirten Linien angedeutete Stellung ein.

Andere Constructionen verwandter Art findet man:

Organ III. Band (1848), Taf. XVI, Fig. 40 — 44.

Daselbst 1864, p. 78 (nach Zeitschr. f. Bauw. 1863, p. 480 u. 618).

Daselbst 1866, p. 233 (nach Goschler, *Traité pratique etc.*).

Bei Vorkehrungen der dritten Classe, welche zum Aufhalten grösserer Theile von Zügen oder ganzer Züge bestimmt sind, haben, wie oben bereits erwähnt, die Buffer der Wagen die etwaigen Stösse aufzunehmen. (Eine ältere Construction, bei welcher dies nicht der Fall ist, findet man Organ 1851, Taf. II, Fig. 1—3.)

Für Bahnhofs-Nebengleise, namentlich für solche, welche zur Ueberholung von Güterzügen dienen, verdient eine einfache Construction Beachtung, welche aus einem bis zur Höhe der Buffer sich erhebenden Gerüst mit Erdaufwurf dahinter besteht. Abbildungen finden sich Organ 1864, Taf. III, Fig. 8—11 (nach Förster's Allg. Bauzeitung 1863, p. 15). Ebendasselbst ist auch eine vollständigere Vorkehrung dargestellt, welche sich für Hallengleise eignet und mit Buffern ausgerüstet ist. Eine specielle Besprechung derselben und der verwandten Constructionen würde zu weit führen und verweisen wir deshalb auf Goschler's *Traité pratique* II, p. 247 und auf Couche, *Voie etc.* I, p. 289 ff.

§. 8. *Entwässerungsanlagen. Allgemeine Disposition.* — Die Oberflächen der Baulichkeiten einer Bahnhofsanlage zeigen in Beziehung auf die Wasserableitung zwei wesentlich verschiedene Arten des Verhaltens.

Die Gleise liegen mit seltenen Ausnahmen in einer horizontalen Ebene von ziemlicher Ausdehnung. Sie sind in ein durchlässiges Material gebettet, welches die atmosphärischen Niederschläge gleichmässig aufnimmt, sie versickern und zum Theil verdunsten lässt. Nur beim Eintritt von Thauwetter findet eine Ansammlung von Wasser auf der Oberfläche an den tiefer belegenen Punkten statt. In ähnlicher Weise wie die Gleise verhalten sich alle Plätze, welche in Cultur gesetzt sind und die leicht befestigten (begrandeten) Stellen.

In ganz anderer Art findet die Wasserableitung statt bei Gebäuden, solide befestigten Wegen und Plätzen, Perrons, Reinigungsgruben, Wasserkrahnen u. s. w., überhaupt bei allen Anlagen, welche undurchlässige Oberflächen zeigen. Diese Anlagen führen das Wasser, in grössere oder kleinere Massen concentrirt, einzelnen Stellen zu.

Der hervorgehobene Unterschied motivirt eine verschiedene Behandlung der als Sickerwasser und der als zusammengefasstes Wasser auftretenden Massen. Weitere Rücksichten sind zu nehmen:

- a. auf die Beschaffenheit des Untergrundes. Derselbe kann durchlässig, oder compact und wasserfrei, oder wasserführend sein;
- b. auf die Umgebungen des Bahnhofs. Ein Bahnhof, welcher auf freiem Felde mit Seitengräben angelegt ist, wird wesentlich anders zu behandeln sein, wie ein Bahnhof, der sich inmitten städtischer Strassen oder von Festungswerken eingeschlossen befindet;
- c. auf die Hochwasserstände der benachbarten Wasserläufe, den höchsten Stand des Grundwassers u. s. w.

Es folgt aus Obigem, dass die Entwässerungsanlagen eines Bahnhofs sich in mannigfaltiger Weise gestalten können.

In erster Reihe wird man durch einfache Mittel eine gute Entwässerung, welche für die Erhaltung der Baulichkeiten und für ungestörte Benutzung derselben sehr wesentlich ist, anzustreben haben. Diese Mittel sind: richtige Profilirung des Bodens unter den Gleisen, sorgfältige Behandlung des Bettungsmateriales, angemessenes Gefälle der Wegeanlagen, Herstellung offener Gräben an geeigneten Stellen des Bahnhofsplanums, gehörige Tiefe der Seitengräben u. s. w. Auf kleinen Stationen werden weitere Anlagen häufig nicht erforderlich sein.

Sobald indess der Bahnhof eine gewisse Grösse überschreitet, ist zu einer künst-

lichen Entwässerung zu greifen. Die hierbei am häufigsten vorkommenden Fälle dürften folgende sein:

1. Die Anlagen werden beschränkt auf die Herstellung einzelner Canäle⁹⁾, welche das durch die Gebäudedächer u. s. w. zusammengefasste Wasser auf kürzestem Wege nach den Seitengräben des Bahnhofes leiten. Die Entwässerung der Bettung erfolgt ohne besondere Vorkehrungen.

2. Die Entwässerung der Unterbettung und die Entwässerung der übrigen Anlagen wird in getrennter Weise behandelt. Für den erstgenannten Zweck greifen diejenigen Anordnungen Platz, welche im §. 9 des III. Capitels dieses Bandes bereits behandelt sind und daher einer erneuten Auseinandersetzung nicht bedürfen. Die Entwässerung der Gebäude, der Wege, Drehscheiben, Senkgruben u. s. w. erfolgt durch kleinere oder grössere Netze von Canälen, welche an geeigneten Stellen in den Böschungen des Bahnhofes ausmünden. Auch bei dieser Anordnung erhalten die Hauptwasserzüge im Wesentlichen eine rechtwinklige Lage zur Bahnhofsachse.

3. Die Entwässerung des ganzen Bahnhofes erfolgt durch ein zusammenhängendes Netz von Canälen. Hierbei ergibt sich ein Hauptcanal, der in vielen Fällen der Bahnhofsachse parallel läuft, mit Abzweigungen in normaler oder nahezu normaler Richtung. Diese Abzweigungen sind indess verschieden zu behandeln, je nachdem sie Sickerwasser oder gesammeltes Wasser aufnehmen sollen. Die Recipienten für das Sickerwasser müssen so angelegt werden, dass sie dasselbe an möglichst vielen Punkten aufnehmen können, die Recipienten für das gesammelte Wasser dagegen müssen wasserdicht hergestellt werden.

Man hat auf einigen Bahnhöfen bei geeigneten Terrainverhältnissen und bei Oertlichkeiten, welche der Anlage von Entwässerungscanälen Schwierigkeiten bereiten, auch eine Entwässerung durch Senkbrunnen zur Anwendung gebracht. Dieselben können für die Bettungsentwässerung gute Dienste leisten, sind aber nicht wohl anwendbar für die Entwässerung von Wegen u. dergl. Auf dem Bahnhofe Minden wurde eine Communication zwischen den Senkbrunnen und dem Brunnen der Wasserstation mit eingelegter Filtrirvorrichtung hergestellt, eine Anordnung, welche gute Dienste leistete, bis die Herstellung eines regelrechten Canalnetzes ermöglicht wurde.

In die »Grundzüge« (§. 55) ist in Betreff der Entwässerungscanäle folgende Bemerkung aufgenommen:

„Die Entwässerung der horizontalen Bahnhöfe ist gründlich nur durch unterirdische Canäle zu erreichen. Mindestens ist für eine Drainirung und tiefe Gräben ausserhalb des Bereichs der Gleise zu sorgen.“

§. 9. *Entwässerungsanlagen. Details.* — Von den im vorigen Paragraph namhaft gemachten Anlagen giebt nur die sub 3 erwähnte zur Besprechung einiger Details Veranlassung.

Die Entwässerungscanäle eines grössern Bahnhofes, bei welchem die Oertlichkeiten die Sammlung sämmtlicher Wassermassen in einen Hauptcanal nothwendig machen, tragen der Hauptsache nach den Charakter der städtischen Strassencanäle. Die wesentlichsten Punkte, welche bei ihrer Anlage zu berücksichtigen sind, dürften, in gedrängter Uebersicht zusammengestellt, folgende sein:

Vertheilung der Canäle. Die oben bezeichneten Sammelpunkte für das Wasser bilden die Anfangspunkte derjenigen Canäle, welche mit gedichteten Fugen an-

⁹⁾ In Süddeutschland ist für dergleichen kleine Bauwerke die Bezeichnung »Dohle« gebräuchlich. Das Wort »Canal« scheint nicht sonderlich zutreffend zu sein.

zulegen sind. Bei der Wahl ihrer Richtung behuf Vereinigung der verschiedenen Arme unter sich und mit dem Hauptcanal ist weniger auf Einschränkung der Längen, als auf Verminderung der Zahl der theuern Abfallbrunnen (von denen weiter unten die Rede sein wird) zu sehen. Ueber Anzahl und Entfernung der das Sickerwasser aufnehmenden Canäle lassen sich Regeln nicht geben. Bei durchlässigem Untergrunde genügen sehr weite Abstände, während bei wasserhaltigem Boden eine Anlage der Drainzüge und Sickercanäle in etwa 20^m Entfernung voneinander erforderlich werden kann. Namentlich die Nachbarschaft der Weichen ist mit guter Entwässerung zu versehen.

Gefälle und Weite der Canäle. Kleinere Canäle sind mit kräftigem Gefälle zu legen, grössere mit schwachem.

Bei 0 ^m ,15 Weite wähle man ein Gefälle von etwa 15 ‰,	
- 0 ^m ,30	6
- 0 ^m ,60	2,5
- 1 ^m ,25	1,25

Die vortheilhafteste Geschwindigkeit des Wassers in den kleinen Canälen kann zu 1^m,1, diejenige in den grösseren zu 0^m,9 pro Secunde angenommen werden. Unter der Annahme, dass der Hauptcanal in einer Stunde 1^{cm},25 Regenhöhe abzuführen im Stande sein müsse, wird man wohl stets eine ausreichende Weite für den Hauptstamm desselben erhalten. Allzustarke Gefälle sind zu vermeiden. Die Drainröhren unter der Bettung können ein geringes Gefälle (bis 1⁰/₁₀₀ bei 0^m,1 Weite) erhalten. Der zuletzt genannte Durchmesser ist für alle Drains, welche mit offenen Fugen gelegt werden, ausreichend. Werden Drainröhren als Hauscanäle u. dergl. mit gedichteten Fugen gelegt, so sollte 0^m,15 der kleinste Durchmesser sein. Weiten von etwa 0^m,25 eignen sich für Hauptadern und mitunter selbst für die ersten Theile des Hauptcanals. Kann man dem letztern nicht in seiner Weite angemessenes Gefälle geben, so ist er besteigbar zu machen. Alsdann ist 0^m,55 eine angemessene Breite des Profils; die geringste Höhe ist 0^m,75. Bei dieser Höhe ist die Reinigung durch einkriechende Menschen möglich, aber schwierig und angreifend, ziemlich bequem findet dieselbe bei einer Höhe von 1^m,1 statt.

Die höchsten Punkte der Canäle sollen frostfrei, also nicht höher, wie etwa 0^m,8 unter Schienenfuss liegen.

Form des Canalprofils und Wahl des Materials. Runde, ovale und eiförmige Formen gehen mit Annahme von Ziegelmaterial oder Cementguss Hand in Hand, eckige mit Annahme von Bruchsteinmauerwerk oder Herstellung aus Sandsteinplatten. Die runden Formen sind unbedingt vorzuziehen, es ist indess das Material (grosse Drainröhren, Formsteine etc.) bei kurz bemessener Bauzeit nicht immer rechtzeitig zu beschaffen.

Vereinigung der einzelnen Canäle des Netzes untereinander durch Abfallschächte. Die sehr verschiedene Höhenlage der Bahnhofscanäle bringt es mit sich, dass die Vereinigung der kleinern Canäle unter sich und mit grössern in den meisten Fällen durch Vermittelung vertical stehender, gemauerter Schächte erfolgen muss. Das Wasser von Sickercanälen kann auch durch eine thurmartige Packung von Steinen abgeführt werden. Jene Schächte sollten bei besteigbaren Hauptcanälen an der Seite derselben einmünden und in gehöriger Anzahl auch ihrerseits besteigbar angelegt werden. Bei passender Lage dienen sie zugleich als Abfallbrunnen (s. u.). Im Bereiche der Bettung können sie aus trockenem Bruchsteinmauerwerk oder aus Ziegelsteinmauerwerk hergestellt werden, welches in dem oberen Theile mit offenen Stossfugen gemauert ist. Zur Abdeckung dient eine Sandsteinplatte mit Löchern oder (wenn ein Einsteigen stattfinden soll) eine durchbrochene Platte mit gusseiserner Rosette. Durch Herstellung der besprochenen Schächte entsteht in der Regel eine ausreichende Anzahl von Punkten, nach welchen

bei Frostaufgang das Wasser, welches sich auf der Oberfläche in und zwischen den Gleisen sammelt, geleitet werden kann. Eine grössere Anzahl von Zuleitungen im Bereich der Bettung ist überflüssig, eine Planirung der Oberfläche der Bettung zwischen den Gleisen mit Gefälle nach diesen Zuleitungen als tiefsten Punkten lässt sich auf die Dauer ohne unverhältnissmässig grosse Kosten nicht unterhalten.

Abfall- oder Schlammbrunnen. Bei Gebäuden, in Reinigungsgruben, in Drehscheibengruben, an den tiefsten Punkten der Wege und Plätze u. s. w. sind Schlammbrunnen anzulegen, welche das durch die Baulichkeiten gesammelte Wasser den Canälen zuleiten, ausserdem aber in ihren unterhalb der Einmündung der Canäle liegenden Schlammgruben die erdigen Bestandtheile, welche das Wasser mit sich führt, zur Sammlung bringen. Der Grundriss dieser Brunnen zeigt ein Quadrat von mindestens 0^m,45 Seite oder bei Sammelplätzen von grösserer Bedeutung einen Kreis von 0^m,6 bis 0^m,9 Durchmesser. Dergleichen grosse Schlammbrunnen können nach oben zusammengezogen werden. Zur Abdeckung benutzt man einen Rahmen von Stein oder Eisen mit einer durchbrochenen Decke von Gusseisen, wenn der betreffende Platz geschützt ist; ein Rost von Schmiedeeisen ist zu empfehlen, wenn Pferde und Wagen auf demselben passiren. — Regelmässige Reinigung dieser Brunnen, namentlich derjenigen, welche in Senkgruben für Locomotiven und bei Wegen liegen, ist die erste Bedingung für ungestörte Erhaltung der Bahnhofsentwässerung.

§. 10. *Senkgruben.* — Im Vorstehenden sind unter den Baulichkeiten, welche einer besonders sorgfältigen Entwässerung bedürfen, die Senkgruben (Reinigungsgruben, Löschgruben) für die Locomotiven mehrfach erwähnt. Ferner hat eine Art derselben bei Besprechung der Locomotivremisen und Werkstättengebäude bereits Berücksichtigung gefunden (s. p. 572), diejenigen nämlich, welche im Innern der genannten Gebäude angelegt und beim Reinigen, Nachsehen und Repariren der Maschinen benutzt werden. Es sind hier somit nur die Gruben zu besprechen, welche als selbstständige Bauwerke auftreten. Dieselben sind von zweierlei Art. In der Nähe der Locomotivremisen angelegt, dienen sie hauptsächlich zum Aufnehmen des ganzen Inhalts der Feuerkasten der Locomotiven, wenn dieselben zeitweilig ausser Dienst gesetzt werden und beim Ablassen des Wassers aus den Kesseln. Die in Hauptgleisen angelegten Reinigungsgruben dagegen werden gebraucht, um die Asche und die Schlacken aufzunehmen, wenn während der Fahrt der Locomotiven der Aschenkasten und die Roste gereinigt werden müssen. In Betreff der allgemeinen Anordnung weichen beide Arten nicht von den im Innern der Gebäude anzulegenden Gruben ab. Die Details dagegen werden sich je nach ihrer Lage und Verwendung in verschiedener Weise gestalten.

Die Gruben vor den Maschinenhäusern findet man oft in der Weise angebracht, dass jedes Gleis des Hauses eine Grube erhält. Wenn man indess darauf verzichtet, die vom Feuer befreiten Maschinen auf kürzestem Wege an ihre Standorte zu bringen, so kann man die Anzahl der Gruben nicht selten erheblich einschränken.

Bei Feststellung der Länge hat man die Dimensionen der gewöhnlich zur Verwendung kommenden Maschinen zu untersuchen und dieselbe mindestens so zu bemessen, dass die Treppe zugänglich bleibt, wenn der Feuerkasten der Maschine sich beim Ende der Grube befindet. Häufig vorkommend sind Längen von 11 bis 12^m, man würde indess dieselben in vielen Fällen auf etwa 8^m einschränken können. Die Treppe wird an der dem Maschinenhause abgekehrten Seite der Grube angelegt, wenn die Rauchrohre in demselben sich nahe bei den Thüren befinden. Eine Stirnmauer hinter der Treppe ist entbehrlich.

Bei Annahme genügender Dicken für die Seitenmauern ergibt sich eine Breite im

Lichten von 1^m,1 bis 1^m,2. Eine Tiefe von 0^m,85 bis 0^m,90 (vom tiefsten Punkte der Grube bis Schienenfuss gemessen) pflegt ausreichend zu sein.

Die Sohle muss aus feuerfestem Material (Chamottsteinen) hergestellt und die Seitenmauern müssen mit solchem bekleidet sein, wenn man nicht für Reparaturkosten erhebliche Beträge aufwenden will. Das Sohlenpflaster erhält ein kräftiges Längengefälle von etwa 2 ‰ im Anschluss an den am tiefsten Punkte anzulegenden Abfallbrunnen. Nicht selten giebt man dem Pflaster im Querschnitt eine concave Form, es ist indess eine gerade Begrenzung oder eine convexe Form vorzuziehen, weil namentlich bei letzterer der Platz stets trocken bleibt, welcher bei Benutzung der Gruben betreten wird (man vergl. hierüber G o s c h l e r, *Traité pratique etc.* II. p. 304).

Als Abdeckung der Seitenmauern ist eine Quadereinfassung zweckmässig. Man würde indess auch Steinwürfel mit einer Rollschicht von Ziegeln in den Zwischenräumen verwenden können.

Auf die besprochenen Gruben bezieht sich der §. 92 der Grundzüge:

„Vor den Ausfahrtsthoren der Schuppen für dienstthuende Locomotiven sind gut entwässerte Löschruben anzulegen,“

während über die Senkgruben der Hauptgleise im §. 88 Folgendes gesagt ist:

„Die Senkgrube zum Reinigen der Roste ist in den Hauptgleisen so anzulegen, dass diese Arbeit erfolgen kann, während die Maschine Wasser und Brennmaterial einnimmt.“

Die letztgenannten Gruben sind somit in der Nähe der freistehenden Wasserkrahne oder bei Anwendung von Wandkrabnen vor den Wasserstationen anzulegen. Sie sind bei dieser Lage oft störend für die Benutzung des Bahnhofes und sollte deshalb ihre Anzahl thunlichst eingeschränkt werden. Wenn Gelegenheit zum Wassernehmen in reichlicher Weise vorhanden ist, so braucht nicht bei jedem Krahn eine Reinigungsgrube zu sein. Die Situation einer solchen Grube und namentlich ihre Lage zum Wasserkrahn und zur Kohlenbühne zeigt die aus den Normalien der Orientbahn entnommene Fig. 14 auf Tafel XLVIII. Häufiger vorkommend ist die Lage des Krahns am Ende der Grube, und zwar in 0^m,5 bis 2^m,5 Entfernung von derselben, je nach den Dimensionen der gebräuchlichen Tender. In Betreff der Länge, der Tiefe, der Anordnung des Pflasters u. s. w. gilt das vorhin bereits Gesagte. Abweichungen von der Construction der Gruben vor den Maschinenhäusern werden in Betreff folgender Punkte vorkommen: die lichte Weite wird eingeschränkt (bis auf 1^m hinab), damit die Mauern widerstandsfähiger gegen die Einwirkungen der Züge werden. Feuerfeste Materialien für Sohle und Seitenwände sind nicht erforderlich. Treppen sind unter Umständen (namentlich bei eingleisigen Bahnen) an beiden Seiten anzulegen. Zur Abdeckung wählt man gewöhnlich Langschweller, weil man annimmt, das Gleis liege auf solcher sicherer, als auf einer Quaderabdeckung. Zur Warnung der Beamten und des Publicums wird auf manchen Bahnen eine rothe Laterne an der Stirnmauer angebracht.

Die Details der Construction einer solchen Grube (von den Witttembergischen Staatsbahnen) sind aus den Fig. 1 bis 3 auf Tafel XLVIII zu entnehmen.

Die Seitenmauern der Reinigungsgruben in Hauptgleisen zeigen sich nicht selten ziemlich wandelbar, besonders wenn der Untergrund nicht vollkommen consolidirt ist. Man hat deshalb in neuerer Zeit angefangen, Eisen auch bei diesen Bauwerken anzuwenden. Eine betreffende Construction ist ausführlich beschrieben im Organ 1866, p. 232. Auch auf Bahnhof Stuttgart wurden eiserne Löschruben ausgeführt, deren Seiten aus je zwei übereinanderliegenden Doppel-T-Eisen hergestellt sind. Dieselben bestehen seit einigen Jahren und haben sich bislang gut gehalten.

§. 11. *Einfriedigungen der Bahnhöfe.* — Zum Beschluss der Besprechung der Bahnhofsanlagen sind noch einige Bemerkungen über die Einfriedigung der Bahnhöfe zu machen.

Man stellte früher dieselbe mehrfach in der Weise her, dass das ganze Areal des Bahnhofs eingeschlossen war, und brachte da, wo die freie Bahn sich von dem Bahnhofs trennt, Thore an, welche quer über die Gleise reichten und Nachts verschlossen werden sollten. Auch der Vorhof vor dem Hauptgebäude wurde in die Einfriedigung hineingezogen und mit Thoren versehen. Von dieser Anordnung ist man jetzt zurückgekommen.

Man lässt die Einfriedigung in der Regel beim Hauptgebäude als Perroneinfriedigung beginnen oder legt sie in die Richtung der vordern Flucht des Hauptgebäudes. Der Vorhof bleibt somit frei zugänglich. Die letztere der genannten Anordnungen dürfte im Allgemeinen vorzuziehen sein. Man erhält bei dieser Lage der Einfriedigung zwischen ihr und dem Perron zwei Plätze, welche sich gut zu Gartenanlagen, zur Placirung des Brunnens und des Nebengebäudes eignen.

An die Perroneinfriedigung schliesst sich dann rechtwinklig gegen das Gleise laufend der Abschluss des Vorhofes vor dem Güterschuppen, in welchem ein Thor angebracht sein muss, weiter verfolgt die Einfriedigung lediglich die Grenze des Bahnhofsplataeus, in geeigneter Weise mit den Barriären der benachbarten Ueberfahrten in Verbindung tretend. Die oben erwähnten Gleisthore wird man somit nur in Ausnahmefällen noch finden.

Man vergleiche hieüber den §. 56 der Grundzüge:

„Die Bahnhöfe sind einzufriedigen. Ausserdem ist bei offenen Perrons ein Abschluss nothwendig, um das Publicum von den Wagen abhalten zu können.“

Bei Herstellung der Einfriedigung, welche die Bahnhofsgränze bezeichnet, wird man zunächst — behuf Einschränkung der Kosten der fraglichen, in grosser Längenausdehnung vorkommenden Baulichkeiten — die einfachen Constructionen ins Auge fassen, welche an der freien Bahn vorkommend in einem der früheren Capitel bereits besprochen sind, und sich damit begnügen, die Ausführung in etwas derberer und sorgsamere Weise zu beschaffen, als auf freier Bahn. Nur wenn die Umgebung des Bahnhofs in städtischer Weise ausgebildet ist, lässt sich die Anwendung eiserner Gitter und steinerner Mauern rechtfertigen.

Ausser der erwähnten kommen nun auf den Bahnhöfen noch andere Einfriedigungen vor, welche besonderen Zwecken dienen und dem entsprechend zu behandeln sind. Hierher gehören:

1. die Einfriedigungen der Werkstättenhöfe und der Oekonomiehöfe. Die ersteren sollen namentlich Entwendungen der werthvollen Materialien der Werkstätten verhindern, die letzteren sind dazu bestimmt, dem Publicum den Anblick der auf den Oekonomiehöfen vorzunehmenden Verrichtungen zu entziehen. Die fraglichen Anlagen wird man meistens als Mauern, mitunter auch als starke Planken herstellen;

2. die Einfriedigungen derjenigen Abtheilungen von Endbahnhöfen an Zollgrenzen, welche als steuerfreies Gebiet betrachtet werden. In Betreff der Wehrbarkeit dieser Anlagen werden nicht selten besondere Anforderungen gestellt und ist hieüber zu vergleichen: Zeitschr. d. hann. A. u. Ing.-Ver. VI. Band, p. 245 und X. Band, p. 192.

Der für das vorliegende Capitel vorgesehene Raum gestattet dem Verfasser nicht, auf eine Besprechung der Details dieser und anderer Einfriedigungen hier näher einzugehen. Man findet beachtenswerthe Beschreibungen und Zeichnungen an folgenden Stellen:

- Goschler, *Traité pratique etc.* I. Band, p. 207. »Clôtures de stations.«
 Heusinger von Waldegg, Die eiserne Eisenbahn p. 73. »Schmiedeeiserne Bahnhofsgitter« (mit Kostenangaben).
 Organisation des Baudienstes der Schweizerischen Centralbahn. Normalpläne für den Hochbau. No. 34 und 44.
 Etzel, Oesterreichische Eisenbahnen III. Band, Blatt 45.
 Carlsruher Sammlung ausgeführter Constructionen II. Folge, No. 26. »Schutzgeländer am Laufenburger Personenbahnhof.«

§. 12. *Kosten.* — Auch in Betreff der Kosten der im Vorstehenden besprochenen Anlagen müssen wir uns auf einige literarische Nachweise beschränken:

- Funk und Debo, Hannoversche Eisenbahnen. Förster's Bauzeitung 1851. (Perrons, Pflasterung, Entwässerungscanäle u. s. w.)
 Plessner, Anleitung zum Veranschlagen von Eisenbahnen 2. Aufl. (Chaussirung etc. p. 161, Thore und Perrons p. 192, Rampen, Feuergruben und Abzugscanäle p. 201.)
 Goschler, *Traité pratique etc.* (Entwässerungsanlagen I. p. 62, Einfriedigungen I. p. 207, Stossrichtungen II. p. 248, Senkgruben II. p. 305, Perrons II. p. 311, Rampen II. p. 317, Estacaden II. p. 319.)

XVII. Capitel.

Aussergewöhnliche Eisenbahnsysteme.

Atmosphärische und pneumatische Bahnen, Seilebenen, Agudio's System.

Bearbeitet von

Oberbaurath **H. Sternberg,**

Professor an der polytechnischen Schule in Karlsruhe.

(Hierzu Tafel XLIX bis LI.)

§. 1. *Leistungsfähigkeit des Locomotivbetriebes.* — Zur Beurtheilung des Werthes der verschiedenen Bahnsysteme, welche andere Betriebsmittel als Locomotiven verwenden, ist es unabweisbar, zunächst über den Locomotivbetrieb selbst die Ansichten festzustellen.

Locomotiven sind Motoren, welche mit dem bewegten Zuge gleichzeitig sich selbst bewegen, also auch die verlorene Arbeit, welche aus ihrer eigenen Bewegung erwächst, mit zu leisten haben. Die Uebertragung der Bewegung der Dampfmaschine an den Zug geschieht mittelst der Reibung, welche sich zwischen Radreifen und Schiene entwickelt und, neben der Beschaffenheit der reibenden Flächen, von der Grösse des Druckes auf die Triebräder abhängt. Dieser Druck wird nun geleistet im Allgemeinen von der Schwere, d. h. dem Gewicht der Maschine, in besonderen Fällen (z. B. bei der Fell'schen Locomotive) durch eine von dem Gewicht der Maschine unabhängige Kraft, oder durch beide Kräfte gemeinschaftlich. Bei den meisten Locomotiven ist nicht das ganze Gewicht derselben zur Entwicklung der nöthigen Reibung thätig, sondern nur ein Theil desselben; bei den schweren Güterzugmaschinen, insbesondere bei den Tendermaschinen, ist hierzu das ganze Gewicht der Locomotive, bei der Fell'schen Locomotive mehr als das ganze Gewicht derselben verwendet.

An der Peripherie der Triebräder wirkt stets eine Kraft, welche der zur Bewegung von Zug und Locomotive gehörigen Zugkraft genau gleich ist.

Die Leistungsfähigkeit einer Locomotive ist zunächst abhängig von der Grösse der feuerberührten Fläche. Man erkennt, dass, bei der jetzt sehr feststehenden Constructionsweise der Locomotivkessel, das Gewicht der ganzen Locomotive ungefähr proportional sein wird der Anzahl der von derselben entwickelten Pferdekräfte. Es ist zwar richtig, dass ein Locomotivkessel, wenn derselbe mit sich selbst ähnlich wüchse, in der Oberflächenentwicklung, also in seiner Leistung nach der zweiten, in dem Gewichte nach der dritten Potenz der linearen Dimension zunähme; aber die Voraussetzung der Aehnlichkeit

der Locomotiven bei verschiedenen Stärken ist nicht zutreffend, da bei stärkeren Locomotiven wesentlich nur die Längendimension wächst. Wir können daher von einem Locomotivgewichte reden, welches einer Pferdekraft entspricht. Nach einer vergleichenden Gewichtsermittlung der heute gebräuchlichen Locomotiven fand sich durchschnittlich eine Pferdekraft an ein Gewicht von Locomotive und Tender von 110 Kilogramm gebunden.

Der Widerstand eines Zuges auf horizontaler gerader Bahn setzt sich zusammen aus Theilen, welche 1. aus der Zapfenreibung der Achsen, 2. aus der rollenden Reibung der Räder, 3. aus dem Widerstand der Luft erzeugt werden; ausserdem tritt noch 4. ein Reibungswiderstand der Maschinentheile der Locomotive selbst hinzu. Die beiden ersten Widerstände sind offenbar proportional dem Gewichte des Zuges, der letztere kann wohl auch proportional dem Locomotivgewichte gesetzt werden; der dritte hingegen, der Luftwiderstand, ist unabhängig vom Gewichte des Zuges, dagegen abhängig von dessen Gestalt und Geschwindigkeit, und zwar nach allgemein anerkanntem Grundsätze proportional dem Quadrate der Geschwindigkeit. Annähernd wird man jedoch auch diesen Widerstand proportional dem Gewicht des Zuges setzen können, da die Gestalt, namentlich die Länge des Zuges, mit dessen Gewicht proportional wächst. Hiernach lässt sich der Widerstand eines Zuges auf horizontaler grader Bahn, bei der stereotypen Gestaltung von Achsen, Räder und Wagen annähernd ausdrücken durch das Product aus dem normal zur Bahn drückenden Gewichte des Zuges in ein Binom $a + b v^2$, worin v die Geschwindigkeit des Zuges bezeichnet. Nach Versuchen, welche auf den Bahnen von Paris nach Versailles und von St. Etienne nach Lyon angestellt wurden, und welche Flachats bei der Einrichtung der atmosphärischen Bahn nach St. Germain zu Grunde legte¹⁾, ist $a = 0,00421$ und $b = 0,0000317$, wenn v die Geschwindigkeit in Meter und in 1 Secunde bezeichnet. Der Reibungswiderstand der Maschinentheile ist durch Multiplication des Locomotivgewichtes mit dem Coëfficienten $\frac{7}{6}$ berücksichtigt worden.

Es sei

P das Gewicht einer Locomotive nebst Tender in Kilogr.;

P_1 - - - des Zuges in Kilogr.;

v die Geschwindigkeit des Zuges in Meter und Secunde;

N die Anzahl der Pferdekräfte, welche die Locomotive zu entwickeln im Stande ist;

γ der Neigungswinkel der Eisenbahn gegen die Horizontale;

φ der Coëfficient der Reibung zwischen Schienen und Rad (derselbe beträgt je nach dem Witterungs-, namentlich Feuchtigkeitszustande zwischen

$\frac{1}{3}$ und $\frac{1}{10}$, im Mittel $\frac{1}{6}$);

m derjenige Theil des Gewichtes von Locomotive nebst Tender, welcher zur Erzeugung der Reibung (Adhäsion) verwendet wird, der Adhäsionsgrad der Maschine (m ist also gewöhnlich kleiner als 1; bei Tendermaschinen mit durchaus gekuppelten Rädern = 1; bei der Fell'schen Maschine grösser als 1).

¹⁾ Siehe Armengaud, publ. industr. 1848, pag. 154.

Die von andern Autoren angegebenen, sonst auch bekannten, Formeln über den Widerstand der Eisenbahnzüge mögen richtiger als jene sein, eignen sich aber sehr wenig zur Entwicklung der nachfolgenden Gesetze. Es scheint, als wenn die Flachats'sche Formel die Widerstände etwas zu gross ergäbe und der Wirklichkeit näher käme durch die Werthe $a = 0,003$ und $b = 0,00002$.

Die vorausgeschickten Betrachtungen führen nun sofort, unter Voraussetzung voll-
 kräftiger Kraftentwicklung der Locomotive, zu den folgenden zusammengehörigen Gleichungen:

$$(1.) \quad \left(P \cdot \frac{7}{6} + P_1 \right) \cos \eta (a + b v^2) + (P + P_1) \sin \eta = \varphi \cdot m \cdot P \cdot \cos \eta$$

$$(2.) \quad P = N \cdot 110$$

$$(3.) \quad 75 \cdot N = \varphi \cdot m \cdot P \cdot \cos \eta \cdot v$$

aus welchen sich ergibt

$$(4.) \quad v = \frac{0,682}{\varphi \cdot m \cdot \cos \eta}$$

$$(5.) \quad P_1 = P \frac{-\frac{7}{6} (a + b v^2) - \operatorname{tg} \eta + \varphi m}{a + b v^2 + \operatorname{tg} \eta}$$

oder auch durch Substitution aus Gleichung (4)

$$P_1 = P \frac{-\frac{7}{6} (a + b v^2) - \operatorname{tg} \eta + \frac{0,682}{v \cdot \cos \eta}}{a + b v^2 + \operatorname{tg} \eta} \text{ oder kurz } = P \cdot \alpha$$

Die Formel 4 lehrt, dass die Geschwindigkeit v in demselben Verhältniss wächst, in welchem φ und m , welche Grössen nur als Product zusammen auftreten, abnehmen, dass aber v nur wenig sich ändert, wenn η innerhalb der practischen Grenzen der Bahneigungen, φm aber constant bleibt; die Formel 5 lehrt, dass die Zugkraft P_1 der Locomotive in raschem Verhältnisse abnimmt, wenn v und η zunehmen.

Grössere Geschwindigkeiten können also nur eintreten, wenn kleinere Theile des Locomotivgewichtes zur Adhäsion verwendet werden.

Lässt man die Locomotive unter sonst gleichen Umständen mehr ziehen, so vermindert sich die Geschwindigkeit; grössere Geschwindigkeiten und stärkere Bahnsteigungen üben einen sehr bedeutenden Einfluss auf die Zugkraft der Maschine.

Um die Resultate, die man im Allgemeinen leicht als wahr fühlen kann, auch in den Zahlenwerthen zu überblicken, sind in der folgenden Tabelle zusammengehörige Werthe von v und α berechnet für verschiedene Werthe von m und η ; φ ist stets $= \frac{1}{6}$ gesetzt.

Diese Zahlen beziehen sich, wie bereits erwähnt, auf die Maximalleistung der Locomotiven und zeigen also, welche Geschwindigkeiten erzielt und welche Zuggewichte bewegt werden, wenn die Treibräder unter der Belastung mP eben im Begriffe stehen zu schleudern. Bewegt sich also ein Zug auf einer Bahn von der Steigung $\operatorname{tg} \eta$, so lassen sich mittelst des Locomotivbetriebes nicht beliebige Geschwindigkeiten erzielen; nimmt man aber eine bestimmte Geschwindigkeit unter den möglichen an, so ist dadurch die Zugkraft αP der Locomotive vom Gewichte P bestimmt und zugleich auch der Grad m der erforderlichen Adhäsion.

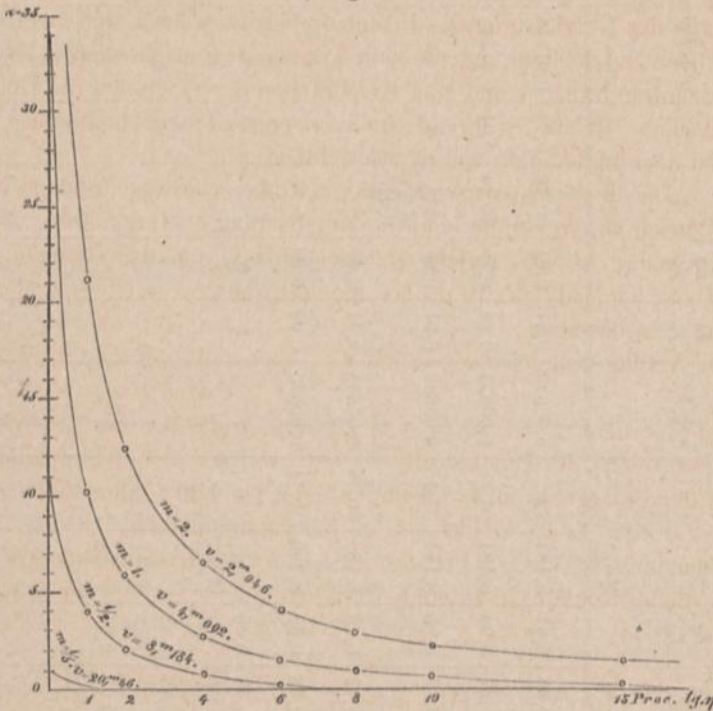
Man sieht auch, dass eine Maschine mit künstlicher Adhäsion (Fell'sche Maschine) viel grössere Steigungen überwinden kann als eine gewöhnliche Locomotive, natürlicherweise mit Aufopferung von Geschwindigkeit. Mit einer Maschine von höherem Werthe der Grösse m , also von höherem Adhäsionsgrade, lassen sich übrigens auch die Betriebsergebnisse der Maschinen mit geringerem Adhäsionsgrade erzielen, wenn sonst die Geschwindigkeit der Kolbenbewegung so zu regeln wäre, dass die Maschine stets unter günstigen Verhältnissen arbeiten könnte. Dies ist beabsichtigt worden bei der Locomotive von Alphonse Loubat, welche während der letzten Industrieausstellung in Paris ihre

tg η	η Grad, Minute.	$m = 2$ (Föll'sche Maschine)					$m = 1$ (gekuppelte Tender- maschine)					$m = \frac{1}{2}$ (gemischte Maschine)					$m = \frac{1}{5}$ (Schnellzugmaschine)				
		v Meter.	$P_1 = \alpha P$ α	$a + bv^2$	$\frac{L_1}{L_0}$	$\frac{L_2}{L_0}$	v Meter.	α	$a + bv^2$	$\frac{L_1}{L_0}$	$\frac{L_2}{L_0}$	v Meter.	α	$a + bv^2$	$\frac{L_1}{L_0}$	$\frac{L_2}{L_0}$	v Meter.	α	$a + bv^2$	$\frac{L_1}{L_0}$	$\frac{L_2}{L_0}$
0,00	0	2,046	75,6	0,00434	0,96	0,98	4,092	34	0,00474	0,86	0,97	8,184	12	0,00633	0,61	0,91	20,46	0,74	0,01748	0,09	0,39
0,01	0° 35'	2,046	22,2	0,00434	0,95	0,96	4,092	10,2	0,00474	0,87	0,90	8,184	4	0,00633	0,68	0,78	20,46	0,01	0,01748	0,004	0,008
0,02	1° 9'	2,046	12,7	0,00434	0,92	0,92	4,092	5,7	0,00474	0,83	0,85	8,184	2,1	0,00633	0,61	0,66	bei tg $\eta =$ 0,013	0		0	0
0,04	2° 18'	2,047	6,5	0,00434	0,86	0,87	4,094	2,7	0,00474	0,72	0,73	8,188	0,78	0,00633	0,41	0,43					
0,06	3° 26'	2,050	4,1	0,00434	0,79	0,79	4,100	1,5	0,00474	0,58	0,58	8,200	0,11	0,00633	0,08	0,09					
0,08	4° 35'	2,052	2,9	0,00434	0,73	0,73	4,104	0,95	0,00474	0,48	0,48	bei tg $\eta =$ 0,076	0		0	0					
0,10	5° 43'	2,056	2,2	0,00434	0,69	0,69	4,112	0,59	0,00474	0,37	0,37										
0,15	8° 32'	2,069	1,2	0,00434	0,55	0,55	4,138	0,08	0,00475	0,07	0,07										
0,33	18° 25'		0	0,00434	0	0	bei tg $\eta =$ 0,16	0		0	0										

Die zusammengehörigen Werthe von m , v , α und tg η sind in nachstehender graphischer Darstellung Fig. 1 so verzeichnet, dass tg η als Abscisse und α als Ordinate aufgetragen wurde.

Versuche anstellte und den Zweck hatte bei Nebenbahnen Lasten über sehr verschiedene Steigungen zu schleppen; sie hatte die Eigenschaft, durch Einschaltung verschiedener Getriebe das Uebersetzungsverhältniss bei verschiedenen Steigungen zu regeln. Es scheint

Fig. 1.



Graphische Darstellung vorstehender Tabellen.

Zusammenhang der Grössen m , v , α , η .

Die Abscissen sind die Werthe von $\text{tg } \eta$ in Procenten der Steigung ausgedrückt.
Die Ordinaten sind die Werthe von α .

nicht, dass die Versuche geglückt sind, vielleicht durch die mangelhafte Räderübertragung. Im Allgemeinen wird man suchen, den Steigungscharakter einer Bahn auf ein und derselben Strecke nicht wesentlich zu ändern und die Verhältnisse der Locomotive, namentlich die Beziehung zu Kolbenhub und Triebraddurchmesser so zu regeln, wie es dem speciellen Bedürfniss des Betriebes angemessen erscheint, d. h. man wird besondere Güterzugmaschinen und besondere Personenzug- und Schnellzugmaschinen bauen. Man sieht aus obiger Tabelle, dass Schnellzugmaschinen nur sehr geringe Lasten selbst auf horizontalen Bahnen bei grossen Geschwindigkeiten ziehen können, dass aber bei Steigungen nothwendig diese Geschwindigkeit ermässigt werden muss. Beispielsweise wird bei $\text{tg } \eta = 0,01$ und $v = 20^m,46$ $\alpha = 0,01$; die Locomotive kann sich also fast nur allein mit so grosser Geschwindigkeit über eine Bahn von 1% Steigung fortbewegen, während bei $m = \frac{1}{2}$, und derselben Steigung schon $v = 8^m,18$ wird, aber auch α sich zu 4 erhebt u. s. f.

Aus constructiven Gründen wird man daher auch die Schnellzugmaschinen, die auf Bahnen mit mässiger Steigung laufen, nur mit einer Treibachse versehen (weil m nur klein bleibt); für grössere Steigungen müssen aber auch die Schnellzugmaschinen mehrere gekuppelte Achsen besitzen, weil sie nur mit ermässigtter Geschwindigkeit und daher auch mit grösserem Adhäsionsgrad m ihren Zug über diese Steigungen zu schleppen im

Stande sein können. Güterzugmaschinen für kleinere Geschwindigkeiten hat man aber stets Grund mit vollständig gekuppelten Achsen zu versehen.

Es entsteht die wichtige Frage nach dem ökonomischen Werth oder dem Güteverhältniss (Nutzeffect) des Locomotivbetriebes, d. h. nach dem Quotienten aus der Nutzleistung in die Rohleistung der Locomotiven.

Der Begriff der Nutzleistung des Eisenbahnbetriebes lässt sich zweifach definiren.

1. Diese Nutzleistung ist die zum Transport eines Gewichtes P_1 über die horizontale Länge 1 und zum Emporheben desselben um die Höhe $\text{tg } \eta$ erforderliche Arbeit, während die Transportzeit beliebig bleibt. Diese Arbeit ist also unabhängig von der Geschwindigkeit v .

Da die Transportgeschwindigkeit aber von wesentlichem Werth für den Betrieb ist, so könnte man die Nutzleistung auch definiren, als

2. diejenige Arbeit, welche erforderlich ist, um das Gewicht P_1 mit der Geschwindigkeit v über die horizontale Strecke 1 und auf die Höhe $\text{tg } \eta$ zu bewegen.

Die erste Art der Nutzleistung sei mit L_1 , die zweite mit L_2 , die Rohleistung mit L_0 bezeichnet.

Es ist nun hiernach $L_1 = P_1 (a + \text{tg } \eta)$ worin a der von der Geschwindigkeit unabhängige Theil 0,00421 des Binoms $a + bv^2$ ist, welches den Widerstandscoefficienten der Last P_1 bei der Bewegung auf horizontaler Bahn vorstellt; oder da $P_1 = \alpha \cdot P$

$$L_1 = \alpha P (a + \text{tg } \eta) \text{ Kilogrammmeter.}$$

Die Rohleistung ist aber N Pferdekraft = $75 \cdot N$ Kilogrammmeter in 1 Secunde oder, da $v \cos \eta$ die horizontale Geschwindigkeitscomponente ist, auf die horizontale Länge 1 gerechnet,

$$L_0 = \frac{75 \cdot N}{v \cos \eta} = \frac{75}{110} \cdot \frac{P}{v \cos \eta} \text{ [vergl. Gleichung (2)].}$$

Das gesuchte Güteverhältniss in der ersteren Auffassung ist demnach

$$(6.) \quad \frac{L_1}{L_0} = \frac{\alpha \cdot P (a + \text{tg } \eta)}{\frac{75}{110} \cdot \frac{P}{v \cos \eta}} = \frac{110}{75} \cdot \alpha \cdot v \cdot \cos \eta (a + \text{tg } \eta) = 1,467 \cdot \alpha \cdot v \cdot \cos \eta (0,00421 + \text{tg } \eta)$$

Die zweite Art der Nutzleistung ist in ähnlicher Weise

$$L_2 = \alpha P (a + bv^2 + \text{tg } \eta), \text{ also}$$

$$(7.) \quad \frac{L_2}{L_0} = \frac{\alpha P (a + bv^2 + \text{tg } \eta)}{\frac{75}{110} \cdot \frac{P}{v \cos \eta}} = 1,467 \cdot \alpha \cdot v \cdot \cos \eta (0,00421 + 0,0000317 v^2 + \text{tg } \eta)^2$$

Die Werthe dieser Güteverhältnisse $\frac{L_1}{L_0}$ und $\frac{L_2}{L_0}$ sind für die verschiedenen betrachteten Fälle von m und $\text{tg } \eta$ berechnet und in die frühere Tabelle (pag. 661) eingesetzt worden.

Man erkennt sofort, dass das Güteverhältniss abnimmt, wenn das Adhäsionsverhältniss m abnimmt und wenn die Steigung $\text{tg } \eta$ zunimmt; zu einem grösseren m gehört aber auch eine kleinere Geschwindigkeit v . Das Resultat der Rechnung lässt sich daher auch so aussprechen, dass der ökonomische Werth des Locomotivbetriebes um so grösser, je kleiner die Geschwindigkeit ist und je weniger die Bahn steigt. Derselbe ist bei horizontaler Bahn überhaupt sehr hoch, wenn die Geschwindigkeit nicht sehr bedeutend wird.

