

## Die Bauernhäuser im badischen Schwarzwald.

Von Architekt Prof. B. Kossmann in Karlsruhe.

(Mit Abbildungen auf Blatt 7 bis 11 im Atlas.)

(Schluss.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Was den Aufbau der Häuser betrifft, so finden wir vielfach und gerade bei den älteren (Grundriffsform IV) keinen Unterbau, sondern sehen, daß das Gebäude sich nur sehr wenig oder gar nicht über den Erdboden erhebt (Abb. 7 Bl. 8). Im Gutachthal läßt sich deutlich verfolgen, wie die Häuser um so niedrigeren Unterbau haben, je tiefer sie sich im Thale befinden. Die alte Construction beruht in der Auflage des Schwellenkranzes auf Holzklötzen oder Pfählen, und diese sind so niedrig, daß der Raum unter dem Hause unbenutzbar bleibt. Häufig sitzen die Gebäude mit Küche und Stallung auch unmittelbar auf dem gewachsenen Boden auf. Sind Keller vorhanden, so befinden diese sich dann in besonderen Bäumen in der Nähe des Bauernhauses. Vielleicht liegt in der niedrigen Anlage unserer Bauernhäuser gerade ein Hauptunterschied derselben gegenüber dem Hause der Krieger, welches in vielen Gegenden auf sehr hohen Pfählen errichtet wurde. Da der Schwellenkranz sich stets in einer wagerechten Ebene befindet und das Vieh ebenerdig in das Haus eintreten muß, so ist bei ansteigendem Erdboden die natürliche Folge, daß der Wohnhaustheil einen um so höheren Unterbau erhält, je steiler das Gelände ist. Es liegt nun nahe, diesen sich von selbst ergebenden Raum möglichst auszunutzen, um so mehr, als eine Verbindung mit dem untern Raum im Innern des Hauses hergestellt werden kann. Man ist versucht, die Anlage von Stallung unter der Wohnung auf eine Hausentwicklung im Gebirge zurückzuführen, doch dürfte diese Annahme, wie auch Hennig in seinem mehrfach erwähnten Werke S. 169 ausführt, irrtümlich sein.

Wie bereits im ersten Abschnitt hervorgehoben wurde, treten namentlich die Bauernhäuser mit Grundriffs nach Form III, und besonders im Norden und Osten des Schwarzwaldes, in Verbindung mit Stallung unter der Wohnung auf. Es gilt dieses aber nicht nur für Häuser, welche an Bergabhängen stehen, sondern auch für solche, die auf ebener Erde errichtet und mit einer Freitreppe in den Wohnstock versehen sind. Diese untere Stallanlage hat im flachen Lande außerhalb des Schwarzwaldes weite Verbreitung gefunden und ist, nach ihrem Vorkommen im Schwarzwalde zu schließen, in diesen sichtlich von außerhalb eingedrungen. Denn auch in den Fällen, in denen bei sehr stark ansteigendem Erdreich bedeutende Hohlräume unter dem Wohnhaustheil entstanden, wurden diese bei den typischen Schwarzwaldhäusern nicht für Stallungen, sondern als Aufbewahrungsräume oder in einem Theile als Keller benutzt und durchgehend mit Balkendecken versehen; in manchen Gebieten dienten sie als Werkstätte, z. B. gelangten an manchen Orten Webstühle daselbst zur Aufstellung. In der Gutacher Gegend und auch sonst vielfach sind die Zugänge zu diesen Kellern nicht im Innern des Hauses angeordnet. Diese Thatsache spricht

ebenfalls dafür, daß die Ausnutzung des Hohlraumes unter den Häusern eine spätere Zuthat ist.

Bei jenen Fußböden, welche, wie eben erwähnt, unmittelbar durch den gewachsenen Erdboden gebildet werden, treffen wir häufig einen Ueberzug von Stampflehm, beziehungsweise Stein- oder Holzpflasterung. Dieselbe Anordnung sehen wir auch in Häusern, welche zwar frei über dem Erdboden auf den genannten niedrigen Unterfangungen ruhen, jedoch unter der Küche eine Erdaufschüttung enthalten. Unter der Stube befindet sich dann wohl ein leichtes, weitgespanntes Gebälk, welches den Bretterboden trägt, desgleichen in der Tenne, sofern eine solche im Erdgeschofs vorhanden ist; im übrigen wird jedoch meistens lediglich ein Boden aus starken Dielen (Flöcklingen) hergestellt, welche — wo nöthig — auf Unterzügen ruhen. Sowohl diese Unterzüge als die Balken sind meistens flach verlegt. Der Grund liegt darin, daß die Hölzer „von Hand“ behauen wurden und daß, nachdem sie im unteren und oberen Lager flach beschlagen waren, es unterlassen wurde, sie an den beiden Seiten weiter zu bearbeiten, da der Gewinn an Spänen in keinem Verhältniß zu der aufgewendeten Mühe stand. Auch bei den sogenannten „Dübelgebälken“, welche aus pfeils an einander gelegten Balken bestehen, ist nur geringer seitlicher Behau der einzelnen Balken vorhanden. Solche holzreiche Dübelgebälke, die beispielsweise in Karlsruhe i. B. noch in den ersten Jahrzehnten unseres Jahrhunderts auch bei Bauten, an denen sonst sichtlich gespart wurde, Verwendung fanden, treffen wir in den Schwarzwaldhäusern nur selten an; ein Beispiel dafür, daß bei diesen Häusern mit Holz kein Luxus getrieben wurde. Ein bei allen Schwarzwaldhäusern auftretendes Gebälk ist das Dachgebälk. Bei einigermaßen großen Häusern ist ferner ein Kehlgebälk vorhanden; bei den größten Häusern sehen wir deren zwei. Ueber diese Kehlgebälke werden lose Dielen gelegt als Unterlage für Heu und Hülsenfrüchte, wo gerade ein Bedürfnis vorliegt. Das Dachgebälk erhält einen festen Dielenbelag, in dem einige Dielen zum Herausnehmen angebracht sind, um dem Küchenrauch freien Zutritt in den Dachraum zu gestatten. Befindet sich die Dreschtenne unmittelbar über den Wohnräumen, so wird häufig ein doppelter Dielenbelag angebracht, wobei die Dielen durch Holznägel, die nach unten vorspringen, mit einander verbunden werden.