2) Oder auch nach Einsetzung der Werthe von α und $m\varphi$ aus den Gleichungen (4) und (5)

$$\frac{L_2}{L_0} = 1 - 1,467 \left[\frac{7}{6} (a + bv^2) + \text{tg } \eta \right] v \cos \eta.$$

Schnellzuggeschwindigkeiten sind immer nur mit grossem Opfer an verlornen Arbeit zu erkaufen.

Das Güteverhältniss $\frac{L_2}{L_0}$, welches den Werth der Geschwindigkeit vollauf in Rechnung zieht, übersteigt natürlicherweise stets das Verhältniss $\frac{L_1}{L_0}$; die Differenz wird aber nur bedeutend fühlbar bei grosser Geschwindigkeit und bei sanften Steigungen. Die zur Ueberwindung grösserer Steigungen erforderliche Arbeit ist so gross, dass jene Differenz practisch ganz verschwindet. Man sieht ebenfalls aus den in der Tabelle niedergelegten Zahlen, dass das Güteverhältniss des Locomotivbetriebes selbst für starke Steigungen noch immer ein günstiges ist, wenn nur die Geschwindigkeit klein bleibt, dass jedoch dasselbe gleich sehr rasch sinkt, wenn die Geschwindigkeit vergrössert wird. So z. B. zieht bei 8% Steigung eine Locomotive bei 2^m Geschwindigkeit noch einen Zug vom 2,9fachen Gewichte der Locomotive bei einem Güteverhältniss des Betriebes von 0,73, während auf derselben Steigung bei 4^m,1 Geschwindigkeit das Zuggewicht nur 0,95 des Locomotivgewichtes sein kann bei einem Güteverhältniss von 0,48; bei 8^m,2 Geschwindigkeit kann die Locomotive sich nur kaum allein fortbewegen.

Zu den kleineren Geschwindigkeiten von 2^m gehört bei voller Arbeitsleistung der Maschine ein grosser Adhäsionsgrad, der nur durch künstliche Mittel, wie bei der Fell'schen Locomotive, erreicht werden kann. Es versteht sich von selbst, dass man die Locomotiven auch mit weniger als ihrer vollen Leistungsfähigkeit arbeiten lassen kann; es ist dann aber auch ihr Nutzeffect geringer.

§. 2. *Berechtigungen anderer Eisenbahnbetriebsysteme.* — Im Locomotivbetrieb sehen wir demnach ein ganz vorzügliches System, so lange die Bahn sanft ansteigt und die Geschwindigkeit mässig bleibt, etwa bis auf 8^m; auf stark geneigten Bahnen bleibt derselbe noch günstig, wenn die Geschwindigkeit sehr klein sein darf; grössere Geschwindigkeiten bei bedeutenden Steigungen oder sehr grosse Geschwindigkeiten selbst bei horizontalen Bahnen sind stets theuer.

Diese eigenthümlichen Erscheinungen werden uns einleuchtend, wenn wir uns vergegenwärtigen, dass die zur Bewegung der Locomotive selbst erforderliche Arbeit, welche bei grösseren Steigungen und grösseren Geschwindigkeiten in grossem Maasse zunimmt, eine verlorene Arbeit ist.

Hierin liegt offenbar ein nicht zu unterschätzender Mangel des Locomotivbetriebes. Man ist in ungünstigen Terrainverhältnissen entweder gezwungen, durch grosse Kunstbauten und Längenentwickelungen der Bahn das Gefälle sehr zu mässigen um so für den Locomotivbetrieb vortheilhafte Bedingungen zu schaffen, oder die Zugkraft der Maschine nimmt rasch ab und nöthigt dazu, entweder die Gewichte der Züge ausserordentlich zu verkleinern oder überschwere Maschinen zu verwenden. Letzteres ist meistens der Fall; die Locomotiven entwickeln dann in ebeneren Bahnstrecken nur einen Theil ihrer Kraft und schleppen hierdurch eine grössere unnütze Last, als unter normalen Verhältnissen nöthig ist, mit sich; sie erzeugen ausserdem einen so concentrirten Druck auf ihre Triebräder, dass das Bahngestänge in sehr nachtheiliger Weise angegriffen wird. Die Schienen müssen stärker und härter und die Brückenbauten und Uebergangswerke tragfähiger sein, als bei leichteren Locomotiven erforderlich wäre; die gesammte Bahnunterhaltung wird überhaupt kostspieliger.³⁾

³⁾ M. M. v. Weber, Beschreibung der geneigten Ebenen bei Giovi etc. Fürster's Bauzeitung 1858, pag. 79. Diese geneigte Ebene, von Ponte-Decimo nach Busalla, im Gefälle von

Am vortheilhaftesten scheint es hiernach, die Bahnen bei schwierigen Steigungsverhältnissen in verschiedene Betriebsabtheilungen zu trennen und jeder Abtheilung besondere Betriebsmittel zu geben.

Die erwähnten Nachtheile des Locomotivbetriebes fühlen sich leicht heraus, wenn man auch nicht durch die Rechnung dieselben in Zahlen ausdrückt. Es ist daher sehr natürlich, dass die Ingenieure schon frühzeitig auf Mittel gedacht haben, dem Eisenbahnverkehre andere Betriebsmaschinen als Locomotiven zuzuführen, Maschinen, welche ihren Standpunkt nicht verlassen und die Züge durch irgend ein Uebertragungsmittel in Bewegung setzen können.

Ob diese Bestrebungen Aussicht auf Erfolg haben, werden die nachfolgenden Untersuchungen andeuten; mehrere mit vielen Hoffnungen begrüßte Betriebsysteme sind gänzlich aus dem Reiche der Eisenbahnen verbannt, andere nähren ein kümmerliches Dasein, wieder andere tauchen als erneute und verbesserte Formen verlassener Constructionen auf. Lassen sich auch unter Umständen wirklich denselben manche grosse Vortheile nicht absprechen, kann man ihnen auch oft einen grösseren Nutzeffect nachweisen, so ist es trotzdem meistens noch sehr fraglich, ob man ihnen den Vorzug vor den Locomotiven einräumen darf, weil bisher keine Maschine erfunden wurde, welche im Stande ist, mit gleicher Leichtigkeit den wechselnden Bedürfnissen des hochgesteigerten Eisenbahnverkehrs sich anzuschmiegen.

Sieht man von den nur dem kleinen Verkehr dienenden Pferdebahnen ab, so gehören zu den im Nachstehenden näher zu betrachtenden Einrichtungen, welche den Locomotivbetrieb zu ersetzen bestimmt sind: 1. die atmosphärischen und pneumatischen Bahnen; 2. die Seilbahnen.

§. 3. *Atmosphärische und pneumatische Eisenbahnen.* — Atmosphärische und pneumatische Eisenbahnen sind solche, welche die atmosphärische Luft benutzen als Uebertragungsmittel der an einem feststehenden Punkte entwickelten Kraft auf den in seiner Stellung veränderlichen Wagenzug. Der Sprachgebrauch hat sich in der Art entschieden, dass man unter atmosphärischen Bahnen solche versteht, bei denen die in einer Röhre eingeschlossene treibende Luft ausserhalb des Wagenzuges sich befindet, wogegen unter pneumatischen Bahnen andererseits diejenigen Einrichtungen begriffen sind, bei denen die Röhren so grosse Durchmesser annehmen, dass der zu bewegende Wagenzug gänzlich von derselben umschlossen wird, der Zug sich also innerhalb der Röhre bewegt.

Die atmosphärischen Bahnen sind zu gleicher Zeit mit den Locomotivbahnen entstanden und haben eine Zeit lang den letzteren erstlich den Rang streitig gemacht; in den Jahren von 1840 bis 1848 besonders haben sich die namhaftesten Ingenieure mit

$\frac{1}{28}$, 6,9723^m lang, wird mittelst vierrädiger Tendermaschinen, von 28 Tonnen Gewicht in gefülltem Zustande, betrieben und jedem Zuge je nach seiner Grösse 1, 2 oder 3 Maschinen gegeben; die Geschwindigkeit ist $1\frac{3}{4}$ —2 Meilen ($3^m,6$ — 4^m in der Sec.) bei Güterzügen, 3 — $3\frac{1}{4}$ Meilen ($6^m,3$ — $6^m,8$ in der Sec.) bei den Postzügen. Das Herabsteigen geschieht mittelst einer an der Locomotive angebrachten Schlittenbremse. Die Betriebskosten stellten sich im Jahre 1855 auf 10 Thlr. 22 Sgr. pro Zugmeile, wovon $\frac{1}{5}$ auf die Bahnunterhaltung fällt, gegen 8 Thlr. 9 Sgr. pro Zugmeile auf den übrigen Strecken der Turin-Genoa-Bahn.

Auf der Semmering-Bahn (Gloggnitz-Mürzzuschlag) mit einer Steigung von $\frac{1}{40}$ — $\frac{1}{45}$, auf welcher schwere Engerth'sche Locomotiven benutzt werden, erhoben sich die Betriebskosten der Locomotivnutzmeile auf 15 Thlr. 19 Sgr.

In Deutschland beliefen sich im Allgemeinen während des Jahres 1855 die Kosten einer Nutzmeile auf 4 bis 8 Thlr.

ihrer Vervollkommnung beschäftigt und bedeutende Capitalien zu ihrer Construction heranzuziehen gewusst. Bald nach 1848 wurden die Nachteile der atmosphärischen Bahnen allseitig erkannt und heute besteht nirgendwo eine solche mehr, sie sind sämmtlich zu Locomotivbahnen umgebaut worden. Die grossen Vortheile, welche man sich von ihnen versprach, sind nicht in Erfüllung gegangen, die erwarteten Ersparnisse von Einrichtungs-, Unterhaltungs- und Betriebskosten gegenüber den Locomotivbahnen sind nicht eingetreten, vielmehr haben sich in allen Beziehungen grössere Ausgaben ergeben; besonders aber ist erkannt worden, dass sie in keiner Weise den gesteigerten und verwickelten Betriebsbedürfnissen unserer Eisenbahnen zu genügen im Stande sind. Erst in allerneuester Zeit treten die pneumatischen Bahnen wieder vollberechtigt hervor, sie tragen sicherlich Eigenschaften in sich, die ihnen für gewisse Verhältnisse, namentlich bei Ueberschreitung von steilen Gebirgswegen, eine Zukunft versprechen können.

§. 4. I. *Atmosphärische Bahnen.* — Man kann in 2 verschiedenen Weisen die Luft als Uebertragungsmittel verwenden, entweder in verdünntem oder verdichtetem Zustande. Alle Arten von atmosphärischen Bahnen haben mit einander gemein, dass vom Mōtor (Dampfmaschinen, Wasserrad etc.) aus eine mit verdünnter oder verdichteter Luft gefüllte Röhre entspringt und die Bahn in ihrer ganzen Länge begleitet. Die Uebertragung der Druckdifferenz der in der Röhre befindlichen Luft gegen die äussere Atmosphäre aus dem Innern der Röhre auf den zu bewegenden Zug ist nun auf sehr mannigfaltige Weise versucht worden.

1. unmittelbar, indem man einen Kolben in der mit der Bahn parallelen Röhre (Treibröhre) wirken liess und diesen Kolben in Verbindung brachte mit dem Zuge und zwar

- a) durch einen Arm, welcher aus der Treibröhre hervorragte und deshalb einen durch Klappen oder Ventile schliessbaren Längenschlitz in derselben nöthig machte (Medhurst, Pinkus, Clegg und Samuda etc.);
- b) ohne Längenschlitz; der Zug sollte eine kurze Treibröhre, die festliegende Luftleitungsröhre dagegen eine Menge aufrechtstehender hohler Kolben tragen, die durch Hähne während des Ueberschreitens des Zuges denselben stossweise Antriebe erteilten (Chameroy, Laurenzana etc.);
- c) ohne einen Längenschlitz, indem man die Kolben durch starke Magnete (Dezalu) oder durch luftdicht schliessende Rollen (Jullien und Valerio) in Verbindung setzen wollte;
- d) ohne Kolben im Innern, indem man die Treibröhre nicht stark, sondern aus geeignetem luftdichtem Stoffe biegsam, schlauchartig, herzustellen gedachte, um durch ein Aufblasen derselben ausserhalb liegende, mit dem Zuge zusammenhängende Walzen in Bewegung zu setzen. (Alexandre.)

2. mittelbar.

- a) Man wollte aus der Hauptröhre durch geeignete Klappen etc. die Cylinder einer auf der Bahn laufenden Luftlocomotive speisen. (Pecqueur.)
- b) Man wollte eine ganze Reihe von feststehenden Luftmaschinen längs der Bahn durch die Hauptröhre betreiben, hierdurch jedesmal ein Paar horizontale Räder drehen, die wiederum eine mit dem Zuge in fester Verbindung stehende Schiene, wie einen Eisenstab in einem Walzenpaar fortwalzen sollten. (Meyer-Rieter.)

Uneigentlich zu den atmosphärischen Bahnen wäre noch diejenige Bahn zu rechnen, welche mittelst Luftlocomotiven betrieben werden sollte, Locomotiven, welche mit sonst gewöhnlicher Einrichtung, statt Dampfkessel eine Reihe von Behältern trugen, die auf

den verschiedenen Stationen stets wieder von Neuem mit vorräthig gehaltener verdichteter Luft zu füllen wären. (Baader, Andraud, Crelle.)

Man muss von vorneherein erkennen, dass Einrichtungen, welche verdichtete oder verdünnte Luft als Motor in einer Locomotive verwenden wollen, jedenfalls alle Mängel des Locomotivsystems tragen und ausserdem eine aufgespeicherte Kraft benutzen müssen, die vorher durch eine andere Kraft und in den allermeisten Fällen durch Dampf erzeugt werden musste. Ausserdem sind diese Einrichtungen mit einer Menge von lästigen, theueren, oft practisch unmöglichen Zugaben versehen. Es erscheint demnach vollkommen gerechtfertigt, dass solche Luftlocomotiven niemals ins Leben getreten sind, und stets den gewöhnlichen Dampflocomotiven, die die Betriebskraft unmittelbar erzeugen und nicht verwenden, haben nachstehen müssen.

Andere Einrichtungen, namentlich die unter 1. b, c, d und 2. b angedeuteten, sind gradezu abentheuerlich, unpractisch in jeder Art und offenbar von Männern beabsichtigt gewesen, welche die Erfolge und den Nutzen ihrer Erfindungen zu übersehen nicht vermochten.

So bleiben denn nur die unter 1 a erwähnten atmosphärischen Eisenbahnen mit unmittelbarer Verbindung eines Kolbens in der durch eine Längenfuge geöffneten Treibröhre mit dem Zuge übrig. Diese allein sind wirklich ausgeführt worden, während die übrigen höchstens als kleine Modelle in den Werkstätten der Erfinder in Betrieb gesetzt wurden; aber auch die ersteren nur für verdünnte Luft. Es mag dies auffallend sein, weil offenbar viel Vortheile auf Seite der atmosphärischen Bahnen mit verdichteter Luft liegen, z. B. wären diese in den zu Verfügung stehenden Kolbendruck nicht so beschränkt als jene; auch würde, wie gleich nachgewiesen werden wird, bei diesen der Arbeitsverlust kleiner sein als bei jenen. Der Grund der Verwerfung der verdichteten Luft bei atmosphärischen Bahnen liegt in der unüberwindlichen Schwierigkeit, hierbei die Längenfuge wirksam zu schliessen, weil dann die Ventile, Klappen etc. sich nach Innen öffnen müssen und nicht mehr zugänglich bleiben, wohingegen bei verdünnter Luft diese Klappen nach Aussen aufschlagen, also leicht ausgebessert oder ersetzt werden können.

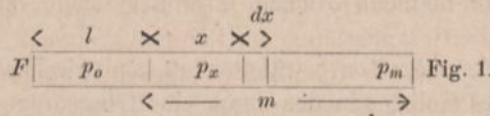
Ein grosser Uebelstand auch dieser besten Constructionsart der atmosphärischen Eisenbahnen besteht in der stets in sehr bedeutendem Maasse eintretenden Undichtigkeit der Treibröhre, namentlich erstens an dem wegen der Unregelmässigkeit der Röhre und der unvermeidlichen Schwankungen des Zuges nur unvollkommen schliessenden Treibkolben, besonders aber an der über die ganze Bahnlänge sich erstreckenden Längenkappe über dem Schlitz der Treibröhre. Die durch die erstere Undichtigkeit in die Röhre eintretende Luft kann als eine in bestimmter Zeit constante Menge angesehen werden, wogegen die zweite sich jedenfalls proportional der Länge der Röhre erweisen muss. Man ist versucht, den letzteren Theil der eindringenden Luft ausserdem noch mit der Luftverdünnung wachsend zu denken. Versuche, welche Stephenson an der Kingstown-Dalkey-Bahn anstellte (siehe Schmid, Bericht etc., Försters Bauzeitung 1847 p. 362), ergeben aber dieselbe als hiervon unabhängig, was dadurch erklärt werden kann, dass die Verschlüsse der Längenkappe bei grösserem Druck der äussern Atmosphäre dichter werden, aber durch diese verkleinerten Oeffnungen anderseits verhältnissmässig mehr Luft eindringt.

Diese Undichtigkeiten, sowie die Reibungswiderstände des Kolbens sind die Ursache grosser Kraftverluste beim Betriebe der atmosphärischen Bahnen, Verluste, welche zu einem Grade wachsen können, dass die Leistungsfähigkeit derselben ausserordentlich herabsinkt, jedenfalls aber zu sehr kostspieligen Einrichtungen, namentlich Zerschneidungen der Bahn in kürzere Betriebslängen, nöthigen.

§. 5. *Leistungsfähigkeit der atmosphärischen Bahnen.* — Die zur Bewegung eines Zuges auf einer atmosphärischen Bahn erforderliche Arbeit lässt sich aus 3 Theilen bestehend betrachten:

1. Aus der Arbeit L_1 zur Verdünnung oder Verdichtung der Luft vor dem Beginn der Bewegung;
2. aus der Arbeit L_2 zur Erhaltung der Verdünnung während der Bewegung, wenn die Röhre vollkommen dicht wäre;
3. aus der Arbeit L_3 , welche aus der durch die Undichtigkeit der Röhre eingedrungenen oder entwichenen Luft entspringt und zwar während der Beförderung des Zuges;
4. aus der Arbeit L_4 , welche aus der Undichtigkeit der Röhre entspringt, vor der Bewegung des Zuges beim Auspumpen oder Verdichten der Luft.

ad 1. A) Arbeit der Luftverdünnung



Es sei eine cylindrische Röhre vom Querschnitt F gefüllt mit Luft von der Dichte der äusseren Atmosphäre; p_0 sei der specifice Druck dieser Luft d. h. auf die Quadrat-einheit bezogen. Es soll die Arbeit berechnet werden, die aufzuwenden ist, um die Luft in der Röhre auf p_m ebenfalls auf die Quadrateinheit bezogen, zu erniedrigen. Denkt man sich die Röhre l um ein weiteres luftleeres Stück m verlängert, so dass, wenn sich die Luft aus der Röhre l in der Röhre $l + m$ ausdehnt, der Druck p_m erzeugt wird, so ist zufolge des Mariotte'schen Gesetzes

$$p_0 : p_m = l + m : l, \text{ also } m = l \left(\frac{p_0}{p_m} - 1 \right)$$

Die gesuchte Arbeit L_1 wird derjenigen gleich sein, welche erforderlich ist, um einen Kolben a vom Ende der Röhre l um den Weg m in der Röhre weiter zu bewegen. Die Elementararbeit dL_1 um den Kolben nach zurückgelegtem Wege x um dx zu bewegen, ist, wenn p_x den Druck der Luft in jenem Punkte bedeutet,

$$dL_1 = F (p_0 - p_x) dx, \text{ oder da wieder } p_0 : p_x = l + x : l, \text{ also } p_x = p_0 \cdot \frac{l}{l+x}$$

$$dL_1 = F \left(p_0 - p_0 \cdot \frac{l}{l+x} \right) dx, \text{ also die Gesamtarbeit}$$

$$(1^a) \quad L_1 = F \cdot p_0 \int_0^m \left(1 - \frac{l}{l+x} \right) dx = F \cdot p_0 \cdot l \left\{ \frac{p_0}{p_m} - 1 - \log. \text{ nat. } \frac{p_0}{p_m} \right\}$$

Setzt man z. B.

$p_m = \frac{9}{10} p_0$	so ist hiernach	$L_1 = 0,0057 \cdot F \cdot p_0 \cdot l = 0,0570 \cdot F (p_0 - p_m) l$
$p_m = \frac{1}{2} p_0$	-	$L_1 = 0,3069 \cdot F \cdot p_0 \cdot l = 0,6138 \cdot F (p_0 - p_m) l$
$p_m = \frac{1}{3} p_0$	-	$L_1 = 0,9014 \cdot F \cdot p_0 \cdot l = 1,3521 \cdot F (p_0 - p_m) l$
$p_m = \frac{1}{4} p_0$	-	$L_1 = 1,6139 \cdot F \cdot p_0 \cdot l = 2,1518 \cdot F (p_0 - p_m) l$
$p_m = \frac{1}{5} p_0$	-	$L_1 = 2,3906 \cdot F \cdot p_0 \cdot l = 2,9882 \cdot F (p_0 - p_m) l$
⋮		
$p_m = 0$	-	$L_1 = \infty = \infty \cdot F (p_0 - p_m) l$

Diese Resultate lehren, dass die zur Auspumpung der Luft aus der Treibröhre verwendete Arbeit, welche, wie man sofort einsieht, vollständig als Arbeitsverlust für die Bewegung des Eisenbahnzuges zu betrachten ist, einfach proportional mit l und F , aber sehr schnell mit dem Grade der Verdünnung wächst. Es ist stets die Absicht, einen durch das Gewicht des zu bewegenden Zuges und der zu erlangenden Geschwindigkeit desselben ganz bestimmten Druck auf den Kolben zu erzeugen, d. h. es muss die Grösse $F(p_o - p_m)$ gleich einem bestimmten Werthe sein. Setzt man also in vorliegender Tabelle den Werth $F(p_o - p_m)$ constant, so verhalten sich die zum Anpumpen der Röhre nöthigen Arbeiten bei verschiedenen atmosphärischen Bahnen von derselben Zugkraft aber bei verschiedener Grösse der Treibröhre, bei dem Druck p_m im Innern der Röhre von

$$\frac{9}{10} p_o ; \frac{1}{2} p_o ; \frac{1}{3} p_o ; \frac{1}{4} p_o ; \frac{1}{5} p_o ; 0 \text{ wie die Zahlen}$$

$$0,0570 ; 0,6138 ; 1,3521 ; 2,1518 ; 2,9882 ; \infty .$$

dabei ist es aber gleichgültig, ob die Länge l gross oder klein gegriffen wird, d. h. ob die ganze Länge der Bahn in mehrere kleinere Theile l getheilt wird, insofern doch beim Durchlaufen aller einzelnen l die Gesammtlänge der Röhre ausgepumpt werden muss.

Man sieht hieraus, wie höchst unvortheilhaft es sein wird, atmosphärische Bahnen mit grossem Grade der Luftverdünnung zu construiren.

ad 1. B) Arbeit der Luftverdichtung.

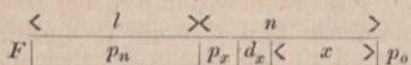


Fig. 2. Es sei wieder eine cylindrische Röhre vom Querschnitte F und der Länge l gefüllt mit Luft von einem specifischen

Drucke $p_o =$ dem Atmosphärendruck der äusseren Luft. Die Luft in der Röhre soll zu einem specifischen Drucke p_n verdichtet werden; n sei diejenige Länge, um welche die Luft in der Röhre zusammen zu pressen wäre, um den Druck p_n in der Länge l zu erzeugen; dann ist

$$p_n : p_o = l + n : l, \text{ oder } n = l \left(\frac{p_n}{p_o} - 1 \right)$$

$$p_x : p_o = l + n : l + n - x, \text{ also } p_x = p_o \frac{l + n}{l + n - x}$$

die Elementararbeit $dL'_1 = F(p_x - p_o) dx$ und die ganze Arbeit

$$L'_1 = F \int_0^n (p_x - p_o) dx$$

$$L'_1 = F \cdot p_n \cdot l \left(\frac{p_o}{p_n} - 1 + \log. \text{ nat. } \frac{p_n}{p_o} \right) \tag{1^b}$$

Setzt man z. B.

$p_n = 1 \cdot p_o$	so wird	$L'_1 = 0,0044 \cdot F \cdot p_n \cdot l = 0,0484 \cdot F(p_n - p_o) l$	oder	$= 0,0055 \cdot F \cdot p_o \cdot l$
$p_n = 2 \cdot p_o$	-	$L'_1 = 0,1931 \cdot F \cdot p_n \cdot l = 0,3862 \cdot F(p_n - p_o) l$	-	$= 0,3862 \cdot F \cdot p_o \cdot l$
$p_n = 3 \cdot p_o$	-	$L'_1 = 0,4319 \cdot F \cdot p_n \cdot l = 0,6478 \cdot F(p_n - p_o) l$	-	$= 1,2957 \cdot F \cdot p_o \cdot l$
$p_n = 4 \cdot p_o$	-	$L'_1 = 0,6363 \cdot F \cdot p_n \cdot l = 0,8484 \cdot F(p_n - p_o) l$	-	$= 2,5452 \cdot F \cdot p_o \cdot l$
$p_n = 5 \cdot p_o$	-	$L'_1 = 0,8094 \cdot F \cdot p_n \cdot l = 1,0117 \cdot F(p_n - p_o) l$	-	$= 4,0470 \cdot F \cdot p_o \cdot l$
\vdots				
$p_n = \infty$		$L'_1 = \infty$		

Auch hier sieht man, ähnlich wie bei Gleichung 1^a, dass die zu verwendende (und verlorene) Arbeit behufs Zusammenpressens der Luft in der Treibröhre mit der Grösse

des Verdichtungsgrades zunimmt. Nimmt man wieder $F \cdot (p_n - p_o)$, nämlich den Druck auf den Treibkolben, als constant an, so wachsen die verlorenen Verdichtungsarbeiten bei

$$p_n = 1,1 \cdot p_o; \quad 2 \cdot p_o; \quad 3 \cdot p_o; \quad 4 p_o; \quad 5 p_o, \text{ wie die Zahlen} \\ 0,0484; \quad 0,3862; \quad 0,6478; \quad 0,8484; \quad 1,0117$$

Es ist also auch bei atmosphärischen Bahnen mit verdichteter Luft vortheilhaft mit möglichst geringen Spannungen zu arbeiten, obgleich hier die Verhältnisse ungleich günstiger sind, als bei den Bahnen, welche mit verdünnter Luft betrieben werden; z. B. wird hier eine Verdichtung $p_n = 2 \cdot p_o$ einen nutzbaren Druck $p_n - p_o = 2p_o - p_o = p_o$ (gleich einer ganzen Atmosphäre) ergeben, mit einer verlorenen Verdichtungsarbeit von nur $0,3862 \cdot F \cdot (p_n - p_o) \cdot l$, wogegen bei verdünnter Luft erst derselbe Kolbendruck erfolgt bei vollkommener Luftleere oder bei $p_m = 0$, was nach der Gleichung 1^a einen unendlich grossen verlorenen Arbeitsaufwand nöthig macht.

Man wäre also bei Bahnen mit verdichteter Luft im Stande ohne übergrossen Arbeitsverlust gesteigerte Kolbendrucke hervorzubringen, was bei Bahnen mit verdünnter Luft selbst bei grösstem Opfer an verlorener Kraft nur in sehr mässigem Umfange erreicht werden kann.

Wie erwähnt, sind nur die unüberwindlichen Constructionsschwierigkeiten Ursache gewesen, die verdichtete Luft als Kraftübertragungsvorrichtung bei Eisenbahnen auszuschliessen und statt dessen der sonst weniger zweckmässigen verdünnten Luft den Vorzug zu geben. Als Kraftübertragungsmittel in anderen Verhältnissen, bei denen vollkommen geschlossene Röhren möglich sind, wird die verdichtete Luft stets ihre grosse Bedeutung bewahren.

ad 2. Arbeit zur Erhaltung der Luft-Verdünnung, beziehungsweise Verdichtung, während der Bewegung des Zuges, unter Voraussetzung vollkommen dichter Treibröhren.

Die Arbeit, welche bei Durchlaufung der Länge l geleistet wird, drückt sich sofort aus durch

$$(2^a) \quad L_2 = F (p_o - p_m) l \text{ bei Anwendung verdünnter Luft und}$$

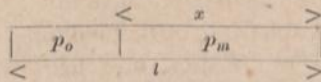
$$(2^b) \quad L'_2 = F (p_n - p_o) l \quad - \quad - \quad \text{verdichteter Luft.}$$

ad 3. Arbeit, welche aus der durch die Undichtigkeit der Röhre eindringenden oder entweichenden Luft entspringt während der Beförderung des Zuges.

a. für Treibröhren mit verdünnter Luft.

Die Luft dringt sowohl am Treibkolben, als an der ganzen Ausdehnung der Längenkappe ein; Undichtigkeiten an der Luftpumpe und der von ihr zur Treibröhre führenden Verbindungsrohren mögen, weil sie durch sorgfältige Ausführung vermieden werden können, ausser Acht bleiben. Man kann, nach Maassgabe der an den atmosphärischen Bahnen angestellten Versuche, das durch den Kolben in einer Secunde eindringende Luftvolumen, von der Spannung der Atmosphäre, als constant $= A$; sowie das an der Längenkappe eindringende Luftvolumen in der Secunde, ebenfalls in der Dichte der Atmosphäre gemessen, als unabhängig von der inneren Spannung und proportional der Länge der Kappe setzen; Letztere sei bezeichnet mit B für die Längeneinheit der Kappe. Das in der Secunde in die Röhre von einer Länge x eintretende Luftvolumen von 1 Atmosphäre Spannung ist demnach gleich $A + Bx$, also in dem Zeitelemente $dt = (A + Bx) dt$; es wird sich mit der unter dem specifischen Druck p_m in der Röhre befindlichen Luftmenge

mischen. Die mit dem Atmosphärendruck p_o behaftete Luftmenge $(A + B x) dt$ füllt eine Röhrenlänge von $\frac{(A + B x) dt}{F}$ aus



also unter dem Druck p_m eine Länge $\lambda = \frac{A + B x}{F} \cdot \frac{p_o}{p_m} \cdot dt$; oder da $- dx = v dt$, wo v die constante Geschwindigkeit des Kolbens, also $dt = -\frac{dx}{v}$, $\lambda = -\frac{A + B x}{F} \cdot \frac{p_o}{p_m} \cdot \frac{dx}{v}$.

Hierbei ist der Druck auf den Kolben immer $= F \cdot (p_o - p_m)$. Es würde demnach durch die Undichtigkeit des Kolbens eine Arbeit zu leisten sein, damit der innere Druck constant $= p_m$ bleibe, in dem Zeitelemente

$$d L_3 = F \cdot (p_o - p_m) \lambda = -\frac{(p_o - p_m)}{v} \cdot \frac{p_o}{p_m} \cdot (A + B x) dx.$$

Beim Durchlaufen des Weges l also

$$(3^a) \left\{ \begin{aligned} L_3 &= \frac{(p_o - p_m) \cdot p_o}{v \cdot p_m} \int_l^o (A + B x) dx = \frac{(p_o - p_m) p_o}{v \cdot p_m} \left(A l + B \cdot \frac{l^2}{2} \right) \\ &\text{oder auch, wenn } t \text{ die Zeit bedeutet, in welcher mit der constanten Geschwindigkeit} \\ &\text{ } v \text{ der Weg } l \text{ durchlaufen wird, also } v t = l \\ L_3 &= (p_o - p_m) \cdot \frac{p_o}{p_m} \cdot t \left(A + B \cdot \frac{l}{2} \right) \end{aligned} \right.$$

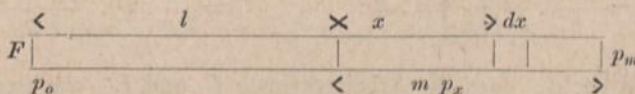
Diese Grösse stellt einen Arbeitsverlust dar und ist also unabhängig vom Querschnitt der Röhre, proportional der Fahrzeit und mit der Länge der Röhre wachsend; man übersieht auch, dass t und l so beschaffen sein können, dass L_3 jede beliebige Grösse annehmen kann, aber kleiner wird, je mehr der Kolben sich dem Ende der Röhre nähert.

Einen ähnlichen Ausdruck erhält man bei Bahnen mit verdichteter Luft; nämlich

$$(3^b) \quad L'_3 = \frac{p_n - p_o}{v} \cdot \frac{p_o}{p_n} \left(A l + B \frac{l^2}{2} \right) = \frac{(p_n - p_o) \cdot p_o}{p_n} \cdot t \left(A + B \frac{l}{2} \right)$$

ad 4. Arbeit, welche aus der Undichtigkeit der Röhre entspringt, vor der Bewegung des Zuges beim Auspumpen oder Verdichten der Luft.

a. für verdünnte Luft.



Während dieser Zeit befindet sich die Treibröhre durch Ventile geschlossen; das eindringende Luftvolumen pro Secunde ist nach der frühern Bezeichnung gleich $B \cdot l$, also im Zeitelemente $B \cdot l \cdot dt$ und zwar von der Dichte der äusseren Atmosphäre p_o .

Es ist wieder $m = l \left(\frac{p_o}{p_m} - 1 \right)$ und $p_x = p_o \cdot \frac{l}{l+x}$.

Die eindringende Luft hat bei der Verdünnung bis zu p_x das Volumen $B l \cdot dt \cdot \frac{p_o}{p_x}$,

füllt also eine Röhrenlänge aus $\lambda = \frac{B l}{F} \cdot \frac{p_0}{p_x} \cdot dt$; der Kolbendruck ist zu gleicher Zeit $F \cdot (p_0 - p_x)$; es wird also in dt die aus der Undichtigkeit entspringende Arbeit zu leisten sein

$$dL_4 = F \cdot (p_0 - p_x) \cdot \lambda = F (p_0 - p_x) \cdot \frac{B \cdot l}{F} \cdot \frac{p_0}{p_x} \cdot dt = B \cdot l \cdot (p_0 - p_x) \frac{p_0}{p_x} \cdot dt,$$

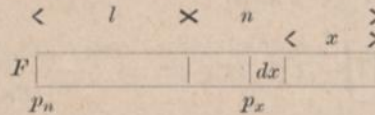
oder da $v \cdot dt = dx$ wo v gleich der constanten Zugsgeschwindigkeit zu setzen ist, in der Voraussetzung, dass die Geschwindigkeit der Luftpumpen constant gehalten wird,

$$dL_4 = \frac{B l}{v} \cdot (p_0 - p_x) \cdot \frac{p_0}{p_x} \cdot dx = \frac{B}{v} \cdot p_0 \cdot x \cdot dx$$

also

$$(4^a) \quad L_4 = \int_0^{m=l\left(\frac{p_0}{p_m}-1\right)} \frac{B}{v} \cdot p_0 \cdot x \cdot dx = \frac{B}{2 \cdot v} \cdot p_0 \cdot l^2 \left(\frac{p_0}{p_m} - 1\right)^2$$

b. für verdichtete Luft.



es ist wieder

$$n = l \left(\frac{p_n}{p_0} - 1 \right); \quad p_x = p_0 \cdot \frac{l + n}{l + n - x}$$

Die im Zeitelemente austretende Luft $B \cdot l \cdot dt$ von der Spannung der Atmosphäre hat im Innern der Röhre ein Volumen $B l \cdot dt \cdot \frac{p_0}{p_x}$, also eine Röhrenlänge $\lambda = \frac{B l dt}{F} \cdot \frac{p_0}{p_x}$; der Kolbendruck ist $F \cdot (p_x - p_0)$ also die Elementararbeit, welche durch die Luftlässigkeit in der Zeiteinheit zu leisten ist,

$$dL'_4 = F (p_x - p_0) \cdot \lambda = F (p_x - p_0) \cdot \frac{B l \cdot dt}{F} \cdot \frac{p_0}{p_x} = B l (p_x - p_0) \cdot \frac{p_0}{p_x} \cdot dt,$$

oder, da wieder $v dt = dx$ ist:

$$dL'_4 = \frac{B l}{v} (p_x - p_0) \frac{p_0}{p_x} \cdot dx = \frac{B \cdot l}{v} \cdot p_0 \frac{x}{l + n} \cdot dx$$

also

$$(4^b) \quad L'_4 = \frac{B l}{v} \cdot \frac{p_0}{l + n} \int_0^{n=l\left(\frac{p_n}{p_0}-1\right)} x \cdot dx = \frac{B}{2 v} \cdot l^2 \cdot \frac{(p_n - p_0)^2}{p_n}$$

Man erkennt leicht, dass die Arbeitsverluste L_4 und L'_4 wachsen mit l und abnehmen mit v , ferner wachsen mit dem Grade der Luftverdünnung einerseits oder Luftverdichtung andererseits.

Stellt man nun die Resultate zusammen, so ergibt sich als Arbeitsaufwand zur Bewegung eines Zuges über eine atmosphärische Eisenbahn von der Länge l

a. für verdünnte Luft.

$$(1^a) \quad L_1 = F \cdot p_0 \cdot l \left\{ \frac{p_0}{p_m} - 1 - \log \text{nat.} \frac{p_0}{p_m} \right\}$$

$$(2^a) \quad L_2 = F (p_o - p_m) l$$

$$(3^a) \quad L_3 = (p_o - p_m) \frac{p_o}{v \cdot p_m} \left(A l + B \cdot \frac{l^2}{2} \right)$$

$$(4^a) \quad L_4 = \frac{B}{2v} \cdot p_o \cdot l^2 \left(\frac{p_o}{p_m} - 1 \right)^2$$

Es bezeichne ferner C den Reibungswiderstand des Treibkolbens in der Treibröhre, ferner wie vorher P_1 das Gewicht des bewegten Zuges; $a = 0,00421$; $b = 0,0000317$; $\text{tg } \gamma$ die Neigung der Bahn, so ist der zur Erzeugung der Geschwindigkeit v (in Metern) nöthige Druck auf den Kolben

$$(5^a) \quad F (p_o - p_m) = P_1 \left((a + b v^2) \cos \gamma + \sin \gamma \right) + C$$

b. für verdichtete Luft.

$$(1^b) \quad L'_1 = F \cdot p_n \cdot l \left(\frac{p_o}{p_n} - 1 + \log \text{nat.} \frac{p_n}{p_o} \right)$$

$$(2^b) \quad L'_2 = F (p_n - p_o) l$$

$$(3^b) \quad L'_3 = \frac{p_n - p_o}{v} \cdot \frac{p_o}{p_n} \left(A l + B \frac{l^2}{2} \right)$$

$$(4^b) \quad L'_4 = \frac{B}{2v} \cdot l^2 \frac{(p_n - p_o)^2}{p_n} \text{ und}$$

$$(5^b) \quad F (p_n - p_o) = P_1 \left((a + b v^2) \cos \gamma + \sin \gamma \right) + C$$

Diese Gleichungen reichen aus, um alle Beziehungen der atmosphärischen Bahnen zu bestimmen.

Zur Bewegung eines Zuges sind in derselben Zeit die Arbeiten L_2 und L_3 , beziehungsweise L'_2 und L'_3 , zu verrichten; nach der Summe derselben ist die Stärke der feststehenden Betriebsmaschine zu bemessen. Die Zeit, in welcher der Weg l durchlaufen wird, ist $\frac{l}{v}$, daher die nothwendige Leistung der Maschine L , beziehungsweise L' , in der Zeiteinheit (Secunde)

1. bei Bahnen mit verdünnter Luft.

$$L = \frac{L_2 + L_3}{l} \cdot v = \left\{ F \cdot (p_o - p_m) l + (p_o - p_m) \frac{p_o}{v \cdot p_m} \left(A l + B \frac{l^2}{2} \right) \right\} \frac{v}{l}$$

$$= F (p_o - p_m) v + (p_o - p_m) \frac{p_o}{p_m} \left(A + B \frac{l}{2} \right)$$

oder

$$(6^a) \quad L = P_1 \left((a + b v^2) \cos \gamma + \sin \gamma \right) v + C \cdot v + (p_o - p_m) \frac{p_o}{p_m} \left(A + B \frac{l}{2} \right)$$

2. bei Bahnen mit verdichteter Luft.

$$L' = \frac{L'_2 + L'_3}{l} \cdot v =$$

$$\left\{ F (p_n - p_o) l + \frac{p_n - p_o}{v} \cdot \frac{p_o}{p_n} \left(A l + B \frac{l^2}{2} \right) \right\} \frac{v}{l} = F (p_n - p_o) v + (p_n - p_o) \cdot \frac{p_o}{p_n} \left(A + B \frac{l}{2} \right)$$

oder

$$(6^b) \quad L' = P_1 \left((a + b v^2) \cos \gamma + \sin \gamma \right) v + C \cdot v + (p_n - p_o) \frac{p_o}{p_n} \left(A + B \frac{l}{2} \right)$$

Man sieht hieraus, dass die Geschwindigkeit v einen sehr grossen Einfluss ausübt auf die Stärke der zu errichtenden Maschine, dass diese jedoch ebenfalls sowohl mit

l , als auch mit dem Grade einerseits der Verdünnung, andererseits der Verdichtung der Luft wächst, dass aber der letztere Einfluss bei verdünnter Luft ein sehr viel höheres Maass annehmen kann, als bei verdichteter Luft.

Zur Bestimmung der in der Rechnung vorkommenden Constanten $A B C$ dienen Versuche auf englischen und französischen atmosphärischen Eisenbahnen.

Auf der Bahn von Kingstown nach Dalkey wurden durch Stephenson Versuche über die Luftlässigkeit der Röhren angestellt und durch Schmid einer weitem Prüfung unterworfen (s. Förster's Bauzeitung 1847, p. 363); es ergab sich pro engl. Meile Treibrohr in einer Minute 231 Cubikfuss von der Dichte der Atmosphäre, oder pro laufenden Meter des Treibrohres in einer Secunde 0,0000678 Cubikmeter.

Auf der Linie St. Germain wurde durch Flachats aus mehrfachen Versuchen abgeleitet

$B = 0,0002$ Cubikmeter pro lauf. Meter (s. Armengaud, Publ. industr. 1848, p. 175) und $A = 0,37$ Cubikmeter, ebenfalls in einer Zeitsecunde und in der Dichte der atmosphärischen Luft gemessen.

Nach anderer Angabe (The practical mechanics journal 1863, p. 57) war auf der Wormwood-Versuchsbahn, ebenso wie auf der Bahn von Dalkey, der Verlust durch die Längenklappe so gross, dass bei vollkommener Ruhe der Maschine das Vacuum von 12 Zoll Quecksilber innerhalb 4 Minuten um $\frac{1}{3}$, also um 4 Zoll Quecksilber, sank. Die Treibröhre hatte 0^m,38 Durchmesser. 30 Zoll Quecksilber sind gleich einer Atmosphäre. Zu Anfang betrug also der Luftinhalt der Röhre $\frac{30 - 12}{30}$, am Ende des Versuches $\frac{30 - 8}{30}$ des Gesamtinhalts, wenn die Luft stets die Dichte der äussern Atmosphäre behalten hätte; es waren also im Ganzen $\frac{4}{30}$ des Inhalts eingetreten, also $\frac{4}{30} \cdot F \cdot l$ in 4 Minuten = 240 Secunden, also in einer Secunde $\frac{4}{30 \cdot 240} \cdot F \cdot l = \frac{1}{1800} \cdot F \cdot l$. Es ist nun $F = \pi \cdot \frac{0,38^2}{4}$;

$l = 1$ Meter, folglich ergibt sich hiernach die eindringende Luft

$$= \frac{\pi \cdot 0,38^2}{1800 \cdot 4} \cdot 1 = 0,000063 \text{ Cubikmeter.}$$

In den englischen Versuchen sind jedenfalls beide Grössen A und B in den gefundenen Zahlen enthalten; vielleicht waren die Längenverschlüsse bei ersteren Bahnen mit grösserer Sorgfalt, als bei der St. Germain-Bahn gefertigt. Flachats benutzte dieselben zur Ableitung der von ihm ausserdem nach neuen Versuchen festgestellten Werthe $B = 0,0002$ und $A = 0,37$, welche auch weiterhin beibehalten werden mögen.

Nach Flachats Versuchen ist zu setzen (a. a. O. p. 157) $C = 120$ Kilogramm für die Kolbenreibung. Alle Längenmaasse in Meter, alle Gewichte in Kilogramm angegeben, ist $p_0 = 10330$ Kilogramm = dem Druck der Atmosphäre auf einen Quadratmeter.

Als Beispiel möge die Entwicklung der Hauptmaasse für die atmosphärische Bahn von St. Germain dienen, und zwar für denjenigen Theil derselben, welcher über eine steile Rampe von einer mittleren Neigung von $25\frac{0}{100}$ nach dem hochgelegenen St. Germain führt. Zur Erklommung dieser steilen Bahn, die kurz vor St. Germain bis zu $35\frac{0}{100}$ stieg, wurden Röhren von grösserem Durchmesser als für die übrige fast horizontale Strecke gewählt.

Es ist demnach

$\text{tg } \gamma_1 = 0,025$; $\sin \gamma_1 = 0,025$; $\cos \gamma_1 = 0,9997$; das Programm wurde so festgesetzt, dass als Maximalleistung

$P_1 = 55 \text{ Tonnen} = 55000 \text{ Kilogramm,}$

$v = 16$ Meter und das Vacuum $= \frac{2}{3}$ Atmosphäre, d. h. $p_o - p_m = \frac{2}{3} \cdot p_o$, also
 $p_m = \frac{p_o}{3} = \frac{10330}{3} = 3443$ Kilogramm betragen sollte.

Es ist dann nach Gleichung (5^a)

$$F(10330 - 3443) = 55000 \left((0,00421 + 0,0000317 \cdot 16^2) \cdot 0,9997 + 0,025 \right) + 120,$$

woraus sich $F = 0,315 \square^m$, und der Durchmesser des Kolbens $= 0^m,63$ ergibt.

Für die grösste Steigung der Bahn $\text{tg } \gamma = 0,035$ liefert dieselbe Gleichung

$$(F = 0,315) (10330 - 3443) = 55000 \left((0,00421 + 0,0000317 \cdot v^2) 0,9994 + 0,035 \right) + 120$$

woraus $v =$ negativ; v wird schon $= 0$ bei $\text{tg } \gamma = 0,33$.

Es kann daher die letzte Steigung, welche kurz vor dem Ende der Treibröhre in der Nähe der Pumpmaschine sich befindet, bei einem 55 Tonnen schweren Zuge überhaupt nur überwunden werden durch Verbrauch der in den vorherigen Strecken erworbenen Geschwindigkeit oder durch eine erhöhte Luftverdünnung; Letzteres ist am wahrscheinlichsten der Fall gewesen, weil bei abnehmender Rohrlänge die Arbeitsverluste kleiner werden und die Maschine bei derselben Leistung mehr nützliche Arbeit liefern konnte.

Die Strecke zwischen St. Germain und Chatou, welche von der Pumpmaschine in St. Germain betrieben wurde, hat eine Länge von 5307 Meter und besteht aus einer horizontalen Strecke und der geneigten Ebene. Obgleich diese Strecke mit Röhren von verschiedenen Durchmessern ($0^m,38$ in der Ebene und $0^m,63$ in der Steigung, wie oben auch entwickelt) versehen war, so hatte doch die Dampfmaschine, welche die Pumpe trieb, diejenige Leistung auszuüben, welche dem grössten Durchmesser entspricht. Die geneigte Ebene besitzt eine Länge von 3360 Meter. Wir wollen die Rechnung in der Voraussetzung durchführen, dass die von der Maschine zu St. Germain betriebene Strecke überhaupt nur aus der geneigten Ebene bestehe, also dass $l = 3360$ sei.

Die in den Gleichungen 1^a, 2^a, 3^a, 4^a ausgedrückten Arbeitsleistungen erhalten daher folgende Werthe:

$$L_1 = 0,315 \cdot 10330 \cdot 3360 (3 - 1 - \log \text{nat. } 3) = 9855251 \text{ Kilogr. Meter}$$

$$L_2 = 0,315 \cdot \frac{2}{3} \cdot 10330 \cdot 3360 = 7297920 \quad - \quad -$$

$$L_3 = 10330 \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{3}{16} \left(0,37 \cdot 3360 + 0,0002 \cdot \frac{3360^2}{2} \right) = 3062845 \quad - \quad -$$

$$L_4 = \frac{0,0002}{2 \cdot 16} \cdot 10330 \cdot 3360^2 (3 - 1)^2 = 2915539 \quad - \quad -$$

Um einen Zug von 55 Tonnen überhaupt diese Strecke emporzuschleppen ist daher eine Gesamtarbeit von $= 23131555 \quad - \quad -$

zu leisten, während die Nutzarbeit nur in $L_2 = 7288848 \quad - \quad -$

besteht. Das Güteverhältniss des Betriebes lässt sich

daher ausdrücken durch

$$\frac{L_2}{L_1 + L_2 + L_3 + L_4} = 0,31,$$

war also sehr gering.

Die Maschine, welche die Luftpumpen trieb, musste einer Leistung von $L_2 + L_3$ entsprechen, weil die Arbeiten L_1 und L_4 vor dem Beginn der Zugbewegung schon geleistet sein mussten. $L_2 + L_3 = 10351693$ Kilogr. Meter.

Diese Arbeit war in $\frac{3360}{16} = 210$ Secunden zu verrichten, also in einer Secunde

$\frac{10351693}{210} = 49294$ Kilogr. Meter, es wurde also erfordert eine Maschine von einer Nutzleistung $\frac{49294}{75} = 657$ Pferdekraft.

In der That wurden auf der Station St. Germain Dampfmaschinen von noch grösserer Stärke aufgestellt, zunächst weil von denselben eine grössere Strecke, als im vorangehenden Beispiel in Rechnung gesetzt, betrieben wurde, andererseits weil man für alle Fälle über grössere Kräfte als erforderlich, verfügen wollte. Nach Angabe des mehrfach citirten Berichtes von Schmid hatten die Maschinen 800 Pferdekraft, nach der Angabe von Armengaud mehr als 1000 Pferdekraft. (79360 Kilogr. Met. in einer Secunde.)

Einfluss der Steigung der Bahn auf das Güteverhältniss.

Wäre eine atmosphärische Bahn unter ganz denselben Verhältnissen zu betreiben, also unter Beibehaltung derselben Werthe von P_1, p_m, l, v , nur mit anderer Steigung, so zwar, dass $\text{tg } \gamma = 0$, also die Bahn horizontal sei, so findet sich nach Gleichung (5^a) $F(10330 - 3443) = 55000(0,00421 + 0,0000317 \cdot 16^2) + 120$, woraus $F = 0,1158 \square^m$, oder der Durchmesser des Treibkolbens = $0^m,38$.

Hieraus ergibt sich

L_1	=	3623290	Kilogr. Meter
L_2	=	2679936	- -
L_3	=	3062845	- -
L_4	=	2915539	- -
$L_1 + L_2 + L_3 + L_4$	=	12281610	- -

und das Güteverhältniss des Betriebes

$$\frac{L_2}{L_1 + L_2 + L_3 + L_4} = 0,46$$

gegen 0,31 bei $\text{tg } \gamma = 0,025$.

Man sieht hieraus, dass das Güteverhältniss des Betriebes bei den atmosphärischen Bahnen nur wenig sich ändert, wenn die Neigung der Bahn zwischen sehr bedeutenden Grenzen sich bewegt; vorausgesetzt, dass sonst alle anderen Bestimmungsgrössen unverändert bleiben.

Einfluss des Grades der Luftverdünnung (Verdichtung) auf das Güteverhältniss.

Dagegen wächst dieses Güteverhältniss sehr wesentlich, wenn der Grad der Luftverdünnung (Luftverdichtung) abnimmt. Um auch hier ein Zahlenbeispiel zu geben, sei wieder die zuerst betrachtete Bahn zu Grunde gelegt, nämlich $l = 3360$ Meter; $P_1 = 55000$ Kilogramm; $\text{tg } \gamma = 0,025$; $v = 16$ Meter, aber p_m nur = $\frac{9}{10} \cdot p_0$; es ergeben die Formeln

$$(5^a) F \left(1 - \frac{9}{10}\right) 10330 = 55000 \left((0,00421 + 0,0000317 \cdot 16^2) 0,9997 + 0,025 \right) + 120,$$

woraus

$$F = 2,103 \square \text{Meter, also der Kolbendurchmesser gleich } 1^m,64.$$

$$(1^a) \quad L_1 = 2,103 \cdot 10330 \cdot 3360 \left\{ \frac{10}{9} - 1 - \log \text{nat.} \frac{10}{9} \right\} = 415981 \text{ Kilogr. Meter}$$

$$(2^a) \quad L_2 = 2,103 \cdot \frac{1}{10} \cdot 10330 \cdot 3360 = 7297920 \quad - \quad -$$

$$(3^a) \quad L_3 = \frac{1}{10} \cdot 10330 \cdot \frac{10}{9 \cdot 16} \left(0,37 \cdot 3360 + 0,0002 \cdot \frac{3360^2}{2} \right) = 170170 \quad - \quad -$$

$$(4^a) \quad L_4 = \frac{0,0002}{2 \cdot 16} \cdot 10330 \cdot 3360^2 \left(\frac{10}{9} - 1 \right)^2 = 9000 \quad - \quad -$$

$$L_1 + L_2 + L_3 + L_4 = 7893071 \quad - \quad -$$

Das Güteverhältniss ist daher

$$\frac{L_2}{L_1 + L_2 + L_3 + L_4} = 0,92, \text{ also ein sehr hohes.}$$

Einfluss der Geschwindigkeit v auf das Güteverhältniss.

Man sieht zwar aus Gleichung (6^a) und (6^b), dass die Vermehrung der Zuggeschwindigkeit bei sonst gleichbleibenden Verhältnissen einer atmosphärischen Bahn einen sehr grossen Einfluss auf die Stärke der stehenden Maschinen, welche die Luftpumpen bewegen, ausüben muss, dagegen lehren die Gleichungen 1—5, dass das Güte-

verhältniss $\frac{L_2}{L_1 + L_2 + L_3 + L_4}$ nur wenig sich ändern kann, indem zwar mit v der Kolbenquerschnitt F wächst, also auch L_2 und L_1 in demselben Verhältniss wachsen, zugleich aber L_3 und L_4 mit v abnehmen; Letztere beiden Grössen sind im Allgemeinen gering gegen die andern. Es folgt daraus, dass der Quotient $\frac{L_2}{L_1 + L_2 + L_3 + L_4}$ bei verändertem v (d. h. innerhalb practischer Grenzen, wobei v nicht übermässig klein ausfallen darf) sich nur wenig ändert, aber doch bei grösserem v zunimmt; dass also das Güteverhältniss des atmosphärischen Betriebes mit der Zuggeschwindigkeit langsam wächst.

§. 6. *Resultate; Vergleichung der atmosphärischen mit den Locomotivbahnen.* —

Es lassen sich nach dem bis jetzt Vorgetragenen wichtige Vergleichungen ziehen zwischen dem Eisenbahnbetrieb auf Locomotivbahnen einerseits und atmosphärischen Bahnen andererseits, wenn, abgesehen von allen sonstigen Vor- und Nachtheilen beider Systeme, nur deren Nutzeffect in Betracht gezogen wird. Grössere Geschwindigkeiten sind bei beiden Systemen nur mit sehr bedeutenden Opfern an Arbeit zu erkaufen, weil die Widerstände der Züge in raschem Maasse mit der Geschwindigkeit wachsen. Hiernach sind geringe Geschwindigkeiten auf Eisenbahnen in Bezug auf Transportarbeit unter allen Umständen vortheilhaft, namentlich bei Locomotivbetrieb, welcher hierbei und bei schwach geneigten Bahnen kaum einen namhaften Arbeitsverlust mit sich führt, weniger günstig bei atmosphärischen Bahnen wegen des Arbeitsverlustes aus der Luftlässigkeit der Röhren.

Unser heutige Verkehr fordert aber grosse Geschwindigkeiten, deren Werth gemessen werden mag nach dem Widerstande, welchen ein Eisenbahnzug bei denselben entwickelt. Unter dieser Anschauung haben die verschiedenen Betriebssysteme verschiedenen Werth. Hierbei nimmt das Güteverhältniss des Locomotivbetriebes schnell ab mit wachsender Geschwindigkeit; die atmosphärischen Bahnen hingegen haben die vorzügliche Eigenschaft in ihrem Güteverhältniss, mit wachsender Geschwindigkeit, wenn auch langsam, zuzunehmen.

Betrachtet man den Eisenbahnverkehr auf ansteigenden Bahnen, so ergibt die vorhergehende Untersuchung, dass das Güteverhältniss des Locomotivbetriebes in sehr raschem Maasse abnimmt mit wachsender Steigung und bald eine practische Grenze findet, wenn die Geschwindigkeit nicht ganz gering genommen wird; bei der atmosphärischen Bahn nimmt das Güteverhältniss des Betriebes bei wachsender Steigung auch ab, aber in viel geringerem Grade und der Betrieb ist noch ausführbar, wenn der Locomotivbetrieb längst schon unmöglich geworden ist.

Bei atmosphärischen Bahnen nimmt das Güteverhältniss des Betriebs sehr rasch ab mit erhöhter Verdünnung (beziehentlich Verdichtung) der Luft in der Treibröhre und ist überhaupt sehr gering bei den atmosphärischen Bahnen, wie solche bis jetzt ins Leben getreten sind. Dieser Umstand hat hauptsächlich dazu beigetragen, diese Bahnen ökonomisch unhaltbar zu machen. Die neueren sogenannten pneumatischen Bahnen hingegen, welche mit viel grösseren Treibröhren und daher mit ganz geringer Luftverdünnung oder Verdichtung arbeiten, auch die Luftverluste vermeiden, sind frei von den genannten Uebelständen der atmosphärischen Bahnen und bieten in Bezug auf gute Verwendung der Betriebskraft viele grosse Vortheile gegenüber den Locomotivbahnen, besonders bei grossen Steigungen. Es wird sich hierbei nur fragen, ob die kostspielige Anlage und Unterhaltung ihrer grossen Tunnelröhren, ihre Verwendung zulassen.

Die anderen, allerdings höchst gewichtigen, Vor- und Nachtheile, welche den verschiedenen Betriebsystemen eigen sind, beziehen sich auf den Fahrdienst und die Regelmässigkeit und Bequemlichkeit desselben.

In dieser Hinsicht gebührt der Locomotivbahn ganz entschieden der Vorzug. Bei letzterer ist die Betriebsmaschine beim Zuge, die Bahn dagegen ist nur Weg. Jeder Zufälligkeit, jeder Störung, jeder aussergewöhnlichen Anforderung an die Zugkraft kann sofort durch Anhalten, Zufügung anderer Locomotiven u. s. f. Genüge geleistet werden; bei den atmosphärischen Bahnen ist die ganze Bahn Theil der Maschine, deren Handhabung ferne von dem Punkt der Arbeitsleistung geschieht; die Zugkraft kann nicht beliebig verstärkt werden; jede Störung einer einzigen stehenden Maschine macht die ganze Bahn unfahrbar; eine Maschine kann der andern nicht aushelfen; der Rangirdienst auf den Bahnhöfen ist mit fast unüberwindlichen Schwierigkeiten verbunden und macht entweder eine unzureichende Hülfe von Menschen- oder Thierkräften, oder von sehr mangelhaftem Seilbetrieb nöthig, so dass doch Rangir locomotiven kaum entbehrt werden dürften. Das Hin- und Herfahren auf derselben Bahnstrecke macht entweder umständliche Umstellung der Kolbenapparate oder zwei getrennt nebeneinander liegende Treibröhren nothwendig, die Niveautbergänge sind sehr störend und mangelhaft und dergleichen mehr.

Besonders aber sind die Anlage-, Unterhaltungs- und Betriebskosten der stehenden, sehr starken Maschinen ausserordentlich gross. Wie aus dem Vorhergehenden ersichtlich, ist man genöthigt, um die Arbeitsverluste nicht übermässig wachsen zu lassen, die einzelnen Betriebsstrecken kurz zu halten (die Praxis hat dieselben etwa auf 5 Kilometer festgestellt). Für jede derselben ist demnach eine feststehende grosse Pumpmaschine zu beschaffen, deren Betrieb auf das Aeusserste unvortheilhaft wird, weil die Arbeitszeit sich nur auf wenige Minuten beschränkt und die Pausen sehr lang werden können, aber in denen trotzdem stets ein genügender Dampfvorrath gehalten werden muss, um gleich nach dem eintreffenden Signal die Arbeit beginnen zu können. Es ist einleuchtend, dass hierdurch ein unverhältnissmässiger Brennmaterialverbrauch erwächst. Maschinen und vor Allem die Treibröhren sind steter Nachhülfe und Erneuerung unterworfen. Die grösseren Anlage- und Unterhaltungskosten des Maschinenwesens einer atmosphärischen Bahn gegenüber einer Locomotivbahn können nicht aufgewogen werden durch die geringeren

Anschaffungs- und Unterhaltungskosten des leichteren Bahngestänges, welches nur den mässigen Druck der Wagenräder zu tragen hat.

Ferner ist zum Nachtheile der atmosphärischen Bahnen nicht gering in Anschlag zu bringen, dass deren Zugkraft nur sehr mässig ist und dass daher nur kleine Züge auf einmal befördert werden können. Bei der St. Germain-Bahn, welche die grössten Dimensionen unter den atmosphärischen Bahnen zeigte, war das Maximalzuggewicht der Züge zu 55 Tonnen normirt, einem Gewichte, welches noch nicht vier unserer jetzigen grösseren Güterwagen entspricht und den jetzt auf Locomotivbahnen üblichen Zuggewichten bei weitem nicht gleich kommt.

Unzweifelhaft sind die pneumatischen Bahnen vielen der erwähnten Nachtheile nicht oder in geringerem Maasse ausgesetzt, andere gewichtige bleiben auch diesem System eigen. Man kann daher mit Sicherheit voraussagen, dass selbst diese niemals die Locomotiven verdrängen werden, dass sie jedoch in besonderen Fällen, namentlich bei Ueberwindung grosser Steigungen, mit Vortheil verwendet werden können, in denen die Locomotiven unzureichend sind.

Wichtig sind die Aussprüche von Rob. Stephenson geworden, welche dieser berühmte Ingenieur in einem Gutachten vom April 1844 niedergelegt hatte um zu entscheiden, ob die damals auszuführende Bahn von Chester nach Holyhead nach dem atmosphärischen oder dem Locomotivsystem betrieben werden sollte. Stephenson stellte hierzu zahlreiche Versuche an der Dalkey-Linie an und maass die geleistete Arbeit durch Indicatorgramme an den Luft- und Dampfzylindern der stehenden Maschine. Er kam zu den Resultaten, dass das atmosphärische System als unökonomisches Uebertragungsmittel, sowohl dem Locomotiv- als dem Seilbetrieb nachstehe; dass ferner sowohl die erreichbare Geschwindigkeit nicht grösser sei als beim Locomotivbetrieb und dass die Erbauungskosten in den meisten Fällen höher sein müssten, als bei diesem. Er betonte ferner, dass das atmosphärische System für einen lebhaften Verkehr auf langen Linien viel zu unschmiegsam sei, um den complicirten Anforderungen des Betriebes zu genügen.

Dieser Bericht urtheilt nur über die Einrichtungen der atmosphärischen Bahnen, wie sie damals bestanden, weist jedoch keineswegs auf die eigentliche Quelle des Uebels hin, noch führt er Mittel an zur Verbesserung des Systems.

§. 7. *Geschichtliche Entwicklung der atmosphärischen Bahnen.* — Die erste Idee einer atmosphärischen Eisenbahn scheint von einem dänischen Ingenieur Medhurst 1810 ausgegangen zu sein; er beabsichtigte Briefe und andere Gegenstände in einer geschlossenen Röhre durch Luftverdünnung zu transportiren, indem er innerhalb der Röhre eine Bahn dachte, auf welcher ein Kolbenwagen lief. Später trat der englische Ingenieur Vallance mit dem Project einer ähnlichen Bahn, aber von grossen Abmessungen auf; sie sollte Personen und Güter von London nach Brighton in einer tunnelartigen Röhre von Gusseisen auf einer innerhalb derselben liegenden Eisenbahn auf ordentlichen Wagen, welche den Treibkolben trugen, transportiren; die Bewegung sollte wieder durch verdünnte Luft bewerkstelligt werden. Es wurden Versuche mit provisorischen Holzzöhrn von über 2 Meter Durchmesser angestellt, die jedoch misslangen. Seitdem schien diese Idee aufgegeben worden zu sein, bis sie in jüngster Zeit in ganz verwandter Weise in den pneumatischen Bahnen wieder auftauchte und zur Ausführung gelangte. Es ist gewiss merkwürdig, dass die nach den vorhergehenden Untersuchungen einzig richtige Art der Bewegungsübertragung durch atmosphärische Luft an einen Eisenbahnzug die ursprüngliche Idee eines genialen Erfinders gewesen, die durch mangelhafte Ausführung oder durch Hindernisse in der damaligen noch gering entwickelten Technik ohne Erfolg blieb und vergessen wurde über viel unvollkommenere Einrichtungen, die nothwendigerweise wieder zu Grunde gehen mussten, bis eine vorgeschrittenere Zeit berufen scheint, die erste Idee in verbesserter Gestalt wieder ans Licht zu ziehen.

Medhurst verfolgte nach dem ersten erfolglosen Versuche die atmosphärischen Bahnen weiter; er trennte die Treibröhre von dem Zuge, versah dieselbe mit einem Längenschlitze und verband den Treibkolben in der mit verdünnter Luft zu füllenden Röhre durch einen festen Arm mit dem zu bewegenden Bahnzuge. Diese Anordnung forderte nothwendigerweise einige wesentliche Organe. Zunächst musste die Treibröhre an den Enden verschlossen werden und doch dem Zuge erlauben, ohne Widerstand diese Schlussvorrichtung zu überschreiten; ferner musste auch der Längenschlitz der Röhre, trotzdem der starre Verbindungsarm durch dieselbe reichte, mit einem luftdichten Verschluss versehen werden. Medhurst legte den Längenschlitz an den tiefsten Punkt der Röhre, verlängerte die Röhrenwand daselbst gefässartig und füllte den so gebildeten Rand mit Wasser an, durch welche die gekrüpfte Verbindungsstange, indem sie in das Wasser eintauchte, hindurch reichte. Man sieht ein, dass diese Lösung der Aufgabe ganz verfehlt war, indem das Wasser nur bei ganz horizontaler Bahn und nur bei Temperaturen über dem Gefrierpunkte den Verschluss herstellen konnte, besonders aber, weil bei dem verminderten Druck der Luft in der Röhre das Wasser sofort in dieselbe emporsteigen musste. Der Erfinder sah diese Unrichtigkeiten auch ein und schlug dann eine andere Anordnung vor, bei der der Längenschlitz oben lag und der Verschluss durch eiserne, an den Seitengelenken bewegliche Klappen hergestellt wurde. Hierbei war es nöthig, den Kolben um ein gewisses Stück vor derjenigen Stelle anzubringen, an welcher die Verbindungsstange sich abzweigte, der Kolben erhielt also einen langen, in der Röhre steckenden Körper, der noch am entgegengesetzten Ende ein Gegengewicht trug, um das Schleifen desselben zu verhüten; an diesen Körper griff die Verbindungsstange an; auch waren mit demselben mehrere Rollen verbunden, die nach und nach die Klappen emporheben mussten, um der Verbindungsstange freien Raum zu gewähren.

Hiermit war der atmosphärischen Bahn diejenige Anordnung gegeben, welche sie beibehalten hat bis zu ihrer grössten Vervollkommnung, in welcher sie allerdings den Locomotivbahnen gegenüber sich auch nicht halten konnte. Die meisten Erfindungen und Vorschläge in Bezug auf atmosphärische Bahnen beziehen sich auf Verbesserungen der Längen- und Endverschlüsse, sowie auf die Herstellung des Vacuums. Alle übrigen Vorschläge, die bereits früher kurz erwähnt wurden (cf. §. 4), können hier um so mehr ganz übergangen werden, als ihre Unausführbarkeit überhaupt sofort erkannt wird.

Im Jahre 1834 nahm der amerikanische Ingenieur Pinkus ein Patent auf einen Verschluss des Längenschlitzes, welcher durch ein eigenthümlich präparirtes Seil hergestellt werden sollte; zu dem Ende sollte die Röhre an der Seite des Längenschlitzes nach aussen divergirende Verlängerungen tragen, die dem Seile beim Festdrücken eine keilförmige und somit dicht anschliessende Gestalt ertheilten. Durch eine am Kolbenkörper befindliche Rolle sollte das Seil gehoben, durch eine andere am Wagen (Leitwagen) sitzende Rolle wieder festgedrückt werden. Pinkus hat noch eine weitere Construction vorgeschlagen, durch welche der Kolben nur durch eine elastische Platte ohne Verbindungsstange mit dem Wagen verbunden werden sollte. Die Sache ist aber vollkommen unmöglich. Ausserdem hat derselbe Erfinder 1836 eine Construction angegeben, nach welcher die Längenöffnung durch zwei nebeneinander liegende Klappenreihen oder Metallbänder geschlossen wurde; die Röhre sollte dabei einerseits vom Kolben mit verdichteter, andererseits mit verdünnter Luft gefüllt werden. Diese Construction bot aber eine übergrosse Steifigkeit des Verschlusses und führte solchen Kraftverlust herbei, dass man von einem grösseren Versuche abstand: dagegen ist mit dem vorher erwähnten Seilverschlusse ein wenn auch wenig befriedigender Versuch bei London gemacht worden.

Die Ideen und Erfahrungen von Medhurst und Pinkus wurden 1838 von den

englischen Ingenieuren Clegg und Samuda wieder aufgenommen und es gelang denselben, den atmosphärischen Bahnen eine practisch ausführbare Form zu geben, welche seitdem ohne bedeutende und wesentliche Abänderung bei allen Bahnen, die überhaupt gebaut worden sind, nachgeahmt wurden (s. Fig. 2). Sie verwendeten die Röhren mit oben liegendem Längenschlitz, führten aber in der Schlussklappe eine wirksame Verbesserung ein, indem sie dieselbe aus einem ununterbrochenen Streifen dicken Leders bildeten, welcher an der einen Langseite durch eine geeignete Klemmvorrichtung gelenkartig befestigt wurde und durch sein eigenes Gewicht wieder zurückfiel. Die Kolbeneinrichtung, die Art des Aufhebens und nachherigen Zudrückens der Längenklappe, waren von den frühern Einrichtungen nicht abweichend. Ausserdem war den Herren Clegg und Samuda die Einrichtung der am Ende der Röhren befindlichen Klappe eigenthümlich. Die Erfindung wurde in Frankreich Ende 1838 durch James Bonfil patentirt und in Chaillot (nach andern Angaben in Havre) probirt und darauf ein Stück atmosphärischer Bahn in der Nähe von London und zwar bei Wormwood-Scrubs als Versuchsstrecke ausgeführt. Obgleich diese Strecke in den Einrichtungen und Apparaten sehr mangelhaft war, so lenkten doch die bedeutenden auf ihr erzielten Resultate die Aufmerksamkeit der Ingenieure auf die atmosphärischen Bahnen und wurden so Veranlassung zur Erbauung der 3 Kilometer langen Strecke von Kingstown-Dalkey in der Verlängerung der Bahn von Dublin nach Kingstown. Diese führte zur Erbauung der atmosphärischen Bahnen von London nach Croydon, ferner von Exeter nach Plymouth (South-Deyon-Bahn) und endlich von Nanterre nach St. Germain, mit welcher die Reihe der atmosphärischen Bahnen überhaupt schliesst, welche zwar in anderen Ländern, als in England und Frankreich, auch gründliche Beachtung, doch keine Nachahmung gefunden hatten. Im Jahre 1849 etwa scheinen sämmtliche atmosphärische Bahnen ausser Betrieb gesetzt worden zu sein.

Nachdem Clegg und Samuda mit ihren Constructionen ans Licht getreten waren und sich dieselben hatten patentiren lassen, haben sich viele Ingenieure noch mit Verbesserungen an den atmosphärischen Bahnen beschäftigt. Es wird anerkannt, dass namentlich mehrere neuere Vorschläge für den Verschluss des Längenschlitzes an den Treibröhren wirkliche Verbesserungen des Clegg'schen Systems darstellten, dass jedoch Patentrechte verhinderten, dieselben bei bestehenden Bahnen einzuführen.

Hallette von Arras nahm 1844 ein Patent auf einen Längenverschluss, welcher aus zwei längs der oberen Schlitzöffnung liegenden elastischen Schläuchen aus weichem luftdichtem Gewebe bestand. Die Schläuche lagerten in entsprechenden Rinnen und wurden mit verdichteter Luft gefüllt, wodurch sie sich sowohl an die Wände, als gegeneinander dicht pressten und die äussere Luft abschlossen. Geeignete zugeschärfte Form der Verbindungsstange des Kolbens mit dem Wagen öffnete diesen lippenartigen Verschluss. Man tadelte an dieser Erfindung die rasche Abnutzung der Schläuche beim Durchstreichen der Verbindungsstange, sowie die (bei einer Versuchsstrecke auch eingetretene) Möglichkeit, dass bei grösserem Grade der Verdichtung die Schläuche in das Innere der Treibröhre schlüpfen konnten. Jedenfalls ist auch die durchaus nöthige Luftdichtigkeit der Schläuche, sowie der Apparat zum fortwährenden Aufblasen der genannten Schläuche Veranlassung die Hallette'sche Einrichtung gegenüber der Clegg'schen unbequem und kostspielig zu machen. (Siehe umstehende Fig. 3.)

Fig. 2.



Talbot und nach ihm Hediard 1844 projectirten einen Röhrenverschluss durch zwei elastische Stahlstreifen. Des letzteren Erfinders Construction scheint einfacher und wirksamer zu sein, als die des ersteren. Hediard's Längenverschluss (s. Fig. 4) bestand im Wesentlichen aus zwei sehr dünnen, nach einem Kreisbogen gekrümmten Stahlblättern von etwa 11—12 Centimeter Breite und von der ganzen Länge der Treibröhre. Sie berührten sich gegenseitig mit ihren convexen Seiten und waren an der untern Seite durch Schrauben mit dem Gusseisenkörper der Treibröhre verbunden. Ausserdem war die Luftdichtigkeit durch einen Fettüberguss, welcher die unteren Ränder der Stahlblätter bedeckte,

Fig. 3.

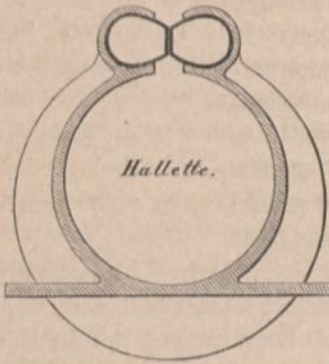
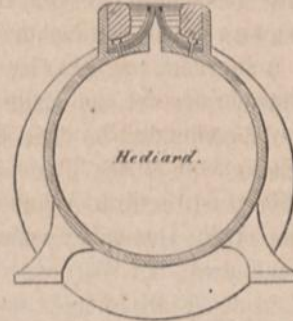


Fig. 4.



vermehrt. Dieses System wurde auf einer kleinen Versuchsstrecke bei St. Ouen bei Paris probirt. Es drang viel Luft durch die Längenöffnung ein, selbst nachdem die Anlageflächen der Stahlblätter mit Filzstreifen versehen worden waren, auch wurde bei geringer Verdünnung der inneren Luft ein Aufklappen der Stahlblätter beobachtet. Es scheint jedoch, als wenn dem Hediard'schen Verschlusse leicht eine grössere Vervollkommnung ertheilt werden könnte, die demselben selbst vor der Clegg'schen Lederklappe einen Vorzug einräumen dürfte. Bodmer's System ist dem Hediard's sehr ähnlich.

Arnollet (1844) wollte zur Vermeidung der grossen Pumpmaschinen in kürzeren Zwischenräumen an der Bahn grosse Behälter aufstellen, aus denen von kleineren Maschinen dauernd die Luft ausgepumpt werden sollte und die durch geeignete Ventile mit der Treibröhre in Verbindung zu setzen wären. Die zu Grunde liegende Idee hat etwas Bestechliches; die Ausführung scheiterte aber an der Schwierigkeit und Kostspieligkeit der Herstellung so grosser luftdichter Gefässe; ausserdem ist es einleuchtend, dass die Luftverdünnung in diesen Gefässen grösser gehalten werden müsste, als die in der Treibröhre, dass also die Arbeitsleistung der kleineren Maschinen wieder unnöthigerweise wachsen würde.

Zambaux verfolgte eine ähnliche Absicht. Er legte längs der Treibröhre eine geschlossene zweite Röhre, aus welcher die Luft stetig ausgepumpt werden sollte; etwa jede 500 Meter sollte die mit einem Schlitz versehene Treibröhre durch Schieber abgeschlossen werden, dafür aber vermittelt Zweigröhren und Ventile in Verbindung mit der zweiten Röhre treten. Schieber und Ventil konnten durch den Wagenzug selbstthätig oder auch durch Bahnwärter bewegt werden. Die zweite Röhre, welche leicht vollkommen dicht gehalten werden kann, dient hier als Behälter; die Pumpmaschine kann daher kleiner sein, als bei der gewöhnlichen Anordnung, nach welcher die Treibröhre unmittelbar ausgepumpt wird, und der Kraftverlust wird ausserdem geringer, weil die Länge der

geschlitzten und mit verdünnter Luft gefüllten Röhre nur klein ist. Die Zambaux'sche Construction wird sich leicht für hin- und hergehende Züge einrichten lassen, auch können zwei atmosphärische Gleise nebeneinander durch ein und dieselbe Zwischenröhre gespeist werden.

So vortheilhaft diese Anordnung auf den ersten Blick erscheint, so schwierig dürfte die Ausführung werden, weil der ganze Apparat aus einer ausserordentlich grossen Menge einzelner Maschinentheile (Hebel, Drahtzüge, Ventile, Klappen, Luftröhren etc.) besteht, die alle fortdauernd in gutem Zustande erhalten werden müssen, wenn überhaupt der Betrieb nicht gestört werden soll. Die ganze Anlage ist sicherlich kostspieliger als die Clegg'sche Bahn und es ist dabei noch sehr fraglich, ob schliesslich nicht der Arbeitsverlust bei der grossen Menge von Ventilen und Klappen noch grösser sein wird als bei dieser. Zambaux hat ausserdem auch für den Verschluss der Treibröhre (s. Fig. 5) eine neue Construction angegeben, die sehr an das Pinkus'sche Seilventil erinnert und aus einem dicken Lederstrang besteht von keilförmiger Gestalt, unten schmaler als oben, welcher sich in eine entsprechende Rinne einlegt und, beim Durchlaufen einer hakenförmig gebogenen Verbindungsstange des Treibkolbens mit dem Wagen, von dieser gehoben wird. Eine Verbesserung ist hierin kaum zu sehen, da durch die erzeugte gleitende Reibung eine rasche Abnutzung des Riemens unausbleiblich sein dürfte.

Fig. 5.

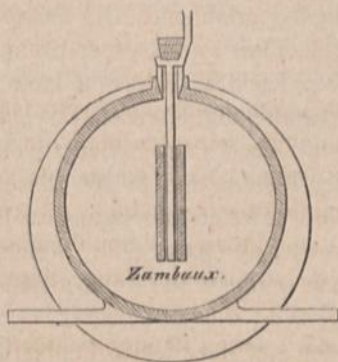
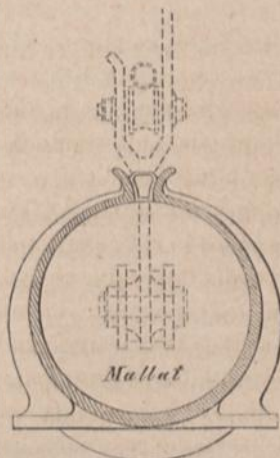


Fig. 6.



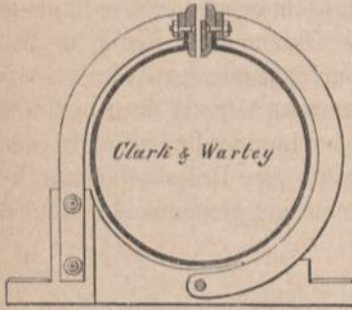
Aehnlich verfährt auch Mallet (Mallet) mit einem Verschlusse des Längenschlitzes (s. Fig. 6), welcher aus einem wasserdichten, biegsamen, mit Wasser gefüllten Schlauche besteht, der durch eine gabelförmige mit einer Rolle versehenen Verbindungsstange gehoben werden sollte. Auch trat Mallet mit verschiedenen Vorschlägen auf, Luftbehälter, die entweder durch Pumpen oder durch Dampfcondensation entleert werden sollten, mit der Treibröhre nach und nach in Verbindung zu setzen.

In Deutschland ist es vorzugsweise Crelle, welcher sich mit der Frage der atmosphärischen Bahnen beschäftigte⁴⁾; derselbe schlug ebenfalls die Anwendung von auszupumpenden Behältern vor, welche nach und nach mit der Treibröhre in Verbindung zu

⁴⁾ Dr. Crelle, Geh. Ob.-Baurath, über die sogenannten atmosphärischen Eisenbahnen, sowie über verschiedene andere Arten, die Spannkraft der atmosphärischen Luft als bewegende Kraft auf Eisenbahnen zu benutzen. Berlin bei Reimer 1846.

setzen wären; auch gab derselbe einen eigenthümlichen Verschluss des Längenschlitzes der Treibröhren an, welcher aus einer Reihe von Klappen (aus Eisen und Leder) bestand und durch zwei elastische Luftschläuche, ähnlich wie bei dem Hallett'schen System, gedichtet wurde. Diesem Verfahren lässt sich mit Recht der Vorwurf einer zu grossen Complicirtheit machen. Besonders betont aber Crelle die Vorzüge der Luftlocomotiven, welche zuerst, etwa 1816 schon, durch von Baader in München angeregt und 1833 von Hentschel in Cassel in einer besonderen Schrift behandelt wurden und welche durch Andraud an der Paris-Versailler Bahn (linkes Ufer) 1844 ausgeführt worden sind.

Fig. 7.



Unsere Ansicht über die Bedeutung der Luftlocomotiven ist vorher bereits ausgesprochen worden. Unter einer grossen Menge von patentirten Erfindungen über Verbesserungen an atmosphärischen Eisenbahnen glauben wir noch besonders Clark und Warley's (1846) sogenannte resilient atmospheric railway (rückspringende, d. h. elastische Eisenbahn) hervorheben zu müssen (s. Fig. 7). Diese Ingenieure wendeten schmiedeeiserne, oben gespaltene Röhren an, die selbst elastisch durch eine entsprechende Verbreiterung am oberen Ende den luftdichten Schluss, also ohne besonderes Ventil, bilden und zugleich der Verbindungsstange einen ungehinderten Durchgang erlauben. Die Röhre ruht nicht,

sondern hängt vermittelst einiger runder Bügel und eines gusseisernen Stuhles, so dass sie sich der Unregelmässigkeit der Kolbenbewegung leicht anschliessen kann. Die etwa 6 Millimeter starken Röhren sind an der Längenspalte mit eisernen Flachschieben eingefasst, die ihrerseits eine Dichtungsmasse tragen. Zwei Paar Rollen, welche mit dem Wagen zusammenhängen, fassen die Ränder der Röhren und biegen diese soweit auseinander, um der Verbindungsstange mit dem Kolben freien Durchgang zu lassen. Der Kolben selbst bewegt sich in der Röhre so weit vorher an einer Stelle, welche noch vollständig geschlossen ist; die Elasticität der Röhre schliesst die Fuge alsbald nach dem Durchgang des Zuges wieder zu.

Mit den eben beschriebenen Röhren wurden auf der Station Poplar der London-Blackwall Eisenbahn, welche damals noch mittelst Seile und stehenden Maschinen betrieben wurde, eine kurze Versuchsbahn ausgeführt, die in hohem Maasse die Ansprüche der Techniker befriedigte. Man bewunderte die sehr grosse Dichtigkeit der 38 Centimeter im Durchmesser weiten Röhren, sowie die geringe Reibung, welche der Kolben und die übrigen Apparate hervorbrachten und welche einen Wagen von 3 Tonnen bei einem Vacuum von 6 Millimeter in Bewegung setzten und bei stillstehender Maschine die verdünnte Luft zwei Stunden lang erhielt. Es scheint unzweifelhaft zu sein, dass diese elastischen Röhren bedeutende Vorzüge vor der Clegg'schen und Samuda'schen Bahn besitzen; die ganze Anordnung ist viel einfacher und kaum der Abnutzung ausgesetzt; die Dichtung erwies sich sogar nach einigem Gebrauche vorzüglicher als zu Anfang. Trotzdem ist das System von Clark und Warley nicht zu einem wirklichen Bahnbetrieb verwendet worden, offenbar weil es erst zu einer Zeit auftauchte, in welcher bereits der Stab über die atmosphärischen Bahnen überhaupt gebrochen war.

§. 8. *Kurze Beschreibung der atmosphärischen Eisenbahnen.* — 1. Die Bahn von Kingstown nach Dalkey in Irland ⁵⁾ bildete die Fortsetzung der Locomotiveisenbahn

⁵⁾ Siehe Schmid, a. a. O. p. 340 ff.

von Dublin nach Kingstown und war die erste atmosphärische Bahn, welche im Anschlusse an die Versuche bei Wormwood-Scrubs nach dem Systeme von Clegg und Samuda ausgeführt wurde. Zwischen den Wagen der atmosphärischen und der Locomotiv-Bahn bestand kein directer Verkehr; die Reisenden mussten übersteigen. Die ganze Länge der atmosphärischen Bahn von der Ausmündung in die Dublin-Kingstowner Bahn bis Dalkey betrug 2740^m; das Längengefälle derselben war sehr verschieden, von Kingstown aus fallend (260^m lang) $\frac{1}{327}$, dann steigend im Verhältnisse von $\frac{1}{106}$ bis $\frac{1}{218}$, zuletzt aber $\frac{1}{37}$. Im Ganzen stieg die Bahn um 21,6^m. Die Bahn, welche meist in Einschnitten lag und scharfe Krümmungen bis herab zu 174^m Radius zeigte, war auf gewöhnliche Weise mit Stuhlschienen construiert und bot keine sonstigen Eigentümlichkeiten dar. Die Treibröhre hatte eine Länge von 2175^m, lag in der Mitte des Gleises und war mit einem Längenschlitze und der Clegg'schen Lederklappe versehen; ihr Durchmesser betrug 0^m,38; sie bestand aus Gusseisen von etwa 0^m,017 Dicke und war aus einzelnen Längen von etwa 3^m mittelst Muffen zusammengesetzt, deren Zwischenräume mittelst Hanfzöpfe und Unschlitt und Wachs gedichtet wurden. Die Röhren waren ohne Schlitz gegossen und wurden nachher durchgehobelt, ebensowie an der Auflagerfläche der Lederklappe auf der Hobelmaschine geebnet und ihnen daselbst die genaue Gestalt gegeben. Im Innern war die Röhre nicht weiter bearbeitet, die rauhe Gushaut aber mit einer starken Lage Unschlitt bedeckt.

An den Enden befanden sich Klappen von verschiedener Construction; etwa 9^m vom unteren Ende derselben (also bei Kingstown) eine Eintrittsklappe, welche sich erst öffnete, nachdem der Kolben bereits in das Rohr eingedrungen war und daher den Eintritt der äussern Atmosphäre abspernte; am obern Ende eine Austrittsklappe, welche sich nach Aussen öffnete, wenn vor dem anrückenden Kolben die innere Luft dichter wurde als die äussere. Das Saugrohr, also die Verbindungsröhre der Luftpumpe mit der Treibröhre, von gleichem Durchmesser wie letztere, traf dieselbe etwa 15^m vor dem obern Ende und wurde dort durch ein Ventil geschlossen, um die Treibröhre als Luftreservoir für verdünnte Luft benutzen zu können, sowie um die Luft in der Treibröhre rasch einen hohen Grad der Verdünnung annehmen zu lassen, wenn der Zug das untere Eingangsventil überschritten hatte. Man erreichte dadurch den Vortheil, dass die Längenklappe sogleich eine bedeutende Pressung und daher Dichtung erfuhr. Das Saugrohr war durch örtliche Umstände ganz übermässig lang geworden, nämlich 437^m. Obgleich vollständig geschlossen, so entstand nach Versuchen von Stephenson in demselben doch ein ganz ausserordentlich grosser Luftverlust, was offenbar nur durch eine mangelhafte Dichtung der Verbindungsstellen erklärt werden kann. Die Dampfmaschine war eine Hochdruckmaschine mit Expansion und Condensation, die Luftpumpe war doppelt wirkend und bestand aus nur einem Cylinder; Dampf- und Pumpenkolben hingen durch eine Schwungradwelle in solcher Weise unmittelbar zusammen, dass beide denselben Hub und Geschwindigkeit hatten. Der Durchmesser des Dampfcylinders maass (2' 10") 0^m,86, der des Luftcylinders (5' 7") 1^m,70; der gemeinschaftliche Hub (5' 6") 1^m,67. Die Kessel hatten innere Feuerungen.

Der Treibkolben bestand aus 4 Holzkörpern, von denen je zwei einen Lederring (Manchette) umschlossen; er war also ein Doppelkolben, aufgesteckt auf einen gemeinschaftlichen Kolbenkörper, an welchen auch die sehr starke Verbindungsstange desselben mit den Wagen angriff. An demselben Kolbenkörper sassen ferner 4 Scheiben aus Gusseisen zur Hebung der Längenklappe, sowie ein Gegengewicht, um den Schwerpunkt des ganzen Kolbens senkrecht unter die Verbindungsstange zu bringen. Ausserhalb der Röhre hinter dem Kolben war eine Rolle angebracht, welche die Längenklappe wieder andrückte, sowie ein durch Kohlenfeuer erwärmtes langes Bügeleisen, welches die Verdichtungs-

masse, mit welcher die Lederklappe reichlich geschmiert und umgeben war, wieder feststrich. Der ganze Apparat war an einem besondern Rahmen befestigt, der ohne Vermittlung von Federn mit den Axen der Räderpaare eines Wagens, des Leitwagens, zusammenhing. Der Oberkasten des Leitwagens, welcher das Fahrpersonal aufnahm, war als Personenwagen 3. Classe ausgebildet und ruhte auf Federn gewöhnlicher Art. Der Leitwagen war mit kräftiger Bremse versehen.

Die Bahn Kingstown-Dalkey wurde durch die Treibröhre nur bergauf, also nur nach einer Richtung betrieben; bergab lief der Zug durch die Schwere und wurde in seiner Geschwindigkeit durch die Bremsen regulirt. Bei dieser Rückfahrt blieb der Kolben nicht in der Röhre, sondern wurde durch ein Hebelwerk seitwärts gebogen; desgleichen wurde das Bügeleisen und die Druckrolle emporgehoben, so dass der Zug vollständig frei von der Treibröhre lief.

Diese Bahn wurde am 29. März 1844 in Betrieb gesetzt, und es fuhren jede $\frac{1}{2}$ Stunde nach beiden Richtungen Züge, im Sommer von 5—6 Wagen, im Winter von 3—4 Wagen. Die Luftverdünnung war im Sommer $17'' = 0^m,43$, im Winter $0^m,25$ Quecksilber (d. h. die Differenz gegen den äussern Luftdruck) oder was dasselbe sagt, die Spannung in der Treibröhre betrug $0,43$ beziehentlich $0,67$ Atmosphären. Zur Erkennung dieser Spannung waren an verschiedenen Punkten der Bahn Barometer angebracht, an der Dampfmaschine, am Abschlussventil der Saugröhre, endlich im Leitwagen selbst, wo ein dünnes Röhrechen den Treibkolben durchbrach und mittelst eines kleinen Gummischlauches längs der Verbindungsstange des Kolbens in das Innere des Wagens geführt wurde. Das Maass der zur Bergfahrt nöthigen Luftverdünnung richtete sich nach dem Gewichte des Zuges. Der Bahnwärter am Abschlussventil öffnete letzteres, sobald der erforderliche Barometerstand eingetreten war, die Pumpmaschine arbeitete unabhängig vom Luftdruck mit gleichmässiger Geschwindigkeit (22 bis 23 Umdrehungen in der Minute) bis zum Augenblicke, in welchem der Zug die Einmündungsstelle des Saugrohres in die Treibröhre überschritt. Es schloss sich dann durch einen selbstthätigen Hebelapparat das Abschlussventil, worauf die Spannung in der Saugröhre schnell wuchs. Der Maschinist an der Pumpmaschine ersah dieses sofort an seinem Barometer und stellte die Maschine still. An Betriebspersonal war vorhanden: 2 Maschinisten, 2 Heizer, 2 Gehülfen, abwechselnd im Dienste an der Dampfmaschine, 1 Arbeiter an der Eintrittsklappe, 1 desgl. an der Austrittsklappe und dem Absperrventil, 3 Arbeiter längs der Bahn vertheilt, 1 Schaffner im Leitwagen, 2 desgl. im übrigen Zuge.

Der Zug setzte sich in Bewegung, nachdem die Dampfmaschine 20 Secunden gearbeitet hatte und eine Luftverdünnung von $0^m,125$ Quecksilberhöhe erzeugt hatte, welche aber während der Fahrt bis auf $0^m,25$ stieg. Der ganze Weg von Kingstown nach Dalkey wurde in 4 Minuten 33 Secunden zurückgelegt, bei einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von $\frac{2740}{273} = 10^m$ in der Secunde. Die Geschwindigkeit war jedoch keine gleichförmige, sondern wuchs am Ende der Bahn bis zu etwa 15^m und musste kurz vor Dalkey mit der Bremse ermässigt werden. Die Maschine arbeitete nur während 3 Minuten 30 Secunden und machte 106 Doppelhübe. Die Rückfahrt von Dalkey nach Kingstown dauerte durchschnittlich 6 Minuten.