Bei zweistöckigen Häusern werden häufig neben den oberen Wohnkammern auch Gesindekammern, und zwar über den unteren Kammern und über einem Theil des Stalles, angelegt; auch trifft man vielfach über einem Theil des Stalles Räume an, welche als „Heulegen“ dienen. Zwischen Erdgeschofs und diesen oberen Kammern oder Heulegen wird als Zwischendecke ein ziemlich weit auseinanderliegendes Gebälk „den langen Weg“ verlegt, d. h. gleichlaufend zu den Traufseiten; es trägt einen einfachen Bretterboden.



des Hauses ohne weiteres dörren. — Vielfach wird diese Hurte auch als Aufbewahrungsraum benutzt.

Von ganz besonderer Wichtigkeit ist für den Schwarzwälder in der langen Winterszeit und bei den oft anhaltenden eisigen Winden die Erwärmung seines Hauses. Er verzichtet lieber auf Zuführung von frischer Luft, als dafs er Heizwärme verloren gehen ließe, und öffnet nur überaus selten die kleinen Fenster. Diese praktische Rücksichtnahme auf möglichste Ausnutzung der Wärme, welche, wie wir noch weiterhin Gelegenheit haben werden zu beobachten, die Anlage des ganzen alten Hauses beherrscht, ist ohne Zweifel Veranlassung gewesen, die untere Stubendecke als Zwischendecke einzuziehen. Einestheils wird nun durch die Raubbühne ein Wärme-Vorrathsraum gewonnen, anderentheils lassen sich die Wohnräume infolge der Verringerung ihrer Höhe leichter erheizen. Vielfach treffen wir Stuben mit lichter Höhe von 7 Fufs = 2,10 m. Bei ganz alten Häusern, wie beispielsweise bei demjenigen des Seebauern am Titisee aus dem Jahre 1572 (Grundrifs auf Bl. 7 Abb. 15), beträgt die Höhe nur 1,94 m. Seitdem die Polizeivorschrift vorliegt, Kamine zu bauen, kann der Rauch nicht mehr frei im Hause herum ziehen. Es hat nun die Oeffnung der Nufshurte nach aussen keine Bedeutung mehr, weshalb sie vielfach mit wagerechten oder senkrechten Brettern verschlossen wird (Abb. 1 Bl. 8). Auch bei Häusern ohne Kamin wird sie häufig ganz oder theilweise verdeckt. Durch die Anlage von Kammern über den Stuben wird diese Bühne vollständig verdrängt.

Zur Besprechung der Küche übergehend, welche stets vom Boden bis zum Dachgebälk reicht, haben wir hier des Zusammenhangs halber nochmals hervorzuheben, dafs die alten Schwarzwaldhäuser keine Kamine erhielten; der Rauch zieht im Hause herum und entweicht „wo der Zimmermann oder Dachdecker ein Loch gelassen hat“. Als Nachtheil dieser Einrichtung ist der Einflufs des Rauches auf Athmungsorgane und Augen der Insassen zu bezeichnen; doch empfinden die Bewohner infolge der Angewöhnung diese Einflüsse wenig; ferner schmecken die Speisen nach Rauch. Ein anderer Nachtheil soll darin bestehen, dafs die „Freizügigkeit“ des Rauches Feuergefahr in sich berge. Beispielsweise bemerkt Schupp<sup>1)</sup>, die Bauart der Schwarzwaldhäuser sei höchst gefährlich. Es ist dieses jedoch thatsächlich betreffs Entzündung im Innern der Häuser nicht der Fall, da die Funken durch ein Gewölbe über dem Herd am weiteren Aufsteigen gehindert werden. Wir haben uns wiederholt im Schwarzwald erkundigt, ob Fälle vorkamen, dafs Häuser durch Funken von der Herdfeuerung aus angezündet worden seien, und erhielten stets dieselbe Antwort auch von den bekannten „ältesten Leuten“, dafs ein solcher Fall nicht vorgekommen sei. Im Gegentheil — wird versichert — erhärte der Rauch das Gebälk vollständig; durch schwaches Feuer ist dasselbe unvertilgbar. Für Verwendung von Bauholz zu einem Neubau in schwarzwälder Bauernhausweise hat Verfasser dieser Abhandlung einst ein leerstehendes Bauernhaus abbrechen lassen und hierbei Gelegenheit gehabt, sich von der ganz auffallenden Härte aller alten Hölzer gründlichst zu überzeugen.<sup>2)</sup>