Diese Angaben beziehen sich auf einen Zug, welcher ausser dem Leitwagen noch aus 2 Personenwagen bestand und im Ganzen $9\frac{1}{2}$ Tonnen wog.

Nach Ausweis des Geschäftsberichtes der Bahn vom 29. März 1844 betragen die Betriebs- und Unterhaltungskosten für die Zugmeile (engl.) 18,7 Pence (2 Thlr. 13 Sgr. 2 Pf. pro deutsche Meile).

Im Jahre 1846 gab die Dalkey-Bahn einen Minusertrag von 307 Liv. St., während

die Dubliner Bahn 10% Nutzen trug; die Betriebskosten betragen 24 Pence für die englische Zugmeile für die atmosphärische Bahnstrecke, gegen 8,75 Pence für die Locomotivbahn.⁶⁾

2. Die atmosphärische Eisenbahn von London-Croydon und Epsom (siehe die Zeichnungen auf Tafel XLIX). Die Bahn hat 14482^m Länge, von denen 1810^m in einem Gefälle von $\frac{1}{1320}$ liegen, dann folgen 4827^m im Gefälle von $\frac{1}{100}$, während der Rest horizontal ist, Armengaud a. a. O. p. 151. Andere Angaben weichen hiervon ab, indem nur von einem Betriebe zwischen Foresthill-Croydon (5 Miles = 8045^m) gesprochen wird. Der Oberbau war ein gewöhnlicher mit Stahlschienen und Holzschwellen; die Treibröhre hatte 38 Centimeter Durchmesser; auf den Stationen Foresthill, Norwood und Croydon waren die Dampfmaschinen; jede Station hatte deren 2 von je 50 Pferdekraft, von denen jede eine Luftpumpe trieb. Die Maschinen waren Balanciermaschinen, arbeiteten mit 40 Pfd. engl., auf den □ Zoll engl. ($2^k,81$ pro □ Centimeter) Ueberdruck und mit starker Expansion, die von $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{2}$ Füllung veränderlich war. Die Hauptabmessungen der Maschine waren

Durchmesser der Dampfzylinder 40 Zoll = 1^m,016

Durchmesser der Luftpumpenzylinder 57" = 1^m,447

Gemeinsamer Hub 4' = 1^m,22.

Das Schwungrad machte 30 Umdrehungen in der Minute.

Der Ingenieur der Bahn, Sir William Cubitt, rechnete bei einem Zuge von 60 Tonnen auf eine Geschwindigkeit von 30 Meilen engl. in der Stunde, oder 13^m,4 in der Secunde; Samuda hoffte auf eine Geschwindigkeit von 50 Meilen (22^m,3 in der Sec.) bei einem Zuge von 50 Tonnen. Nach einer in der Eisenbahnzeitung von 1846 p. 421 veröffentlichten Mittheilung bestanden die Züge aus 8—9 Wagen, deren Gewicht nicht weiter angegeben ist, aber etwa auf 27 Tonnen angenommen werden kann; sie fuhren mit einer Geschwindigkeit von 40 Miles (18^m in der Sec.); mit leichteren Zügen von 3—4 Wagen wurde eine Geschwindigkeit von 60 Miles (27^m in der Sec.) erzielt.

Die Züge liefen zwischen London und Croydon jede Stunde und brauchten auf 5 Miles atmosphärischer Bahn nebst dem Aufenthalte an 5 Stationen 20 Minuten Zeit. An gewissen Stunden Vor- und Nachmittags wurden noch directe Zwischenzüge eingeschaltet, die denselben Weg in 7—8 Minuten zurücklegten. Jeder Zug hatte nur eine Bremse, mit welcher auf den Stationen angehalten wurde.

Der Betrieb der Bahn erlitt vielfache Störungen durch fehlerhafte Klappen, Ventile, durch Schäden an den Dampfmaschinen etc., so dass oft zum Locomotivbetrieb gegriffen werden musste.

Im Jahre 1847 beschloss die Direction der London-Croydon-Bahn den projectirten Weiterbau der atmosphärischen Strecke bis Epsom nicht zu unternehmen. Es entwickelte sich aus diesem Beschluss ein Process mit Samuda, welcher, wie es scheint, gewisse Rechte über die weitere Verwendung seines Systems erworben hatte.

Die Croydoner Bahn wurde der Kingstown-Dalkey-Bahn im Wesentlichen nachgebaut; man bemühte sich jedoch in den Einzelheiten vollkommene Constructionen einzuführen, namentlich in den Eintrittsklappen, der Längenkappe und dem Treibkolben. Nach mehrfachen missglückten Versuchen scheint dies auch gelungen zu sein; besonders ist die Anbringung eines vom Leitwagen aus beweglichen Ventiles im Treibkolben, durch welches nach Willkür an jedem Punkt der Bahn die Treibkraft aufgehoben werden konnte,

⁶⁾ Eisenbahnzeitung 1846. p. 155.

wenn die Luft durch den Kolben circularte, als Verbesserung zu betrachten. Da die Croydon-Bahn, im Gegensatze zu der Dalkey-Bahn, nur geringe Steigungen bietet, so musste der atmosphärische Betrieb nach beiden Richtungen vor sich gehen. Dies ist dadurch geschehen, dass die Kolben mit ihren Röhren, Verbindungsstangen etc. auf das entgegengesetzte Ende des Kolbenkörpers aufgesteckt und verschraubt wurden. Vielleicht wäre ein vollständiges Umdrehen des ganzen Leitwagens noch einfacher gewesen. Zum bequemeren Stillhalten und wieder Ingangsetzen der Züge lagen die Stationen etwas höher, als die benachbarten Bahnstrecken und waren vermittelst geneigter Ebenen zu beiden Seiten mit ihnen verbunden.

Im Jahre 1848 wurde der atmosphärische Betrieb auf dieser Bahn aufgegeben und ein Locomotivbetrieb dafür hergestellt.

3. Die atmosphärische Bahn von Exeter nach Plymouth (South-Devon-Bahn.)⁷⁾ Die South-Devon-Bahn hat eine Länge von 20 Miles und bildet eine eingleisige Eisenbahn von der grossen Spurweite von 8' engl. der Great-Western-Bahn; sie wurde in dem Jahre 1846—48 durch Brunel erbaut. Sie war bestimmt in ihrer ganzen Länge als atmosphärische Bahn eingerichtet zu werden; es scheint jedoch nicht, als wenn der atmosphärische Betrieb jemals über die ganze Länge ausgedehnt worden wäre. Jedenfalls ist die 8 Miles lange Strecke von Exeter nach Newton als atmosphärische Bahn benutzt worden. Die Treibröhre hatte 38 Centimeter Durchmesser; die Bahn, welche sich dicht am Meeresrande vorbeizieht, ist fast ganz horizontal; jenseits Newton hat die Treibröhre 56 Centimeter Durchmesser, indem die Bahn von Newton nach Totness ($3\frac{1}{4}$ Miles) eine Steigung von $\frac{1}{30}$ annimmt. Es bestehen 4 Stationen zwischen Exeter und Totness, nämlich Starcross, Dawlish, Teigumouth, Newton; jede Station besass eine stehende Maschine, jedoch waren ausserdem noch 3 Zwischenmaschinen eingeschaltet, so dass die atmosphärische Bahn in Abtheilungen von 4827^m (3 Miles) getrennt erschien. Die nach verschiedenen Systemen construirten Maschinen waren jedoch nach einem und demselben Hauptprogramm gefertigt. Sie arbeiteten direct, d. h. die Anzahl der Kolbenhübe der Dampfmaschine und der Pumpe war dieselbe. Auf jeder Station waren 2 Maschinen, von denen jede einen Dampf- und einen Lufteylinder besass und zwar hatte

der Dampfeylinder einen Durchmesser von 32 Zoll = 0 ^m ,81	
der Luftpumpencylinder	- - 44 Zoll = 1 ^m ,11 (nach andern Angaben 51 Zoll)
Gemeinsamer Kolbenhub	- - 6 Fuss = 1 ^m ,83
Spannung des Dampfes im Kessel 40 Pfd. pro □Zoll = 2 ^k ,81 pro □Centimeter;	
Anzahl der Doppelhübe in der Minute	= 24.

Die Maschinen arbeiteten mit variabler Expansion ($\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{2}$ Füllung) und mit Condensation. Die Luftpumpe des Condensators, die Kesselspeisepumpe und die Trommel zur Bewegung der Züge auf den Stationen mittelst Seilzüge wurden durch eine besondere 20pferdige Dampfmaschine getrieben.

Im Wesentlichen war die Einrichtung der Treibröhre und des Kolben den vorgeannten Bahnen nachgebildet; man benutzte die Clegg-Samuda'sche Lederklappe. Die Luftlässigkeit der Röhre veranlasste ein Sinken des Quecksilbermanometers um 2 Zoll (5 Centimeter) in der Minute. Auf jeder Station war die Treibröhre unterbrochen und der Zug konnte durch Ausweichgleise mit andern Zügen kreuzen. Damit nun der Kolben, welcher am Leitwagen hing, über die Schienen der Weichen wegfahren konnte, war wieder ein Hebelmechanismus angebracht, um denselben um das erforderliche Maass zu

⁷⁾ Armengaud a. a. O. p. 151 und 191; ferner Eisenbahnzeitung 1846, 47, 48.

heben, ohne genöthigt zu sein, einzelne Schienenstücke der Bahn fortzunehmen. Selbstthätige Eintritt- und Austrittventile, ähnlich wie bei der Croydonbahn, begrenzten die Treibröhren.

Während des atmosphärischen Betriebes der South-Devon-Bahn im Jahre 1847 gingen täglich 3—4 Personenzüge und 1 Güterzug nach beiden Richtungen mit 49 Kil. pro Stunde; es kamen aber sehr häufig lästige Unterbrechungen vor, die stets wieder den Locomotivbetrieb nothwendig machten. Obgleich die Eisenbahngesellschaft die Aufrechterhaltung des atmosphärischen Betriebes fast als Ehrensache betrachtete, so gewann sie doch die Einsicht, dass derselbe in vieler Hinsicht dem Locomotivbetrieb nachstehen musste. Der am 30. August 1848 gehaltenen Generalversammlung wurde die Mittheilung gemacht, dass der atmosphärische Betrieb den Erwartungen nicht entsprochen und namentlich einen Aufwand herbeigeführt habe, der jenen der Locomotivbahnen bei Weitem übersteige. Die Direction hatte durch eine Commission die gründliche Untersuchung der Sachlage angeordnet und war zu der Ueberzeugung gekommen, dass überhaupt der atmosphärische Betrieb aufzugeben und der Locomotivbetrieb einzurichten sei. Es war durch die verunglückte Anlage der Bahn ein Schaden von 400000 Pfd. St. erwachsen und ausserdem noch der Linie manche Eigenthümlichkeit ertheilt, die sie zum Locomotivbetrieb weniger tauglich machte.

4. Die atmosphärische Bahn von Nanterre nach St. Germain.⁸⁾ (Siehe die Zeichnungen auf Tafel XLIX.) Vor dem Jahre 1847 bestand bereits eine Locomotivbahn von Paris nach St. Germain en Laye, welche jedoch vor dem auf einer Anhöhe am linken Seineufer liegenden Schlosse endigte. Um den hierdurch erwachsenden grossen Unzuträglichkeiten auf der sehr frequenten Bahn abzuhelfen und die Reisenden wirklich in St. Germain, dem Reiseziel, abzusetzen, wurde das bereits in England in mehreren Linien zur Ausführung gelangte Princip der atmosphärischen Bahn, namentlich zur Ueberwindung der schroffen Ersteigung des Schlossberges, aufgenommen und der Eisenbahngesellschaft vom Staate eine Unterstützung von 800,000 Francs, sowie von der Stadt St. Germain eine solche von 200,000 Fres. bewilligt, durch welche sie sich verpflichtete, von Nanterre bis St. Germain eine atmosphärische Bahn zu erbauen.

Nanterre liegt von St. Germain 8573^m entfernt. Die ersten 5213^m umfassen eine im Wesentlichen horizontale Strecke der alten Bahn, die letzten 3360^m, von der Station im Walde von Vesinet ausgehend, bilden aber eine neue, stark steigende Zweigbahn, endigend in einem Bahnhofe am Schlossplatze zu St. Germain. Die Bahn beginnt mit einer Steigung von 0,0014 und endigt mit einer Steigung von 0,035 in solcher Art, dass sie ein Stück einer verticalen Parabel bildet, wenn die Curven in grade Linien ausgestreckt würden. Die Gesamtsteigung beträgt 51^m. Flachet, der Erbauer der Bahn, beabsichtigte durch diese Einrichtung die Bewegung des Zuges gleichförmig zu erhalten, indem die aus der Undichtigkeit der Röhre erwachsenden Arbeitsverluste um so geringer werden müssen, je kürzer die auszupumpende Treibröhre ist, also je näher der oben liegenden Station sich der Zug befindet. Die Bahn enthält mehrere flache Curven von etwa 1000^m Radius, aber kurz vor St. Germain eine solche von 400^m Radius; die Seine wird mittelst einer steigenden Brücke überschritten.

Auf den Stationen Nanterre, Chatou und St. Germain standen Dampfmaschinen; in Nanterre und Chatou je ein Paar Maschinen, jede einzeln von mehr als 200 Pferdekraften, in St. Germain 2 Paar Maschinen, jede einzeln ebenfalls von mehr als 200 Pferdekraften.

⁸⁾ Armengaud a. a. O. p. 145 ff.; Fürster's Bauzeitung 1847; p. 386.

Man beabsichtigte, die Bahn mit Zügen bis zu 55 Tonnen Gewicht bei einer Geschwindigkeit von 16^m in der Secunde zu befahren. Hierdurch entstand, bei den sehr verschiedenen Gefällverhältnissen der Bahn, die Nothwendigkeit, auch den pneumatischen Apparat in den verschiedenen Strecken verschieden zu gestalten. Man versah die ebene Strecke mit Treibröhren von $0^m,38$ Durchmesser, die steile Strecke hingegen mit solchen von $0^m,63$ Durchmesser und setzte die Spannung der Luft im Innern der Treibröhre auf $\frac{1}{3}$ Atmosphäre fest. Im Uebrigen wurde der ganze pneumatische Apparat nach dem Clegg und Samuda'schen Systeme und nach den Vorbildern ähnlicher Bahnen Englands ausgeführt. Die Dampfmaschinen arbeiteten mit einer absoluten Spannung der Dämpfe von 6 Atmosphären und einer variablen Expansion; sie hatten Condensatoren; die Geschwindigkeit des Dampfkolbens war 2^m , die des Luftpumpenkolbens dagegen nur $0^m,40$ in der Secunde. Die Anordnung war derart, dass 2 Dampfzylinder horizontal gelagert an eine gemeinsame Schwungradwelle griffen, von welcher mittelst Getriebe die Bewegung an ein grosses Zahnrad von 10^m Durchmesser abgegeben wurde. An der Achse dieses Rades sassen 2 um 90° versetzte Krummzapfen, welche endlich 2 Luftpumpen trieben. Der Durchmesser der Dampfzylinder maass $0^m,80$, der der Luftpumpenzylinder $2^m,53$, der Hub war in beiden Fällen 2^m .

Ausser diesen grossen Maschinen war jede Station noch mit einer kleinen Dampfmaschine versehen, welcher die Herbeischaffung des Condensationswassers, der Betrieb des Condensationsapparates überhaupt, das Speisen der Dampfkessel, ferner die Bewegung eines Ventilators, um in kurzer Zeit das Feuer unter den Kesseln kräftig anzufachen, endlich noch die Bewegung von Seiltrommeln zum Stationsdienst übergeben waren.

Die Constructionseinzelheiten, sowie die ganzen Betriebseinrichtungen der St. Germain-Bahn waren musterhaft und der Betrieb erlitt seit seiner Eröffnung (dem 14. April 1847) bis zu seiner Einstellung überhaupt keine wesentliche Störung, noch war ein Unglück bei demselben zu beklagen. Man fuhr mit Geschwindigkeiten von 32—64 Kilom. pro Stunde = 9 — 18^m in der Sec., je nach der Schwere der Züge.

Trotzdem existirt schon seit langer Zeit auch diese Bahn als atmosphärische Bahn nicht mehr. Bereits im Jahre 1848 wurde die Eisenbahngesellschaft von der Verpflichtung, den atmosphärischen Betrieb bis Nanterre zu eröffnen, entbunden, obgleich sämtliche Maschinen und Einrichtungen bereits hergestellt waren. Man erkannte schon damals, dass für eine Bahn in der Ebene mit irgend einer Aussicht auf Erfolg der atmosphärische Betrieb in keiner Weise mit dem Locomotivbetrieb wetteifern konnte. Man glaubte damals noch an die Lebensfähigkeit jener Bahn für die Befahrung der stark geneigten Strecke. Aber auch diese Ansicht hat sich mit der Zeit gänzlich geändert. Flachat selbst glaubte zuletzt noch an eine grosse Bedeutung der atmosphärischen Bahnen, wenn solche in Verbindung mit Dampflocomotiven zur Ersteigung schroffer Gebirgsabhänge benutzt würden.

Die St. Germain-Bahn hat bis zum Jahre 1848 6592609 Fres. gekostet (siehe Eisenb.-Zeitung 1848).

Nach Angaben in dem Annuaire des Chemins de fer, welche in Armengaud 1848 publ. industr. p. 190 wiederholt sind, wog die Treibröhre von $0^m,63$ Durchmesser 500 Kilogramm auf den laufenden Meter und kostete ungefähr 200 Francs. Die Maschinen, deren Gebäude, sowie die mit dem atmosphärischen Princip zusammenhängenden Einrichtungen, ausschliesslich aller Erdarbeiten und Kunstbauten, verursachten eine Ausgabe von 210000 Fres. für eine Bahn in der Ebene und 420000 Fres. für eine stark steigende Bahn auf jeden Kilometer.

Die Betriebskosten beliefen sich pro Zugkilometer auf 2^{fr},407, nämlich für Kohlen, Oel, Seife, Wasser 1^{fr},702; für Maschinisten und Heizer 0^{fr},540; Ventile, Leder, Kolben, Schmiere 0^{fr},165.

§. 9. *Erläuterung der beigegeführten Zeichnungen.* Tafel XLIX.

Fig. 1—8 stellen die wesentlichen Anordnungen der London-Croydon-Bahn dar.

Fig. 1. Aufriss und theilweiser Durchschnitt des Leitwagens nebst Treibkolben (jedoch ohne Treibröhre und Wagenkasten).

Fig. 2. Grundriss des Treibkolbens,

Fig. 3. Querschnitt des Leitwagens, des Kolbens und der Treibröhre.

Der Kolbenkörper *a* besteht theilweise aus Platten, theilweise aus cylindrischen Stücken; auf letztere sind die doppelten Kolben *b* mit ihren Lederverdichtungen aufgesteckt und festgeschraubt. Der eine Kolben enthält ein doppelsitziges Ventil *d*, welches vom Leitwagen aus durch das Stangenwerk *g* bewegt werden kann. Es ist hierdurch möglich geworden, die atmosphärische Luft zu beiden Seiten des Treibkolbens treten zu lassen und daher die forttriebende Kraft aufzuheben. Ausserdem dienen zum Anhalten des Zuges die Bremsen des Leitwagens, die übrigens in der Zeichnung fortgelassen sind.

Die Längenklappen der Treibröhre werden gehoben durch die schrägen und runden scheibenartigen im Kolbenkörper gelagerten Apparate *e*; sie sind von der Mitte des Wagens aus symmetrisch angeordnet, so dass der Kolben *b* nur an das entgegengesetzte Ende des Kolbenkörpers *a* gesteckt zu werden braucht, um den Leitwagen fähig zu machen, in umgekehrter Richtung zu arbeiten.

Der Kolben hängt mit dem Treibwagen zusammen vermittelst zweier breiter Blechplatten, welche in schräger Richtung durch die geöffnete Längenklappe der Treibröhre reichen und mit entsprechenden Organen *k* des Leitwagens verbunden sind. Diese Verbindung geschieht vorzugsweise durch einen hölzernen Pflock *h*₂, dann aber auch durch eiserne Stifte *h*₁. Man beabsichtigte hierdurch eine Construction herzustellen, welche bei regelmässigem Betriebe vollkommen fest war, bei unregelmässigen Widerständen des Kolbens in der Treibröhre jedoch den Wagenzug von selbst ablösen konnte. Es war daher nöthig, die eisernen Stifte *h*₁ nicht in cylindrische Löcher, sondern in Schlitz eingreifen zu lassen. Treibt der Kolben den Zug, so liegt der Schlitz mit seiner Rückwand an den Stift *h*₁ an; erfährt jedoch der Kolben ein Hinderniss, so setzt der Zug mit seiner gewonnenen Geschwindigkeit seine Bewegung fort und trennt sich vom Kolben. Um aber nicht bei jedem kleinen Widerstande des Kolbens diese Trennung wirklich eintreten zu lassen, ist, wie erwähnt, noch ein Holzpflock *h*₂ zugegeben worden, der der Trennung noch seine Scheerfestigkeit entgegengesetzt. Weil der Leitwagen der Croydoner Bahn nach beiden Richtungen thätig war, so mussten die eisernen Stifte *h*₁ auch doppelt angebracht sein und mit entgegengesetzten Schlitzöffnungen der Verbindungsplatten abwechselnd in Thätigkeit treten, was durch ein kleines Hebelwerk *h* leicht einzurichten war. *f* ist die theilweise biegsame Luftleitung zu dem im Leitwagen angebrachten Barometer.

Der Treibkolben kann durch eine Drehung um die Achse *i* soviel seitwärts bewegt werden, dass der Leitwagen vollständig ausser Berührung mit der Treibröhre tritt und nach Erforderniss auf den Stationen durch Weichenbahnen geschoben werden kann.

Die Figuren 4, 5, 6, 7 stellen verschiedene Abschlussvorrichtungen dar, die sämmtlich durch mit Leder gedichtete Scheiben *m*, welche sich um horizontale Achsen *m*₁ drehen können, bewirkt werden.

Fig. 4 ist eine Eintrittsklappe. Mit der Klappe *m* hängt ein Kolben *o* zusammen, der sich dicht in einem oben offenen, unten geschlossenen Cylinder bewegt, und einen etwas grösseren Querschnitt als die Klappe besitzt. Der Raum unter dem Kolben tritt ent-

weder mit der äusseren atmosphärischen Luft, oder vermittelt des Schiebers n mit dem Raum über dem Kolben in Verbindung. In der Stellung des Apparates, wie die Zeichnung angiebt, ist die Treibröhre geschlossen und in ihr die Luft verdünnt gedacht; die Klappe m wird dann durch den Ueberdruck der atmosphärischen Luft auf den Kolben fest gegen die Röhrenwand gedrückt. Wird nun der Leitwagen mit seinem Treibkolben in das vor der Klappe m befindliche freie Röhrende eingebracht und durch eine Schieberbewegung auch die Luft unter dem Kolben verdünnt, so fällt die Klappe m nieder, der Treibkolben tritt in das Bereich der verdünnten Luft und die Bewegung des Zuges beginnt. Die Bewegung des Schiebers wird entweder durch einen Bahnwärter oder durch die Räder des Zuges selbst vermittelt eines niederzudrückenden Hebels und eines Drahtzuges bewerkstelligt. Nachdem der Zug vorbei gefahren, wird die Klappe und der Schieber wieder in die frühere Stellung gebracht.

In ganz ähnlicher Einrichtung sind die sogenannten Separationsklappen (Fig. 5 und 6) construirt, die den Zweck haben, die Treibröhre in der Nähe einer Pumpmaschine zu trennen, ohne den Treibkolben zu nöthigen, die Röhre zu verlassen. Der Schieber ist mit einem Schieberkasten geschlossen und dieser durch eine Röhre p mit der verdünnten Luft der Treibröhre in Verbindung. Wirkt nun in der Treibröhre links der volle Druck der Atmosphäre, so erfährt bei der gezeichneten Stellung des Schiebers der Kolben o beiderseits dieselbe Kraft und die Klappe m bleibt geschlossen. Wird der Schieber jedoch so gestellt, dass der untere Cylinderraum mit dem Schieberkasten, also mit der verdünnten Luft in Verbindung tritt, so öffnet sich die Klappe. Auch dieser Apparat ist selbstthätig construirt.

Die Austrittsklappe, Fig. 7, hat keinen Kolben; bei einzelnen Ausführungen ist auch jeder Schieber fortgelassen, so dass sie durch die fortschreitende Verdichtung in der Treibröhre, nachdem der Treibkolben die Saugröhre überschritten hat, bewegt wird. In der verzeichneten Figur ist jedoch noch ein Schieber g angegeben, der selbstthätig den inneren Raum der Treibröhre mit der äussern Atmosphäre bei Annäherung des Zuges in Verbindung setzt.

Fig. 9—12 stellen die entsprechenden Einrichtungen auf der St. Germain-Bahn dar. Sie sind im Wesentlichen den englischen Constructionen nachgebildet. Hervorzuheben ist die Ausbildung eines besonderen Treibkolbenwagens mit dem Gestelle r und den 4 kleinen Rädern t . Derselbe ist durch 4 Zangenpaare s , welche durch excentrische Scheiben und Hebelwerk bewegt werden, mit dem Leitwagen verbunden und kann von dem Zugführer daselbst leicht gelöst werden. Diese Lösung erfolgt auf den Stationen, wo mit dem Leitwagen Verschiebungen durch Weichen vorgenommen werden sollen. Die Räder t finden daselbst besondere stark geneigte Bahnen zwischen den gewöhnlichen Schienen und versinken daher unter die Bahnebene, wonach der Leitwagen jede beliebige Bewegung ausführen kann.

Fig. 11 zeigt einen eigenthümlichen, in der letzten Betriebszeit auf jener Bahn benutzten Kolben, welcher keine Ventile hat, dafür aber die Eigenschaft besitzt, durch einen vom Leitwagen aus bewegten Hebelmechanismus eine Drehung um die Achsen u zu erleiden, wodurch die Verbindung der beiden Theile vor und hinter dem Kolben leicht erzielt wird und die Treibkraft schnell gemässigt oder aufgehoben werden kann. v sind die beweglichen Röhren zu dem Barometer.

Fig. 12 veranschaulicht in grösserem Maassstabe die Construction der Längenkappe an der Treibröhre.

§. 10. II. *Pneumatische Bahnen.* In der vorhergehenden Abhandlung sind die atmosphärischen Eisenbahnen in Bezug auf ihre Leistungsfähigkeit, abgesehen von ihrer

Unbequemlichkeit gegenüber den verwickelten Anforderungen des Eisenbahnbetriebes, als fehlerhaft anerkannt worden, vorzüglich aus zwei Ursachen. Es entstehen nämlich bedeutende Arbeitsverluste 1) aus der unbesiegbaren Undichtigkeit der Treibröhre, 2) aus dem hohen Grade der Luftverdünnung in derselben ($\frac{1}{2}$ bis $\frac{2}{3}$ Atmosphären Vacuum). Durch Vergrößerung der Röhre bis zu dem Maasse, dass dieselbe tunnelartig den ganzen Wagen umfasst, wird diesen Fehlern in vollkommenster Weise abgeholfen. Die Röhre wird dabei vollständig geschlossen und von allen Undichtigkeiten befreit; der Kolben, welcher mit dem zu bewegenden Wagenzug unmittelbar zusammenhängt, erlangt eine so grosse Oberfläche, dass die Luftspannung in dem Rohre nur sehr wenig von der Spannung der äusseren Atmosphäre abzuweichen braucht, um den erforderlichen Druck auf denselben zu erzeugen. Man bedarf nicht mehr der höchst unvortheilhaften, grosse Reibungen und Luftverluste mit sich führenden Cylindergebläse mit schweren, unbeholfenen und häufigen Beschädigungen unterworfenen Ventilen; dieselben lassen sich vielmehr mit grossem Vortheil durch Centrifugalgebläse ersetzen, und man erreicht durch einen einfachen Mechanismus leicht die Fähigkeit, die Luft in der Röhre nach Willkür zu verdichten oder zu verdünnen und ist in solcher Weise im Stande, mittelst nur eines Gebläses, von einem Endpunkte der Röhre aus, den Zug nach beiden Richtungen zu bewegen. Man erkennt auch, dass bei solcher Einrichtung es ganz unmöglich sein wird, dass zwei Züge in der Röhre sich begegnen; die Sicherheit des Dienstes ist also vollständig gewahrt. Ein nicht zu unterschätzender Vortheil der angedeuteten Einrichtung ist ferner, dass ein ganz dichter Kolbenschluss entbehrt werden kann, da die geringe Spannungsdifferenz der Luft keinen bedeutenden Verlust herbeiführt, wenn selbst der Kolben allerseits einen Spielraum gegen die Röhrenwand zeigt, der entweder gar nicht oder nur sehr unvollkommen (durch einen bürstenartigen Haarbesatz) geschlossen ist. Die Kolbenreibung führt also so gut wie gar keinen Arbeitsverlust herbei.

Bahneinrichtungen der angedeuteten Art sind unter dem Namen: pneumatische Eisenbahnen bekannt geworden. Indem wir uns auf die frühere theoretische Untersuchung §. 5 stützen, können wir von vornherein behaupten, dass das Güteverhältniss des pneumatischen Betriebes nahe gleich 1 zu setzen ist und dasselbe weder von dem Neigungsverhältnisse der Bahn, noch von der Zuggeschwindigkeit in irgend welchem fühlbaren Grade abhängig sein wird.

Die Idee einer pneumatischen Beförderung im Innern einer Röhre stammt, wie schon erwähnt, von Medhurst her (1818); (siehe §. 7). Der Versuch missglückte und wurde nicht weiter verfolgt. Der Abbé Moigno bespricht eine pneumatische Depeschbeförderung in seinem Werke über electricische Telegraphie; die von ihm angegebene Einrichtung wurde vor dem Jahre 1852 in dem Park von Monceau durch Ador auf einer Versuchsstrecke ausgeführt. Im Jahre 1854 erhielt Galy Cazelat in Frankreich und im selben Jahre L. Clarke in England ein Patent auf dieselbe Einrichtung, vermittelt welcher kleine Pakete und Briefe, in Blechbüchsen eingeschlossen, durch Röhren bei hoher Luftverdünnung (oder auch Verdichtung) nach einem nicht sehr weit entfernten Bestimmungsort getrieben wurden. Derartige Einrichtungen, unter dem Namen der pneumatischen Depeschen, bestehen in London, Paris, Berlin.

Eine grössere Bedeutung gewannen diese in kleinem Maasse ausgeführten Anlagen in der Hand des englischen Ingenieurs Rammel, welcher im Jahre 1859 mit L. Clarke an die Spitze einer Gesellschaft (the Pneumatic-Dispatch-Comp.) zur weiteren Ausbeutung der pneumatischen Beförderung trat.⁹⁾ Sie richteten 1863 unter demselben Namen der

⁹⁾ The pract. Mech. Journ. 1863. p. 57.

»pneumatischen Depesche« eine kleinere pneumatische Eisenbahn ein, welche vom Euston-Bahnhof der Nord-West-Bahn in London nach dem Districts-Postamt in Eversholt-Strasse, etwa 550^m lang, führt und bestimmt ist, die Postbeutel und Pakete zu befördern. Die eingehendere Beschreibung dieser kleinen Bahn möge entschuldigt werden, weil dieselbe am ausführlichsten bekannt gemacht worden ist und leicht einen Schluss auf die Einrichtung grösserer pneumatischer Bahnen, die theils als Versuchsbahnen ausgeführt, theils begonnen oder beabsichtigt sind, gestattet.

Dicht beim Aussteigeperron des Euston-Bahnhofes beginnt die ganz unter der Erde liegende gusseiserne Tunnelröhre, welche die pneumatische Bahn aufnimmt; sie hat ein Längengefälle von $\frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{80}$ und ist nirgends horizontal; sie bildet 2 grosse Curven von 33^m und eine in der Nähe des Bahnendes von 12^m,16 Radius. Diese ausserordentlich enge Krümmung, sowie die starke Steigung waren durch örtliche Verhältnisse bedingt, zeigen aber die Schmiegsamkeit des ganzen Apparates. Der Querschnitt der aus einzelnen Stücken von gewöhnlicher Länge durch Muffen zusammengesetzten Röhre erinnert an die üblichen Tunnelformen, zeigt eine halbkreisförmig gerundete Decke und einen beinahe ebenen Boden, auf welchem Schienen liegen; die grösste Höhe und Breite ist 2'9" = 0^m,84. Die Wagen, welche die Bahn befahren, sind 2achsrig mit möglichst grossen Rädern, und füllen fast vollständig die Röhre aus, lassen jedoch allseitig einen freien Spielraum von mehr als 2 $\frac{1}{2}$ Centimeter, nach andern Angaben von 1 Centimeter, übrig. Das eine Ende der Röhre am Bahnhofe ist durch ein Thor geschlossen, welches um eine horizontale Achse drehbar ist und durch Gegengewichte im Gleichgewichte gehalten wird. Das Thor wird mit der Hand geschlossen, öffnet sich aber selbstthätig beim Anlangen des Wagens, indem durch die Räder ein Haken ausgeklinkt wird und die eingeschlossene Luft eine höhere Spannung annimmt als die äussere.

Nachdem die Bahn die Röhre verlassen hat, durchschreitet sie einen kleinen, offenen Expeditionsraum, in welchem die Ein- und Ausladung stattfindet, um in eine andere ähnliche, aber kurze, hinten geschlossene Röhre einzutreten, in welchem die Luft gefangen wird, die also ein elastisches Kissen bildet, und die Geschwindigkeit des Wagens schnell und sicher überwindet. Zur Regulirung des Luftwiderstandes beim Auslaufen des Wagens aus dem bahnseitigen Ende der Röhre, trägt dieselbe noch ein grosses Ventil, welches so belastet wird, dass durch dasselbe Luft austritt und der Widerstand gerade so abgemessen werden kann, um den Wagen an einem bestimmten Punkt im Expeditionsraum festzuhalten.

Der Maschinenapparat befindet sich allein an dem Rohrende nahe dem Euston-Bahnhofe; er besteht aus einem grossen Windrade (Ventilator) von 21' (6^m,38) Durchmesser, und wird von einer einfachen Hochdruckmaschine direct getrieben, indem die Flügelstange mit dem Krummzapfen der Ventilatoraxe unmittelbar zusammenhängt. Der Dampfzylinder hat 0^m,38 Durchmesser und 0^m,40 Hub; der Dampf hat im Kessel $2\frac{2}{3}$ Atmosphären Ueberdruck. Das Rammelsche Windrad hat eine bemerkenswerthe, einfache und wirksame Einrichtung und unterscheidet sich in vielen Punkten von den sonst üblichen Ventilatoren. Auf einer starken horizontalen Welle sind vermittelst radialer Arme 2 kreisförmige Scheiben, aus vollen Blechplatten bestehend, in solcher Art befestigt, dass ein genau centrirter, hohler, symmetrischer Umdrehungskörper entsteht, dessen erzeugende Figur eine rechtwinklige Hyperbel ist mit Asymptoten, von denen die eine mit der Drehachse, die andere mit der mittleren Umdrehungsebene zusammenfällt. Dieser hohle Umdrehungskörper hat, wie man leicht einsieht, die Eigenschaft, dass seine Durchschnitfigur mit einer centrischen Cylinderfläche von beliebigem Radius von constantem Inhalt ist (und zwar hier reichlich so gross als der Querschnitt der Tunnelröhre). An der äusseren

Peripherie des Windrades stehen die Blechplatten nur 5 Centimeter von einander ab, während dieselben in der Nähe der Axe zu beiden Seiten ringförmige Ansätze von 0^m,91 Durchmesser bilden.

Das Windrad ist von einem ebenfalls aus Blechplatten construirtem Gehäuse umgeben, von dem aus die verdichtete Luft durch ein weites Druckrohr von demselben Inhalte wie die Tunnelröhre abgeführt wird. Das Saugerrohr schliesst sich beiderseits dem Gehäuse an, umgiebt die Welle und endigt den erwähnten ringförmigen Ansätzen des Windrades gegenüber, wo die abgedrehten Flächen dicht zusammenstehen und den Luftverlust verhindern, ohne die freie Bewegung des Rades zu stören. Durch einen Leder-ring ist übrigens dieser Anschluss noch vollständig gedichtet. Beide Röhren, das Blase- und das Saugerrohr, münden ohne Weiteres in das Tunnelrohr, das Saugerrohr etwa 23^m, das Druckrohr etwa 1^m,50 vom Ende desselben; sie besitzen aber ausserdem noch Ausmündungen in die freie Luft.

In den Röhren befinden sich Drosselklappen, die entweder das Druckrohr oder das Saugerrohr mit der Tunnelröhre in Verbindung setzen, während das Saugerrohr oder das Druckrohr mit der äusseren Luft communiciren, jenachdem der Wagenkolben durch verdichtete Luft von der Euston-Station entfernt, oder von dem andern Bahnhofe durch verdünnte Luft herangezogen werden soll.

Electriche Signale setzen die Endpunkte der Röhrenbahn untereinander in Verbindung.

Die Geschwindigkeit des Wagens ist etwa 30 Kilom. in der Stunde (8^m,3 in der Sec.), wobei in der scharfen Curve etwas langsamer gefahren werden muss. Das Windrad macht 100 bis 110 Umdrehungen in der Minute und erzielt eine Pressung von 3 bis 4 Zoll Wassersäule ($\frac{1}{12}$ bis $\frac{1}{9}$ einer Atmosphäre), was einem Kolbendruck von 46 bis 62 Kilogramm überhaupt entspricht. Es wurden im Jahre 1863 täglich 15 Transporte befördert, die einen Gesamtkohlenbedarf von 21 Bushel = 27 Cubikfuss = 0,76 Cubikm. verursachten; es stellten sich die Kosten des Brennmaterials für jede Doppelreise des Wagens auf 5 Pence = 50 Pfennige.

Die beschriebene pneumatische Bahn, welche durch die Zeichnung auf Blatt 2 verdeutlicht wird, arbeitet demnach unter sehr ungünstigen Verhältnissen; der Verkehr ist sehr gering und die Benutzung der Maschine ist so kurz, dass der grösste Theil des Brennmaterials bei der Unterhaltung der Dampfspannung während der Ruhe der Maschine verzehrt werden muss.

Erklärung der Figuren auf Tafel L.

Fig. 1. Entwickelter Längenschnitt;

Fig. 2 und 3. Grundriss der ganzen Anlage;

Fig. 4, 5, 6. Die Röhrenverbindungen nebst dem Windrade am Euston-Bahnhofe im Maassstabe $\frac{1}{96}$;

Fig. 7 und 8. Querschnitt und Grundriss derselben Röhren im Maassstabe $\frac{1}{48}$;

Fig. 9 und 10. Längen- und Querschnitt des Endes der Tunnelröhre mit ihrem Verschluss im Maassstabe $\frac{1}{48}$.

Die erste Verwendung des pneumatischen Systems auf die Beförderung von Personen wurde im Jahre 1864 auf einer kurzen Versuchsstrecke durch den Ingenieur Rammel in der Nähe des Krystallpalastes zu Sydenham bei London eingerichtet.¹⁰⁾ Der Apparat ist dem vorher beschriebenen ganz analog. Die Röhre ist gemauert, 3^m hoch und 2^m,73 breit, enthält ein Gleis und kann die auf der Great-Western-Bahn benutzten grössten Personenwagen aufnehmen; sie ist 547^m lang, enthält Curven von 170^m Radius

¹⁰⁾ The pract. Mech. Journ. 1864. p. 205.

und Steigungen von $\frac{1}{15}$; sie wird von einem Wagen, welcher 30 bis 35 Personen fasst, in 50 Secunden durchlaufen bei einer Pressung der Luft von $2\frac{1}{2}$ Unzen pro □Zoll ($\frac{1}{96}$ einer Atmosphäre). Das Windrad hat wieder $6^m,38$ Durchmesser. Mit dem Wagen hängt ein Rahmen von nahe der Querschnittsfigur der Röhre zusammen und trägt einen Bürstenbesatz, welcher die Dichtung des Kolbenwagens herbeiführt. Die Bewegung ist sanft und die Bremsen halten die Wagen mit Sicherheit an einem bestimmten Punkte fest.

Nach diesen gelungenen Versuchen haben sich grössere Unternehmungen vorbereitet, um das pneumatische System auszubeuten.¹¹⁾ Es hat sich 1865 in London eine Gesellschaft: Waterloo & Whitehall Railway-Comp. gebildet, mit einem Capital von 135000 L. St. um die Waterloo-Station mit Charing Cross in Verbindung zu setzen. Die projectirte Linie wird mit einer offenen Station in Great-Scotland-Yard bei Whitehall beginnen und mit Mauerwerk unter dem Themseufer bis zum Fluss fortgesetzt werden, dann den Fluss in einem wasserdichten eisernen Rohr, welches in einem auszubaggernden Canal versenkt und ummauert werden soll, kreuzen. Vom andern Flussufer aus wird die Linie in gemauerten Röhren weiter geführt unter College Street und Vine Street und in einer Station nahe beim Waterloo-Bahnhofe endigen. Die grösste Steigung wird $\frac{1}{30}$ betragen. Man will jede 3 bis 4 Minuten einen Zug ablassen und rechnet bei einer durchschnittlichen Frequenz von 5 Personen erster und 20 Personen zweiter Classe (bei einem Fahrpreise von 2 und 1 Pence) auf einen Reinertrag von 10% des Anlagecapitals.¹²⁾

Kurz darauf constituirte sich eine andere Actiengesellschaft unter dem Namen: East-London-Railway-Comp. mit einem Actiencapital von 1400000 L. St., die durch Benutzung des Themsetunnels die Bahnen des nördlichen und südlichen Themseufers in Verbindung setzen wird. Die Linie wird mit Abzweigungen an die Brighton-, South-London-, South-Eastern und North-Kent-Bahnen nahe bei New-Cross beginnen, die Surrey und Commercial-Docks, die London-Docks und den Osten von London berühren und in der City mit einer Station in Liverpool-Street endigen, ferner mit der Great-Eastern-Station durch eine Zweigbahn, indirect also auch mit der North-London und der London und North-Western-Linie verbunden sein. Ihre Länge wird, einschliesslich der Zweigbahnen, 12 bis 14 Kilometer betragen, von welchen der Grund und Boden in Liverpool-Street für die Endstation und die darauf folgenden 2 Kilometer Bahnlinie durch den theuersten District Londons gemeinschaftlich mit der Great-Eastern-Gesellschaft angekauft ist. Auf dieser Strecke wird die eine Linie über der andern hinweggehen, wodurch eine Viertelmillion an Grunderwerb erspart wird. Man berechnet einen Nutzertrag von 14%. Angesichts des stets wachsenden Verkehrs auf dem unterirdischen Metropolitan-Railway, welchem nur durch die Verkehrsmittel eine Grenze gesteckt zu sein scheint, ist auch der pneumatischen Bahn die Rentabilität gesichert. Letztere Bahn hat vor den bisher ausgeführten, mit Locomotiven betriebenen, unterirdischen Bahnen Londons den Vorzug weit niedriger Erbauungskosten und des Fortfalls der unangenehmen Raumentwicklung; durch den Betrieb der pneumatischen Bahnen wird die allerbeste Ventilation von selbst bewirkt.

Auch in Nordamerika sind neuerdings Projecte zur Benutzung der pneumatischen Bahnen behufs Vermittelung eines intensiven Localverkehrs aufgetaucht. Der amerikanische Ingenieur John H. Ward¹³⁾ hat einen Entwurf ausgearbeitet, nach welchem auf einer pneumatischen Bahn Frachtgüter vom Depot der Erie-Eisenbahn in Hoboken nach dem gegenüberliegenden Depot in Douanestreet in Newyork befördert werden sollen.

¹¹⁾ Zeitschr. d. Vereins Deutscher Eisenb.-Verw. 1865. No. 25. 26.

¹²⁾ Die Bahn ist während des Druckes dieses Buches vor einigen Monaten (Anfang 1870) bereits vollendet worden.

¹³⁾ Pract. Mech. Magazin 1867. Näheres in The Journal of the Franklin Institute, April 1868.

Der Hudson würde hiernach ebenfalls mittelst eines eisernen Röhrentunnels von 5' (1^m,52) Durchmesser durchschritten werden, deren Verbindungen gelenkartig eine kleine Bewegung zulassen und welcher in eine ausgebaggerte Rinne versenkt werden soll. Der übrige Apparat ist ganz dem Rammel'schen System nachgebildet.

Bei den grossen Aufgaben, welche sich der Weiterentwicklung des südeuropäischen Eisenbahnnetzes, namentlich bei Ueberschreitung der Alpenkette zwischen Schweiz und Italien darbieten, konnte es nicht ausbleiben, dass sich der Blick auch auf das pneumatische System richtete.

Die verschiedenen Projecte der Alpeneisenbahnen verfolgen zwei verschiedene Ziele: die einen, jedenfalls für den Betrieb die vollkommeneren, steigen nicht in die unwirthlichen Schneeregionen, sondern bleiben in Höhen von 1100 bis 1500^m über dem Meere und durchbrechen die Alpenketten mittelst 10 bis 14 Kilometer langer Tunnel; die andern suchen, unter Vermeidung der ausserordentlich theueren und zur Ausführung viele Jahre fordernden unterirdischen Scheitelstrecken, die Alpenpässe (2100 bis 2400^m über dem Meer) offen zu überschreiten. Zur Ueberwindung der hierbei unvermeidlichen schroffen und langen Steigungen sind neben andern, wohl von vornherein als unpraktisch zu verwerfenden Einrichtungen vorzugsweise Locomotiven mit künstlicher Adhäsion (Fell'sches System), Seilebenen und pneumatische Eisenbahnen vorgeschlagen worden. Eine Fell'sche Locomotivbahn überschreitet heute schon (1868) den Mont Cenis in einer provisorischen Bahn, während die Ausführung des grossen Tunnels, welcher den dortigen Gebirgskamm durchbricht, erst nach mehreren Jahren vollendet sein wird. Von den Seilebenen wird im Nachfolgenden die Rede sein.

Der italienischen Regierung wurden zur Berücksichtigung bei den schon lange angeregten, aber noch nicht abgeschlossenen Studien über eine Alpenbahn auch 2 Projecte über atmosphärischen Betrieb, von Edwards und von Daigremont, vorgelegt. Eine Commission, mit Negretti als Vorsitzenden und aus hervorragenden italienischen Ingenieuren zusammengesetzt, war mit Begutachtung der eingelaufenen Entwürfe betraut, hat jedoch die Anwendung der pneumatischen Bahnen nicht empfohlen.¹⁴⁾ Die Entwürfe stellten pneumatische Bahnen von wesentlich denselben Einrichtungen wie die Rammel'schen Bahnen dar. Die Röhre sollte aus Mauerwerk hergestellt und die Betriebskraft den reichlich zu Gebot stehenden Wasserkraften entnommen werden. Die Commission führte als Hauptgründe der Ablehnung folgende Sätze an: Die Erbauungskosten sind zu gross, den andern möglichen Einrichtungen gegenüber; die Herstellung der in so genauer Querschnittsform aufzumauernden Tunnelröhre wird ausserordentlich schwierig sein, namentlich aber deren Unterhaltung bei den zerstörenden Einflüssen von Nässe und Frost; es liegen nicht genügende Erfahrungen vor, um die Arbeitsverluste, welche aus den Undichtigkeiten des Kolbens, der nothwendigerweise bedeutenden Spielraum haben muss, und aus der Reibung und Abnutzung der elastischen Dichtungsmittel desselben (Federn, Bürsten) erwachsen, übersehen zu können; auch muss der Widerstand der Luft vor dem Kolben erst durch grössere Versuche ermittelt werden; es muss für die Reisenden sehr unangenehm sein, die Alpenreise in einem dunkeln Tunnel zu machen.