Das Küchenfeuer befand sich früher offen, entweder auf dem Erdreich oder auf einem niedrig-gemauerten Herd. Jetzt sind ge-

schlossene Herde Vorschrift. Zum Schutz gegen die aufflackernden Funken des offenen Feuers mufs schon sehr frühe ein Rauchfang angeordnet worden sein, der, wie wir im ersten Abschnitte erwähnt, auf dem St. Galler Klostergrundrifs möglicherweise unter der Bezeichnung „testudo“ zu verstehen ist. Die Herstellung dieser Rauchfänge erfolgte im Schwarzwald in letzterer Zeit häufig in Backsteinen; früher wurden sie hier in Ast-Flechtwerk hergestellt, welches meistens einen Lehm- oder Mörtel-Verputz erhielt. Es erscheint nun auch nicht ausgeschlossen, dafs unter genanntem testudo ein gemauerter Rauchfang im Gegensatz zu demjenigen aus Flechtwerk verstanden sein könnte. Wie oben erwähnt, wird der Herd nie an eine Aussenwand gerückt, somit sehen wir auch den Rauchfang in der Nähe der Mitte des Wohnhaustheiles. Häufig finden wir in Zusammenhang mit dem oberen Theil der Küche, entweder in ihr selbst oder seitlich daneben eine Räucherammer angeordnet; diese

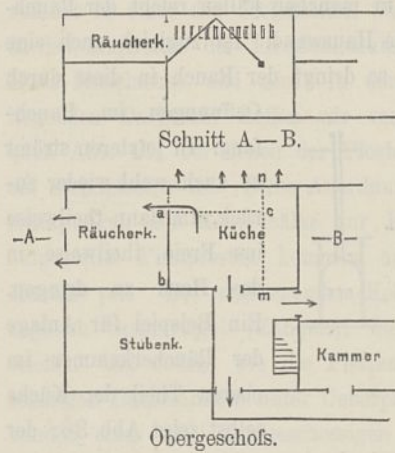


Abb. 32.

beeinflusst den Rauchfang in Lage und Mafsen. Ganz alte Häuser besitzen keine Räucherammer. Es wurde in denselben in der Küche oder im Hausgang geräuchert. Letzteres empfiehlt sich insofern, als hier die Räucherung sehr langsam vor sich geht, wodurch das Fleisch besonders schmackhaft wird. Die heutige Räucherammer befindet sich im Dachraum in Zusammenhang mit dem Kamin. Sie mufs im Innern mit Eisenblech verkleidet sein. Vorliebe für diese Einrichtung ist nicht vorhanden.

Abb. 32 zeigt eine Küche in Obergeschofs-Grundrifs und Längenschnitt, in welcher sich ein aus Aesten geflochtener Sattel-Rauchfang *abmc* von der Herdwand zum Unterzug *mn* erstreckt. Die Pfeile zeigen die Bewegungsrichtung des Herdrauches an. Zwischen Rauchfang und Küchen-Aussenwand befindet sich ein freier Raum, in den der gröfsere Theil des Rauches eindringt. Von hier gelangt er durch die Oeffnung bei *a* in die Räucherammer, aus der er durch Oeffnungen, die in der Aussenwand angebracht sind, entweicht. Soll dem Wirtschaftshaustheil Rauch zur Erwärmung zugeführt werden, so kann dieses durch Oeffnen der Thüren (s. Zeichnung, neben *m*) erfolgen, und bei Bedarf von Rauch zum Trocknen von feucht eingebrachten Garben und von Heu werden im Dachboden über der Küche ein oder mehrere für diesen Zweck bestimmte Dielen theilweise gehoben oder bei Seite gelegt, wonach sich der ganze Dachraum mit Rauch füllen kann. Eine ähnliche Rauchfang-Anlage zeigt die Küchen-Querschnittszeichnung in Abb. 33; hier hat der Raum zwischen Rauchfang-Unterzug und der Wand, die der Herdseite gegenüber liegt,

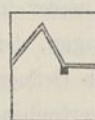


Abb. 33.

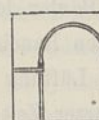


Abb. 34.

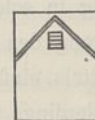


Abb. 35.

eine Decke erhalten. Dasselbe ist der Fall bei Abb. 34, welche zu dem in Abb. 11 Bl. 7 im Grundrifs angegebenen Hause gehört. In diesem ist der Rauchfang als Tonnengewölbe gewickelt und ruht links auf einer offenen Wand zwischen

1) Das Hofgüterwesen im Amtsbezirk Wolfach. Wolfach. 1870. Seite 25.

2) Bei verschiedenen Schilderungen von kaminlosen Holzhäusern in Norddeutschland und Ungarn wird ebenfalls die Nicht-Feuergefährlichkeit derselben betont.

Küche und einem Haustheil, der als Uebergangsglied in dem Hausentwicklungsvorgang, nicht mehr zum Eren und nicht recht zur Küche zählt und wohl als besonderer Hausgang benutzt wird, wozu jedoch kein Bedürfnis vorliegt, oder als Vorrathskammer. Wir haben hier ein Beispiel dafür, daß ein Gebäudeglied zwar die ursprüngliche Bedeutung verloren hat, aber doch noch weiter Verwendung findet und so zunächst „nicht leben und nicht sterben kann“. Es ist diese Erscheinung etwa zu vergleichen mit einem Uhrpendel, dem die treibende Kraft des Gehgewichtes entzogen ist und das trotzdem noch eine Zeit lang weiterschwingt. In der Hausentwicklung verschwindet schliesslich der überflüssig gewordene Raum. Nunmehr überspannen die großen Rauchfänge die ganze Küche der Breite nach, wie Abb. 35 zeigt. So hat auch der Rauchfang einen Einfluss auf den Grundriss ausgeübt.

Meistens befindet sich zwischen Rauchfang und äußerer Hauswand ein freier Raum, wie ein solcher bei Erklärung der Abb. 32 Erwähnung fand, in manchen Fällen reicht der Rauchfang jedoch auch bis an die Hauswand. Ist zugleich auch eine Räucherammer vorhanden, so dringt der Rauch in diese durch

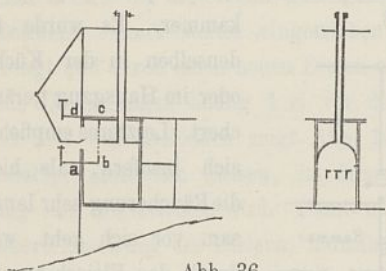


Abb. 36.

Oeffnungen im Rauchfang. In letzteren strömt er auch wohl wieder zurück, um dann theilweise ins Freie, theilweise in das Haus zu dringen. Ein Beispiel für Anlage der Räucherammer im oberen Theil der Küche selbst zeigt Abb. 36; der

Raum *abcd* stellt die Räucherammer dar.

Für den unmittelbaren Rauchabzug aus der Küche in das Freie befindet sich, abgesehen von einem manchmal vorhandenen kleinen Fenster oder von einer Aufsen Thür, welche, wie wir sahen, bei der Grundrissform III häufig, bei der Form IV gelegentlich vorhanden ist, eine besondere Vorrichtung, die darin besteht, daß in der Hauswand Schlitz angebracht sind, wie in Abb. 32 ersichtlich ist. Meistens sind nur wenige derselben vorhanden; gelegentlich befindet sich über ihnen ein kleines Dächelchen gegen das Durchschlagen des Wetters (Abb. 37).



Abb. 37.

Um ein beschleunigteres Abziehen des Rauches zu ermöglichen, wird wohl auch von der Küche aus durch die Aufsenwand ein wagerechter Bretterschlott in das Freie geführt, doch ist diese Anordnung nur selten anzutreffen. Bei Erklärung der Abb. 32 zeigten wir, wie der Rauch vom oberen Küchenraum aus in das Haus dringen kann. Oberhalb der Stube zieht der Rauch — sofern eine Rauchbühne vorhanden ist — unmittelbar in letztere. Im unteren Theil der Küche findet der Hauptrauchabzug in das Haus durch die Thüröffnung statt, welche von der Küche in den Eren führt; von hier aus kann der Rauch das ganze Haus bis unter den First erfüllen. Wenn in den alten Bauernhäusern größere Mahlzeiten zubereitet werden, können Personen, die nicht ständig in solchen Bauten leben, weder in der Küche noch im Hausgang den starken Rauch ertragen, der die Räume erfüllt. Vermittels einfacher Lüftung durch Oeffnen der Thüren ist derselbe allerdings in kurzer Zeit zu vertreiben. Der im Dachraum befindliche Rauch entweicht bei vielen Bauten durch Oeffnungen an dem der Bergseite abgewendeten Giebel, der bei älteren Häusern häufig vollständig offen ist, beziehungsweise

war, denn der Gebrauch, denselben durch Dielen zu schliessen, tritt immer häufiger auf. Bei anderen Häusern sind besondere Rauchöffnungen im Dache vorgesehen. Diese befinden sich zuweilen an den seitlichen Dachflächen, meistens jedoch an einer Giebelseite unter dem Firstende; manchmal treffen wir auch solche Oeffnungen an beiden Firstenden. (Bei Besprechung des Daches soll auf bezügliche Abbildungen hingewiesen werden.)

Wie nun aus Obigem ersichtlich, kann der Rauch in den alten Häusern benutzt werden, um Mensch und Vieh zu erwärmen, um Frucht und Heu zu trocknen; auch macht er bei seinem Durchstreifen des ganzen Hauses sämtliches Bauholz widerstandsfähiger gegen Flammenangriff; aber er wirkt in gesundheitlicher Beziehung nachtheilig, schwärzt alle Gegenstände im Hause und erfüllt namentlich Kleider und Wäsche mit Geruch. Letzteres ist Veranlassung, daß der Sonntagsstaat vielfach in den besonderen, freistehenden Speicherbauten aufbewahrt wird.

Die jetzt vorgeschriebenen Kamine werden in alten Häusern entweder auf ein gemauertes Rauchgewölbe aufgesetzt (Abb. 36) oder sie kommen auf das Dachgebälk zu ruhen; bei Neubauten treffen wir die Kaminaufführung vom Erdboden aus. Die neuen Kamine haben ohne Zweifel zur Folge, daß die schwarzwälder Bauernhäuser mit ihren Eigenthümlichkeiten wesentlich schneller verschwinden werden, als es sonst der Fall wäre. Ein Ersatzmittel für das althergebrachte, soeben beschriebene Austrocknen nafs eingebrachter Frucht ist zur Zeit noch nicht gefunden; als Nothbehelf werden die Garben nun abtheilungsweise um das Kamin aufgehäuft.

Die Feuerwände im Innern der Küchen werden gegenwärtig in Mauerwerk hergestellt; gelegentlich treffen wir diese Neuerung auch bei den Küchen-Aufsenwänden.