Seiler's Glocken oder aero-hydrostatische Waage. Die bisher beschriebenen pneumatischen Bahnen theilen mit andern Systemen mit feststehenden Motoren den Uebelstand, dass die Betriebskraft in sehr unvortheilhafter Weise nur sehr kurze Zeit, aber dann auch sehr intensiv wirken muss. Für die pneumatischen Bahnen ist durch den schweizerischen Nationalrath Seiler eine werthvolle Verbesserung durch die Angabe

¹⁴⁾ Nuovi studi commerciali e tecnici per la scelta del passaggio attraverso le alpi elvetiche etc. Turin 1865. I, p. 193 und 411.

seiner Glocken gemacht worden. Es sind dies Kraftsammler (Accumulatoren) in Form gewöhnlicher mit atmosphärischer Luft gefüllter Gasometer mit Wasserabschluss, so beschwert, dass sie den nöthigen Druck erzeugen und von solcher Grösse, um die ganze Tunnelröhre zu speisen. Diese Glocken ruhen auf mehreren hydraulischen Pressen von grossem Hube, welche durch eine Kraftmaschine getrieben werden. Während die Kolben und mit ihnen die Glocke sich heben, strömt die atmosphärische Luft durch Ventile in die letztere. Soll der Zug in Bewegung gesetzt werden, so sinkt zunächst die Glocke, bis die eingeschlossene Luft die nöthige geringe Verdichtung erlangt hat, bei welcher der Zug die Bewegung beginnt. Man sieht auch, dass die Geschwindigkeit des Zuges vollständig regulirt werden kann, je nachdem man die Glocke schnell oder langsam sinken lässt. Man wird aber durch Verwendung der Seiler'schen Glocken nur pneumatische Bahnen einseitig durch verdichtete Luft betreiben können; sie eignen sich demnach nur für stark geneigte Bahnen, bei denen die abwärts gerichtete Bewegung durch die Schwere allein bewerkstelligt wird.

Die Seiler'schen Glocken sind im Jahre 1865 durch Bergeron zum Betriebe einer kleinen pneumatischen Eisenbahn bei Lausanne¹⁵⁾, ferner von Anderen im Jahre 1868 für den Betrieb einer Bahn über den St. Gotthard vorgeschlagen worden.¹⁶⁾ Es sollen nach dem letztern Projecte die stetige Entwicklung der Bahn zu einer Steigung von 25 ‰ und die Durchbohrung des Gebirgskammes (Project Bekh-Gerwig) verlassen und dafür mehrere pneumatische Rampen von 10 ‰ Gefälle angelegt werden, die wieder mittelst gewöhnlicher Eisenbahnen mit mässigen Steigungen unter sich verbunden sein würden. Man hofft auf sehr grosse Verminderung des Baucapitals.

Ein endgültiges Urtheil über den practischen Werth pneumatischer Eisenbahnen kann heute noch nicht ausgesprochen werden.

§. 11. *Seilebenen. Geschichtliches.* — Eisenbahnen, welche durch Seile von einer feststehenden Maschine betrieben wurden, waren im Gebrauche, ehe man die Locomotiven kannte; sie haben sich aus den Bergwerken auf die offen liegenden Strecken übertragen, als die Beförderung durch Zugthiere theuer und unbequem wurde. Besonders einfach gestalten sich die Seilbahnen, wenn ausschliesslich nach der Richtung des Gefälles die Lasten zu bewegen sind; man verfügt dann stets über eine übergrosse Arbeitskraft, die im Stande ist, die leeren Wagen emporzuheben, wenn diese mit den absteigenden beladenen Wagen mittelst eines Seiles, welches auf dem Gipfel der Bahn über eine feste Rolle geführt ist, verbunden werden. Die Geschwindigkeit des ganzen Systems lässt sich leicht durch Bremsen an der oberen Rolle regeln.

Es wird kaum nöthig sein anzudeuten, dass das Seil auf der oberen Rolle die nöthige Reibung entwickeln muss, um ein Gleiten auf ihr unmöglich zu machen. Man wird nöthigenfalls zu Vergrösserung des Peripheriewinkels zu dem bekannten Mittel schreiten, durch Anbringung einer Gegenrolle eine mehrfache Umschlingung des Seiles einzuführen. Auch ändert sich die ganze Einrichtung wenig, wenn man statt eines Seiles und einer oberen Rolle zwei Seile mit zwei Seilscheiben anbringt, wobei sich das eine Seilende aufwickelt, das andere abwickelt.

Sind dagegen die Lasten auch bergan zu bewegen oder ist das Gefälle so gering, dass auch bei abwärts gehenden Lasten die Schwerkraft nicht im Stande ist, die Reibungswiderstände zu überwinden, so ist die Hinzufügung einer neuen Betriebskraft, durch welche die erwähnten Rollen etc. umgedreht werden, unumgänglich.

¹⁵⁾ Polyt. Journal, Bd. 177. Hft. 1. p. 13 und Polytechn. Centralblatt 1865, p. 1037.

¹⁶⁾ Der Bund, 1868, 26. Febr. u. fgd.

Apparate ersterer Art sind unter dem Namen »Bremsberge« bei Bergwerksbetrieb, bei Erdarbeiten u. s. w. gebräuchlich; solche letzterer Art nehmen um so mehr den Charakter der Fördervorrichtungen bei Bergwerken an, je steiler die Bahnen sind; man wird sie bei Bahnen in bergigen Erz- und Kohlenbezirken, sowie beim Betrieb geneigter Ebenen an Schiffahrtscanälen nicht entbehren können. Es liegt nicht im Zweck dieser Abhandlung Anlagen dieser Art näher zu verfolgen, und wird lediglich auf die betreffende Literatur verwiesen.¹⁷⁾

Die Seilbahnen haben aber auch ihre Verwendung gefunden in den grossen Eisenbahnnetzen, welche den Weltverkehr vermitteln und welche ihre Fäden über alle Culturländer auszuspannen bestimmt sind. Es wird unsere Aufgabe sein, die Stellung der Seilbahnen in dieser Hinsicht zu schildern, ihren Werth festzustellen den andern Eisenbahnbetriebssystemen gegenüber und anzugeben, welche Rolle ihnen gebührt bei den stets wachsenden Anforderungen des Verkehrs bei Ueberschreitung ländertrennender Gebirge.

Wie bereits bei Gelegenheit der Besprechung der atmosphärischen Bahnen, §. 3, erwähnt, wurden die Locomotiven bei ihrem ersten Erscheinen mit grossem Misstrauen betrachtet und alle Mittel wurden versucht, dieselben durch andere Motoren zu ersetzen. Einen merkwürdigen Beleg hierzu lieferte die London-Blackwall-Eisenbahn¹⁸⁾, welche 6400^m lang, auf einem Viaduct die grosse Metropolis durchschneidet, nur geringe Steigungen ($\frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{30}$) zeigt und 7 Zwischenstationen berührt. Sie wurde mittelst Seilbetrieb versehen und durch 2 Dampfmaschinen von 280 und 480 Pferdekraft, von denen eine an jedem Ende der Bahn stand, bedient. Jede 15 Minuten folgte ein Zug dem andern, die Fahrgeschwindigkeit betrug etwa 10 bis 12^m in der Secunde. Nach dynamometrischen Versuchen, welche im Mining-Journal 1848 angegeben sind, forderte die Bewegung der Seils allein, d. h. die passiven Widerstände des Systems, eine Kraft von 250 Pferdestärken. Hiernach stellte der Betrieb sich äusserst ungünstig dar und, nachdem die Furcht vor Feuersgefahr durch die Locomotiven mit Einführung von Funkenfängern beseitigt war, wurde die Bahn in eine viel vortheilhaftere Locomotivbahn verwandelt.

Bei andern Bahnen ist man, soviel bekannt, nicht mehr in den Fehler verfallen, den Seilbetrieb bei kleinem Gefälle zu verwenden, vielmehr hat man sich darauf beschränkt, mit demselben nur sehr steile Strecken zu versehen, die man nicht durch eine Bahnentwicklung vermeiden konnte oder wollte, und welche man nicht glaubte mit Locomotiven betreiben zu können. Die Hauptfrage, bis zu welcher Steigung überhaupt der Locomotivbetrieb noch vortheilhaft sei, ist sehr verschieden beurtheilt worden und musste zu verschiedenen Zeiten nothwendigerweise verschieden beantwortet werden, je nachdem man über mehr oder weniger kräftige und vollkommene Locomotiven verfügen konnte, und man dazu übergegangen war, mehr oder weniger kräftige und dauerhafte Gleisconstructions herzustellen. Immer wird jeder einzelne Fall eine besondere auf

¹⁷⁾ Notizbl. d. hannov. Archit.- und Ing.-Vereins III. 1853/54 p. 479, Erdförderung auf selbstwirk. Ebenen von Durlach;

Dieselbe Zeitschr. I. 1851/52, schiefe Ebenen bei den Schieferbrüchen in Wales;

Schiefe Ebenen bei Erdarbeiten: Etzel, Ausführung von Erdarbeiten in grösserem Maassstabe und Henz, Pract. Anleitung zum Erdbau 1856;

Plan incliné de la Levade près Alcais, Oppermann portef. économ. 1863;

Hagen, Handbuch d. Wasserbaukunst III, 2. Theil. §. 114;

Schmid, der Elbing-oberländische Canal. Erbkam's Bauzeitung XI, 29.

A. Bendel, Die Communicationen im Anthracitkohlen-Revier Pennsylvaniens. Erbkam's Bauzeitung XI. 286—299.

¹⁸⁾ Organ für d. Fortschr. d. Eisenbahnwesens 1849.

die Terrainverhältnisse und Preissätze gegründete Einzeluntersuchung erfordern, um zu erforschen, ob es vortheilhaft ist, längere Bahnentwickelungen mit sanfterem Gefälle einzuführen oder kürzere aber steilere und, wie in der Folge hervortreten wird, meist gerade Strecken zu erbauen, eine Untersuchung, welche sich besonders auch noch auf die Kosten und Störungen des Betriebes auszudehnen hat.

Zunächst muss hier erwähnt werden, dass heute eine Menge steiler Bahnstrecken mit Locomotiven befahren werden, welche früher als Seilebenen betrieben wurden oder als solche eingerichtet waren. Es gehören hieher:

in England: die Manchester-Leeds-Bahn mit einer geneigten Ebene von $\frac{1}{4,9}$ Steigung, die Bahn von Glasgow nach Edinburgh (geneigte Ebene zu Cowlairs) mit $\frac{1}{4,6}$ und $\frac{1}{4,5}$ Steigung; die Bahn von Birmingham nach Gloucester (die sogenannte Lickey-Steige von etwa 3400^m Länge) mit einer Steigung von $\frac{1}{3,7}$;

in Frankreich: die Bahn von Andrezieux nach Roanne, welche in der geneigten Ebene la Renardière eine Steigung von $\frac{1}{3,4,5}$ besitzt;

in Deutschland: die Rheinische Eisenbahn in der geneigten Ebene von Aachen nach Ronheide 2086^m lang mit einer Steigung von $\frac{1}{3,8}$;

in Italien: die Turin-Genua-Bahn bei ihrem Ueberschreiten der ligurischen Apenninen auf der geneigten Ebene Dei Giovi zwischen Ponte Decimo und Busalla (9723^m lang in 2 durch eine kurze horizontale Strecke getrennten Theilen mit einer Maximalsteigung von $\frac{1}{2,8,6}$ und einer mittleren Steigung von $\frac{1}{3,8}$); sie wurde von dem belgischen Ingenieur Maus, dem Erbauer der geneigten Ebene zu Lüttich, in ganz ähnlicher Art für den Seilbetrieb projectirt und ausgeführt; das Triebwerk jedoch fortgelassen und die Bahn bisher mit Locomotiven befahren.

Seilebenen für den grösseren Eisenbahnverkehr bestehen in Europa, soviel bekannt, abgesehen von einer kurzen, sehr steilen Bahn zwischen 2 Punkten der Stadt Lyon, den Stadtvierteln les Terreaux und la Croix-Rousse (500^m lang, Steigung $\frac{1}{6}$), nur noch bei Lüttich, und zwar zwischen den Stationen Lüttich und Ans (2 durch eine 330^m lange Horizontale getrennte, geneigte Ebenen von 1880^m und 1980^m Länge bei $\frac{1}{3,6}$ bis $\frac{1}{3,3}$ Steigung)¹⁹⁾ und auf der von Wiebe erbauten Bahn von Düsseldorf nach Elberfeld zwischen Erkrath und Hochdahl (eine geneigte Ebene von 2450^m Länge bei $\frac{1}{3,6}$ Steigung). Aber auch auf erstgenannter Strecke bei Lüttich hat man begonnen, wenigstens die Personenzüge durch Locomotiven zu befördern, während für Güterzüge der Seilbetrieb heute noch beibehalten wird. Den Personenzügen giebt man, ähnlich wie bei der Aachener geneigten Ebene, ausser der an der Spitze des Zuges befindlichen noch eine zweite am Ende wirkende Locomotive.

In neuester Zeit hat der Seilbetrieb auf geneigten Ebenen eine erhöhte Beachtung erlangt durch das Agudio'sche System, an welches sich die Hoffnung geknüpft hat, in vortheilhafterer und sicherer Weise Gebirgsübergänge auf viel steileren und dabei gekrümmten Bahnen bewirken zu können als bisher.

Literatur.

Annales des Mines 1861, p. 621; Polyt. Centralbl. 1862, p. 634. Broise und Thieffry. Album encyclopédique des Chemins de fer, Paris; Blatt 121—122; 148; 155; 138; 133; 157; 130—131 und 142 mit einer Beschreibung nach Notizen der Erbauer Molinos und Pronnier.

Organ f. d. Fortschr. d. Eisenb.-Wes. 1849; Förster's Bauzeitung 1842, Wiebe über d. Betriebskosten der etc., Literaturbl. 491, Verh. d. Ver. z. Beförd. d. Gewerbfl. in Preussen 1842; Egen, über den Betrieb stark geneigter Eisenb. (Düsseldorf-Elberfeld).

¹⁹⁾ Annales des Ponts et Chaussées 1843; p. 120.

§. 12. *Die verschiedenen Anordnungen und Betriebsarten auf den geneigten Ebenen.*
Die Seilebenen lassen sich in hauptsächlich 3 Gattungen eintheilen:

1. Seilebenen mit Locomotivbetrieb (selbstthätige Steigen).

Die Seilebene hat 2 Bahnen, von denen abwechselnd die eine zum Absteigen, die andere zum Aufsteigen der Züge dient. Ein Seil von der einfachen Länge der Ebene ist über eine obere Umkehrrolle vom Durchmesser der Gleisentfernung geschlungen und dient dazu, einen absteigenden Zug oder eine absteigende Locomotive mit dem aufsteigenden Zuge zu verbinden. Eine besondere feststehende Dampfmaschine ist nicht vorhanden. Lässt der Betrieb sich so gestalten, dass jeder Zug an der geneigten Ebene mit einem andern kreuzt, so ist das Verfahren höchst einfach. Andernfalls, was bei jeder stark befahrenen Bahn vorkommen dürfte, wird auf der oberen Bahnstrecke eine kräftige Locomotive aufzustellen sein, welche die Hilfsarbeit jedem aufsteigenden Zuge leistet.

Hauptbeispiel einer solchen Einrichtung ist die seit 1841 bestehende Steige von Erkrath nach Hochdahl, die anfänglich, aber nur wenig Monate, auch eine feststehende Dampfmaschine auf der oberen Station zum Aufziehen der Züge benutzte, sich aber bald zu dem oben beschriebenen Systeme umwandelte. In den letzten Jahren ist die geneigte Ebene mit 3 Gleisen versehen worden, von denen 2 zu dem beschriebenen Betriebe dienen, das dritte jedoch ausschliesslich für die herabsteigenden Züge bestimmt ist, welche nicht mit den aufsteigenden kreuzen. Das Herunterfahren geschieht ohne Weiteres durch die Zug- und Tenderbremsen, sowie durch den Gegendampf der Locomotive; man rechnet auf je 3 beladene Wagen eine Bremse und hält auf der Station Hochdahl stets einige mit Steinen beladene Bremswagen in Bereitschaft, um solche in den Zug einzuschalten, wenn es an der erforderlichen Anzahl derselben fehlt. Im Falle selbst eine beschleunigte Bewegung eintreten sollte, so würde dies leicht zu vermeidende Ereigniss keine weiteren Nachtheile mit sich führen, weil die Bahn am Fusse der geneigten Ebene ohne Stationsanlagen auf grosse Entfernung gradlinigt und horizontal liegt, so dass die Geschwindigkeit bald gemässigt werden kann.

2. Seilebenen mit endlosem Betriebsseil und einer feststehenden Bewegungsmaschine.

Sie sind am häufigsten angewendet worden und bestehen ebenfalls aus einer Doppelbahn, in deren Gleismitten die auf- und absteigenden Zweige eines in sich selbst zurücklaufenden Seiles, auf Rollen gelagert, sich bewegen. Das eine Gleis ist ausschliesslich für die aufsteigenden, das andere für die absteigenden Züge bestimmt. An einem (meistens dem untern) Ende der geneigten Ebene läuft das Seil über eine versenkte Umkehrrolle von einem Durchmesser gleich der Entfernung der Gleismitten voneinander; am andern Ende dagegen erreicht das Seil mit einem Zweige die durch den Motor bewegte Treibrolle, welche Kehlen besitzt und über welche dasselbe, zur Erzeugung der nöthigen Reibung, unter Zuhilfenahme einer entsprechenden Gegenrolle, mehrfach geschlungen ist. Nach Verlassen der Treibrolle ist das Seil um eine Umkehrrolle geführt und erreicht hierdurch wieder den andern Zweig desselben. Letztere Umkehrrolle ist nicht wie die erstere in ihrer Achse unverrückbar, vielmehr steht dieselbe auf einem Wagengestelle, welchem durch ein freihängendes Gewicht der nöthige Zug ertheilt wird und wodurch das Seil die Fähigkeit erlangt sich auszudehnen, ohne an Spannung zu verlieren. Unwesentlich ist es hierbei, ob die Treibrolle über oder unter der Ebene der Bahn liegt. Der aufsteigende Wagenzug wird mit dem Seile mittelst Zangen, in welche dasselbe eingeklemmt wird, verbunden. Der absteigende Wagenzug hat mit dem Seile keinen Zusammenhang, sondern wird durch

Bremsen in seiner Geschwindigkeit geregelt. Die Zangen sind an besondern Wagen, welche dem aufsteigenden Eisenbahnzuge vorangehen und folgen, befestigt; dieselben Wagen tragen wirksame Bremsapparate und werden den absteigenden Zügen vorgesetzt, weil man sonst durch die gewöhnlichen Wagenbremsen nicht im Stande sein würde, die erforderliche Hemmung zu erzeugen. Die Bremswagen bilden also hier eine bedeutende nutzlose Last, welche stets von dem Motor mit emporgezogen werden muss und eine grosse Arbeitskraft verzehrt. Die geneigten Ebenen von Lüttich und Aachen, von denen die erstere, wie erwähnt, wenigstens theilweise noch den Seilbetrieb beibehalten hat, sind als Hauptbeispiele dieses Systems anzuführen.

3. Agudio's Seilebene.

Der italienische Ingenieur Thomas Agudio hat im Jahre 1863 eine eigenthümliche Anordnung von Seilebenen entworfen und dieselben auf einer Versuchsstrecke der Turin-Genua Bahn, welche in hohem Grade die Aufmerksamkeit der Eisenbahntechniker auf sich gezogen hat, ausgeführt. Die Agudio'sche Seilebene ist vor allen Dingen eine eingleisige Bahn und ist bestimmt die Züge nach beiden Richtungen zu befördern. Auch hier, in Uebereinstimmung mit den unter 2. besprochenen Anlagen, ist ein in sich selbst zurückkehrendes Seil (Treibseil; *câble moteur*), welches an beiden Enden über Rückkehrrollen läuft und unterwegs auf leicht bewegliche kleine Rollen gelagert ist, angeordnet. Beide Zweige dieses Seils liegen innerhalb desselben Gleises und nahe bei den Schienen. Das Treibseil dient jedoch nicht unmittelbar dazu den Zug empor zu ziehen, vielmehr ist es dazu verwendet beiderseitig Rollen zu bewegen, welche an einem besondern Rollenwagen (*Locomoteur*) angebracht sind und mittelst Uebersetzungswerk (Räder und Frictionsscheiben) denselben langsamer vorwärts zu bewegen als sich selbst. Dieses Vorwärtsbewegen geschieht vermittelt eines dritten viel stärkeren Seiles, welches wir das Schleppeil nennen mögen (*câble d'adhérence*) und welches, die Mitte des Gleises einnehmend, über ein Paar mit mehreren Kehlen versehene, von dem Treibseil in Bewegung gesetzte Rollen des Rollenwagens geschlungen ist. Das Schleppeil hat keine eigene Bewegung, sondern dient nur zum sichern Angriff der Zugkraft, da die Reibung der Räder des Rollenwagens, bei dessen geringem Gewichte, nicht wie bei den gewöhnlichen Locomotiven zu diesem Zwecke ausreichen würde. Das Schleppeil ist hier also ganz analog angeordnet wie die in einem Strom versenkte Kette bei dem Betriebe der Kettenschleppschiffahrt (*tonage*), wie solche bereits mehrfach, namentlich auf französischen und belgischen Flüssen, in Anwendung gekommen ist. Das Schleppeil erzeugt also eine künstliche Adhäsion und könnte vielleicht durch Zahnstangen oder durch eine Mittelschiene, wie bei dem Fell'schen Locomotivsystem, ersetzt werden.

Die Agudio'sche Seilebene besitzt noch einen zweiten, wesentlichen Unterschied gegen die sonst gebräuchliche Seilebene: sie verwendet nämlich zwei zu gleicher Zeit arbeitende Motoren (bei der Versuchsebene zwei als stehende Maschinen wirkende Locomotiven), einen am obern, den andern am untern Ende der geneigten Ebene, die das Seil vermittelt je eines Paares mehrmals umschlungener Treibrollen angreifen. Da nun, wie schon erwähnt, beide Seilzweige mit den Betriebsrollen des Rollenwagens in Verbindung stehen, so überträgt das Seil an jedem Punkte nur die halbe Arbeit, welche zur Beförderung des Eisenbahnzuges erforderlich ist. Es wird kaum nöthig sein zu erwähnen, dass sowohl das Schleppeil als die auf Wagen gestellten Umkehrrollen für das Treibseil an beiden Enden der geneigten Ebene mit Spannvorrichtungen versehen sein müssen.

In Bezug auf die Herstellung und Beschaffenheit der zum Betriebe der geneigten Ebenen überhaupt verwendeten Seile, muss erwähnt werden, dass die älteren Anlagen

meist Hanfseile benutzten (z. B. London-Blackwall Bahn, Düsseldorf-Elberfeld etc.), dass man jedoch sehr bald genöthigt war, dieselben durch Drahtseile (oder Stahlseile) zu ersetzen. Diese sind meistens von cylindrischem Querschnitt, aus 6 Litzen bestehend, jede Litze aus 6 Drähten; oft um einen hanfenen Kern gewunden. Letztere Zugabe scheint, der leichteren Biegsamkeit wegen, nachahmenswerth. Flache Seile sind ebenfalls, sowie zusammengenietete Flacheisenstreifen, namentlich bei sehr steilen Bahnen, in Benutzung gekommen; sie haben den Vorzug geringerer Arbeitsverluste bei der Biegung, schliessen aber die Verwendung in den beschriebenen Systemen aus und fordern Maschinen mit Seiltrommeln, ähnlich wie bei den Fördermaschinen für Bergwerke.

§. 13. *Nutzeffect der Seilebenen.* — Nach diesen kurzen vorläufigen Beschreibungen wird es nicht schwer sein, den ökonomischen Werth des Betriebes auf den verschiedenen angeordneten Seilebenen zu untersuchen.

Es sei analog mit der entsprechenden Berechnung in §. 1

P_1 das Gewicht des Zuges (ohne Locomotive, Bremswagen, Rollenwagen etc.) in Kilogr.;

v die Zuggeschwindigkeit pro Secunde in Metern;

τ der Neigungswinkel der Bahn gegen die Horizontale;

$a + b v^2 = 0,00421 + 0,0000317 v^2$ der Widerstandscoefficient eines Zuges auf horizontaler gerader Bahn;

l in Meter, die Länge der geneigten Ebene (es handelt sich hierbei nur um einen Ausdruck der Seillänge; l ist in jedem Falle daher so gross zu nehmen, als der entwickelten Länge des Seiles entspricht);

ω der Querschnitt des Seiles in Quadratmeter;

γ das Gewicht eines Cubikmeters Eisen in Kilogr.;

k die Anstrengung des Eisens im Treibseil pro Quadratmeter in Kilogr.;

o ein Coefficient, welcher mit dem Gewichte des Seiles multiplicirt, den Widerstand des Seiles gegen seine Bewegung ausdrückt. Er ist abhängig von dem Durchmesser des Seiles und der Seilrollen, der Anzahl der Umschlingungen, von der Construction und Vollkommenheit der Unterstützungsrollen u. s. w. Ohne in eine leicht auszuführende Einzelrechnung einzutreten, nehmen wir diesen Coefficienten als constant für alle Seilsysteme an, weil die Güte und Zweckmässigkeit der ganzen mechanischen Einrichtung bei allen gleich gedacht werden kann. Bei der von Maus construirten und im Einzelnen berechneten geneigten Ebene zu Lüttich findet sich $o = \frac{1}{16} \cdot 20$)

1. Seilebenen mit Locomotivbetrieb (selbstthätige Seilebenen).

Es sei ferner:

P das Gewicht einer Locomotive in Kilogr.;

N die Anzahl der von ihr bei voller Leistung entwickelten Pferdekräfte;

φ der Coefficient der Reibung zwischen Schiene und Rad (in Mitte $\frac{1}{6}$);

m derjenige Theil von P , welcher zur Adhäsion verwendet wird.

Endlich werde, wie früher, angenommen, dass das Gewicht der Locomotive $\frac{7}{6}$ mal so viel Reibung erzeuge, als das gleiche Gewicht des Wagenzuges.

²⁰⁾ Vergl.: Annales des Ponts et Chaussées, 1843, p. 129 ff.

Die beiden zur Bewegung dienenden Locomotiven mögen als gleich schwer in Rechnung gesetzt werden. Dann ist die Widerstandsarbeit bei Durchlaufung des Weges von 1 Meter:

a. ohne Rücksicht auf die Steigung der Bahn $= \left(2 \cdot \frac{7}{6} \cdot P + P_1\right) (a + b v^2) \cos \tau_1$

b. nur durch die Steigung der Bahn (da die beiden P in ihrer Lage zur Schwerkraft sich nicht ändern) $= P_1 \cdot \sin \tau_1$

c. durch das Seil allein:

Das Seil hat die Zugkraft nur der absteigenden Locomotive auszuhalten, nämlich: $P \cos \tau_1 \cdot m \varphi - \frac{7}{6} \cdot P \cos \tau_1 (a + b v^2) + P \cdot \sin \tau_1$; der Querschnitt desselben ist also

$$P \frac{\left(m \varphi - \frac{7}{6} \cdot (a + b v^2)\right) \cos \tau_1 + \sin \tau_1}{k} \text{ und sein Widerstand gegen die Bewegung}$$

$$P \cdot \frac{l \cdot \gamma \cdot o}{k} \left[\sin \tau_1 + \left(m \varphi - \frac{7}{6} (a + b v^2)\right) \cos \tau_1 \right]$$

Setzt man daher einerseits die unter a. b. c. berechneten Widerstände andererseits gleich der Summe der Zugkräfte beider Locomotiven, so folgt

$$(1) \quad \left(2 \cdot \frac{7}{6} \cdot P + P_1\right) (a + b v^2) \cdot \cos \tau_1 + P_1 \sin \tau_1 + P \frac{l \cdot \gamma \cdot o}{k} \left[\sin \tau_1 + \left(m \varphi - \frac{7}{6} (a + b v^2)\right) \cos \tau_1 \right] = 2 \cdot m \varphi \cos \tau_1 \cdot P$$

Ferner folgt wie früher (§. 1)

$$(2) \quad \frac{P}{110} = N$$

$$(3) \quad 75 \cdot N = m \varphi \cos \tau_1 \cdot P \cdot v$$

Aus Gleichung (2) und (3) ergibt sich sofort

$$(4) \quad v = \frac{75}{110 \cdot m \varphi \cos \tau_1} = \frac{0,682}{m \varphi \cdot \cos \tau_1} \text{ oder } m \varphi = \frac{75}{110 \cdot v \cdot \cos \tau_1}$$

und aus Gleichung (1) folgt unmittelbar

$$(5) \quad P_1 = P \cdot \frac{2 m \varphi - \frac{7}{3} (a + b v^2) - \frac{l \gamma o}{k} \left[\operatorname{tg} \tau_1 + m \varphi - \frac{7}{6} (a + b v^2) \right]}{a + b v^2 + \operatorname{tg} \tau_1}$$

Die Rohleistung dieses Seilbetriebes ist gleich $2 N = \frac{2 P}{110}$ Pferdekraft oder $L_0 = \frac{2 P}{110} \cdot 75$ Kilogramm in einer Secunde; die Nutzleistung dagegen ist unter Vollrechnung der Geschwindigkeitseinflüsse (vergl. §. 1; 2.): $L_2 = P_1 (\cos \tau_1 (a + b v^2) + \sin \tau_1) v$ ebenfalls in Kilogramm in einer Secunde. Der ökonomische Werth (Güteverhältniss, Nutzeffect) ist also

$$\frac{L_2}{L_0} = P_1 \frac{[\cos \tau_1 (a + b v^2) + \sin \tau_1] v}{P \cdot \frac{2 \cdot 75}{110}} \text{ oder nach Einsetzung des}$$

Werthes von P_1 aus Gleichung (5)

$$(6) \quad \frac{L_2}{L_0} = \frac{11}{15} v \cdot \cos \tau_1 \left[2 m \varphi - \frac{7}{3} (a + b v^2) - \frac{l \gamma o}{k} \left(\operatorname{tg} \tau_1 + m \varphi - \frac{7}{6} (a + b v^2) \right) \right]$$

oder durch Benutzung von Gleichung (4)

$$(6^a) \quad \frac{L_2}{L_0} = 1 - \frac{l \gamma o}{2k} - \frac{11}{15} v \cos \gamma_1 \left\{ \frac{7}{6} (a + b v^2) \left(2 - \frac{l \gamma o}{k} \right) + \frac{l \gamma o}{k} \operatorname{tg} \gamma_1 \right\}$$

Man sieht aus dieser Formel, dass der Nutzeffect dieser Seilebenen abnimmt, wenn o , l oder v zunehmen, oder k abnimmt.

2. Seilebenen mit endlosem Betriebseil (Maus'sches System).

Der Zug P_1 ist begleitet von zwei Bremswagen, welche die Zangen zum Festhalten des Seiles tragen und welche bei etwaigem Brechen des Seiles dem Zuge zur Sicherung dienen. Das Gewicht eines Bremswagens sei $= Q$ (bei der Lütticher oder Aachener geneigten Ebene $Q = 10000$ Kilogr.), das Seil hat die Länge $2l$.

Es besteht dann die Beziehung:

$$(7) \quad (P_1 + 2Q) [\cos \gamma_1 (a + b v^2) + \sin \gamma_1] + \omega \cdot 2l \cdot \gamma \cdot o = \omega \cdot k, \text{ woraus}$$

$$\omega = \frac{\cos \gamma_1 (a + b v^2) + \sin \gamma_1 (P_1 + 2Q)}{k - 2l \gamma o}$$

Der Nutzeffect dieses Betriebes drückt sich aus durch

$$\frac{L_2}{L_0} = \frac{P_1 ((a + b v^2) \cos \gamma_1 + \sin \gamma_1) v}{\omega \cdot k v}$$

oder nach Substitution von Gleichung (7)

$$(8) \quad \frac{L_2}{L_0} = \frac{P_1}{P_1 + 2Q} \left(1 - \frac{2l \gamma o}{k} \right)$$

Setzt man $2Q$ so gross, dass die Bremswagen im Stande sind den Wagenzug auf der geneigten Ebene fest zu halten, so muss sein:

$$2Q \cdot \cos \gamma_1 \cdot \varphi = (P_1 + 2Q) (\sin \gamma_1 - a \cdot \cos \gamma_1), \text{ woraus } 2Q = P_1 \frac{\sin \gamma_1 - a \cos \gamma_1}{(a + \varphi) \cos \gamma_1 - \sin \gamma_1};$$

durch Einsetzung dieses Werthes in Gleichung (8) erfolgt:

$$(9) \quad \frac{L_2}{L_0} = \frac{a + \varphi - \operatorname{tg} \gamma_1}{\varphi} \left(1 - \frac{2l \gamma o}{k} \right)$$

Die Leistung des Betriebes wächst demnach mit k und nimmt ab, wenn l , o und γ_1 zunehmen, ist aber unabhängig von der Geschwindigkeit v .

3. Agudio's Seilebene.

Der Zug P_1 ist begleitet von einem Rollenwagen, dessen Gewicht $= S$ (auf der Versuchsstrecke zu Dusino $S = 20000$ Kilogr.) sein mag. Der Einfluss des Schleppseiles mit seinen Umwindungen, sowie des Triebwerks an dem Rollenwagen kann nach den Versuchen und den speciellen Berechnungen annähernd ausgedrückt werden durch einen Coëfficienten $\frac{4}{3}$, mit welchem die Gewichte P und S zu multipliciren sind. Die Länge des Treibseiles ist $= 2l$; das Verhältniss der Geschwindigkeit desselben zur Zuggeschwindigkeit sei $= n$.

Der Widerstand des Zuges nebst dem des Rollenwagens ist dann

$$\frac{4}{3} (P_1 + S) ((a + b v^2) \cos \gamma_1 + \sin \gamma_1)$$

der Widerstand des Treibseiles dagegen $\omega \cdot 2l \cdot \gamma \cdot o$.

Die Arbeit der Widerstände in einer Secunde ist gleich der Arbeit der beiden Seilzweige, also

$$\frac{4}{3} (P_1 + S) ((a + b v^2) \cos \gamma + \sin \gamma) v + \omega \cdot 2 l \cdot \gamma \cdot o \cdot n \cdot v = 2 \omega k n v,$$

woraus sich ergibt

$$(10) \quad \omega = \frac{\frac{4}{3} (P_1 + S) ((a + b v^2) \cos \gamma + \sin \gamma)}{(k - l \gamma o) 2 n}$$

Der Nutzeffect des Betriebes drückt sich demnach aus durch

$$(11) \quad \frac{L_2}{L_0} = \frac{P_1 ((a + b v^2) \cos \gamma + \sin \gamma) v}{2 \omega k n v} = \frac{3}{4} \frac{P_1}{P_1 + S} \left(1 - \frac{l \gamma o}{k}\right)$$

Giebt man zu, dass der Sicherheit wegen S nicht leichter gehalten werden darf, als erforderlich ist, um beim Brechen des Schleppseiles durch die Bremsen des Rollwagens das Herabrollen des Zuges zu verhindern, so folgen dieselben Schlüsse, welche vorher sub 2 für das Gewicht $2 Q$ ausgesprochen wurden, und man erhält

$$S = 2 Q = P_1 \frac{\sin \gamma - a \cos \gamma}{(a + \varphi) \cos \gamma - \sin \gamma}. \text{ Durch Einsetzung dieses Werthes in Gleichung (11) ergibt sich dann}$$

$$(12) \quad \frac{L_2}{L_0} = \frac{3}{4} \frac{a + \varphi - \operatorname{tg} \gamma}{\varphi} \left(1 - \frac{l \gamma o}{k}\right).$$

Dieser Ausdruck, übereinstimmend mit Gleichung (9), ergibt den Nutzeffect der Agudi o'schen Seilebene wachsend mit k , aber abnehmend, wenn l , o und γ zunehmen, jedoch unabhängig von der Geschwindigkeit v und dem Uebersetzungsverhältnisse n . Dieses letztere Resultat ist namentlich wichtig den oft geäußerten Meinungen gegenüber, welche einen Hauptvorteil des Agudi o'schen Systems gerade in der Geschwindigkeitsübersetzung suchen.

Vergleicht man die Ausdrücke (9) und (12) miteinander, so erkennt man sofort die nützliche Einrichtung der Agudi o'schen Seilebene in der Herstellung zweier getrennter Motoren, durch welche jedem Seilzweige nur die Hälfte der Gesamtarbeit aufgebürdet wird. In der Formel (12) ist nämlich l mit dem Factor 1, in der Formel (9) mit dem Factor 2 behaftet. Andererseits sinkt der Nutzeffect derselben durch die Widerstände des mittleren Schleppseiles, was durch den Coefficienten $\frac{3}{4}$ der Formel (12) ausgesprochen ist.

Der Agudi o'schen Seilebene sind mehrere vorzügliche Eigenschaften zuzusprechen, die mehr practischer Art sind und später bei der Beschreibung derselben näher erörtert werden sollen. Hier mag noch angeführt werden, dass dem Treibseile nur die Aufgabe der Bewegung des Zuges, nicht dessen sicheres Festhalten, was das Schleppseil vorzugsweise zu leisten hat, zufällt. Dadurch ist es offenbar erlaubt, die Anstrengung des Materials, also k , sehr hoch zu greifen, wodurch die Leistung (nach Gleichung (12)) wesentlich erhöht wird. Da nun kein Grund verbietet, ebenfalls die Geschwindigkeit des Treibseiles sehr gross zu halten, also n gross zu nehmen, vielmehr sich nachweisen lässt, dass das Maximum einer Drahtseiltransmission bei sehr grosser Geschwindigkeit des Seiles, etwa bei 50 Meter in der Secunde, liegt, so kann der Querschnitt desselben (nach Gleichung (10)) sehr klein werden. Man hat daher in der Gewalt, selbst bei Verwendung des allerbesten Materials (Stahl) für das Betriebsseil, die Ausgaben für dasselbe mässig zu halten und kann ohne in zu ungünstige Nutzeffecte zu gerathen, eine grosse Länge l der Seilebene ungetheilt durchführen.

Die vorstehenden Resultate sind ausreichend, um die Dimensionen einer Seilebene zu bestimmen, wenn das Gewicht und die Geschwindigkeit des zu bewegenden Zuges, sowie die Länge der Bahn gegeben sind. Um jedoch einen unmittelbaren Einblick, namentlich in den gegenseitigen Betriebswerth der verschiedenen Seilsysteme und im Vergleich mit dem Locomotivsysteme zu thun, wird es nothwendig sein, einige Zahlenwerthe für die Nutzeffecte $\frac{L_2}{L_0}$ zu berechnen, wenn den verschiedenen Grössen in den Ausdrücken verschiedene mögliche Werthe ertheilt werden.

Auf den Aachener und Lütticher Seilebenen wurden Drahttaue von 2,5 Kilogr. Gewicht pro laufenden Meter gewählt, bei einer Maximalzugkraft von 2691 Kilogr.; hieraus folgt ein Querschnitt des Eisens im Seil = 3,2 □Centimet. und $k = 8410000$ Kilogr. Agudio dagegen erwähnt in seiner Broschüre über sein System²¹⁾ für Lüttich $k = 13000000$ Kilogr. pro □Meter, was jedenfalls sehr hoch erscheint. Er gebraucht auch diesen Coëfficienten zur Bestimmung der Abmessungen seines Schleppeiles und nimmt ferner für das Treibseil aus Stahl $k = 23000000$ Kilogr. pro □Meter.

Für k werden die Werthe $k = 8000000$ und $k = 20000000$ Kilogr. pro □Meter eingeführt, wo sich die erstere Zahl auf Eisen, die zweite auf Stahl bezieht.

Für l werde gesetzt 3000 Meter und 6000 Meter;

$$\gamma = 7800; \quad \sigma = \frac{1}{16}; \quad a = 0,00421; \quad b = 0,0000317; \quad \varphi = \frac{1}{6};$$

für drei verschiedene Fälle sei: $\text{tg } \gamma = 0,0; 0,04; 0,10$.

In der Gleichung (6^a) kommt ausser l k und γ noch v als variable Grösse vor; um nun die Tabelle nicht übergross zu machen, ist $v = 8$ Meter oder 4 Meter in der Secunde gesetzt, aber es sind dabei nur die Combinationen

$$\text{tg } \gamma = 0,0, \quad v = 8 \quad (\text{wobei } m = \frac{1}{2} \text{ wird}) \quad \text{und}$$

$$\text{tg } \gamma = 0,1, \quad v = 4 \quad (\text{wobei } m = 1 \text{ wird})$$

betrachtet worden.

I. Selbstwirkende Seilebene mit Locomotivbetrieb.

$$(6^a) \quad \frac{L_2}{L_1} = 1 - \frac{l \gamma \sigma}{2k} - \frac{11}{15} v \cos \gamma \left\{ \frac{7}{6} (a + b v^2) \left(2 - \frac{l \gamma \sigma}{k} \right) + \frac{l \gamma \sigma}{k} \text{tg } \gamma \right\}$$

	$k = 8000000$ Kilogr.		$k = 20000000$ Kilogr.	
	$\text{tg } \gamma = 0,0; v = 8$ (hierbei ist $m = \frac{1}{2}$)	$\text{tg } \gamma = 0,10; v = 4$ (hierbei ist $m = 1$)	$\text{tg } \gamma = 0,0; v = 8$ (hierbei ist $m = \frac{1}{2}$)	$\text{tg } \gamma = 0,1; v = 4$ (hierbei ist $m = 1$)
$l = 3000$ Meter	0,829	0,832	0,880	0,913
$l = 6000$ Meter	0,746	0,684	0,847	0,857

²¹⁾ Mémoire sur un nouveau système de traction sur les plans inclinés par le Chev. Thomas Agudio, Turin 1863.

II. Seilebene mit endlosem Seil (Maus'sches System), Seilebene zu Lüttich und Aachen.

$$(9) \quad \frac{L_2}{L_0} = \frac{a + \varphi - \operatorname{tg} \eta}{\varphi} \left(1 - \frac{2 l \gamma o}{k} \right) \quad (\text{unabhängig von } v)$$

	$k = 8000000$ Kilogr.			$k = 20000000$ Kilogr.		
	$\operatorname{tg} \eta = 0,0$	0,04	0,10	$\operatorname{tg} \eta = 0,0$	0,04	0,10
$l = 3000$ Meter	0,640	0,498	0,270	0,875	0,670	0,363
$l = 6000$ Meter	0,276	0,211	0,114	0,725	0,555	0,301

III. Agudio's Seilebene mit einem endlosen Treibseil und einem festliegenden Schleppseil.

$$(12) \quad \frac{L_2}{L_0} = \frac{3}{4} \frac{a + \varphi - \operatorname{tg} \eta}{\varphi} \left(1 - \frac{l \gamma o}{k} \right) \quad (\text{unabhängig von } v)$$

	$k = 8000000$ Kilogr.			$k = 20000000$ Kilogr.		
	$\operatorname{tg} \eta = 0,0$	0,04	0,10	$\operatorname{tg} \eta = 0,0$	0,04	0,10
$l = 3000$ Meter	0,628	0,481	0,261	0,713	0,546	0,296
$l = 6000$ Meter	0,488	0,374	0,202	0,656	0,503	0,262

Nach diesen Resultaten ist auszusprechen, dass der Nutzeffect des Betriebes auf Seilebenen durchaus zu Gunsten der selbstthätigen Seilebenen mit Locomotivbetrieb sich ergibt, dass er in der That unter allen Umständen bedeutend grösser ist, als bei den anderen Seilebenen, dass derselbe zwar abnimmt, wenn die Zuggeschwindigkeit und die Steigung der Bahn wachsen oder die Anstrengung des Seiles niedriger genommen wird, dass er aber stets noch sehr hoch bleibt.

Der Nutzeffect der beiden andern Seilebenen, der mit endlosem Seil und der Agudio'schen Ebene, sind nicht sehr bedeutend voneinander verschieden; das eine System steht dem andern vor oder nach, je nach den Bahn- und Anstrengungsverhältnissen. Jedoch kann der Agudio'schen Construction mit geringeren Kosten ein Treibseil von besserem Stoff (Stahl) gegeben werden, als der andern, wodurch bei grösseren Längen und stärkeren Steigungen doch ein Vortheil dem ersteren Systeme erwächst.

Vergleicht man die Seilebenen mit den Bahnen, welche nur mit Locomotiven ohne Seil betrieben werden (cf. die Tabelle §. 1), so ergibt sich, dass dem Locomotivbetriebe für schwach geneigte Bahnen ganz entschieden der Vorzug gebührt, aber auch für stark geneigte Bahnen, wenn die Zuggeschwindigkeit klein gehalten werden kann. Nur bei grösserer Geschwindigkeit und sehr steilen Bahnen wird der Betrieb der Seilbahnen günstiger.

Die Seilebenen sind andererseits den ältern atmosphärischen Bahnen, welche mit grosser Luftverdünnung arbeiteten, durchaus überlegen, werden aber in Bezug auf Nutzeffect von den pneumatischen Bahnen überflügelt. Diese geben überhaupt für starke Steigungen den grössten Nutzeffect, und es können nur die allerdings ausserordentlich gewichtigen Schwierigkeiten und Kosten ihrer Herstellung und Unterhaltung, sowie die Unannehmlichkeit ihrer Benutzung gegen deren Einführung sprechen.

Es erklärt sich aus diesen Untersuchungen, wie berechtigt die Praxis des Eisenbahnbetriebes verfuhr, wenn sie in den meisten Fällen die Locomotive an die Stelle der Seilmaschinen und atmosphärischen Apparate setzte. Nur in ganz ausserordentlichen Fällen, die vielleicht bei den gesteigerten Anforderungen an neue Bahnen, namentlich an Gebirgsbahnen, häufiger hervortreten können, wird man wohl daran thun, andere Motoren als Locomotiven zu gebrauchen.

Beschreibung einiger Seilebenen.

§. 14. *Die geneigten Ebenen bei Lüttich und Aachen.*²²⁾ — Die Eisenbahn, welche Köln mit den belgischen Seehäfen Antwerpen und Ostende verbindet, war eine der ersten auf dem europäischen Continente erbauten grossen Verkehrswege; sie durchschneidet die Flussgebiete des Rheins, der Maas und der Schelde und überschreitet also zwei Hauptwasserscheiden. Die Bahn berührt die Städte Aachen und Lüttich und trifft an beiden Stellen insofern ernstliche Schwierigkeiten, als einerseits die Hochebene von Eupen, der höchste Punkt der Bahnlinie zwischen Rhein und Maas, andererseits die Hochebene Ans, der höchste zwischen Maas und Schelde, so dicht heranrücken, dass eine Längenenwicklung mit geringem Gefälle nur mit grossen Geldopfern hergestellt werden konnte. Man entschloss sich zur Herstellung von stark geneigten Ebenen mit Seilbetrieb. Die Bahnhöfe von Aachen und Lüttich liegen sehr unzweckmässig unmittelbar an den Fusspunkten derselben, der erstere sogar in kurz gekrümmter S-förmiger Gestalt, der letztere dagegen gradlinig.