Mit Ausnahme einiger kleiner Häuser nach der Grundrissform II haben alle schwarzwälder Bauernhäuser einen Eren (Hausflur, Hausgang); bei zweistöckigen Bauten befindet sich über diesem abermals ein Flur, welcher in Länge und Breite dieselben Maße wie der untere hat. Diese beiden Vorplätze, deren Wandconstruktionen bereits bei den „Innenwänden“ mit besprochen wurden, sind durch ein leichtes Gebälk geschieden, welches nach der Längsachse des Hauses liegt und entweder nur den unteren Hausgang deckt, oder sich auch gegen die hintere Hausseite über Kammern oder Stallung erstreckt. Entsprechend unserer ganzen Auffassung von der Entwicklung der schwarzwälder Bauernhäuser und im Zusammenhang mit der Entwicklung des sächsischen Bauernhauses müssen wir vermuthen, daß dieses Zwischengebälk eine spätere Zuthat ist. Wir trafen auch thatsächlich ein altes Haus, bei welchem die Pfetten der beiden Seitenwände des Eren sich ungleich hoch befinden; das zur Zeit vorhandene Gebälk liegt infolge dessen schräg. Aus der wagerechten Lage der Hausschwellen läßt sich hier mit Bestimmtheit schliessen, daß ein ungleichmäßiges Setzen des Hauses nicht stattgefunden hat; es bleibt daher nur die Erklärung übrig, daß die gegenüberliegenden Gangwandpfetten ursprünglich nicht in unmittelbarer Beziehung zu einander gestanden haben. Die Verbindung beider Flure erfolgt jetzt meistens durch eine Holzterrasse, welche sich im Innern des Hauses an der Stallseite befindet; doch treffen wir auch gelegentlich — namentlich im südlichen Schwarzwald — Häuser an, welche eine Verbindung der beiden Stockwerke am Außern des Gebäudes aufweisen. Diese Anordnung ist auch bei Stallgebäuden mit Kam-

mern zu sehen. Solche Bauten finden wir an den Mündungen der Thäler in die Rheinebene, wo die fränkische Anlage (Trennung von Wohnhäusern und Stallgebäuden) vorhanden ist, während noch zugleich an der althergebrachten schwarzwälder Hausconstruction festgehalten wird. Der Antritt der inneren Treppe findet meistens von der Haupt-Eingangsseite aus statt, in selteneren Fällen von der entgegengesetzten Seite. Solche Treppen befinden sich manchmal unmittelbar vor der Stallthür, auch wird häufig durch die Lage ihres Austrittes der Zugang zu einer Kammer beeinträchtigt. Diese und ähnliche Unzuträglichkeiten deuten darauf hin, daß diese Treppen bei der ursprünglichen Hausanlage vielfach nicht vorgesehen waren. In anderen Fällen geht ihre nachträgliche Einfügung auch hervor aus dem gelegentlich anzutreffenden Balken-Zapfenloch *a* nach Abb. 38. Es

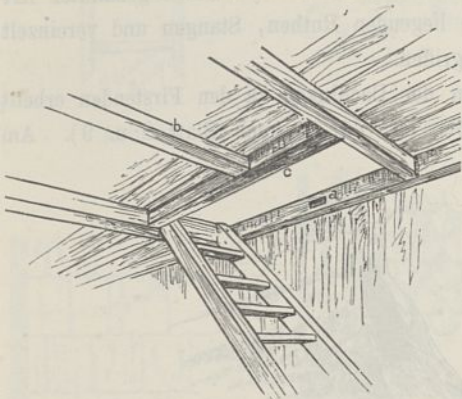


Abb. 38.

zeigt dieses deutlich, daß Balken *b* einstens über den ganzen Hausgang gereicht hat. Solche, sichtlich später hergestellte Treppen finden wir auch bei Häusern, bei denen am Aeußern durchaus kein Anhaltspunkt entdeckt werden kann, daß daselbst jemals eine

Treppe vorhanden war. Wir werden diesen Umstand an anderer Stelle weiter zu verfolgen haben.

Wie Eingangs bemerkt, befindet sich über der Wohnung ein liegender und über der Stallung in den meisten Fällen ein stehender Dachstuhl (Abb. 7 Bl. 8). Der liegende Dachstuhl gilt als der vornehmere. So weist z. B. das stattliche Lindenwirthshaus in Gutach, welches im Anfang des vorigen Jahrhunderts als Gemeindehaus erbaut worden ist, durchgängig den liegenden auf. Der stehende Dachstuhl hingegen ist für den Wirthschaftstheil besonders geeignet, da im unteren Geschofs die Abtheilungswände bei Stallungen und Futterraum und im Dachstock die Wände der Dreschente bequem an den Hochsäulen befestigt werden können, sei es nun, daß letztere vom unteren Schwellenkranz in einem Stamm bis unter die Dachpfetten reichen, oder daß sie — wie es auch gelegentlich der Fall ist — durch die Pfetten des Dachgebälkes unterbrochen werden. Bei dem Holzreichtum des Schwarzwaldes sollte man annehmen, daß die Holzstärken der Dachconstructions bedeutend seien; desgleichen liegt diese Annahme nahe, wenn man an die heftigen Gebirgsstürme denkt, die hier oft die Häuser „ächzen und stöhnen“ machen, oder an die gewaltigen Schneemassen, welche die Häuser oft bis an das Dach einbetten; merkwürdiger Weise sind jedoch die Holzmafse sehr gering. Je älter die Häuser, um so weniger Holzwerk im Dachstuhl und um so schwächere Hölzer daselbst. Die Folge hiervon ist, daß häufig nachträgliche Verstärkungen nothwendig wurden, wie beispielsweise die Abb. 39 zeigt, in welcher die gestrichelten Linien Versteifungen angeben, die mit Dielen hergestellt sind. Dieser Dachstuhl gehört zu einem Hause, dessen Grundriß in Abb. 5 Bl. 7 dargestellt ist. Die Stärke der Hochsäulen ist im Schwarzwald verschieden. In Abb. 40 haben die Firsthochsäulen im Dachstock nur 20/22 cm,

im Erdgeschofs 20/25 cm; bei dem „Seebauern“ (Abb. 15 Bl. 7) 27/33 cm im Dachstock, die Dachpfetten-Hochsäulen sind hier 21/27 cm stark. Zu dem stehenden Dachstuhl ist ferner zu

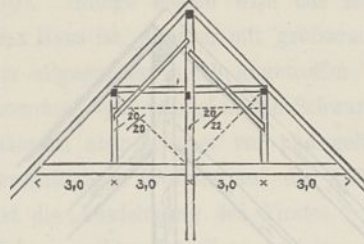


Abb. 39.

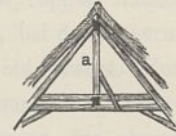


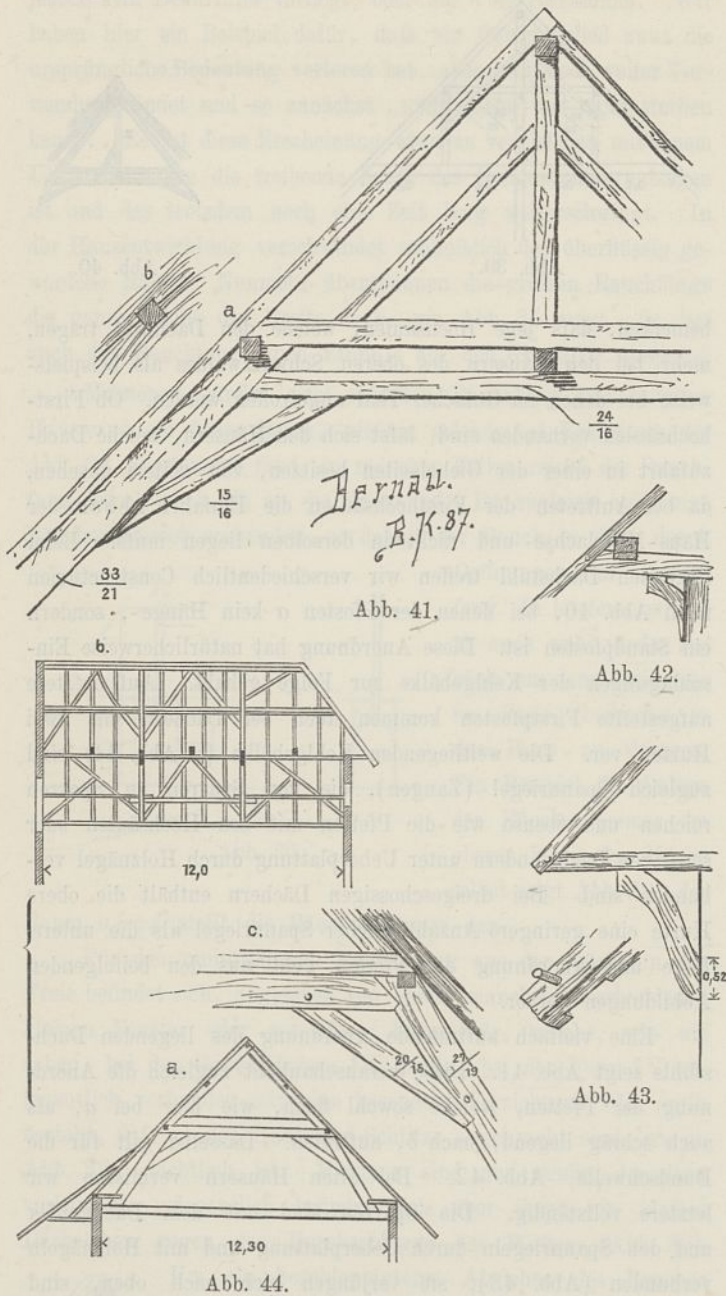
Abb. 40.

bemerken, daß jene Hochsäulen, welche den Dachfirst tragen, mehr bei den Häusern des oberen Schwarzwaldes als beispielsweise bei denen im Gutacher Thal angetroffen werden. Ob Firsthochsäulen vorhanden sind, läßt sich den Häusern, welche Dachzufahrt in einer der Giebelseiten besitzen, von weitem ansehen, da bei Auftreten der Firsthochsäulen die Einfahrt neben der Haus-Mittelachse und nicht in derselben liegen muß. Beim liegenden Dachstuhl treffen wir verschiedentlich Constructions nach Abb. 40, bei denen der Pfosten *a* kein Hänge-, sondern ein Standpfosten ist. Diese Anordnung hat natürlicherweise Einschlagungen der Kehlgebälke zur Folge gehabt. Auf letztere aufgestellte Firstpfosten kommen auch bei Dächern mit zwei Hurten vor. Die weitliegenden Kehlgebälke (s. Abb. 44) sind zugleich Spannriegel (Zangen), die von Sparren zu Sparren reichen und ebenso wie die Pfetten mit den Hochsäulen oder sonstigen Dachständern unter Ueberplattung durch Holznägel verbunden sind. Bei dreigeschossigen Dächern enthält die obere Hurte eine geringere Anzahl solcher Spannriegel als die untere. Lage und Anordnung der Pfetten geht aus den beifolgenden Abbildungen hervor.

Eine vielfach auftretende Anordnung des liegenden Dachstuhls zeigt Abb. 41. Diese veranschaulicht zugleich die Anordnung der Pfetten, welche sowohl flach, wie hier bei *a*, als auch schräg liegend, nach *b*, auftreten. Dasselbe gilt für die Bundschwelle, Abb. 42. Bei alten Häusern vermissen wir letztere vollständig. Die Sparren sind mit dem Dachgebälk und den Spannriegeln durch Ueberplattung und mit Holznägeln verbunden (Abb. 43), sie verjüngen sich nach oben, sind durchschnittlich etwa 12—14 cm stark, und werden oft flach verlegt. Da sie meistens weit auseinander gelegt werden — öfters in Entfernungen bis zu 1,5 m — so müssen zur Unterstützung Spreizen verwandt werden (Abb. 44), die häufig die Form der Andreaskreuze erhalten. Der in letztgenannter Abbildung dargestellte Dachstuhl gehört einem Hause des südlichen Schwarzwaldes an (Schwaigmatt) und zeigt, daß die heutige Dachconstruction Eingang in den Schwarzwald findet. Büge sind im Dachstock vielfach angeordnet, doch im ganzen mehr in der Fläche der Dach-Bünde als zur Längsversteifung des Hauses. Da, wo ein Dachtheil dem Winddruck besonders ausgesetzt ist, treffen wir Dachverstärkungen, wie Streben, Spreizen usw. an. Die meisten Holzverbindungen weisen Holznägel auf.