Die geneigte Ebene von Lüttich (zwischen Lüttich und Ans) wurde zuerst erbaut (begonnen Ende 1838, vollendet Anfang 1842); sie ist, vorzugsweise um den Nutzeffect des Betriebes zu steigern, dann aber auch im Anschluss an die Gestaltung des Geländes, in zwei gesonderte, gradlinige, in einem stumpfen Winkel von 148° zusammenstossende gleich lange Strecken getheilt. Die Verbindungsbahn ist 230^m lang, horizontal und grösstentheils in einem Bogen von 350^m Radius angelegt. Die Gefälle der geneigten Ebene sind nicht constant, sondern wie folgt vertheilt:

obere geneigte Ebene		untere geneigte Ebene	
Länge	Steigung	Länge	Steigung
90 Meter	0,015	80 Meter	0,015
1150 -	0,030	1273 -	0,030
628 -	0,028	489 -	0,028
112 -	0,014	138 -	0,014
1980 Meter	Gesamtsteigung 55 ^m ,00;	1980 Meter	Gesamtsteigung 55 ^m ,00.

Die geneigten Ebenen sind zweigleisig und werden durch zwei in sich selbst zurückkehrende Drahtseile von 2,5 Kilogr. Gewicht pro laufenden Meter betrieben; jede Ebene hat ein besonderes Betriebsseil; die Züge fahren auf dem rechtsseitigen Gleise. Die

²²⁾ Annales d. P. et Ch. 1843, p. 129; Heusinger v. Waldegg, Organ f. d. Fortschr. d. Eisenbahnwes. 1849, p. 5.

Betriebsdampfmaschinen für beide Ebenen befinden sich vereinigt in einem Gebäude auf der mittleren Horizontalfläche, seitwärts von der Bahn derartig aufgestellt, dass vom Standpunkte des Maschinisten aus beide Seilbahnen ihrer ganzen Länge nach übersehen werden können. Dem Maschinenhaus gegenüber liegt das mit 6 Kesseln ausgestattete Kesselhaus. Die allgemeine Einrichtung des Betriebes ist bereits im §. 12, 2 angegeben worden. Sinnreich und elegant ist die Anordnung der Maschinen.

Die von der Dampfmaschine unmittelbar getriebenen Seilrollen (die Treibrollen) liegen über der Ebene der Bahn, sie sind mit 5 Kehlen versehen und haben 4^m,80 Durchmesser. Zu jedem Betriebsseile gehören natürlich zwei solcher Rollen, die einander gleich sind und deren Achsen um ein Geringes gegeneinander geneigt sind, so dass das von der einen Rolle ablaufende Seil einer Kehle der gegenüberliegenden Rolle entspricht. Es finden sich also im Maschinenhause zwei Paar durchaus gleichgestaltete fünfspurige Treibrollen vor, von denen jedes Paar einer der beiden Seilebenen zugehört. Die Treibrollen sind aber ausserdem so aufgestellt, dass die Achsen der entsprechenden Treibrollen der verschiedenen Paare in ein und dieselbe grade Linie fallen. Die Linien gehen durch die Krummzapfenwellen der Betriebsdampfmaschinen, welche in Gestalt von zwei Paar Doppelmaschinen mit tiefliegenden Balanciers angeordnet sind. Jede Treibrolle kann mit der Krummzapfenwelle des entsprechenden Dampfmaschinenpaares vermöge einer leicht lösbaren Kuppelung verbunden werden. Zur Bewegung des Seiles auf einer Ebene ist es erforderlich, dass eine beliebige der beiden Treibrollen, welche ihr zugehören, umgedreht werde; jedoch ist es unzulässig, dass beide Rollen zu gleicher Zeit getrieben werden, weil es kaum zu erreichen sein dürfte, dass die erzielten Peripheriegeschwindigkeiten durchaus gleich gross ausfallen. Es ist nun einleuchtend, dass man durch die gewählte Anordnung im Stande ist, nach Willkühr jede Seilebene mit jedem Dampfmaschinenpaare zu treiben, also auch ein Maschinenpaar ohne Störung des Fahrdienstes bei Ausbesserungen ganz ausser Thätigkeit zu setzen. Durch diese Combination der Dampfmaschinen werden viele Vortheile, Ersparniss am Betriebspersonal und Sicherheit des Dienstes erreicht. Die Aufstellung der Dampfmaschinen am Fuss der oberen geneigten Ebene hat aber auch den Nachtheil, dass für diese das Drahtseil stärker in Anspruch genommen wird als bei der unteren, indem dort die Reibungswiderstände des absteigenden Seiles zu der sonst nöthigen Zugkraft hinzutreten. Mit den Treibrollen zusammengelassen ist eine Bremsscheibe, über welche kräftig wirkende Bremsringe geführt sind. Die Bremsen jedes Treibrollenpaares hängen durch Hebel zusammen und sind vom Stande des Maschinisten aus zu bewegen. Sie dienen zur Mässigung der Geschwindigkeit nach vollendeter Arbeit, sowie bei etwa eintretendem Seilbruche.

Jede Doppelmaschine hat nominal 160 Pferdekraft (2×80); sie wirkt mit Niederdruck und Condensation; die Dampfspannung ist $\frac{1}{3}$ Atmosphäre über den äusseren Luftdruck. Jeder der beiden Dampfzylinder hat 1^m,245 Durchmesser und 1^m,37 Hub; die Anzahl der Umdrehungen in einer Minute ist 22. Eine kleinere, im Hintergrunde des Gebäudes aufgestellte Dampfmaschine hat das Herbeischaflen des Wassers, Speisen der Kessel und Auspumpen der Condensatoren zu besorgen.

Zum Anspannen jedes Seiles dient eine auf einen Wagen gestellte Umkehrrolle; dieser Wagen läuft auf einem Gleise ausserhalb des Maschinenhauses und ist mit einer Kette in Verbindung, deren anderes Ende über eine Rolle geführt ist und ein Gewicht von 7000 Kilogramm trägt, welches in einem tiefen Schachte frei herabhängt. Es braucht kaum erwähnt zu werden, dass an allen Punkten, an welchen das Seil seine Richtung wechselt, möglichst grosse Führungsrollen angebracht sind. Auf der Bahn selbst ist das Seil jede 10 Meter durch gutgelagerte gusseiserne Führungsrollen unterstützt.

Der Wagenzug hängt mit dem Seile mittelst besonderer Wagen (Bremswagen) zusammen, die zunächst recht wirksame und dabei sehr schnell lösbare Zangenapparate tragen, zu gleicher Zeit aber auch mit vier unmittelbar auf die Schienen wirkenden Schlittenbremsen versehen sind. Zangen und Bremsen werden von dem Verdecke des auf 6 Rädern ruhenden Wagens aus durch geeignete Hebel und Schrauben bewegt. Jeder Bremswagen wiegt (incl. Ballast) 8000 bis 8500 Kilogramm. Beim Aufwärtsfahren wird der Zug von zwei derselben, welche zur Sicherheit beide mit dem Seile verbunden sind, eingeschlossen. Nach gegebenem Signal (anfangs ein acustisches Signal durch eine Windleitung, jetzt ein electricisches) setzt sich die Seilmaschine in Bewegung. Am Gipfel der geneigten Ebene wird der Zug durch Oeffnen der Zangen plötzlich von dem Seil gelöst und durch die erlangte Geschwindigkeit entweder an den Fuss der zweiten geneigten Ebene, oder von dem Gipfel dieser auf dem obern Plateau bis vor die entsprechenden Ausweichegleise gebracht, wo durch die Stationsmaschine die Bremswagen entfernt werden und die eigentliche Zugmaschine zur Weiterbeförderung sich vorsetzt. Beim Niederwärtsfahren bleibt das Seil ganz ausser Thätigkeit; die Bremswagen werden durch die Stationsmaschine bis in die Neigung gefahren und dort festgestellt, der Wagenzug wird sodann herangeschoben und mit ihnen verbunden. Nach Lösung der Bremsen beginnt dann die Bewegung, die auf das Vollständigste zu regeln ist, so lange die abwärts wirkende Componente der Schwere nicht die Reibungswiderstände übersteigt. Man rechnet auf je fünf beladene Wagen einen Bremswagen; die Faltgeschwindigkeit zu Berg ist etwa 20 Kilometer in der Stunde (5,5 Meter in der Secunde); bei der Niederfahrt ist die Geschwindigkeit gewöhnlich kleiner. Die Züge sind zu 60 Tonnen (einschliesslich der Bremswagen) für die Bergfahrt berechnet; man scheint aber oft noch etwas grössere Lasten zu befördern. Es ist offenbar, dass gerade durch diese Bremswagenbeförderung ein sehr grosser Arbeitsverlust entsteht (vergl. den theoretischen Theil §. 13).

Bis Ende 1844 kosteten die Gebäulichkeiten, Maschinen und Zubehör der geneigten Ebene, also ohne den eigentlichen Bahnbau, im Ganzen 1488136 Fres. Die Erdarbeiten und Kunstbauten zur Herstellung des Bahnkörpers selbst sind sehr theuer gewesen, weil man nicht glaubte von der graden Linie der Bahnen abgehen zu dürfen und die Gestaltung des zerrissenen Thalgehänges dieser Bedingung wenig entsprach.

Die geneigte Ebene zu Aachen (von Aachen nach Ronheide) war der Lütticher Anlage sehr ähnlich und unter der unmittelbaren Einwirkung jener Bauausführung entstanden; sie ist 2086 Meter lang, geradlinig und hat ein Gefälle von $\frac{1}{8}$; das Drahtseil wog ungefähr 2,7 Kilogr. auf den laufenden Meter. Die Betriebsdampfmaschine war eine Doppelmaschine von zusammen 200 Pferdekraft, arbeitete mit Niederdruck und hatte vier tief liegende Balanciers, zwei Cylinder von 1^m,03 Durchmesser und 1^m,22 Hub. Die unmittelbar durch die Schubstange getriebene Hauptseiltrommel von 6^m,69 Durchmesser besass vier Kehlen für das Tau und eine Bremscheibe, um welche sich ein Bremsring legte. Die zur Umschlingung der Hauptseiltrommel erforderliche Gegenrolle besass dagegen nur drei Kehlen und maass 4^m,86 im Durchmesser. Die Dampfmaschine war auf dem Gipfel der geneigten Ebene in der Verlängerung derselben aufgestellt; die auf dem obern Bahnhofe zu Ronheide liegenden Zufahrtsgleise bogen rechts und links um das Maschinenhaus. Gegen die Anlage zu Lüttich bot die zu Aachen insofern einen Unterschied in der Gesamtanordnung, als die Treibrollen, der Spannwagen und die Gegengewichtskette nicht über der Bahnebene, sondern in Gewölben unterhalb derselben lagen, so dass das Drahtseil hier den obern Punkt der Peripherie der Treibrolle und nicht wie in Lüttich den untern Punkt derselben zuerst erreichte. Es wurde hierdurch in Aachen noch eine

weitere grosse Leitrolle für das absteigende Seil nöthig, um dasselbe aus dem Gewölbe wieder auf die Bahnebene zu heben.

Der Betrieb der geneigten Ebene zu Aachen war der vorhin beschriebenen zu Lüttich durchaus nachgebildet. Der Seilbetrieb hat jedoch nur wenige Jahre (etwa von 1843—48) bestanden und erwies sich gegen den später eingeführten Locomotivbetrieb um mehr als 50 % theurer. Man befördert jetzt die Züge aufwärts mittelst schwerer Tendermaschinen, welche hinter dieselben gelegt werden und drücken. Abwärts lässt man dagegen die Züge auch heute noch mit Bremswagen an der Spitze ohne Locomotive laufen. Die Bremswagen müssen demnach stets wieder aufwärts befördert werden. Bei andern stark geneigten und mit Locomotiven betriebenen Bahnen z. B. bei der Steige dei Giovi, entbehrt man solcher Bremswagen und benutzt in sehr zweckmässiger Weise die grossen Gewichte der Locomotiven, welche man mit Schlittenbremsen versieht, um die Hemmung hervor zu bringen.

Die Anlagen zu Lüttich und Aachen sind auf Tafel LI, Fig. 1—4 dargestellt.

Fig. 1. Die Maschinenanlage auf der Stufe zwischen den beiden geneigten Ebenen zwischen Lüttich und Ans.

- A Maschinenhaus;
- B Kesselhaus;
- a die beiden Doppeldampfmaschinen;
- b die 4 Hauptseiltrommeln mit den Kehlen zur Aufnahme des Drahtseils;
- c die Spannwagen mit den Umkehrrollen;
- d die Schachte mit den Spangewichten;
- e Leitrollen;
- f lösbare Kuppelungen der Hauptwellen mit den Seiltrommeln b.

In punktirten Linien sind die verschiedenen Wasser- und Dampfleitungen angegeben.

Fig. 2^a Grundriss; Fig. 2^b Aufriss der Maschinenanlage zu Ronheide auf dem Gipfel der geneigten Ebene zu Aachen.

- A Maschinenhaus;
- B Kesselhaus.

Fig. 3^a und 3^b Durchschnitt und Grundriss der Maschine in grösserem Maassstabe.

- a Dampfmaschine;
- b Hauptseiltrommel auf der Hauptwelle mit dem Bremsringe b_4 ;
- b_1 Gegentrommel zu b mit Kehlen behufs mehrfacher Umschlingung des Drahtseiles;
- c Spannwagen;
- d Gewichtsschacht;
- b_2 grosse Seilscheibe mit einer Kehle zur Rückführung des Seiles vom Spannwagen zur Bahnebene.

Fig. 4^a und 4^b Vorder- und Seitenansicht eines Bremswagens mit den 4 Schlittenbremsen und den beiden Zangenapparaten zum Festklemmen des Drahtseils.

§. 15. *Agudio's Seilebene; Versuchsstrecke bei Dusino.*²³⁾ — Agudio hat sein System auf einer hierzu sehr geeigneten Eisenbahnstrecke von 2400 Meter Länge auf der Linie Turin-Genua bei Dusino (nahe bei der Station Villanova) auf Kosten theils der italienischen Regierung, theils einer Privatgesellschaft ausgeführt. Die Versuchsstrecke bildete früher einen Theil der Hauptbahn Turin-Genua, wurde aber verlassen, weil das Erdreich beweglich war und die Bahn übermässige Unterhaltungskosten erforderte; sie

²³⁾ Thomas Agudio, Mémoire sur un nouveau système de traction sur les plans inclinés etc., Turin 1863, Typographie littéraire.

Rapport de M. Molinos sur le nouveau système de traction etc. Extrait des Mémoires de la Société des Ingenieurs civils.

Société des ingenieurs civils; Extrait des séances du 5 Février, du 4 Mars 1864 et du 18 Mars 1864; Paris, P. A. Bourdier & C.

Couche, Rapport sur le système de M. Agudio au Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics, Paris, Octobre 1864.

liegt in einer Steigung, welche zwischen $0,027 \left(\frac{1}{37}\right)$ und $0,032 \left(\frac{1}{31}\right)$ wechselt, und ist zum allergrössten Theile krummlinig mit Radien von 600, 400, 350 Meter und zwar doppelt S förmig, indem zweimal der Sinn der Krümmung sich ändert.

Indem wir uns auf die vorhergehende allgemeine Beschreibung und Rechnung beziehen, muss zunächst bemerkt werden, dass die an beiden Endpunkten der geneigten Ebene wirkenden Motoren festgestellte Locomotiven waren, welche vermöge der an ihren Treibrädern entwickelten Reibung die Kraft jedesmal auf die Peripherie einer mehrkehligen Seilscheibe übertrugen. Ueber diese und eine ähnlich gestaltete Hilfsseilscheibe war das schwächere Treibseil (*câble moteur*) aus Stahldraht geschlungen; dieses war ferner an jedem Ende der geneigten Ebene über eine auf einen Wagen gestellte Umkehrrolle geleitet und erreichte solcherweise, in sich selbst zurückkehrend, wieder die geneigte Ebene. Die Treibräder der Locomotiven wurden durch Hebelbelastung auf die unterhalb liegenden Seilscheiben gepresst. Die am Fuss der geneigten Ebene aufgestellte Locomotive trieb den abwärts laufenden, die am Gipfel derselben aufgestellte den aufwärts laufenden Zweig des Treibseils. Die Wagen mit den erwähnten Umkehrrollen liefen auf stark geneigten Eisenbahnen und erzeugten durch ihre eigene Schwere und den aufgelegten Ballast die zur Kraftübertragung nöthige Spannung des Seiles. Durch diese Anordnung erhält der Mechanismus schätzenswerthe Eigenschaften: Man kann nämlich leicht den hierbei maassgebenden Gewichten solche Grössen ertheilen, dass bei zufälligen unregelmässigen Widerständen das Treibrad des Motors eher gleitet, als das Seil reisst. Die beiden Spannwagen sind deshalb nothwendig, um den beiden Treibscheiben unter allen Umständen eine ausreichende aber auch keine übermässige Spannung zu ertheilen. Man könnte fürchten, dass das Treibseil, da es durch diese Einrichtung keinen einzigen festen Punkt besitzt, der seine Gesamtlage zur Bahn bestimmt, hin und her schwanken würde, wenn die beiden Motoren ungleichmässig arbeiteten. Die Versuche haben aber erwiesen, dass sich dem Apparat sehr bald ein Zustand ertheilen lässt, der keine bemerkbare Bewegung der Spannwagen zur Folge hat und bei dem die beiden Dampfmaschinen mit durchaus gleichen Geschwindigkeiten arbeiten. Uebrigens ist für alle Fälle der Weg der Spannwagen zwischen bestimmten Punkten begrenzt worden.

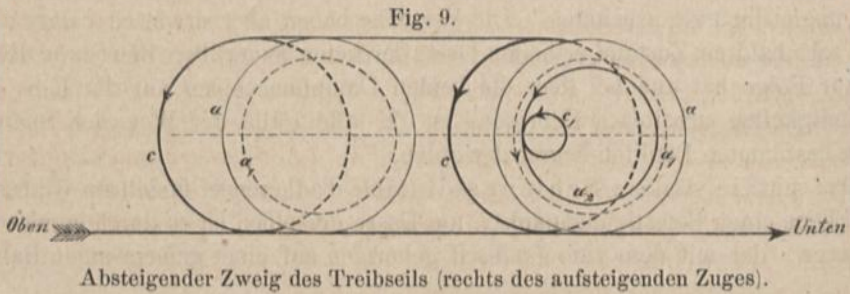
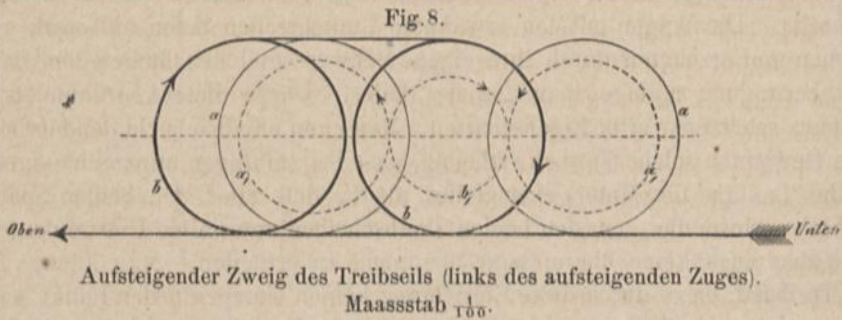
Das mittlere stärkere Schleppseil (*câble d'adhérence*) findet am Gipfel der geneigten Ebene einen Befestigungspunkt, am Fusse derselben ist es durch einen schweren Spannwagen, der mit dem zum Treibseil gehörigen auf einer gemeinsamen Bahn läuft, belastet.

Der Rollenwagen (*locomoteur*) überträgt die Kraft aus den Treibseilen auf den aufwärts steigenden Zug, welcher vor denselben gestellt wird; er besteht aus einem System von 6 Stück oder 3 Paar Hauptseilrollen, sämmtlich zweikehlilig, und zwar für jeden Zweig des Treibseils und für das Schleppseil jedesmal ein Paar. Ueber jedes Rollenpaar wickelt sich das zugehörige Seil, von der Höhe der Schienenoberkante aufsteigend, zweimal es umschlingend, um wieder in dieselbe Höhe herabzusteigen und die frühere Richtung weiter zu verfolgen. Die nächste Bestimmung der aussen liegenden beiden Rollenpaare des Treibseiles ist die Uebertragung der Kraft auf das innen liegende Rollenpaar des Schleppseiles.

Das Treibseil bewegt sich rascher, und zwar nach früherer Bezeichnung n mal rascher als der Rollenwagen, oder was dasselbe sagt, als die Peripherie der Rollen für das Schleppseil. Bei der Aufwärtsbewegung des Rollenwagens (der einzigen, bei welchem das Treibseil in Thätigkeit ist) hat der aufwärts laufende Zweig des Treibseils eine in Bezug auf den Wagen relative Geschwindigkeit von $nv - v$ oder $(n - 1)v$; der abwärts laufende Zweig dagegen eine relative Geschwindigkeit von $nv + v$ oder $(n + 1)v$, wenn die

Peripheriegeschwindigkeit der Schleppseilrolle $= v$ ist. Die Rollenmaschine auf dem Rollenwagen muss daher eine Einrichtung besitzen, dass die Peripherie der zum aufsteigenden Treibseil gehörigen Rollen $n - 1$ mal, der zum absteigenden Treibseil gehörigen $n + 1$ mal so schnell sich bewegt, als die der Rollen für das Schleppseil.

Bei der Versuchsebene zu Dusino war $n = 2,25$; die Uebersetzungsverhältnisse der Peripheriegeschwindigkeiten waren also 1,25 und 3,25, und da die sämtlichen Seilrollen denselben Durchmesser $2^m,50$ hatten, so beziehen sich dieselben Verhältnisse auch auf die Umdrehungsgeschwindigkeit der Rollenachsen. Die Uebertragung der Kraft geschieht für das aufsteigende Treibseil vermittelt Frictionscheiben, für das absteigende Treibseil vermittelt Zahnräder, und lässt sich am besten aus nachstehenden Fig. 8 u. 9 verfolgen, in denen die Rollen der beiden Zweige des Treibseils voneinander getrennt sind; beide Systeme vereinigt bilden die wesentlichen Theile des Triebwerks auf dem Rollenwagen.



- a* Rollen des Schleppseils; $2^m,50$ Durchmesser;
- a*, Frictionscheiben, mit *a* zusammenhängend, zur Aufnahme der Kraft des aufsteigenden Zweiges des Treibseils, $2^m,00$ Durchmesser;
- a*₂ Zahnrad, mit der abwärts liegenden Rolle *a* zusammenhängend, mit innerer Verzahnung, zur Aufnahme der Kraft des absteigenden Zweiges des Treibseils; 39 Zähne;
- b* Rollen des aufsteigenden Zweiges des Treibseils, $2^m,50$ Durchmesser;
- b*, Frictionscheibe, mit der abwärts liegenden Rolle *b* zusammenhängend, $1^m,60$ Durchmesser, mit *a*, im Eingriff;
- c* Rollen des absteigenden Zweiges des Treibseils, $2^m,50$ Durchmesser;
- c*, Zahnrad mit 12 Zähnen, mit *a*₂ im Eingriff, zusammenhängend mit der abwärts liegenden Rolle *c*.

Es muss bemerkt werden, dass die zur Uebertragung der Kraft im aufsteigenden Treibseil auf die Schleppseilrollen *a* nothwendige grosse Reibung zwischen *b*, und *a*, durch das Schleppseil selbst bewirkt wird, welches sich zweimal über die Rollen *a* schlingt; ferner, dass für *a*₂ und *c*, eine innere Verzahnung gewählt werden musste, um die Ueber-

tragungsrichtung beider Treibseilzweige übereinstimmend zu erhalten. Die Verwendung der Reibung zwischen b , und a , ist offenbar ein sehr glücklicher Gedanke; es können hierdurch die kleinen Unregelmässigkeiten der Zahnräder sich ausgleichen. Besonders wichtig ist ausserdem die Einrichtung, dass sowohl die Frictionsscheibe b , als das Zahngetriebe c , nicht unmittelbar mit den zugehörigen Seilrollen b und c zusammenhängen, dass vielmehr Letztere lose auf den Achsen sitzen und nur mittelst kräftiger Frictionskuppelungen mit ihnen verbunden werden können. Diese Kuppelungen (von Köchlin angegeben), bestehen aus drei Segmenten aus Gusseisen, welche seitwärts der Seilrollen gelegen durch ein System von Hebeln und Schrauben genähert oder entfernt werden können und sich in einen entsprechenden Ring der Seilrollen einpressen. Man erreicht hierdurch den grossen Vortheil, dass man unabhängig von den entfernt liegenden Motoren die Bewegung des Eisenbahnzuges willkürlich unterbrechen und wieder aufnehmen kann, sowie, dass auch hier ebenso wie bei den Motoren selbst eine Sicherheitsvorrichtung gegen übermässige Anstrengungen des Treibseiles eingeführt worden ist. In dieser Hinsicht hat sich Agudio's Apparat bei wiederholten vor mehreren Commissionen angestellten Versuchen auf der Strecke bei Dusino vortrefflich bewährt; man war im Stande, plötzlich den Zug stille zu halten und wieder in Bewegung zu setzen, ohne dass eine andere Erscheinung als eine bald aufgehörende Gleitung in den Frictionskuppelungen erfolgte. Den andern Seilebenen gegenüber ist diese Eigenschaft des Agudio'schen Systems hoch anzuschlagen, da man bei jenen während der Fahrt gänzlich von der Betriebsmaschine abhängig ist und bei aussergewöhnlichen störenden Widerständen das Betriebsseil nothwendigerweise zerreißen muss.

Die Kehlen der Seilrollen auf dem Rollenwagen waren zuerst rundlich ausgedreht. Man erreichte jedoch hierbei nicht die nöthige Reibung und die Seile gleiteten. Später wurden die Kehlen trapezförmig und verhältnissmässig tief gestaltet und der Grund derselben mit fest eingeschlagenen getheerten Hanfseilen ausgefüllt. Diese Aenderung hat vollständigen Erfolg gehabt. Ein übermässiger Widerstand des Zuges, z. B. bei angezogenen Bremsen, führt auch ein Gleiten des Treibseiles nach sich, was sich leicht durch eine Wärmeentwicklung und Rauchausstossung der Hanffüllung bemerkbar macht.

Der ganze Apparat ruht auf einem Rahmenwerk, von vier kräftigen, verspannten eisernen Langträgern und verschiedenen Querverbindungen; das Rahmenwerk seinerseits lagert wieder auf zwei Schemelwagen mit kurzem Radstand, so dass der etwa 12 Meter lange Rollenwagen bequem durch enge Curven laufen kann.

Die Züge fahren auf demselben Gleise, auf welchem sie aufwärts steigen, auch abwärts, indem dann der Rollenwagen an die Spitze des Zuges tritt und die Kuppelungen der Treibseile losgelöst werden. Hierfür und zum Festhalten des aufsteigenden Zuges bei etwa eintretenden Mängeln im Mechanismus während der Fahrt, ist der Rollenwagen mit kräftigen Bremsen ausgerüstet. Sie sind zweierlei Art: einmal kann ein hölzerner Bremsblock gegen die Frictionsscheibe a , des Schleppseils gedrückt werden, das andere Mal ist jeder der erwähnten Schemelwagen, ähnlich wie die Bremswagen auf den Maus'schen geneigten Ebenen, mit einem Paar Schlittenbremsen versehen, die besonders wirksam sind, da sie über grosse todte Lasten verfügen. Bei eintretendem Bruche des Schleppseiles wird die zuerst beschriebene Bremse ausser Thätigkeit kommen, während die Letzteren immer noch arbeiten; diese müssen also so stark bremsen, um der Beschleunigung der Schwere vollständig entgegen arbeiten zu können. Der Rollenwagen darf daher aus diesem Grunde nicht unter ein bestimmtes Gewicht heruntersinken, wie auch in der vorhergehenden Nutzeffectberechnung des Agudio'schen Systems, §. 13, angenommen wurde.

Agudio's Seilebene kann ohne wesentliche Vermehrung der Widerstände in Curven

geführt werden, und zwar in sehr kurzen, und entgegengesetzt gebogene, wie die Versuche bei Dusino vollständig erweisen. Bei den anderen Seilebenen wurde die gerade Richtung der Bahn als unumgänglich notwendig angesehen und dieser Bedingung grosse Opfer an Geld und Arbeit gebracht. Es sind vorzugsweise drei Ursachen gewesen, welche hierbei die Curven ausschlossen.

1. Da nämlich der Maschinist an der Betriebsmaschine beinahe allein die Bewegung des Zuges regelt (man kann auch auf der Maus'schen Seilebene während der Fahrt das Seil aus den Zangen der Bremswagen sofort loslösen und den Zug festhalten oder wieder abwärts befördern), so wollte man das fast einzige Verbindungsmittel zwischen Zug und Motor, nämlich das unmittelbare Sehen des Zuges durch den Maschinisten nicht aufgeben.

2. Das Betriebsseil, welches in den Zangen der Bremswagen ruht, erhebt sich etwa 40 Centimeter über die Schienen und somit über die Leitrollen zwischen ihnen. Wollte man die Bahn krümmen, so tritt sehr leicht die Gefahr ein, dass das Seil dann nicht mehr in die Leitrollen zurückfällt, sondern nach der Sehne fortgeht und dadurch verhängnissvolle Störungen veranlasst.

3. Endlich ist nicht zu leugnen, dass die Widerstände des Seiles auf den Leitrollen in der Bahn mit den Krümmungen zunehmen, indem zu dem Gewichte des Seiles und der Rollen noch eine Horizontalcomponente der Seilspannung tritt und alle drei Ursachen sich zur Erzeugung der Zapfenreibung vereinigen.

Bei der Agudi'schen Seilebene sind die aufgezählten Uebelstände sehr glücklich beseitigt oder gemildert worden.

1. Der Zug ist vom Zugpersonal abhängig; man kann ihn jedem Augenblick ohne Gefahr anhalten und wieder in Bewegung setzen.

2. Sämmtliche Seilrollen des Rollenwagens gehen bis ganz nahe zur Schienenoberkante herab; die Seile verlassen also beim Betriebe gar nicht oder nur ganz wenig die Ebene, in welche sie überhaupt sich bewegen; das Einlegen in die Leitrollen auf der Bahn erfolgt durchaus sicher und sanft. Es ist hierbei zu bemerken, dass diese Rollen in den Curven entsprechend geneigt aufgestellt sind und dabei um ein Geringes nach dem Centrum der Bahnkrümmung gerückt sind, damit sie nicht von den grossen Rollen des Rollenwagens berührt werden. Sie sind etwa jede 10 Meter in den graden Strecken, jede 6—8 Meter in den Curven angeordnet.

3. Die Widerstände, welche aus der Zapfenreibung der Leitrollen entspringen, sind wesentlich gemildert worden durch eine Verbesserung der Zapfen. Diese ruhen nämlich nicht auf Lagerschalen und dergleichen, sondern wieder auf Frictionsrollen und sind möglichst leicht gehalten. Man kann versucht sein, diese Einrichtung eine Ueberfeinerung zu nennen, jedoch mit Unrecht, weil bei langen Seilebenen der aus den Reibungen der Leitrollen entspringende Kraftverlust sehr gross wird, die kleinen Frictionsrollen auch keine bedeutende Ausgabe darstellen und sich auf der Versuchsstrecke zu Dusino vortrefflich gut gehalten haben.

Die unter 2 und 3 angeführten Verbesserungen sind übrigens auch für die Seilebenen mit directem Betriebsseile (Maus'sches System) in gleichem Maasse verwendbar.

Die Stützeinrichtungen für das ruhende Schleppeil sind höchst einfach aus Holz gebildet und bestehen in den Curven aus senkrechten hölzernen Führungen.

Die bei Dusino angestellten Versuche werden wie folgt angegeben:

A. Mittlerer Dampfdruck im Kessel der als stehende Betriebsmaschinen verwendeten Locomotiven 85 Pfd. engl. pro \square Zoll;

Gewicht des Zuges ohne Rollenwagen $P_1 = 120$ Tonnen;

Geschwindigkeit des Zuges = 16 Kilom. in der Stunde oder $v = 4^m,44$ in der Secunde.

B. Mittlerer Dampfdruck im Kessel 85 Pfd. engl. pro □Zoll;
Gewicht des Zuges ohne Rollenwagen $P_1 = 126$ Tonnen;
Geschwindigkeit des Zuges beim Aufsteigen = 8 Kilom. in der Stunde;
 $v = 2^m,22$ in der Secunde.

C. Mittlerer Dampfdruck 85 Pfd. engl. pro □Zoll;
Gewicht des Zuges ohne Rollenwagen $P_1 = 142$ Tonnen;
Geschwindigkeit in der Stunde 13 Kilom. oder $v = 3^m,61$ in der Secunde;
Hierbei ist das Gewicht des Rollenwagens $S = 20$ Tonnen zu setzen.

[Bei dem Versuche B ist offenbar der Apparat in schlechtem Zustande gewesen.]

D. Dieselben beiden zum Betriebe der geneigten Ebene als stationaire Maschinen verwendeten Locomotiven wurden als wirkliche Locomotiven vor einen Zug gespannt (natürlich ohne Rollenwagen); es ergab sich Mittlerer Dampfdruck im Kessel 95 Pfd. engl. pro □ Zoll;
Gewicht des Zuges $P_1 = 134$ Tonnen;
Geschwindigkeit des aufsteigenden Zuges $7\frac{1}{4}$ Kilom. in der Stunde oder $v = 2^m,00$ in der Secunde, nach andern Angaben 8,4 Kilom. in der Stunde oder $v = 2^m,33$ in der Secunde.

Die zur Verwendung gekommenen Locomotiven sind zweiachsige gekuppelte Tendermaschinen, und wiegen mit Feuer und Wasser $P = 28$ Tonnen; also $2P = 56$ Tonnen; sie haben Treibräder von 1 Meter Durchmesser und arbeiten bis zu 100 Pfd. Ueberdruck.

[Dieselben Maschinen leisten nach der Angabe von M. M. v. Weber, in Försters Bauzeitung 1858, p. 83, auf der in ähnlichen Verhältnissen erbauten geneigten Ebene Dei Giovi mit einem mittleren Gefälle von $\frac{1}{35,8}$ Folgendes: eine Doppelmaschine befördert einen Personenzug von 10—12 Personenwagen zu durchschnittlich 24 Plätzen oder einen Güterzug von acht beladenen 12 Tons schweren Güterwagen mit $1\frac{3}{4}$ —2 Meilen Geschwindigkeit; wir würden also setzen: $2P = 56$ Tonnen; $P_1 = 8 = 96$ Tonnen, $v = 13$ bis 15 Kilom. = 3,61 bis 4,17 Meter in der Secunde.]

Die unmittelbaren Indicatorenversuche und darauf gestützte Effectberechnungen ergeben den Nutzeffect $\frac{L_2}{L_0}$ der Agudio'schen Seilebene zu Dusino schwankend und reichen nach Molinos bis zu 75 % hinauf, im Mittel 65 %; nach den Angaben von Couche ist der Nutzeffect 56,7 %; nach Angabe von Alby, Mitglied der italienischen Prüfungscommission, jedoch nur 55 %.

Wendet man unsere Formel (12) auf die Versuchsebene zu Dusino an, nämlich

$a = 0,00421$; $\varphi = \frac{1}{6}$; $\text{tg } \gamma = 0,03$; $l = 2400$; $\gamma = 7800$; $o = \frac{1}{16}$; $k = 23000000$,
so ergibt sich

$$\frac{L_2}{L_0} = \frac{3}{4} \frac{0,00421 + \frac{1}{6} - 0,03}{\frac{1}{6}} \left(1 - \frac{2400 \cdot 7800 \cdot \frac{1}{16}}{23000000} \right) = 61,8 \%$$

was sich den Versuchen gut anschliesst.

Vergleicht man dagegen die Zahlen, welche die Versuche ergaben, als die Locomotiven ohne Seilbetrieb den Zug die geneigte Ebene hinaufförderten mit den aus den

theoretischen Untersuchungen hergeleiteten Resultaten des §. 1, so ergibt sich, dass offenbar die Maschinen nicht mit der ganzen ihrem Eigengewicht entsprechenden Kraft gearbeitet haben, oder, dass die Reibungsverhältnisse ungünstiger gewesen sind, als in der Untersuchung vorausgesetzt worden.

Für die gekuppten Tendermaschinen ist $m = 1$, daher bei voller Leistung der Maschine $v = 4^m,096$ und, bei einer Steigung $\text{tg } \gamma = 0,03$, das Verhältniss $\frac{P_1}{P}$ (Gewicht des Zuges ohne Locomotive zum Gewichte der Locomotive) etwa gleich 3,6.

Die auf der geneigten Ebene bei Giovi gemachten vorher citirten Betriebsresultate geben bei $v = 3^m,61$ bis $4^m,17$, also bei ungefähr derselben Geschwindigkeit, obiges Verhältniss $\frac{P}{P_1}$ nur etwa gleich 2.

Die auf der geneigten Ebene zu Dusino beobachteten, ebenfalls vorher erwähnten Resultate geben bei $v = 2^m,00$ bis $2^m,33$ bei derselben Steigung $\frac{P_1}{P} = \frac{134}{56} = 2,4$.

Letztere Resultate sind offenbar nur mit theilweiser Anstrengung der Locomotiven erzielt worden und entsprechen nicht dem Maximaleffecte derselben. Dasselbe, wenn auch nicht in so hohem Grade, lässt sich von den Zahlen behaupten, welche der Betrieb zu Dei Giovi liefert. Die geringen Geschwindigkeiten von $2^m,00$ und $2^m,33$ zu Dusino gehören gar nicht zu Locomotiven, deren Adhäsionsgrad $m = 1$ ist, sondern zu Maschinen mit künstlicher Adhäsion (Fell'sche Maschinen), immer vorausgesetzt, dass die Locomotiven mit voller Kraftentwicklung arbeiten.

Es ergibt sich daher aus den Versuchen zu Dusino, dass dieselben wohl geeignet sind, den Werth der Agudio'schen Seilebene zu bestätigen und deren Vorzüge darzuthun, nicht aber um deren Werth im Vergleiche zu einer in bester Weise eingerichteten Locomotivbahn abzuwägen. In dieser Beziehung scheinen wenigstens erneuerte und unter verschiedenen Witterungsverhältnissen anzustellende Versuchsreihen höchst wünschenswerth.

Das Agudio'sche System wird wohl am häufigsten in Betracht kommen müssen, wenn es sich darum handelt, eine Eisenbahn über hohe Gebirgsrücken zu führen, ohne dieselben mittelst langer unterirdischer Strecken in mässigeren Höhen zu durchbrechen. Hierbei wird es meistens sich ereignen, dass die Bahn in unwirthliche, grossen Schneeverwehungen und Schneestürzen ausgesetzte Regionen steigt. Für solche klimatischen Verhältnisse scheint die Agudio'sche Seilebene offenbar weit weniger zweckmässig, als eine Locomotivbahn. In der That dürfte die über die ganze Seilebene mehr oder weniger ausgebreitete Schneemasse zu solchen Widerständen führen, die den Betrieb unmöglich machen, während eine Locomotive jedesmal nur diejenigen Hindernisse zu überwinden haben wird, die sie an dem einzigen Punkt antrifft, an dem sie sich gerade befindet.

Der Agudio'sche Seilapparat, wie er zu Dusino verwendet wurde, ist auf Taf. LI, Fig. 5 und 6 in seinen wesentlichen Theilen dargestellt.

Fig. 5^a und Fig. 5^b geben im Längendurchschnitt und Grundriss die Anordnung der geneigten Ebene überhaupt,

Fig. 6^a und Fig. 6^b den Rollenwagen (locomoteur) in Ansicht und Grundriss an.

- B ist der aufsteigende, C der absteigende Zweig des Treibseils; A das Schleppseil;
- D sind die beiden Spannwagen des Treibseils; E der Spannwagen des Schleppseils;
- L sind 2 als Bewegungsmaschinen benutzte Locomotiven, welche durch die Friction an den Treibrädern das Treibseil in Bewegung setzen;
- a sind die Rollen des Schleppseils, $2^m,50$ Durchmesser;
- a_1 Frictionsscheiben, mit a zusammenhängend, zur Aufnahme der Kraft des aufsteigenden Zweiges des Treibseils, $2^m,00$ Durchmesser;

- a*₂ Zahnrad, mit der abwärts liegenden Rolle *a* zusammenhängend, mit innerer Verzahnung, zur Aufnahme der Kraft des absteigenden Zweiges des Treibseils; 39 Zähne;
 - b* Rollen des aufsteigenden Zweiges des Treibseils, 2^m,50 im Durchmesser;
 - b*₁ Frictionsscheibe, mit der abwärts liegenden Rolle *b* zusammenhängend, 1^m,60 Durchmesser, mit *a*₁ im Eingriff;
 - c* Rollen des absteigenden Zweiges des Treibseils, 2^m,50 Durchmesser;
 - c*₁ Zahnrad mit 12 Zähnen, mit *a*₂ im Eingriff, zusammenhängend mit der abwärts liegenden Rolle *c*;
 - d* Frictionskuppelungen zu den Rollen *b* und *c*, welche lose auf ihren Achsen laufen;
 - d*₁ die Bewegungshebel hierzu;
 - e* Bremse, welche auf die Frictionsscheibe *a* wirkt;
 - f* Schlittenbremsen für die beiden Schemelwagen, welche den ganzen Apparat tragen.
-

XVIII. Capitel.

Eisenbahnfähren und Eisenbahn-Schiffbrücken.

Bearbeitet von

Oberbaurath **H. Sternberg,**

Professor an der polytechnischen Schule in Karlsruhe.

(Hierzu Tafel LII und LIII.)

§. 1. *Einleitung.* — Die Anlagen, welche den Eisenbahnverkehr über Flüsse und Wasserflächen überhaupt zu führen bestimmt sind, gehören in der Regel zu den schwierigsten und kostspieligsten des Eisenbahnbaues. Feste Brücken, in ihren Lichtmaassen den Bedürfnissen der Fluthverhältnisse und der Schifffahrt entsprechend, sind unbedingt die vorzüglichsten solcher Anlagen, und zwar in solchem Grade, dass der Eisenbahnbetrieb in keiner Weise auf sie Rücksicht zu nehmen braucht und sie wie jede andere Bahnstrecke benutzen kann.

Es treten jedoch zuweilen Umstände ein, die die Erbauung von festen Brücken unthunlich machen und zu andern an sich unvollkommeneren Einrichtungen zwingen, die aber doch den Eisenbahnverkehr ermöglichen, d. h. die ohne eine Umladung von Gütern und Personen auf Schiffe nöthig zu machen, die Eisenbahnwagen selbst von einem Ufer zum andern befördern. Solche Einrichtungen sind entweder Eisenbahnfähren (Traject-Anstalten) oder Eisenbahn-Schiffbrücken. Die ersteren sind im Wesentlichen Schiffsgefässe verschiedener Form und Grösse mit einem Deck, welches ein oder mehrere Eisenbahngleise trägt und die Wagen aufnimmt. Der Transport des Fährschiffes von einem Ufer zum andern, sowie die Art und Weise der Beladung und Entladung sind sehr mannigfaltig ausgeführt worden, wie in dem Folgenden näher entwickelt werden wird.

Die andere Einrichtung, die Aneinanderfügung vieler Schiffe mit einem zusammenhängenden Beleg, also die Herstellung einer Schiffbrücke, welche ein Eisenbahngleis trägt, ist erst in den letzten Jahren bei Maxau, in der Nähe von Karlsruhe, zur Ueberschreitung des Rheines ins Leben getreten.

Die vorher erwähnten Umstände, welche zur Anlage einer Fähre oder Schiffbrücke führen, können ihre Begründung finden entweder in den übermässigen Anlagekosten einer Brücke im Verhältniss zu dem Verkehre auf derselben oder in strategischen Rücksichten. Auch sind mehrfach Fähren angelegt worden als vorübergehende Einrich-

tungen während der Bauzeit fester Brücken (z. B. bei Mainz, Mannheim, am Nil). Insofern kleine Gewässer nur geringe Ueberbrückungskosten fordern und einem Heere kaum ein erhebliches Hinderniss bieten, so wird man Eisenbahnfähren wohl ausschliesslich nur für grössere Flüsse und breite Wasserflächen wie Landseen, Meeresarme und dergl. anlegen. In der Kriegswissenschaft scheint jetzt die Ansicht herrschend geworden zu sein, dass eine feste Ueberbrückung eines Hauptstromes in der Nähe der Landesgrenze oder an einer Hauptoperationsbasis nur dann zu gestatten ist, wenn dieselbe durch starke Festungswerke vertheidigt werden kann. Man findet daher entweder solche Brücken in die Nähe bestehender Festungen gerückt oder es wird die Erbauung derselben an die Bedingung der Herstellung ausserordentlich ausgedehnter und theurer Vertheidigungswerke geknüpft. In anderen Fällen ist die Erbauung einer festen Brücke überhaupt nicht gestattet worden.

Meistens wird die Frage zu erörtern sein, ob die Erbauung einer festen Brücke nebst deren Unterhaltung, sowie die Erfüllung aller an einen Brückenbau geknüpfter lästiger Bedingungen ein grösseres Capital beanspruche, als die Anlage einer Fähre mit den hierzu erforderlichen Bahnhofseinrichtungen, einschliesslich deren Unterhaltung und namentlich deren Betriebskosten. Eine Brücke ist im Stande, einen unbegrenzten Verkehr zu gewältigen; eine Fähre in ihrer Anlage und ihrem Betriebe wird um so theurer werden, je grösser der Verkehr ist. Man erkennt daher, dass unter Umständen bei kleinem Verkehr die Anlage einer Fähre, bei grossem Verkehr die Erbauung einer Brücke vortheilhafter werden kann. Auch bedarf es eines richtigen Blickes, um den Nachtheil der Verkehrsverzögerung und der Verkehrsstockungen bei Ungunst der Wasserstände, des Wetters und der Jahreszeiten, welche unausbleiblich jeder Fähranlage anhaften, gebührend in Rechnung zu ziehen.

§. 2. *Eisenbahnfähren, Haupteintheilung derselben.* — Man kann die bisher ausgeführten Eisenbahnfähren in solche eintheilen, welche

1. dem Fährschiff keine vorgeschriebene Bahn anweisen, sondern dasselbe frei der Führung durch das Steuerruder überlassen, und welche
2. dem Fährschiffe den Weg durch eine Leitung vorschreiben.

Als bewegende Kraft ist durchweg der Dampf benutzt worden.

Die erstere Art der Fähren, welche entweder in der Art construirt sind, dass das Deck eines Dampfschiffes selbst die Gleise zur Aufnahme der Eisenbahnwagen trägt, oder dass das Dampfschiff nur als Schleppschiff benutzt wird, wogegen die Wagen auf besonderen flachgebauten, mit einem dichten Deck versehenen Prahmen (Schalden, Ponten) stehen und diese an das Schleppschiff gehängt und an das andere Ufer geschafft werden, eignet sich besonders für lange oder unregelmässige Wasserwege, die letztere Art hat bei Uebersetzungen über Flüsse oder Meeresarme den Vorzug, dass das Fährschiff den kürzesten Weg in der graden Linie zwischen den beiden Uferpunkten durchläuft und mit gleichbleibender Sicherheit bei Tag oder Nacht, bei hellem oder nebligem Wetter den Dienst versehen kann. Auch kann hierbei die Kraft der Bewegungsmaschine vollkommener ausgenutzt werden.

In Bezug auf die wichtige Operation der Beladung und Entladung der Fährschiffe bieten die verschiedenen Anlagen grosse Mannigfaltigkeiten dar. Die zu überschreitenden Wasserflächen wechseln in ihren Höhen wohl in allen Fällen, meist in sehr erheblichem Maasse, sei es in langsamen lang dauernden Schwankungen, wie bei den Binnenströmen, sei es in wiederkehrenden schnellen Perioden, wie an den meisten Meeresufern. Die an die Wasser stossenden Eisenbahnen liegen fest, jedenfalls über den höchsten Wasser-

ständen, oft jedoch bedeutend höher. Man sieht daher, dass das Deck der Fährschiffe fast immer tiefer liegt, als die Eisenbahnstrecken auf den Ufern, dass also beim Beladen die Schiffe ein Herabsteigen der Last, beim Entladen ein Emporsteigen derselben eintreten muss, und zwar bei ein und derselben Anlage zu verschiedenen Zeiten in wechselndem Maasse.

Die Vermittelung dieser Höhenunterschiede erfolgt in den allermeisten Fällen durch geneigte Ebenen, die entweder so steil hergestellt sind, dass ihr Betrieb mittelst Seile bewerkstelligt wird, oder die flacher liegen, so dass sie mit Locomotiven befahren werden können. In einem einzigen Falle (Homburg-Ruhrort) werden die Wagen vom Schiffdeck bis zur Bahnhöhe mittelst hydraulischer Hebevorrichtungen senkrecht befördert. Eine Ausnahmsstellung nahm die jetzt nicht mehr bestehende Eisenbahnfähre über den Nil bei Kafr E'Sayat ein, bei welcher die Schienen des Fährschiffes sich auf einer besondern, in ihrer Höhenlage zum Wasserspiegel beweglichen Bühne befanden, so dass sie mit den Anschlussschienen an den Ufern stets in derselben Horizontalen gehalten werden konnten, also ein Nieder- und Aufsteigen der Wagen vermieden wurde.

§. 3. *Beschreibung der hauptsächlichsten, bisher ausgeführten Eisenbahn-Fähranstalten mit freiem Fährschiffe.*

I. Englische Eisenbahnfähranstalten und deren Nachbildungen auf dem Continente. ¹⁾

Sie sind die ältesten derartiger Anlagen.

Die Forth-Fähre auf der Eisenbahn Edinburgh-Dundee über den 8,8 Kilometer breiten Firth of Forth zwischen den Stationen Granton und Burnt-Island;

die Tay-Fähre auf derselben Bahn zwischen den Stationen Ferry-Port on Craig und Broughty-Ferry über den 1,4 Kilometer breiten Firth of Tay;

die Fähre über den Humber-Fluss auf der Bahn Gains-Borough-Hull.

Diese Fähren sind einander sehr ähnlich. Die Fährschiffe sind Räder-Dampfschiffe von bedeutenden Dimensionen, mit flachem Deck, welches 3 Schienengleise trägt. Die Verbindung mit den Ufergleisen geschieht mittelst stark geneigter Ebenen und Seilbetrieb mit feststehenden Dampfmaschinen, der Uebergang vom Schiff zur geneigten Ebene erfolgt über einen für die verschiedenen Wasserstände beweglichen keilförmigen Uebergangswagen mit einer den Schwankungen des Schiffes folgenden Ausgleichungsklappe.

Bei der Forth-Fähre, die etwa um das Jahr 1851 ins Leben trat, hat das Schiff 52^m Länge, 10^m,4 Breite zwischen den Radkasten, 16^m,5 mit den Radkasten, 5^m,3 am Ende des Decks, Durchmesser der Schaufelräder 6^m,8; Tiefgang unbeladen 1^m,44, beladen 1^m,98. Die Maschine hat 2 Cylinder von 1^m,42 Durchmesser und 1^m,07 Hub, Dampfüberdruck 0,58 Kilom. pro □Centimeter. Das Deck, mit 3 Gleisen und mit Buffern an beiden Enden, kann 30 bis 34 der kurzen etwa 4^m langen Güterwagen der dortigen Bahnen tragen, wird aber meist nur mit 13—18 Wagen besetzt.

Die geneigte Ebene hat ein Gefälle von 1 : 6 und trägt 4 Schienen, die so gestellt sind, dass sie zusammen 3 Gleise bilden, indem die beiden inneren Schienen zugleich den äusseren und dem mittleren Gleise angehören. Sie entsprechen natürlich den Schienen auf dem Uebergangswagen und auf den Enden des Schiffsverdecks, woselbst sie jedoch weiterhin sich zu 3 vollständigen Gleisen mit gehörigen Zwischenräumen ausbreiten.

¹⁾ Transactions of the Civ. Engineers Vol. XX.

Erbkam's Zeitschr. f. Bauwesen 1852.

Ferner in guten Zeichnungen mitgetheilt in Hartwich, Erweiterungsbauten d. Rheinischen Eisenbahn, 2. Abtheilung. (Aus Erbkam's Zeitschr. f. B. 1867.)

Der Uebergangswagen ist aus Holz construiert und ruht auf 6 Achsen mit 24 Rädern von $0^m,76$ Durchmesser, welche auf den Schienen der geneigten Ebene laufen; er endigt landwärts in 4 mit den Schienen des Wagens durch Gelenke zusammenhängende Stahlzungen; die auf Langschwelen ruhenden Schienen des Uebergangswagens haben ein Gefälle von $\frac{1}{100}$ nach dem Wasser zu; sie finden daselbst ihre Verlängerung auf 4 in Gelenken am Wagen befestigten eisernen Trägern, welche durch einen Querträger verbunden sind und die Ausgleichungsklappe bilden. Dieselbe ruht während des Uebergangs eines Fahrzeugs vom Land zu Wasser auf dem Schiffsdeck und fordert daher auch an dem Ende kleine bewegliche Stahlzungen, welche sich auf die Schiffschienen auflegen. Die ganze Ausgleichungsklappe hat die grosse Länge von $10^m,67$ und besitzt ein bedeutendes Gewicht. Zu ihrer Unterstützung und genauen Einstellung ist auf dem Uebergangswagen ein Windwerk mit einem Gegengewicht aufgestellt. Ein portalartiger Holzbau mit den nöthigen freien Maassen zur Durchfahrt für die Wagen trägt eine Querbrücke, auf welcher 2 Winden aufgestellt sind. Dieselben bewegen die Ketten, an welche der erwähnte Unterzug der Ausgleichungsklappe aufgehängt ist. Die Ketten sind über Krahn- ausleger geführt, um vortheilhaftere Winkel zu gewinnen. Mit den Kettentrommeln jener Winden hängen auch Gegengewichte zusammen, die nur ein geringes Uebergewicht der Klappe übrig lassen. Hierdurch ist erreicht, dass bei ausgetrückten Getrieben der Winde die Klappe sich mit geringer Last auf das Schiff legt und jeder Bewegung desselben folgt, dass aber bei Anfahrt des Schiffes die Klappe leicht in die richtige Stellung gebracht werden kann.

Die Bewegung der Wagen geschieht durch eine stationäre Maschine von 30 Pferdekraft mit Seilbetrieb; sie steht seitwärts auf dem Gipfel der geneigten Ebene, die Seiltrommeln liegen unter der Bahn, sie sind auf ein und dieselbe Hauptwelle lose aufgesteckt und mittelst Kuppelungen in Betrieb zu setzen. Die Hinunterfahrt geschieht durch Bremsen. Auch wird der schwere Uebergangswagen bei wechselndem Wasser durch dieselbe Maschine, die dazu eine besondere Kettentrommel drehen kann, in Bewegung gesetzt. Zwei Zahnstangen mit Sperrklinken verhindern ausserdem das Hinunterrollen desselben.

Der 8,8 Kilometer lange Wasserweg wird in 26 Minuten zurückgelegt; die Dauer des Ein- und Ausladens beträgt 7–10 Minuten; die Wagen werden hierbei in Abtheilungen von je 4 Stück zusammen durch die Seilmaschine aufgezogen oder abgelassen.

Die Tay-Fähre wurde 1852 eröffnet; sie unterscheidet sich von der vorher beschriebenen nur durch geringere Dimensionen. Die geneigte Ebene hat eine sanftere Steigung, nämlich 1 : 8, das Schiff ist $42^m,7$ im Deck lang und $7^m,3$ breit, die Radkasten hängen beiderseits $2^m,6$ über. Die Dampfmaschine hat nominell 120 Pferdekraft und besitzt 2 oscillirende Cylinder von $1^m,02$ Durchmesser und $1^m,12$ Hub. Das Deck trägt 4 parallele Schienen, wie die geneigten Ebenen, so dass entweder beide Seitenstränge oder der Mittelstrang allein mit Wagen besetzt werden können, dass also dasselbe Raum giebt für 12 oder 24 4rädriige Güterwagen. Der Tiefgang des Schiffes bei der Maximallast von 200 Tonnen misst $1^m,68$; es besitzt an beiden Enden Steuerruder. Die Anfahrt erfolgt, der genauen Führung wegen, zwischen festen Uferwänden, welche die geneigte Ebene einschliessen. Personenwagen werden nicht übergesetzt, dagegen sind für die Reisenden Cajüten unter dem Deck angebracht. In der Regel aber werden die Personen auf einem besonderen kleineren Dampfschiff zum andern Ufer geführt. Die Beladung und Entladung erfolgt mit der ganzen Reihe der Wagen, welche auf einem Gleise stehen, auf einmal, so dass die Operation in kurzer Zeit, etwa 5 Minuten, vollendet ist.

Die Fähre über den Humber ist nach dem Vorbilde der Tayfähre erbaut.

Die beschriebenen Anlagen erfüllen ihren Zweck in befriedigender Art, obgleich

man einige Unvollkommenheiten an ihnen namhaft machen kann. Der Weg, welchen die Wagen vom Schiff zum Lande zurückzulegen haben, ist mehrfach gebrochen; 6rädri-ge Wagen können denselben gar nicht oder doch nur in gefährlicher Weise durchlaufen. Dieser letztere Nachtheil ist übrigens nicht gross, weil im Eisenbahnwesen offenbar solche Wagen von den 4rädri-gen verdrängt werden. Aber auch 4rädri-ge Wagen, die an sich mit Leichtigkeit einen Bruch der Bahnlinie überschreiten können, erleiden Stösse und unangenehme Verschiebungen an den Bufferapparaten, wenn mehrere hintereinander zugleich denselben Weg beschreiben. Auch erleidet das Schiff beim Uebergang der Wagen eine Längenneigung nach dem Lande zu, wodurch geboten ist, dass beim Beladen der Schiffe die Wagen mit bedeutender Geschwindigkeit anrücken, damit sie die geneigte Fläche ersteigen können. Theilweise lassen diese Uebelstände sich mildern, jedenfalls gefahrlos machen durch eine Abrundung des oberen Brechungspunktes der geneigten Ebene und durch eine bedeutende Ausspitzung der Stahlzungen am Uebergangswagen. Unter allen Umständen kann der Apparat so gebaut werden, dass ein gegenseitiges Verschieben der Bufferscheiben zweier aufeinanderfolgender Wagen um den ganzen Durchmesser derselben vermieden wird. Die grosse Länge der Uebergangsklappe ist jedenfalls sehr vortheilhaft. Die Schrägstellung des Schiffes hat man durch ein Längengefälle der Deckschienen von beiden Enden nach der Mitte zu (um $\frac{1}{3}$) etwas auszugleichen gesucht.

In Nachahmung der englischen Eisenbahnfähren sind ganz ähnliche Anlagen auf dem Continente mehrfach entstanden: In Holland bei Ueberführung des Eisenbahnverkehrs über mehrere der dortigen grossen Wasserläufe; über die Elbe zwischen Hamburg und Harburg; neuerdings (1866) über die Elbe zwischen Lauenburg und Hohnstorf²⁾; in der Ausführung begriffen (1868) ist die Fähre über den Bodensee zwischen Friedrichshafen und Romanshorn.³⁾

Bei der Anlage zu Hohnstorf hat die geneigte Ebene ein Gefälle von 1:9 mit Seilbetrieb, welcher von stationären Dampfmaschinen von 30 Pferdekräften ausgeht; das 0^m,039 starke Drahtseil wickelt sich auf eine Trommel von 2^m,67 Durchmesser. Geneigte Ebene und Dampfschiff haben nur ein Gleis. Der Uebergangswagen ist 18^m lang, ruht auf 5 Achsen, ist aber landwärts mit schleppenden Zungen von 4^m,55 Länge und $\frac{1}{30}$ Neigung versehen, damit der Gefällbrechpunkt daselbst gemildert werde. Die Ausgleichungsklappe ist 7^m,85 lang.

Das eiserne Fährschiff, von der Hamburg-Magdeburger Dampfschiffahrtsgesellschaft für den Preis von 46000 Thalern geliefert, hat eine Länge im Deck von 42^m,60, im Kiel zwischen Vorder- und Hinterstegen von 39^m,6, eine Breite über Deck von 7^m,62, über Radkasten von 13^m,10 und eine Höhe von 2^m,59. Das Schiff hat 2 Stenerruder von 1^m,98 Länge, welche von einer erhöhten Brücke über Deck aus regiert werden; es hat unbelastet einen Tiefgang von 0^m,91 und unter der Last von 1600 Centner 1^m,22 bei einer Fahrgeschwindigkeit von 3^m in der Secunde. An beiden Enden des Gleises sind kräftige, leicht fortnehmbare Bufferböcke angebracht. Für die Reisenden sind im Innern des Schiffes Cajüten hergerichtet.

Die Dampfmaschine hat 150 Pferdekräfte, 2 Dampfeylinder von 0^m,63 Durchmesser und 0^m,91 Hub. Die Dampfkessel sind für 4 Atmosphären Ueberdruck gebaut.

Eine Doppelfahrt mit Ab- und Aufladen und allen sonstigen Nebenarbeiten fordert

²⁾ Zeitschr. d. Arch. und Ing. Vereins d. Kgr. Hannover, Bd. XII, Heft 1.

Auch mitgetheilt in Heusinger's Organ f. d. F. d. Eisenb. 1866, p. 256, und in Erbka m. Zeitschr. f. Bauwesen, 1866, p. 331.

³⁾ Jahresbericht der Schweizer Nordostbahn für 1867.

eine Zeit von 50 bis 60 Minuten; es werden hierdurch 12 Wagenachsen hin- und hergebracht.

Man ist mit der Leistung der ganzen Anlage wohl zufrieden; heftige Eisgänge haben dazu geführt, die Seitenwände des Schiffskörpers bis auf 12^{mm} zu verstärken.

Die Eisenbahnfähre auf dem Bodensee wird ein aus der Fabrik von Escher-Wyss und Comp. zu Zürich hervorgehendes Dampfschiff besitzen, welches im November 1868 für den Preis von 540,000 Francs geliefert werden sollte; es wird im Deck 69^m lang und trägt 2 Gleise, auf denen 14 bis 16 vierrädrige Güterwagen Raum finden; bei einer Maximallast von 4000 Centner wird das Schiff 1^m,80 Tiefgang haben.

Es hat ebenfalls 2 Steuerruder, braucht also nicht gedreht zu werden, führt eine Dampfmaschine von nominell 200 Pferdekräften und ist mit Schaufelrädern von 7^m,20 Durchmesser versehen.

Der Wasserweg von Friedrichshafen nach Romanshorn soll in einer Stunde zurückgelegt werden. In den beiden Häfen werden geneigte Ebenen zum Uebergange der Wagen vom Schiffsdeck zu den Bahnhöfen angelegt.

II. Eisenbahnfähren mit flach gebauten Prahmen oder Schalden (Ponten), welche von einem besondern Dampfschiffe geschleppt werden.

Die Eisenbahnen von Aachen nach Homberg einerseits und von Oberhausen nach Ruhrort anderseits münden in den Stationen Homberg und Ruhrort an zwei einander gegenüberliegenden Punkten des Rheins. Schon im Jahre 1847 traten die Directionen beider Bahnen in Unterhandlungen behufs Errichtung einer Verkehrsverbindung, die jedoch erst gegen das Ende des Jahres 1852 ins Leben trat, nachdem die Ansichten über die zweckmässigste Anlage durch das Studium der damals schon bestehenden vorher beschriebenen englischen Fähren festgestellt worden waren. ⁴⁾

Die Wasserverhältnisse des Rheins sind daselbst sehr schroff; der Wasserwechsel beträgt etwa 9^m,5, die Ufergelände liegen unter Hochwasser und sind eingedeicht.

Zunächst wurden an beiden Ufern sehr grosse und kostspielige Hafenbassins, deren Umwallung sich wasserfrei den Deichkronen anschliessen, aufgehoben und mit stromabwärts gerichteten Dämmen mit dem Fahrwasser des Rheins verbunden. Man beabsichtigte offenbar durch diese Häfen auch den Schiffsverkehr an die Bahn zu ziehen. Dies ist übrigens nicht gelungen; die Häfen, welche allerdings ruhige Liegeplätze für die Fährschiffe darstellen, werden fast ausschliesslich nur als Schutzhäfen im Winter von fremden Schiffen aufgesucht. Die später zu beschreibenden Eisenbahnfähren, welche der Homberg-Ruhrorter nachgebildet wurden, haben die Herstellung von Flusshäfen jedesmal fortgelassen, wenigstens solche hierzu nicht neugeschaffen.

In die Häfen führen in der Hauptachse der Bahnhöfe beiderseits geneigte Ebenen in einer Neigung von 1:10 bis unter das tiefste Wasser herab; auf ihnen liegt ein einziges Gleis, welches sich auf den Bahnhöfen in geeigneter Weise verzweigt. Die Fährschiffe sind flache eiserne, mit wasserdichtem Verdeck versehene Prahme mit kräftigen Längsträgern, 33^m,5 lang, 4^m,1 breit, 1^m,0 hoch; sie tragen ein Gleis und bieten Raum und Tragfähigkeit für 3 Güterwagen von je 200 Ctr. Nettolast.

Die Verbindung zwischen Schiff und Land erfolgt wieder durch einen kleinen Uebergangswagen mit stählernen schleppenden Stahlspitzen landwärts und etwa 3^m,5 langer Ausgleichungsklappe wasserwärts, welche durch rückwärts verlängerte Hebel und Gegengewichte um ihre horizontale Drehachse im Gleichgewicht liegt. Klappe und Schiene

⁴⁾ Th. Weishaupt, die Homberg-Ruhrorter Rheintraject-Anstalt; besonderer Abdruck aus Erbka's Bauzeitung, 1857.

des Fährprahms werden in einfachster Weise durch einen eingesteckten Bolzen in gelenkartige Verbindung gesetzt.

Zur sicheren Stellung des Prahmes dient eine schräg verholzte Pfahlwand, welche die geneigte Ebene genau parallel begleitet und noch an der Anlandestelle genügend hoch über Wasser tritt.

Das Auf- und Abladen der Prahme erfolgt nicht durch eine stationäre Maschine, wie bei den bisher beschriebenen Anlagen, sondern durch eine Locomotive, welche auch den Rangirdienst auf dem Bahnhofe zu besorgen hat. Die Locomotive betritt die geneigte Ebene nicht, sondern bleibt in deren Verlängerung auf dem oberen Bahnhofgleise, ist aber mit den Wagen durch ein Drahtseil, welches auf der geneigten Ebene auf Rollen liegt, in Verbindung. Beim Entladen eines Prahmes wird das Drahtseil mittelst eines Hakens oder einer eisernen Schleife in den Zughaken des vordersten der 3 Wagen gelegt und dann durch die obere Locomotive, an welche ebenfalls das Seil angehakt ist, emporgezogen. Haben die 3 Wagen die Bahnhofsebene erreicht, so setzen sie ihren Weg mit der angenommenen Geschwindigkeit fort. Um hierbei ein Verschlingen des Drahtseils zu vermeiden, steigt ein Arbeiter auf den vordersten Wagen und lässt sich mit dem Zuge die geneigte Ebene hinaufziehen, wirft dann aber auf dem Gipfel der geneigten Ebene den Haken des Drahtseils mittelst einer angebundenen Leine aus dem Zughaken des Wagens und lässt das Seil auf den Boden fallen. Die Locomotive hat mittlerweile auch das Seil abgeworfen und fährt die Wagen in die entsprechenden Gleise, holt andere überzusetzende herbei und rückt sie bis etwas über den abgerundeten Scheitel der geneigten Ebene vor, woselbst sie entweder gebremst oder mit Holz hinterlegt werden. Das Drahtseil wird angehakt, die Locomotive bewegt sich rückwärts bis ans andere Seilende, welches befestigt wird, und nun leitet dieselbe den Zug an dem Seil hinunter ins Schiff. Man übersieht leicht, dass die Locomotive an einem ganz bestimmten, aber mit dem Wasserstande wechselnden Punkte halten muss, wenn nicht die Wagen über das Schiffsende hinaus ins Wasser stürzen sollen. Auch darf die Beladung nicht zu langsam erfolgen, weil sonst die Wagen nicht im Stande sein würden, bei dem heftigen Einsinken des Fahrprahms während des Auflaufens der Wagen, die sehr geneigten Schienen auf dem Verdeck zu erklimmen. Erst bei vollständiger Beladung stellt sich das Schiff wieder ganz horizontal. Es ist nicht zu leugnen, dass die ganze Manipulation Etwas in sich schliesst, was dem ruhigen und sichern Betrieb auf Eisenbahnen widerspricht. Auf der ganz analog provisorisch während des Brückenbaues angelegten Fähranstalt zwischen Ludwigshafen und Mannheim geschah das Beladen etwas anders. Die Locomotive setzte die Wagen nicht direct auf den Prahm, sondern hing sie etwas oberhalb des Uebergangswagens ab, nachdem sie mittelst eines Holzpflockes unterlegt worden waren. Durch Fortschlagen dieses Pflockes erlangten die Wagen nun jedesmal auf dem Prahme solche Geschwindigkeit, dass sie ohne Stoss bis ans Ende des Schiffes liefen.

Die Prahme werden durch Taue fest zur Seite eines kleinen, etwa 60 Pferde starken Räder-Dampfschiffes gekuppelt und in dieser Lage übergesetzt, etwas vor der geneigten Ebene bei geringer Geschwindigkeit abgelöst und von der Bemannung (2 Mann auf jedem Prahm) mittelst eines eingelegten Streichruders sicher weiter befördert.

In grösstentheils sehr enger Nachahmung der beschriebenen Eisenbahnfähre zwischen Homberg und Ruhrort sind an mehreren Punkten des Rheins Bahnübergänge hergestellt worden:

1. Zwischen einer kleinen Haltestelle oberhalb Coblenz und Oberlahnstein zum Uebersetzen von Rohproducten, jetzt ausser Thätigkeit wegen der Vollendung der Coblenzer Rheinbrücke;

2. Zwischen Bingerbrück und Rüdesheim⁵⁾ zur Verbindung der Rhein-Nahebahn mit der nassauischen Bahn; sie wird betrieben mit 5 Schalden und 2 Dampfschiffen, welche auch den Personenverkehr, aber ohne Personenwagen vermitteln. Die Schalden sind aus Holz, einerseits spitz und nur von der andern Breitseite zu befahren; einige sind für 3, andere für 4 beladene 200 Ctr.-Wagen bestimmt; der Preis einer Schalde betrug 1715 beziehentlich 2050 Thlr. Ein Dampfschiff von 90 Pferdekraft kostete 35700 Thlr.
3. Mainz-Gustavsburg provisorisch während des Baues der dortigen Rheinbrücke;
4. Ludwigshafen-Mannheim⁶⁾ provisorisch während des Baues der dortigen Rheinbrücke.

Im Betriebsjahre 1864/65 wurden $5\frac{1}{2}$ Millionen Centner Güter daselbst über den Rhein gesetzt, im Ganzen 71290 Wagen, so dass im Durchschnitt 77,8 Centner auf jeden trajetirten Wagen kommen.

In den Monaten October bis Januar war der Verkehr am grössten und wurden dann täglich 300 Wagen mit einem durchschnittlichen Ladegewicht von 24000 Centner befördert, was nur mittelst Einführung eines regelmässigen Nachtdienstes mit besonderem Personal möglich war. Die Anlagekosten der Fähranstalt in Ludwigshafen betragen im Ganzen 28900 Gulden und die Betriebskosten im Jahre 1864/65 40948 Gulden.

Von allen diesen Einrichtungen mit geneigten Ebenen hatte, wie erwähnt, keine einen besonderen Hafen, nur lag die Gustavsburger Ebene in einem solchen, welcher bereits vor der Erbauung der Fähre bestand. Im Allgemeinen war die Richtung der geneigten Ebene in Bezug auf den zu überschreitenden Fluss durch die Oertlichkeit bedingt und meist senkrecht gegen das Ufer angelegt. Es ist dies ein Uebelstand, der gewiss in vielen Fällen vermieden werden kann; in jeder Beziehung besser ist die Anlage der geneigten Ebene entlang der Uferböschung. Die Fährschiffe sind hierbei den Angriffen des Stromes entzogen und können leichter gelandet werden; auch befindet sich die Führungspfährlwand ganz im Schutze des Ufers; endlich werden die Erdarbeiten sehr gering und man umgeht die lästige Gefahr einer Versandung der unter Wasser liegenden Schienenstrecke, die in Häfen oder Ufer einschnitten unvermeidlich ist. Die geneigten Ebenen oberhalb Coblenz und Mainz waren in dieser Weise parallel mit dem Ufer des Rheins gerichtet.

Die vorher nachgewiesenen Unvollkommenheiten beim Betriebe von Eisenbahnfähren mit geneigten Ebenen von schroffem Gefälle haben dazu geführt, auf der Uebergangsstelle zwischen Homberg und Ruhrort wesentliche Verbesserungen anzubringen, indem man einmal die geneigten Ebenen überhaupt verwarf und sie durch eine senkrechte Beförderung der Wagen zwischen Schiffsdeck und Bahnhofsebene ersetzte (diese Anlage wird etwas später ausführlich besprochen werden), und das anderemal, indem man eine geneigte Ebene aber mit viel sanfterem Gefälle beibehielt, den Seilbetrieb verwarf und ihn durch einen directen Locomotivbetrieb ersetzte.

Das frühere Gefälleverhältniss der geneigten Ebene von $\frac{1}{10}$ wurde zu $\frac{1}{24}$ ermässigt und der Uebergangswagen so verstärkt, dass er mit Locomotive bis zu den Fährprahnen befahren werden kann.

⁵⁾ Geschäftsbericht über die Betr.-Verw. der Rhein-Nahe-Bahn pro 1864, p. 12, mitgetheilt in Heusinger's Organ 1866, p. 86.

⁶⁾ Geschäftsbericht d. Direct. d. Pflzischen Ludwigsb. pro 1864/65, p. 35. Abgedruckt in Heusinger's Organ 1866, p. 258.

Der in Eisen construirte Uebergangswagen hat eine bemerkenswerthe Einrichtung erhalten; er besteht aus 4 Haupttheilen:

1. Zwei horizontale Stahlzungen von 3^m,1 Länge, welche als Schleppschienen auf den Fahrschienen der geneigten Ebene ruhen und durch Gelenke verbunden sind mit
2. dem eigentlichen Uebergangswagen. Dieser ist, um seine Länge zu verkürzen (er ist 12^m,9 lang), in einer wasserwärts gerichteten Steigung von $\frac{1}{4}$ erbaut, ruht auf 7 Achsen und trägt in Gelenken
3. die kräftige Ausgleichungsklappe von 5^m,6 Länge; sie liegt horizontal beim Anlegen des beladenen Prahmes, aber in einer Neigung von $\frac{1}{24}$, wenn dieser leer ist.
4. Zur Unterstützung der schweren Ausgleichungsklappe dient ein Vorderwagen, der auf einer Achse mit Rädern ruht und mittelst Hebel und Gegengewichte ein Heben und Senken der Klappe in die Höhe der ankommenden Schalde gestattet.

Die Regulirung des Uebergangswagens, dessen obere Fahrschienen vollständig wasserfrei liegen, nach den wechselnden Wasserständen geschieht aufwärts durch eine Zugkette mittelst der Locomotive, abwärts durch das Ziehen eines vorgelegten Dampfschiffes. Zur Verhütung des Hinunterrollens des Wagens dient eine an dessen vierter Achse angebrachte Blockbremse, welche sich keilförmig zwischen Schiene und Rad schiebt und durch einen Gewichthebel angeedrückt wird.

Der ganze Wagen wiegt 200 Centner und kostet 1400 Thaler.

Der Transport der Schalden geschieht in der früher erwähnten Weise durch seitliches Anhängen an ein Räder-Dampfboot von 60 Pferdekraft.

Die Fähranlage soll nach Mittheilungen der dortigen technischen Beamten durch diesen Umbau sehr viel an Sicherheit und Leistungsfähigkeit gewonnen haben, so dass bei continuirtem Betriebe mit mindestens 6 Schalden bequem in einem Tage (ohne Nachtdienst) 300 Wagen von einem Ufer zum andern übergesetzt werden können.

III. Eisenbahnfähre zwischen Homberg und Ruhrort, mit senkrechter Hebung und Senkung der Wagen.⁷⁾

Sie wurde, wie schon erwähnt, erbaut, weil die bestehende Fähranstalt mit flachen Schalden, stark geneigten Ebenen und Seilbetrieb durch Locomotiven vielfache Nachtheile zeigte und die Eisenbahnverwaltungen durch eine möglichst vollkommene Einrichtung den höchst wichtigen Rheinübergang sichern und fördern wollten.

Das von Jacobi, Haniel und Huysen in Sterkrade gelieferte Fährschiff, ein Räderdampfschiff von 200 Pferdekraft (Niederdruckmaschinen mit zwei oscillirenden Cylindern von 1^m,18 Durchmesser und 0^m,94 Hub bei 2 Atmosphären Ueberdruck des Dampfes), besitzt ein flaches Deck von 52^m,3 Länge, 8^m,16 mittlerer Breite und 7^m,54 Breite an den Enden und trägt 3 parallele Schienengleise, von denen die beiden äusseren in einer Entfernung von 3^m,45 von Mitte zu Mitte liegen.

Das Deck kann also entweder auf beiden äusseren Gleisen zusammen 12 bis 14 schwerster Güterwagen von 200 Ctr. Tragfähigkeit und 6^m,0 Länge, oder eine kleinere Anzahl auf dem mittleren Gleise allein aufnehmen. Das Schiff hat eine Höhe von nahe 3^m, Blechplatten am Boden und in den unteren Theilen der Seitenwände von 8 $\frac{1}{2}$, weiter aufwärts von 6 $\frac{1}{2}$ Millimeter, taucht leer 0^m,92, beladen 1^m,26, führt vorn und hinten

⁷⁾ Th. Weishaupt, die Homberg-Ruhrorter Rheintraject-Anstalt, Berlin 1857 bei Ernst und Korn, auch mitgetheilt in Erbkam's Bauzeitung 1857.

Steuer, welche von einer hohen Steuerbrücke aus regiert werden, und hat Schaufelräder von 4^m,40 Durchmesser mit beweglichen, senkrecht ins Wasser schlagenden Schaufeln.

An beiden Rheinufern in den Häfen und neben den geneigten Ebenen sind die Hebevorrichtungen erbaut. Jede derselben ist in einem thurmartigen Gebäude eingeschlossen. In dem Hebethurm bewegt sich senkrecht eine mit ebenfalls drei Gleisen versehene, aus Eisenträgern kräftig construirte Bühne. Die beiden Seitengleise sind 7^m,54 lang; das Mittelgleis hingegen ist landwärts bis auf 11^m verlängert; auf ersteren haben die grössten 4rädri gen, auf letzterem 6rädri ge Wagen Platz. Diese Bühne findet in dem unteren Theile des Hebethurms in dessen mittleren Querachse eine höchst kräftige und sichere Führung zwischen Eisenschienen, welche mit einer an das Mauerwerk geankerten Eichenholzrüstung verbunden ist. Die Hubhöhe ist natürlich mit den um etwa 10^m wechselnden Wasserständen verschieden; die Bühne kann bis nahe zum niedrigsten Wasser hinabsinken, findet aber eine constante höchste Stellung in der Ebene der Bahnhofsgleise durch die Gegenlage an starke Hölzer (Fangklötze). Die grösste Hubhöhe ist 8^m,46; die am häufigsten eintretende 4 bis 5^m. Der untere Theil des Hebethurms hat wasserwärts keine Wand; das Fährschiff, welches mit entsprechenden Bufferapparaten versehen ist und in seiner Stellung durch ein vorgebautes kräftig verstrebttes Pfahlwerk gehalten wird, legt sich an den Thurm; die Bühne senkt sich herab, bis sie mit der Vorderkante auf dem Schiff ruht und sich mittelst einer hakenförmigen Kuppelungsvorrichtung mit demselben sicher verbindet; sie stellt solcherart die genaue Verlängerung der Schiffsgleise her. Die Wagen werden dann durch die Mannschaft paarweise, wenn die äussern Gleise, oder einzeln, wenn nur das Mittelgleis befahren war, auf die Bühne geschoben, worauf letztere sich hebt und die Wagen wieder durch Arbeiter auf die Bahnhofsgleise geschoben werden. Durch eine Wiederholung der Operation wird die ganze Deckladung des Schiffes auf den Bahnhof gebracht. In umgekehrter Reihenfolge geschieht die Beladung des Fährschiffes.

Der Bühne wird die Bewegung ertheilt durch hydraulische Pressen, welche im oberen Theile des Hebethurms aufgestellt sind. Die ganze Einrichtung derselben ist im Principe dieselbe wie bei den bekannten hydraulischen Krannen und wurde von Armstrong in Newcastle upon Tyne geliefert. Auf einem schmiedeisernen Querbalken, etwa 6^m über der Bahnhofshöhe, steht im Mittelpunkt des Gebäudes der Haupthebecylinder von 9^m,1 Länge und 5 Centimeter dicker Wandung; er besitzt am oberen Ende eine Stopfbüchse, durch welche ein ebenfalls 9^m,1 langer Taucherkolben von 0^m,305 Durchmesser geht. Dieser endigt oben mit einem Kreuzkopfe, dem Befestigungsmittel nachstehender Theile:

1. der Gradführung, welche an Eisenschienen gleitet, die wieder in einem Holzgerüste im Innern des Thurmes ihre Stütze finden;
2. der beiden schräg abwärts laufenden Gliederketten, an welchen die Bühne hängt;
3. der beiden nach oben gerichteten, im Dachraum des Thurmes über Rollen seitwärts in Schachte geführten Ketten, von denen zur theilweisen Aufhebung der todten Gewichte des Kolbens und der Bühne u. s. w., Gewichte von zusammen 25 Tonnen hängen;
4. einer nach oben laufenden und ebenfalls über Rollen geführten Kette, welche an den Kolben eines zweiten kleineren Hebecylinders greift. Dieser hat 0^m,19 Durchmesser und den halben Hub des grossen Cylinders. Der Kolben trägt aber eine Rolle und die unter 4 erwähnte Kette greift nicht unmittelbar an denselben, sondern ist über diese Rolle geführt

und mit dem Körper des kleinen Cylinders verbunden, so dass der Druck des Kolbens nur zur Hälfte, aber wieder mit der vollen Hubhöhe, auf die Kette wirkt. Der kleine Cylinder ist mit seinem Fussende nach oben, mit dem Kolben nach unten gerichtet; er hat den Zweck, beim Beladen des Schiffes die leere Bühne empor zu heben, um weniger Druckwasser zu brauchen; der grosse Cylinder arbeitet in der Regel allein; bei besonders schweren Lasten jedoch können beide Cylinder zusammen wirken.

Die Pumpen zur Lieferung des Druckwassers befinden sich nicht im Thurme, sondern in einem besondern, seitwärts auf dem Bahnhofe liegenden Maschinengebäude. Dasselbe enthält eine horizontal liegende Expansions-Hochdruckmaschine von 30 Pferdekraften mit 2 Cylindern von 0^m,35 Durchmesser; die Verlängerungen der Kolbenstangen treiben unmittelbar zwei doppelt wirkende Druckpumpen für die hydraulischen Pressen im Hebethurm. Es wird jedoch das Druckwasser nicht sofort in den Hebethurm getrieben, sondern zunächst in einen Sammeleylinder (Accumulator), welcher mit Stopfbüchse und Taucherkolben versehen ist. An letzteren ist durch einen Kreuzkopf ein grosser mit Eisen und Steinen gefüllter Gewichtskasten in Form eines cylindrischen Mantels gehängt. Der Kolben hat 6^m Länge und 0^m,42 Durchmesser; er drückt mit einem Gewichte von 57,6 Tonnen auf das Wasser, wodurch eine Spannung desselben von nahe 46 Kilogramm auf den Quadratcentimeter (650 Pfd. engl. pro □Zoll) entsteht. Der nutzbare Inhalt des Sammeleylinders entspricht der Summe der Inhalte des grossen und kleinen Hebecylinders im Hebethurm. Eine in dem Erdboden liegende Druckröhre verbindet den Sammeleylinder mit dem Hebethurm; im Maschinengebäude ist dieselbe mit einem Windkessel und Sicherheitsventil versehen.

Am Gewichtskasten des Sammeleylinders sind Ansätze und Ketten angebracht, welche dieses Sicherheitsventil öffnen, sowie die Drosselklappe des Dampfrohres schliessen, wenn der Kolben den höchsten Punkt erreicht hat; die Dampfmaschine arbeitet dann ganz langsam, ohne dass der Gewichtskasten sich weiter hebt und geht sofort wieder mit voller Kraft, sobald ein Theil des Druckwassers im Hebethurm gebraucht worden ist. Mit der Dampfmaschine hängt ferner zusammen die Kaltwasserpumpe, welche das Betriebswasser aus einem Brunnen in einen über der Maschine liegenden Behälter hebt; ferner die Speisepumpe für die Dampfkessel. Der gebrauchte Dampf wird zum Vorwärmen verwendet.

Durch diese bemerkenswerthe Einschaltung des Sammeleylinders in die Druckröhre ist erreicht, dass eine verhältnissmässig schwache Maschine mit längerer Arbeitszeit die kurz dauernde aber sehr grosse Arbeit beim Heben der beladenen Bühne leisten kann, dass ferner der Maschinist im Hebethurm von dem im Maschinenhause vollständig unabhängig ist und ersterer in jedem Augenblick über ein ausreichend grosses aufgespeichertes Arbeitsquantum verfügt. Dagegen liegt aber auch in dieser Anordnung eine Kraftverschwendung, indem zur Hebung der Bühne stets die Füllung des Hebecylinders mit demselben für die grösste Belastung berechneten hochgespannten Druckwasser erfordert wird, unabhängig davon, welche Belastung die Hebebühne gerade trägt. Die überschüssige Arbeit wird hierbei durch die Reibung in den engen Ventilöffnungen verzehrt und muss sich durch eine Erwärmung des Druckwassers zu erkennen geben.

Die Druckröhre mündet im unteren Stockwerke des Hebethurms in einen Ventilkasten, durch welchen das Wasser die den auszuführenden Operationen entsprechende Vertheilung erhält.

Der Ventilkasten ist ein mit röhrenförmigen Kammern versehener gusseiserner Körper, aus welchem nach vier Richtungen Röhren abzweigen, nämlich 1. die eben er-

währte Druckröhre; 2. die Röhre für das gebrauchte Druckwasser, welche zu einem kleinen im Dachgeschoss des Thurmes aufgestellten Behälter führt, von wo das überflüssige Wasser durch ein Ueberfallrohr wieder in die Wasserbehälter des Maschinenhauses zurückgeleitet wird; 3. die Röhre zum grossen Cylinder; 4. die Röhre zum kleinen Cylinder.

Zu diesen vier Röhren gehören auch vier besondere Ventile, welche durch Hebel bewegt werden können und durch welche die erforderlichen Combinationen möglich sind. Im Innern des Ventilkastens liegen noch zwei selbstwirkende Ventile, die bei der Thätigkeit nur eines der beiden Hebecylinder den anderen aus den oberen Behälter mit ungespanntem Wasser ausfüllen, um leere Räume zu vermeiden. Ausserdem befindet sich im Innern noch ein in die Druckröhre sich öffnendes selbstthätiges Sicherheitsventil, welches dann spielt, wenn durch zu schnelles Abwärtsbewegen der Bühne die lebendige Kraft in dem Hebecylinder einen grösseren Druck erzeugt, als im Druckrohr selbst. Zu ähnlichem Zwecke wurde noch ein weiteres nach Aussen sich öffnendes belastetes Ventil zwischen Ventilkasten und grossem Hebecylinder eingeschaltet. Durch eine bei Annäherung der Bühne zum Schiffsdeck während des Niedergangs in Thätigkeit tretende Hebelverbindung schliesst sich das Ventil für das abströmende gebrauchte Wasser; durch eine ähnliche Einrichtung schliesst sich das Ventil für das Druckwasser, wenn die Bühne sich während des Emporhebens der durch die Fangklötze angegebenen Bahnhofshöhe nähert. Die Steuerung der Hebecylinder ist dadurch in gewisser Hinsicht selbstthätig und macht eine etwaige Unaufmerksamkeit des Maschinisten vollständig unschädlich.

Die wesentlichen Theile der beschriebenen Anlage sind auf Taf. LII dargestellt.

Fig. 1. Querschnitt des Hebethurms;

Fig. 2. Längenschnitt desselben;

Fig. 3. Horizontalschnitt durch das obere Stockwerk desselben;

Fig. 4. Grundriss des Maschinenhauses;

Fig. 5. Durchschnitt desselben;

Fig. 6. Steuerung für den grossen und kleinen Hebecylinder (Ventilkasten *e* im Hebethurm).

Im Hebethurm:

- a* Hebebühne (Plateform);
- b* grosser hydraulischer Hebecylinder, an dessen Kolben-Kreuzkopf die Tragketten *a*₁ für die Hebebühne *a* unmittelbar angreifen;
- c* kleiner hydraulischer Hebecylinder, an dessen Kolben eine Rolle sitzt und welcher den Zug durch die Kette *c*₁ an den Kreuzkopf überträgt;
- d* Gegengewichte, durch die Ketten *d*, und durch die oberen Führungsrollen mit dem Kreuzkopf verbunden;
- e* Ventilkasten;
- f* Druckrohr aus dem Maschinengebäude her;
- g* Rohr aus dem Ventilkasten nach dem grossen Cylinder;
- h* Rohr aus dem Ventilkasten nach dem kleinen Cylinder;
- i* Rohr aus dem Ventilkasten für das gebrauchte Wasser, nach dem offenen Gefäss *l* oben im Thurme;
- k* Rücklaufsrohr aus dem Gefässe *l* in den Behälter *u* im Maschinengebäude;

Im Ventilkasten:

- e*₁ Abschlussventil des Druckwassers;
- e*₂ Abschlussventil des gebrauchten Wassers;
- e*₃ Abschlussventil der Röhre *g* zum grossen Cylinder;
- e*₄ Abschlussventil der Röhre *h* zum kleinen Cylinder;
- n* Ventile, welche sich aus der Röhre *i* nach dem einen oder andern Cylinder öffnen, wenn einer derselben vom Druckwasser abgesperrt ist und der Apparat sich durch den andern Cylinder bewegt;

- m* Sicherheitsventil, welches sich in die Druckröhre *f* öffnet, wenn im Innern der Cylinder, beim raschen Abschluss der Röhre *i* während des Niederganges der Hebebühne, der Wasserdruck durch die lebendige Kraft der bewegten Massen grösser wird als der Druck in der Druckröhre selbst.

Im Maschinengebäude:

- q* Dampfcylinder;
r doppeltwirkende Druckpumpen;
*r*₁ Saugröhre hierzu aus dem Behälter *u* über der Maschine;
*r*₂ Druckröhre in den Accumulator (Sammelcylinder) *v*;
*r*₃ oben geschlossener Röhrenzweig in der Druckröhre, als Windkessel dienend;
*r*₄ Sicherheitsventil, selbstthätig durch den Accumulator geöffnet, wenn derselbe gefüllt ist;
f Druckröhre aus dem Accumulator in den Hebethurm;
k Röhre aus dem Hebethurm nach dem Behälter *u* für das gebrauchte Wasser;
s Dampfröhre mit Abschlussventil und Drosselklappe *s*₄, welche ebenfalls durch den Accumulator selbstthätig bewegt, d. h. geschlossen wird, wenn letzterer gefüllt ist;
*s*₁ gebrauchter Dampf, auch zum Vorwärmen des Wassers in *u* dienend,
*s*₂ Vorwärmer zur Kesselspeisepumpe *s*₃.

Der Betrieb dieser Fähre wurde im Frühjahr 1856 eröffnet. Die Baukosten (also ohne Hafenanlagen) betragen im Ganzen für beide Ufer zusammen 332000 Thlr., worin die Maschinen mit 46740 Thlr. und das Fährboot mit 79100 Thlr. enthalten sind.

Die Maschinen arbeiten mit Ruhe und Sicherheit. Man hat mit Erfolg auch die für die geneigten Ebenen bestimmten flachen Prahme vermittelst der Hebethürme beladen und ist bei dem sich mehrenden Verkehr im Jahre 1865 dazu übergegangen, ein zweites Fährdampfboot von 55^m,8 Länge und 8^m,15 Breite im Deck zum Preise von 74846 Thlr. aus englischen Werkstätten⁸⁾ zu beschaffen. Auf diesem Boote können 16 Stück 200 Ctr. Wagen zugleich übergesetzt werden; es besitzt Maschinen von einer mit dem Indicator ermittelten Leistung von 400 Pferdekraft.

Durchschnittlich beträgt die Leistung der Homberg-Ruhrorter Eisenbahnfähre mit einem Schiffe auf die Stunde 16 Wagen = 1 Ladung, also mit 2 Schiffen 32 Wagen. Die Ueberfahrt dauert 10 bis 15 Minuten, je nach dem Wasserstande; die Fördergeschwindigkeit der stark belasteten Hebebühnen ist 17 bis 18 Fuss in der Minute.

Ueber die Betriebskosten ist eine Veröffentlichung nicht erfolgt; sie müssen jedoch bei der zusammengesetzten Maschinenanlage und der Menge Bedienungsmannschaften und Beamten bedeutend sein. Im Frachttarif wird die Stromübersetzung gleich 1½ Meile Fahrt berechnet.