Die Dachdeckung erfolgt im allgemeinen in jenen Gegenden, in denen viel Landwirthschaft getrieben wird, mit Stroh, in den höheren Gegenden des Gebirges mit Schindeln; doch treten beide Arten auch vielfach nebeneinander auf, und zwar nicht nur an den verschiedenen Häusern eines Dorfes, sondern selbst an den einzelnen Gebäuden. Wegen der leichten Brenn-

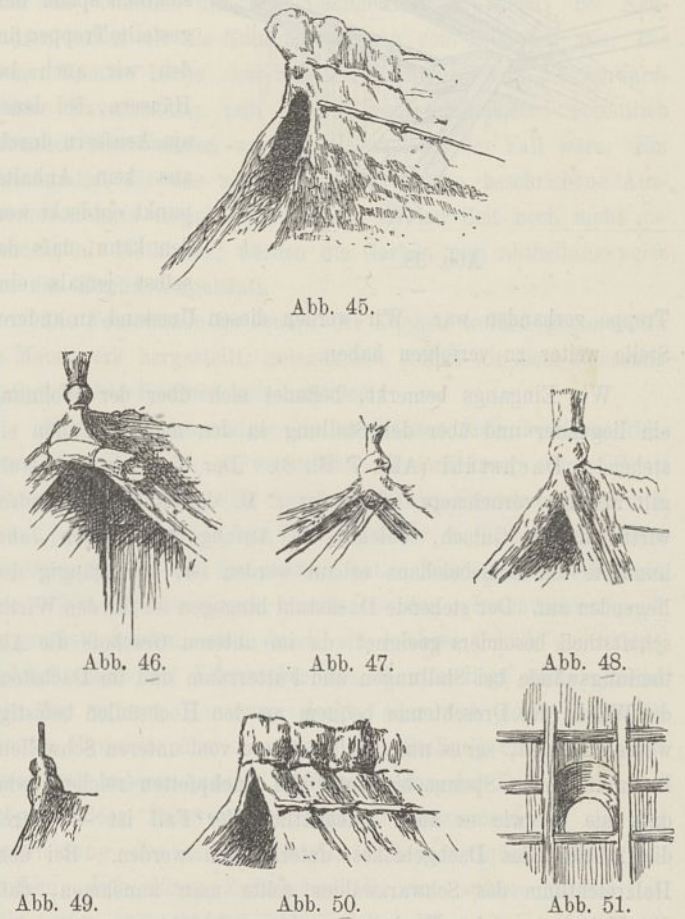
barkeit dieser Stoffe ist auf Ersatz derselben hingearbeitet worden. Einfache Dachziegel lassen den Schnee durchdringen und bieten nicht die genügende Wärme; die von Eisenlohr



empfohlenen Strohlehmschindeln sind nirgends anzutreffen; das einzige neuere Dachdeckungsmaterial, welches gegenüber Stroh und Schindeln in Frage kommt, ist der Falzziegel, doch ist dieser bei den Bauernhäusern noch nicht eingeführt; auch erfordert die Falzziegeldachung kräftigere Hölzer im Dachstuhl als die alten Häuser besitzen. Wie erwähnt, stehen die Schwarzwaldhäuser vielfach ganz vereinzelt inmitten des zugehörigen Grundwesens. In solchen Fällen ist bei Hausbränden ein Feuerfangen des Nachbarhauses ausgeschlossen. Dort jedoch, wo die Häuser nahe bei einander sich befinden, ist große Gefahr vorhanden, daß sie durch herumfliegende Funken oder durch die gewaltige Gluth, welche brennende Holzhäuser mit Stroh- oder Schindeldeckung verursachen, mit entzündet werden. Die alten Häuser mit offenem Feuer waren, wie wir sahen, durch den Rauchfang vollständig gegen eine Feuersgefahr von seiten des Herdfeuers gedeckt; anders verhält es sich nunmehr bei Anlage eines Kamins, aus welchem Funken auf die Dachdeckung fallen können. Es ist daher Vorschrift, um das Kamin herum das Dach mit Ziegeln

oder Blech zu decken. Brennt einmal eines der einzelstehenden Häuser, so ist es bei den meist großen Entfernungen bis zum nächsten Ort, in welchem Feuerwehr vorhanden ist, nicht zu retten; meistens kann es sich daher nur darum handeln, Menschen und Vieh in Sicherheit zu bringen. Erschwert wird dieses bei der alten Stroheckungsart durch das vom Dach herabschiefsende, brennende Deckmaterial, weshalb neuerdings über Haus- und Stallthüre häufig Ziegeldeckung angetroffen wird. Da, wo jedoch auch an diesen Stellen die Stroheckung beibehalten ist, hat man zu einem besonderen Auskunftsmittel gegriffen. Während nämlich bei Herstellung eines Strohdaches die Strohbindel gewöhnlich mit Weidenruthen an die Dachlatten gebunden werden, geschieht über diesen Eingängen die Befestigung mittels Draht, welche Anordnung sich bewährt haben soll. Zur Befestigung des Strohes an dem First wird neben genannter Art auch noch zu außen liegenden Ruthen, Stangen und vereinzelt auch zu Brettern gegriffen.