Die Betriebsverwaltung der Bahn würde gerne ein schnelleres Heben der Bühne und ein grösseres Hebevermögen derselben sehen, da die zu hebende Nutzlast 620 Centner nicht übersteigen darf, weil sonst eine Bewegung überhaupt nicht eintritt. Jene grösste Last kann aber unter Umständen von zwei schwer beladenen 200 Centner-Wagen wohl überschritten werden. Man hat sich jedoch nicht entschliessen können, eine wesentliche Aenderung in den Maschinen vorzunehmen. Eine Vermehrung des Kolbendurchmessers des grossen Cylinders würde einen vollständigen Umbau vieler anderer Maschinenteile zur Folge haben, und eine noch grössere Spannung des Wassers einzuführen durch Erhöhung des Gewichtes am Accumulatorkolben hat man nicht gewagt, trotzdem die Röhren und Cylinder einem sehr bedeutenden Probedruck unterworfen gewesen sind.

⁸⁾ Geschäftsbericht d. Verwaltung der Ruhrort-Crefeld-Kreis-Gladbacher Eisenbahn etc. 1865. p. 41.

Es wird nicht ohne Interesse sein, die Resultate von Manometerbeobachtungen, welche an verschiedenen Stellen des Apparates angebracht waren, zu erfahren.

Im Accumulator herrscht ein Druck von 49 Atmosphären, gleichviel ob der Gewichtskolben hoch oder niedrig steht, ob die Hebecylinder arbeiten oder nicht.

Es richtet sich der Wasserdruck im Hebecylinder nach der zu hebenden Last; er schwankt zwischen 11 und 39 Atmosphären, ersterer bei leerer, letzterer bei mit 620 Ctr. belasteter Bühne. Liegt die Bühne in ihrer höchsten Lage gegen die Fangeklötze, so steigt der Druck auf 45 Atmosphären.

Die Hebevorrichtungen der Homberg-Ruhrorter Fähre haben den gewiss sehr grossen Vorzug, dass die Eisenbahnwagen während des Flussüberganges keinerlei Stösse erleiden und dass 6rädriige Wagen ebensogut wie 4rädriige befördert werden können; auch sind die Gefahren und Verluste vermieden, welche durch Ungeschicklichkeit des Locomotivführers oder durch Seilbrüche etc. bei den steilen geneigten Ebenen mit Seilbetrieb an Locomotiven mehrfach eingetreten sind. Jedoch ist es auch schon vorgekommen, dass bei den Hebethürmen ein Wagenzug von der Bahnhofshöhe auf die grade tiefstehende Bühne hinuntergestürzt ist. Solche Unglücksfälle sind aber ohne Zweifel stets zu vermeiden. Dagegen haben die Hebethürme den grossen Nachtheil, dass Eisenbahngüter, welche auf mehr als einen Wagen geladen sind (z. B. Bauhölzer, Dampfkessel, lange Maschinentheile u. dergl.) durch sie nicht befördert werden können. Man ist daher genöthigt gewesen, neben ihnen noch stets die geneigten Ebenen beizubehalten, über welche solche lange auf Schemelwagen geladene Gegenstände ohne irgend einen Nachtheil geführt werden. Die vorher beschriebene Verbesserung der geneigten Ebenen durch Ermässigung ihres Gefälles und durch Fortlassung des Seilbetriebes hat überhaupt fast alle den früheren derartigen Einrichtungen anhaftenden Schädlichkeiten vollständig aufgehoben. Es ist daher erklärlich, dass eine Wiederholung der Hebeapparate bei anderen Eisenbahnfähren seither nicht eingetreten ist.

§. 4. *Beschreibung der Eisenbahnfähren, deren Fährschiffe einen durch eine Leitung vorgeschriebenen Weg durchlaufen.* — Vorbild und Anregung zu diesen Anlagen haben die Kettenfähren für gewöhnliches Strassenfuhrwerk gegeben, welche (zuerst in grösserem Maassstabe vom Ingenieur Rendel zu Plymouth) bei Ueberschreitung von Meeresarmen im südlichen England ausgeführt worden sind und seit einer grossen Reihe von Jahren ihren Zweck unter sehr ungünstigen Verhältnissen vollkommen erfüllen. Diese Fähren liegen zu Devonport bei Plymouth, zwischen Portsmouth und Gosport, bei Southampton und an mehreren anderen Stellen.

Erstere⁹⁾ führt über einen Meeresarm von 6431 bis 7772^m Breite je nach der Fluth, die hier einen Wasserwechsel von 5^m,48 und einen Fluthstrom von 2^m,20 Geschwindigkeit in der Secunde erzeugt. Die grösste Wassertiefe beträgt 29^m. Das Fährschiff aus Holz hat 16^m,76 Länge und 13^m,72 Breite und trägt auf dem mittleren Raume des Deckes eine etwa 30 Pferde starke Dampfmaschine, welche zwei mit entsprechenden Vertiefungen am Rande versehene Kettenräder von etwa 2^m,3 Durchmesser in Bewegung setzt und das Schiff treibt, indem diese Räder sich an zwei über sie gelegte Ketten von 25 Millimeter Eisenstärke abwickeln. Diese Ketten liegen auf dem Meeresgrund und tauchen erst mit dem Fortgleiten der Fähre auf; sie sind über die im Verhältnisse $\frac{1}{4}$ aufsteigenden Ufer bis über höchstes Wasser geführt und daselbst durch Gegengewichte von 120 Centner, die sich in Schachten bewegen, angespannt. Neben der Maschine liegen die Plätze für

⁹⁾ Transact. of the Inst. of Civ. Engin. Vol. II; 1838.

die Wagen, welche über entsprechende Klappen, die über beide Enden des Fährschiffes vorragen und sich gegenseitig im Gleichgewichte halten, beim Anlanden die Verbindung mit dem Ufer finden. Die Fahrt dauert 7 bis 8 Minuten.

Bei anderen derartigen Föhren liegen die Maschinen und Kessel zu beiden Seiten der Strasse für die Fuhrwerke; bei andern wieder ist nur eine Führungskette angeordnet.

Die erste Verwendung dieser Kettenföhren für den Transport von Eisenbahnwagen über einen Binnenstrom geschah auf dem Nil¹⁰⁾ zwischen den Städten Kafr Lais und Kafr E'Sayat auf der Hälfte des Weges an der Eisenbahn von Alexandria nach Cairo. Die Anlage wurde von Stephenson & Comp. zu Newcastle upon Tyne ausgeführt. Der Nil hat daselbst zwischen den Anlandestellen eine Breite von 334^m und zeigt einen Wasserwechsel von 8^m,23. An den Ufern wurden keine geneigten Ebenen erbaut, sondern die über Hochwasser liegenden Bahnen auf Gerüsten von eisernen eingeschraubten Pfählen horizontal soweit vorgeschoben, dass das Fährschiff bei niedrigstem Wasserstand noch flott blieb. Dieses war aus Eisen mit flachem Boden und sehr grosser Grundfläche erbaut, es maass 24^m,4 in der Länge und 18^m,3 in der Breite; es hatte unbeladen 0^m,91, in voller Ladung 1^m,07 Tiefgang, und wurde durch zwei liegende Dampfmaschinen von 15 Pferdekraft in 6 Minuten über den Fluss bewegt; die durch Gewichte angespannten Ketten lagen 8^m,5 von einander, die Kettenräder hatten 2^m,74 Durchmesser.

Das Deck dieses flachen Fahrzeuges trug ein auf 16 Hauptstützen ruhendes, gut verstreutes eisernes Gerüst von etwa 18^m Höhe über der Wasseroberfläche; hoch oben ruhte ein flaches, hölzernes Verdeck, aber zwischen diesem und dem unteren Schiffsdecke war eine bewegliche, in 8 Hauptquerträgern hängende, mit jenen 16 Stützen verbundene Bühne, welche 2 Schienengleise trug und stets in solcher Höhe gehalten wurde, dass die festen Schienen an den Ufern mit denen des Fährschiffes übereinstimmten. Zur Ausgleichung kleiner Höhenunterschiede waren die letzten Schienenenden am Ufer noch etwas beweglich. Das Heben der Bühne erfolgte durch Schrauben vom oberen Deck her in einfacher Weise durch Arbeiter.

Die Nilfähre hatte den Zweck, die Züge mit Locomotiven, Personen- und Güterwagen über den Strom zu führen und ist nach Angabe des unten angezogenen Berichtes mit durchaus günstigem Erfolge 18 Monate lang in Thätigkeit gewesen. Der Betrieb muss übrigens doch nicht ohne Schwierigkeit gewesen sein, indem wenigstens zu Anfange die Reisenden in besonderen Dampfbooten übergesetzt wurden und am andern Flussufer erst ihre Eisenbahnwagen wieder erreichten. Die Baukosten haben 18000 Liv. St. betragen, einschliesslich der auf eisernen Pfählen ruhenden Uferbahnen. Jetzt ist der Nil überbrückt und die Fähre ausser Thätigkeit.

Eisenbahnföhren der Rheinischen Eisenbahn.¹¹⁾

Die Rheinische Eisenbahn hat in ihrer Entwicklung das Bedürfniss empfunden, an mehreren Punkten ihr Schienennetz über den Rhein zu strecken, um neue Verbindungen anzuknüpfen oder reiche Bergwerks- und Industriebezirke in ihren Bereich zu ziehen. Concessionen zu Erbauung fester Brücken konnten, soweit bekannt, nicht erlangt werden, und man musste zur Herstellung von Eisenbahnföhren schreiten. Die erste derartige Anlage, welche vor einigen Jahren in Betrieb gesetzt wurde, befindet sich zu Griet-

¹⁰⁾ Sopwith in den Transact. of the Inst. of Civil. Engineers. Vol. XVII. Auch mitgetheilt in Erbkam's Zeitschr. f. Bauwesen 1859, p. 255.

¹¹⁾ E. Hartwich, Erweiterungsbauten der Rheinischen Eisenbahnen. Zweite Abtheilung; Berlin 1867. Auch in Erbkam's Zeitschr. f. Bauwesen 1867.

hausen bei Cleve, behufs Anschluss an die Niederländische Rheinbahn; eine zweite führt seit dem Jahre 1867 die Osterath-Essener Zweigbahn von Rheinhausen nach Hochfeld über den Strom und ist dazu bestimmt, die grossen Kohlen- und Eisenwerke Westphalens den links rheinischen Bahnen zugänglich zu machen; eine dritte Fähr endlich wird bei Obercassel oberhalb Bonn in nächster Zeit ausgeführt werden. Der Baudirigent der Rheinischen Eisenbahn, Herr Geheime Oberbaurath Hartwich, welcher seiner Zeit bei Feststellung der Entwürfe für die Homberg-Ruhrorter Fähr mit den hydraulischen Hebevorrichtungen thätigen Antheil genommen hatte, ist jedoch bei den Fähranlagen für die Rheinische Bahn von diesem Systeme abgegangen und hat unter ursprünglicher Anlehnung an die beschriebenen Kettenfähren, denen er sehr wesentliche Aenderungen und Verbesserungen zugefügt hat, Einrichtungen getroffen, durch welche die Fährschiffe an Führungen in grader Linie den Fluss kreuzen. Sie legen sich an beiden Ufern an geneigte Ebenen und werden durch Locomotiven unmittelbar beladen und entladen; sie dienen eben sowohl zum Uebergange von Personenzügen, welche von den Reisenden nicht verlassen werden, als von Güterzügen. Die Betriebslocomotiven werden nicht übergesetzt.

Bei der Griethausener Rheinfähr sind nur zwei Fährstrassen erbaut; bei der Rheinhausener hingegen deren vier; letztere, die bei Weitem bedeutendere, hat von den Erfahrungen und Verbesserungen Gebrauch machen können, die bei der ersteren gewonnen wurden; sie wird daher auch bei der folgenden nähern Beschreibung zu Grunde gelegt werden.

Die Kettenführungen der englischen Fähren entsprechen ihren Zweck vollkommen und zeigen kein nachtheiliges seitliches Abtreiben, wenn auch die Fluth- und Ebbe-strömungen in den Meeresarmen, durch welche sie gelegt worden sind, grosse Geschwindigkeiten annehmen. Dies erklärt sich durch die grossen Wassertiefen daselbst; in den unteren Schichten wird wahrscheinlich die Geschwindigkeit viel geringer sein als oben; jedenfalls aber werden die periodisch eintretenden rückläufigen Strömungen ein etwa erfolgtes seitliches Abtreiben der Ketten wieder aufheben. Thatsache ist, dass die durch die Gewichte angespannten Ketten ihre Lage nicht wesentlich verändern. Bei einem fortwährend in derselben Richtung fliessenden Binnenstrome von geringer Wassertiefe und unregelmässigem Bette hingegen treiben die Ketten immer sehr bedeutend abwärts und können nur in grossen Bogen versenkt werden; auch ist das an einer solchen Kette geführte Fährschiff immer bestrebt, diesen Bogen trotz einer künstlichen Anspannung der Kette neu herzustellen. Hierdurch erwachsen für eine Flussfähr die bedeutendsten Unzulänglichkeiten.

Statt der beiden Führungsketten ist an den in Frage stehenden Rheinfähren ein einziges starkes Drahtseil als Leitseil angebracht, welches an der stromaufwärts gerichteten Seite des quer gegen den Strom liegenden langen Fährschiffes über zwei Führungsrollen gelegt und an den Ufern über höchstem Wasser durch Gegengewicht mit 300 Ctr. gespannt ist. Damit aber auch dieses Leitseil nicht eine nachtheilige horizontale Krümmung annehme, ist dasselbe in kurzen Zwischenräumen (etwa 38 Meter) durch Ankertaue, welche durch eine hakenartige Klaue angreifen und trotzdem den Uebergang über die Führungsrollen gestatten, gehalten. Die Ankertaue sind an Grundschrauben oder eingerammte und über der Flusssohle abgeschnittene Holzpfähle befestigt. Das Leitseil hat 46 Millim. äusseren Durchmesser und besteht aus $7 \times 7 = 49$ einzelnen starken Drähten. Ob es rathsam ist, das Leitseil durch die Ankertaue vollständig in grader Linie zu halten, oder, wie bei Rheinhausen geschehen, ihm eine kleine stromabwärts gerichtete Buchtung zu ertheilen, damit dasselbe weniger schroff sich durchbiegt, wenn die Führungsrollen des Schiffes die Ankerpunkte überschreiten, scheint noch nicht festgestellt zu sein.

Zur Bewegung des Fährschiffes dient ein zweites, stromabwärts liegendes, schwächeres Drahtseil, das Fahrseil (29 Millim. Durchmesser), welches mit 80 Ctr. gespannt und über 2 Seilscheiben (2^m,51 Durchmesser) geschlungen ist, von denen die eine von einer kleinen, 25 Pferde starken, auf dem Deck stehenden Zwillingdampfmaschine getrieben wird. Eine Verankerung hat das Fahrseil nicht.

Das Fährschiff ist aus Eisen, mit kräftigen Längsverstrebungen, flach gebaut, mit dichtem Deck und mit einem Gleise belegt, entweder 46 Meter oder 63 Meter lang und 7^m,85 breit, 1^m,1 vom Boden bis zum Deck hoch und bestimmt sieben beziehentlich zehn vierrädrige 200 Centner-Wagen von je 6^m,28 Länge zu tragen. Es ist mit Ankern, Ankerwinden, in Flaschenzügen hängenden Nachen, Signalen, Glocken u. s. w. vollständigst ausgerüstet und trägt an den Enden des Gleises leicht fortnehmbare sehr wirksame Bufferapparate, die das Ablaufen des Zuges verhindern.

Zur Verbindung des Fährschiffes mit dem Ufer dienen im Verhältnisse $\frac{1}{8}$ geneigte Ebenen, die von der Bahnhofshöhe bis unter das tiefste Wasser geführt sind. Sie liegen senkrecht zum Strom und sind grösstentheils in das Ufer eingeschnitten; im unteren Theile sind die Langschwelen der Bahn auf Pfähle gelegt. An jedem Ufer befindet sich ein Uebergangswagen, dessen Schienen gegen das Wasser zu ansteigen und zwar an der geneigten Ebene um $\frac{1}{6}$, weiterhin um $\frac{1}{2}$; am Fährschiff ist die Neigung wieder flacher. Diese Einrichtung ist gewählt um den Apparat kurz und leicht zu halten; die Steigungen sind noch derart, dass eine nachtheilige Verschiebung der Wagenbuffer nicht eintritt. Das landwärts gekehrte Ende des Uebergangswagens erreicht die Wassergrenze nicht, vielmehr müssen die Räder der überzuführenden Fahrzeuge etwas ins Wasser tauchen, was übrigens in keiner Weise eine Unannehmlichkeit mit sich bringt. Wichtig ist, dass die an sonstigen ähnlichen Einrichtungen stets vorkommende Ausgleichsklappe vermieden ist und dass das Fährschiff sich mittelst eines etwas zugespitzten Auswuchses fest auf eine mit Walzen versehene Achse des Ausgleichswagens aufsetzt. Zur sicheren Führung und Befestigung des anfahrenden Schiffes dienen sinnreiche kleinere Einrichtungen, die am besten aus den beigelegten Zeichnungen ersichtlich werden. Der Transport der Wagen auf das Schiff und umgekehrt erfolgt durch eine Tenderlocomotive, welche unmittelbar die Bewegungen ausführt. Das Fährschiff erleidet hierbei, da es auf dem Uebergangswagen fest aufruhrt, keine Längenschwankungen. Man hat nöthig befunden, zwischen Wagenzug und Locomotive noch jedesmal zwei besonders hierzu gebaute mit einer Bremse ausgerüstete Wagen, Verbindungswagen, einzuschalten, um die dreiachsige Locomotive nicht über die Brechpunkte der Bahn laufen zu lassen. Es würde dies zu vermeiden gewesen sein, wenn der Maschine überhaupt nur 2 Achsen gegeben und etwa einzelne Theile des Uebergangswagens entsprechend verstärkt worden wären. Versuche dieser Art sind in letzter Zeit bereits angestellt worden. Die Bewegung des Uebergangswagens geschieht durch das Fährschiff selbst; man lässt nach dem erwähnten Aufsetzen des Letzteren auf die Rollen die Bewegung landwärts noch etwas fortsetzen, so dass, nach der Entladung des Schiffes, dasselbe immer noch etwas aufruhrt; bei der Abfahrt des beladenen Schiffes wird der Uebergangswagen wieder etwas stromwärts mitgenommen, bis das vollständige Aufschwimmen erfolgt, worauf alsdann der Kuppelhaken durch eine Hebelbewegung gelöst wird.

Die wesentlichen Theile der Rheinhausener Fähre sind dargestellt auf Taf. LIII

Fig. 1 Längenansicht, Fig. 2 Grundriss, Fig. 3 Vorderansicht des Fährschiffes in Verbindung mit dem Uebergangswagen *D* am linken Stromufer.

A Betriebsmaschine zur Bewegung des Fahrseils *b*, welches über die beiden grossen Seilscheiben und die beiden Führungsrollen *b*₁ geht;

C Tenderlocomotive, welche durch Vermittelung der Verbindungswagen *BB* den Zug auf das Schiff setzt, oder von dort abholt;

a das Leitseil an der stromaufwärts liegenden Schiffseite; es läuft über die Rollen *a*₁.

Fig. 4^a, 4^b, 4^c der Uebergangswagen *D* und das Ende des Fährschiffes in grösserem Maassstabe.

e Schleppzungen von Stahl mit den Gegengewichten *e*₁;

*a*₂ Führungsrolle am Uebergangswagen für das Leitseil *a*, damit das Fährschiff genau die Verbindungsorgane mit demselben findet;

*f*₁ kurze Ausgleichungsschienen mit Gelenken und vorderen Verbindungsknöpfen, welche in die Trichter *f*₂ des Schiffes greifen;

*c*₁ und *c*₂ Bügel und Haken (Fangschleife) zum Festhalten des Schiffes dienend und durch einen Hebelmechanismus leicht lösbar; darunter liegt noch ein kleiner Bufferapparat mit einer Feder;

*d*₁ lose Rollen auf einer Achse des Uebergangswagens, bestimmt den Auswuchs

*d*₂ des Schiffes aufzunehmen, zu führen und zu unterstützen, so dass ein Einsinken des Schiffes nicht eintreten kann;

g drehbare Bufferapparate an den Enden des Fährschiffes;

h eine kleine Bremse zum Halten des frei auf den Schienen ruhenden Uebergangswagens.

Fig. 5 und 6 Einzelheiten.

die in ihrer Lage bewegliche nach der Mittelkraft sich stellende Führungsrolle *a*₁ des Leitseils *a*;

ein Ankertau für das Leitseil *a* nebst der Klaue *c*, mittelst welcher dasselbe ungehindert die Führungsrollen *a*₁ überschreiten kann.

In Rheinhausen ist die Anlage auf fünf Fährstrassen berechnet; von diesen sind jedoch bisher nur vier ausgeführt und zwar in 19—22 Meter Entfernung voneinander; und selbst von diesen sind in dem ersten Betriebsjahre nur zwei gleichzeitig in Thätigkeit gewesen. Die Fähre ist also im Stande noch einen sehr gesteigerten Verkehr zu gewältigen. Es vereinfacht sich durch das Nebeneinanderliegen mehrerer Fährstrassen insofern die Anlage, als man nur einen Ankerpunkt im Strom herzustellen braucht, um die entsprechenden Ankerketten aller nebeneinander liegenden Leitseile anzuknüpfen.

Ogleich die Betriebskraft dazu hinreichend vorhanden, hat man doch die Fahrgeschwindigkeit des Schiffes nicht grösser als 1,9 bis 2 Meter in der Secunde gehalten, um die Leitseile nicht unnöthig anzugreifen.

Die Fähre arbeitet mit Sicherheit und Schnelligkeit und bietet der sehr lebhaften Schifffahrt auf jener Rheinstrasse gar kein Hinderniss. Ein Fährstrasse ist in einem Tage bei einer Arbeitszeit von 6 Uhr Morgens bis 7 Uhr Abends im Stande mindestens 170 Wagen von 200 Ctr. Tragkraft von jeder Seite zur andern, also im Ganzen 340 über den Strom zu setzen. Personenzüge brauchen 15 Minuten um von einem Bahnhofe bis zum gegenüberliegenden zu gelangen; in den Fahrplänen ist sehr reichlich eine Zeit von 20 Minuten hierfür ausgeworfen.

Zur Milderung des grossen Wasserdruckes des quer gegen den Strom liegenden langen Fährschiffes ist dasselbe in dem Uebergange zwischen Wand und Boden sanft ansteigend abgerundet und die Hauptleitrollen liegen ganz über Wasser. Trotzdem ist der Druck des Leitseils in den Rollen so gross, dass man genöthigt war, die Führungsrollen mit weichem Metall (Blei und Antimon) anzufuttern und solche etwa jede zwei Wochen auszuwechseln. Leitseile mit dünnen Drähten, überhaupt von kleinerem Querschnitte, als vorher angeführt, haben nicht gehalten.

Nach Angabe der angezogenen Veröffentlichung waren die Baukosten einer Fährstrasse, wie folgt:

A. Herstellung der Ankerlinie für die Ankertaue der Leitseile	1961 Thlr.
B. Bauliche Einrichtungen in den geneigten Ebenen (als Gegengewichte und Arbeiten bei Herstellung und Einrichtung)	23790 -
C. Das Leitseil mit Verankerungen	4439 -
D. Das Fahrseil	1500 -
E. Zwei Anfahrtswagen	9816 -
F. Ein ausgerüstetes Fährschiff	28453 -
G. Aussergewöhnliche Geräthschaften	41 -
	Summa 70000 Thlr.

Die Betriebs- und Unterhaltungskosten der Rheinhauser Fähre betreffend, so liegen hier nur die Erfahrungen von sehr kurzer Dauer vor und können daher nicht für die Zukunft maassgebend sein; sie beziffern sich pro Fährstrasse und Jahr auf 1139 Thlr., in welcher Summe enthalten ist:

Verbrauch an Kohlen und Schmiere	1100 Thlr.
Gehalt des Dienstpersonals auf dem Fährschiffe	1544 -
Ein neues Leitseil	2276 -
Ein neues Fahrseil	855 -

Hierin sind jedoch nicht enthalten die Kosten des Locomotivdienstes auf den geneigten Ebenen und den Bahnhöfen.

§. 5. *Schlussfolgerungen.* — Ueberblickt man noch einmal kurz die bis heute ausgeführten Eisenbahnfähren, so lässt sich wohl behaupten, dass für den Uebergang vom Schiff zu Lande sich die geneigten Ebenen mit sanftem Gefälle, die noch von Locomotiven (zweiachsigen Tendermaschinen) befahren werden können, am besten bewähren. Zu den Uebergangswagen sind Constructionen ähnlich wie die verbesserte zu Homberg-Ruhrort oder die bei der Hartwich'schen Fähre zu empfehlen, durch welche die Wagen unmittelbar auf dem Fährschiffe durch die Locomotive angefasst werden, ohne dass jenes bedeutenden Schwankungen unterworfen wäre. Steile geneigte Ebenen mit Seilbetrieb oder senkrechte Hebungsvorrichtungen oder auch bewegliche Bühnen auf dem Schiffe (Nil) sind umständlicher und kostspieliger.

Für Fähren über grosse und bewegte Wasserflächen eignen sich allein Dampfschiffe von grossen Dimensionen; für Fähren über Binnenströme, namentlich wenn das Fahrwasser verwickelte Linien bildet, eignen sich ausserdem selbst für einen grossen Verkehr flache Fährprahme, welche von Dampfschiffen geschleppt werden; auch sind solche zweifellos diejenigen Schiffe, mittelst welchen am schnellsten und wohlfeilsten kurz dauernde Fährinrichtungen für Eisenbahnen getroffen werden können. Die Hartwich'sche Fähre endlich ist die vollkommenste für Binnenströme, wenn der Wasserweg in grader Linie senkrecht oder schräg (wie bei Obercassel) zum Stromstrich ausführbar ist.

Es ist auffallend, dass man für Eisenbahnzwecke niemals die Idee der fliegenden Nähen oder fliegenden Brücken ausgebeutet hat, die für den gewöhnlichen Landverkehr so sehr häufig angetroffen werden und bei geringen Anlagekosten ihren Zweck vollkommen erfüllen; man kann sich fragen, weshalb man sich bis jetzt nur bemüht hat, die in dem fliessenden Wasser aufgespeicherte Kraft zu bekämpfen, statt sie zur Bewegung der Fähre zu verwenden. Vielleicht wird man unter besonders günstigen Wasserverhältnissen bei künftigen Anlagen davon Gebrauch machen, in der Regel wird es sich aber verbieten, weil die geneigten Zufuhrbahnen selten so gelegt werden können, dass bei allen Wasserständen ein kräftiger Strom, der die bewegende Kraft liefert, an ihnen vorbei geht. Der Eisen-

bahnverkehr wird aber stets danach trachten, sich von unzuverlässigen und wechselnden Bewegungskräften loszusagen.

Alle Fähranlagen haben den sehr grossen Fehler miteinander gemein, dass dieselben im strengen Winter nicht im Betrieb zu halten sind. Es ist dies um so beklagenswerther, als grade um diese Zeit der Massenverkehr auf den Bahnen am stärksten zu sein pflegt, weil die Schifffahrt stille liegt und die Wasserwege gesperrt sind.

Kleinere Eisgänge werden jedoch von den Eisenbahnfähren überwunden; die Schiffsgefässe sind stark gebaut, die Eisschollen zertrümmern unter den kräftigen Schaufeln der Dampfschiffe oder gleiten ohne Schaden unter den sanft gewölbten Schiffsböden hindurch (z. B. bei Rheinhausen). Bei lange anhaltendem scharfen Froste schieben sich aber Eismassen vor den Landstellen der Fährschiffe fest, alle mit dem Wasser in Berührung tretenden Theile der Schiffe und Maschinen umkleiden sich dergestalt mit stets sich vermehrenden Eishüllen, dass trotz aller Anstrengung beim Loseisen doch der Verkehr eingestellt werden muss. Ob man bei Eisständen auf den Strömen offene Wasserstrassen für die Fährschiffe erhalten kann, muss bezweifelt werden; versucht ist es, soweit bekannt geworden, noch niemals.

In Ländern mit mildem Winter leiden natürlicherweise die Fähren an diesen Mängeln nicht; am Rhein, wo ein Eisstand, ausser in einzelnen Stromengen, zu den Seltenheiten gehört, ist der Eisenbahnbetrieb auf den Fähren manchmal gar nicht, manchmal nur wenige Tage während des Winters unterbrochen worden.

Um den ökonomischen Werth einer Fähranlage beurtheilen zu können, ist es nöthig zu den an den entsprechenden Stellen angeführten Bankkosten und capitalisirten Betriebskosten diejenigen Summen hinzuzufügen, welche durch die Anlage der geeigneten Ebenen und der zum Ausgleich der An- und Abfuhr der Eisenbahnfahrzeuge nöthigen Bahnhöfe, sowie durch deren Betrieb und Unterhaltung erwachsen, überhaupt alle diejenigen Ausgaben zu ermitteln, welche vermieden worden wären, wenn man eine Brücke statt einer Fähre erbaut hätte. Der Betrag dieser meist ganz überwiegend grossen Ausgaben hängt im höchsten Maasse von örtlichen Verhältnissen ab und lässt sich daher im Allgemeinen nicht angeben. Sie werden am geringsten sein, wenn schon aus andern Gründen an beiden Ufern grössere Eisenbahnstationen nöthig sind und die Uferbildung zur Anlage der geeigneten Ebenen günstig ist; sie werden am grössten sein, wenn die Uferstationen fern von bewohnten Orten nur im Interesse der Fähre angelegt werden müssen und die geeigneten Ebenen grosse Erdarbeiten fordern. Die Grösse dieser Uferstationen lässt sich nur nach dem zu erwartenden Verkehr bestimmen. Als Anhalt zur Ermittlung der Betriebskosten der Eisenbahnfähren möge hier angeführt werden, dass an jedem Ufer in Homberg-Ruhrort eine Locomotive, in Rheinhausen-Hochfeld für je 2 Fährstrassen eine Locomotive ständig in Dienst ist.

§. 6. *Eisenbahnschiffbrücken.* — Die Idee, Schiffbrücken mit Eisenbahnzügen zu befahren, liegt nahe, ist aber, wenn unbestimmte Nachrichten über deren Verwendung in Ostindien ausser Acht bleiben, zum ersten Male zu Maxau bei dem Uebergange der Eisenbahn von Karlsruhe nach Winden über den Rhein verwirklicht worden.¹²⁾ Das Bauwerk ist ausgeführt worden nach den Entwürfen des Oberingenieurs der pfälzischen Bahnen, Herrn C. Basler, unter Mitwirkung einer aus Technikern von Baiern und Baden zusammengesetzten Commission.

Die Brückenlinie überschneidet den Rhein an einer seit 1817 durch einen sanft ge-

¹²⁾ M. Becker, Die neue Eisenbahnschiffbrücke über den Rhein bei Maxau, Stuttgart 1865. Ferner: Geschäftsbericht der Direction der Pfälzischen Maximiliansbahn für 1864/65, p. 14.

krümmten Durchstich vollständig geregelten Streeke, in welchem der Strom zwischen abgeplasterten Ufern in einer Breite von 240 Metern begrenzt ist. Die von niedrigen Deichen eingeschlossenen Vorländer sind schmal, so dass sich die über höchstem Wasser liegenden beiderseitigen Bahnkörper dicht an die erwähnten Ufer anlehnen konnten. Etwas oberhalb bestand seit 1842 eine gewöhnliche Schiffbrücke für Strassenfuhrwerk; sie ist jetzt fortgefallen und wird die Eisenbahnschiffbrücke zu gleicher Zeit für jene Zwecke mit benutzt. Das relative Gefälle des Rheins beträgt daselbst $\frac{1}{3421}$; die Wassergeschwindigkeiten schwanken im Mittel zwischen $0^m,89$ und $2^m,1$ in der Secunde je nach den Wasserständen. Diese haben sich durch die Stromcorrectionen etwa um $1^m,20$ gesenkt und es lässt sich die grösste Differenz zwischen Hoch- und Niederwasserstand zu $5^m,10$ annehmen, wenn man einige sehr selten eintretende ausserordentliche Wasserstände nicht berücksichtigt. Das Flussbett besteht aus beweglichen in grossen Bänken sich abwärts schiebendem Gerölle, wodurch das Fahrwasser oft von einem Ufer zum andern verworfen wird. Die Schifffahrt auf dem Rhein ist daselbst gering und hört grösstentheils dicht unterhalb der Brücke, wo ein alter Rheinarm zu einem Flusshafen ausgebaut wurde, auf. Nach Ausweis der nächstliegenden vergangenen Jahre muss die Schiffbrücke in einem Jahre etwa tausendmal geöffnet werden, im Sommer meistens täglich viermal.

Die Schiffbrücke zu Maxau unterscheidet sich im Allgemeinen nicht wesentlich von den üblichen Constructionen für Strassenfuhrwerk, nur dass die Brückschiffe stärker gebaut sind und die Brückenbahn sich dem Zweck entsprechend anders gestalten musste. Die Brückschiffe sind aus Eichenholz, haben flache Böden, fast senkrechte Seitenwände und scharfe Ausspitzungen an beiden Steven. Die Brückenbahn liegt dicht auf den Schiffen. Ein Eisenbahngleis, auf doppelten Langschwellen ruhend, nimmt die Mitte der Bahn ein; zu beiden Seiten befinden sich für die Strassenfuhrwerke und die Fussgänger die mit 8 Centimeter dicken Bohlen belegten Fahrwege, von denen jeder für eine besondere Verkehrsrichtung bestimmt ist. Die Fahrwege sind nach aussen und gegen die Eisenbahn zu mit Saumschwellen versehen. Die ganze Breite der Brückenbahn ist $11^m,28$, jedes Fahrweges allein $3^m,76$, alle Maasse von Mitte zu Mitte der Saumschwellen genommen. Die Anfahrten der Eisenbahn von den festen Schienen der Bahnhöfe bis zu denen auf der Brücke geschieht durch stellbare geneigte Bahnen, welche theils in festen Bockgestellen auf dem Lande, theils in solchen auf besonders grossen Brückschiffen sich bewegen lassen. Die Länge dieser geneigten Bahnen für die Eisenbahn ist so bemessen ($64^m,0$ in den festen Böcken und $20^m,5$ auf den Bockschiffen, also $84^m,50$ zu jeder Seite der Brücke), dass bei dem tiefsten Wasserstande das Gefälle $3,5\%$ abwärts; beim höchsten Wasserstand $3,3\%$ aufwärts beträgt. Während der mittleren Wasserstände wechselt dasselbe zwischen $0,75$ bis $2\frac{1}{2}\%$. Bei sehr niedrigen Wasserständen erleichtert man die Ueberfahrt der Züge durch eine mittelst Unterklotzungen auf dem sonst horizontalen Theile der Brücke hervorgebrachte Verlängerung der geneigten Ebene. Bei den Anfahrten für die Fahrwege sind die äussersten Steigungsverhältnisse auf 5% festgestellt. Die Bockgestelle befinden sich jede $5^m,86$ und tragen bei der Eisenbahn eiserne Querträger, welche mittelst Schraubenspindeln von 8 Centimeter Durchmesser und conischen Getrieben mit Kurbelbewegung in ihrer Höhenlage leicht verstellbar sind. Die für den Durchgang der Bahnzüge bestimmte lichte Weite zwischen diesen Bockgestellen beträgt nur $3^m,50$, was den Vereinsbestimmungen der deutschen Eisenbahnen gegenüber zu klein erscheint und leicht hätte vermieden werden können. Am landseitigen Ende ruhen die Langschwellen der Eisenbahn durch eine Querachse in festen Lagern. Für die Anfahrten der Landfuhrwerke sind die Querträger von Holz und die Verstellvorrichtungen einfacher.

An die Bockschiffe reihen sich an beiden Ufern, den vorher erwähnten eigenthüm-

lichen Verhältnissen entsprechend, je 3 Durchlassjoche von 2 und 3 Schiffen; hierauf erst folgt der eigentliche Mitteltheil der Brücke mit Jochen aus je 3 Schiffen.

Es setzt sich hiernach die Brücke aus folgenden Theilen zusammen:

Anfahrt auf dem Lande = $64^m,0$; Bockjoch $20^m,5$; 3 Durchlassglieder $21 + 12,5 + 21 = 54^m,5$; 4 Mitteljoche $4 \cdot 21 = 84^m,0$; 3 Durchlassglieder $54^m,5$; Bockjoch $20^m,5$; Anfahrt $64^m,0$; zusammen 362 Meter.

Die Brückschiffe der Bockjoche haben $22^m,5$ Länge, $4^m,6$ Breite, $1^m,4$ Höhe und stehen im Lichten 0,2 und 3 Meter auseinander.

Die Brückschiffe der Durchlass- und Mitteljoche haben $20^m,0$ Länge, $3^m,7$ Breite, $1^m,4$ Höhe und stehen im Lichten $3^m,6$ auseinander.

Verankerung und sonstige Ausrüstung ist den gewöhnlichen Schiffbrücken nachgebildet. Wichtig und schwierig hingegen war die Herstellung des Längenverbandes der einzelnen Joche. Es kam darauf an die Brücke für leichtere Locomotiven fahrbar zu machen, oder sie so starr herzustellen, dass die Brückenbahn wie ein continuirlicher Träger wirkt und beim Einsinken eines Joches während der Ueberfahrt der concentrirten Last das nebenliegende in möglichst grosse Mitleidenschaft zieht, ohne dabei die Verbindung, namentlich bei den Durchlassgliedern, schwer löslich zu gestalten. Bei den festen Jochen sind es 3 Meter lange Stücke der Lang- und Saumschwellen, welche mit den darunter liegenden Hölzern durch Ueberwürfe mit Druckschrauben oder Keilen verbunden werden. Ausserdem sind Spannketten mit Druckhebeln verwendet und schliesslich sind die Eisenbahnschienen über den Stössen vollständig verlascht. Bei den Durchlassgliedern tritt eine eigentliche Verlaschung der Schienen nicht ein, dafür werden die eichenen Langschwellen durch sehr kräftige eiserne Ueberwürfe von beiden Seiten laschenartig verbunden, ausserdem durch einen mächtigen Schubriegel unterhalb vereinigt. Auch sind Spannketten wie bei den Mitteljochen und hölzerne Ueberwürfe für die Saumschwellen verwendet.

Diese Einrichtungen sind hinreichend, damit die ungleich vertheilte Last eines Locomotivzuges nur eine wellenförmig mit dem Zuge fortschreitende sanfte Einsenkung der Bahn von höchstens 20 Centimeter hervorbringt, so dass die Locomotive auch auf der sonst ebenen Brücke fortwährend eine leicht zu überwindende Steigung von $1\frac{1}{2}$ bis 2 % vor sich hat. Beim Uebergange eines Zuges vom Bockjoch zu den festen Gerüsten auf dem Lande kann jedoch eine solche Continuität des Trägers und der Einsenkung nicht erfolgen; vielmehr muss daselbst ein Stück der Bahn auf den Schiffen in gelenkartiger Verbindung mit den festen Theilen auf dem Lande stehen. Um diesen Uebergang möglichst milde herzustellen, sind die Bockschiffe, wie erwähnt, grösser und dichter aneinander gerückt, als in den übrigen Jochen und ausserdem wird die Anfahrt so gestellt, dass bei unbelasteter Bahn der schwimmende Theil etwas höher liegt als der feste. Die bis etwa 10 Centimeter betragenden Längenunterschiede der Brückenbahn von Festpunkt zu Festpunkt an den Anfängen der Anfahrten bei den verschiedenen Wasserständen vertheilen sich in ganz unschädlicher Weise auf die vielen Stossfugen.

Die Maxauer Schiffbrücke wurde nach einer Bauzeit von 12 Monaten im April 1865 dem Betrieb übergeben; die Züge, sowohl Personen- als Güterzüge, werden von kleinen eigens für diesen Zweck erbauten zweiachsigen gekuppelten Tenderlocomotiven von 350 Ctr. Gewicht (im Feuer und mit Wasser etc.) in Abtheilungen von 5 bis 8 Wagen (von 1500 bis 1600 Ctr. Bruttolast) übergesetzt. Die Fahrzeit von Bahnhof zu Bahnhof beträgt 3 bis 5 Minuten; der Dienst geschieht mit grosser Sicherheit und Regelmässigkeit. Mit einem Personal von 2 Brückenmeistern und 15 Arbeitern erfolgt die Ausfahrt der 3 Durchlassjoche an einem Ufer in 7 Minuten; die Unterbrechung des Verkehrs bei einer Oeffnung der Brücke, wenn etwa nur ein Schiff durchzulassen ist, kann zu 25 Minuten geschätzt

werden. Die Baukosten der Brücke haben 152900 Gulden betragen; der Ankaufspreis jeder der beiden Tenderlocomotiven ausserdem 15000 Gulden (à $\frac{1}{7}$ Thlr.).

Die Eisenbahnschiffbrücke zu Maxau hat mit Recht die Aufmerksamkeit der technischen Welt in hohem Maasse auf sich gezogen; man bewundert die gute und einfache Lösung einer für den grossen Verkehr höchst schätzbaren Aufgabe. Die Leistungsfähigkeit der Brücke mit nur einem Gleise ist offenbar eine sehr grosse und dürfte selbst einem gewaltigen Verkehre genügen.

Im Vergleich mit einer Eisenbahnfahre zeigt eine Eisenbahnschiffbrücke viele Vortheile, aber auch viele Nachtheile.

Zu Gunsten der Schiffbrücken spricht die Einfachheit des Betriebes und die Möglichkeit der Gewältigung eines grossen Verkehres mit verhältnissmässig geringem Anlage- und Betriebscapital.

Zu Ungunsten der Schiffbrücken spricht:

1. dass sie nur mit Vortheil an geschlossenen Stromläufen mit unbedeutenden Vorländern erbaut werden können, indem die auf dem Lande feststehenden Gerüste den Angriffen von Eis und Hochwasser ausgesetzt sind, wogegen bei den Fähren jedes Stromhinderniss fortfällt;

2. dass sie der Schifffahrt ein grosses Hinderniss bieten, grösser als die gewöhnlichen Schiffbrücken, weil die Verbindungen besser und schwerer lösbar sein müssen, wogegen die Fähren die Schifffahrt gar nicht belästigen. Es dürfte daher sehr gewagt, oft unmöglich sein, sie an den sehr befahrenen Gewässern zu erbauen, wo einige Eisenbahnfähren ausgeführt sind;

3. dass die Kosten einer Schiffbrücke mit deren Länge proportional wachsen, wogegen die der Fähren beinahe gänzlich davon unabhängig sind. Grosse Wasserflächen fallen daher unter allen Umständen den Fähren anheim;

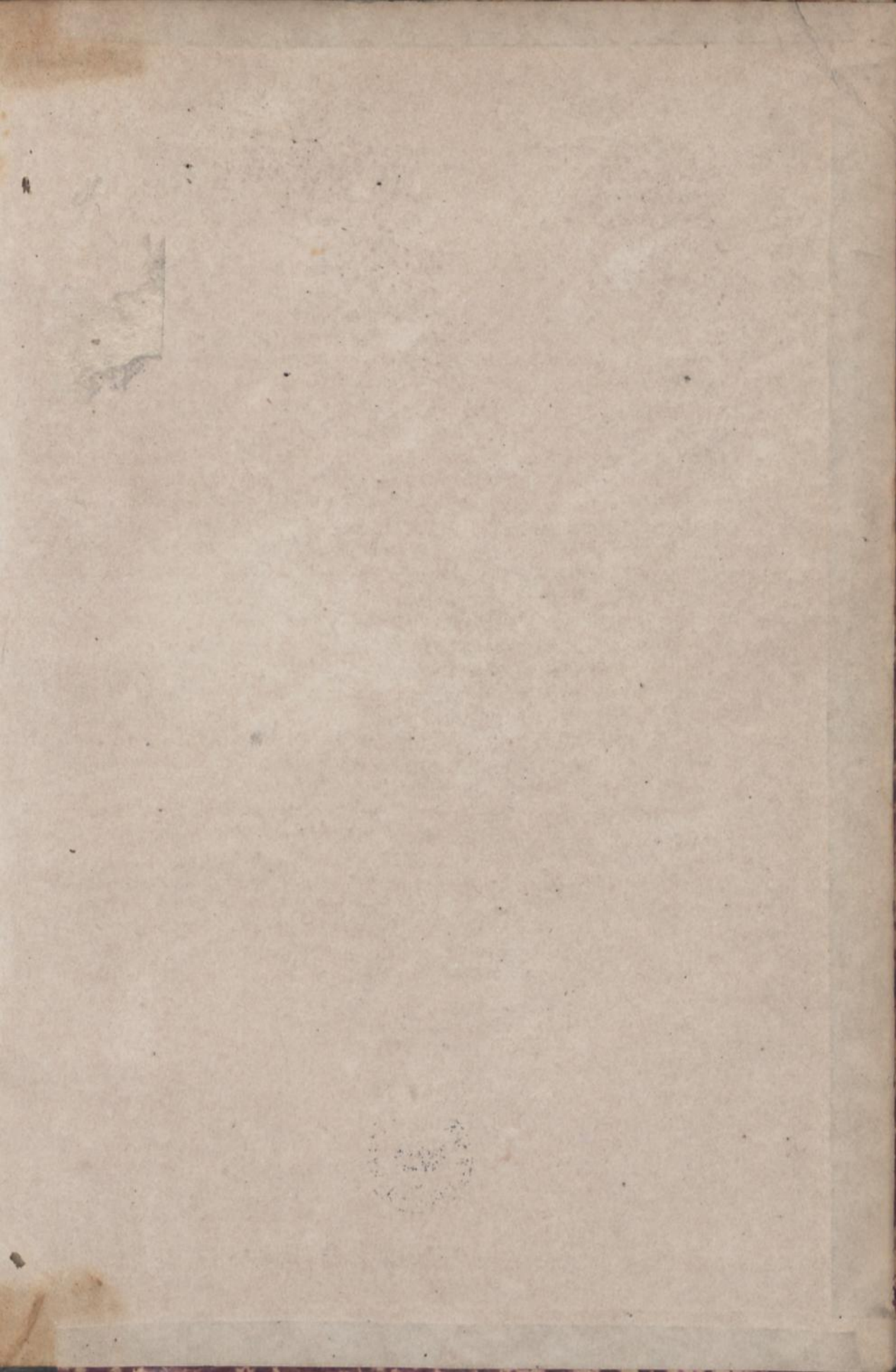
4. dass die Schiffbrücken gegen die Wirkungen des Eises sehr viel empfindlicher sind, als die Fähren; erstere werden daher abgefahren werden müssen, wenn letztere den Dienst noch gut versehen können;

5. dass Schiffbrücken eines Schutzhafens bedürfen, Fähren nicht, da sich wohl stets in Ufer einschnitten und dergleichen Gelegenheit bietet, das Fährschiff gegen den Eisgang zu sichern.

Alle früher angeführten Nachtheile der Fähren, die sich auf die Anlage der Bahnhöfe und die Kosten für die Zufahrtstrassen beziehen und grösstentheils örtlicher Natur sind, theilen beide Arten von Verkehrsmitteln in fast gleichem Maasse miteinander.

Eisenbahnschiffbrücken werden ihre grösste Verwendung finden in Ländern mit gelindem Winter bei geschlossenen Strömen von mässiger Grösse und bei kleinem Schifffahrtsverkehr.







BIBLIOTEKA GŁÓWNA

358822 L/1