Die Construction der Dachluken an den Firstenden erhellt aus Abb. 45, 48, 50, 52, 61 (s. auch Blatt 8 u. 9). Am



südlichen Abhänge des Schwarzwaldes ist es Gebrauch, am Firstende eine kleine Stange aufzustecken und diese mit Stroh zu umwickeln (Abb. 46 bis 49). Bei den stolzeren Häusern des Gutacher Thales finden wir den malerischen Reiz derselben durch die freieren Formen der Firstenden noch erhöht, besonders wenn die Strohbindel daselbst sich überbeugen (Abb. 45). Die Ausbildung seitlicher Dachluken geht aus Abb. 51 hervor.

Auch beim Schindeldach wird die alte Rauchabzugsöffnung am First beibehalten, wie Abb. 52 zeigt. Die Schindeln kommen vor in Größen von etwa 18 cm bis zu Brettern über 1 m Länge. Bei Schindeln von 30 cm Länge und 11 cm Breite trafen wir Dachlatten 9 cm breit in lichten Entfernungen von 13 cm. In früherer Zeit wurden die Schindeln häufig mit Holz-

nägeln befestigt. Die Verwahrung an dem First erfordert besondere Sorgfalt, wobei man — wie beim Strohdach — sich der Stangen oder besonderer Bretter bedient. Abb. 53 u. 54

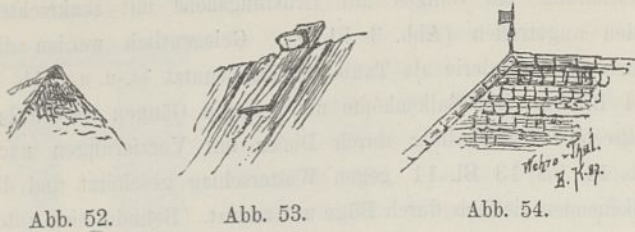


Abb. 52.

Abb. 53.

Abb. 54.

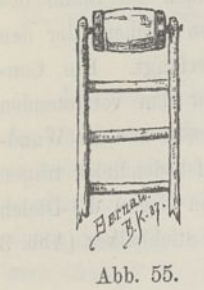


Abb. 55.

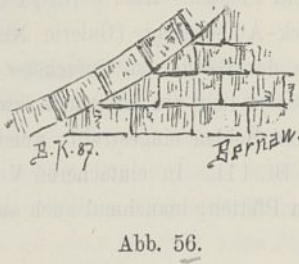


Abb. 56.

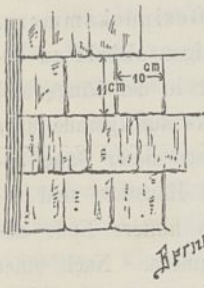


Abb. 57.

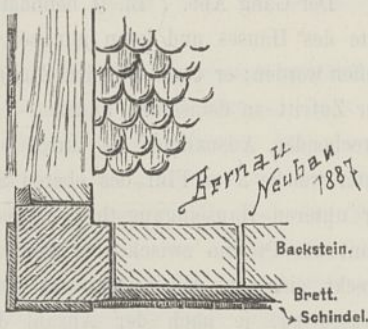


Abb. 58.



Abb. 57.



Abb. 58.

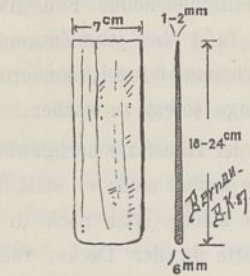


Abb. 59.

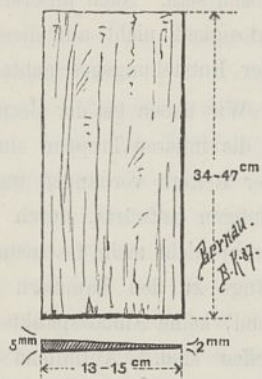


Abb. 60.

geben Beispiele für Deckung an First und Gräten. Die notwendigen Ausbesserungen am Schindeldach werden von Leitern aus vorgenommen, die vielfach zur unschädlichen Fortbewegung auf dem Dache an ihrem oberen Ende eine Walze erhalten (Abb. 55). Aehnlich wie die Schindeldeckung bei den Dächern ist auch diejenige der Wände, Abb. 56 u. 57. Abb. 58 zeigt zwei Arten von Wand- und Schindeldeckung aus neuerer Zeit. Beispiele für Schindelformen geben Abb. 58 bis 60. Zum Alter der Schindeln erwähnt Trenkle<sup>1)</sup>, das Stift St. Peter auf dem Schwarzwald im Jahre 1685 Handel mit Schindeln betriebe.

1) Geschichte der Schwarzwälder Industrie. Karlsruhe: Braun 1874.

Zur Betrachtung der Dachformen übergehend, ist zu bemerken, daß bei den Bauernhäusern im Schwarzwald meistens „Winkeldächer“ vorhanden sind, d. h. der Firstwinkel beträgt 90°. Infolge dessen wird das Dach um so höher, je breiter das Haus ist. Dächer mit größerem Firstwinkel als 90° werden im allgemeinen nicht angetroffen und gothische, spitze Dächer kommen wohl häufig in den Schwarzwaldstädten, bei den Bauernhäusern aber seltener vor und gelten zur Zeit als veraltet. Von wesentlichem Einfluß auf die äußere Erscheinung der Dächer ist die Ausdehnung des Firstes. Bei den Häusern des oberen Schwarzwaldes ist diese geringer als die der Längsachse des Hauses, wodurch häufig unschöne Dachumrisse entstehen (Abb. 61).

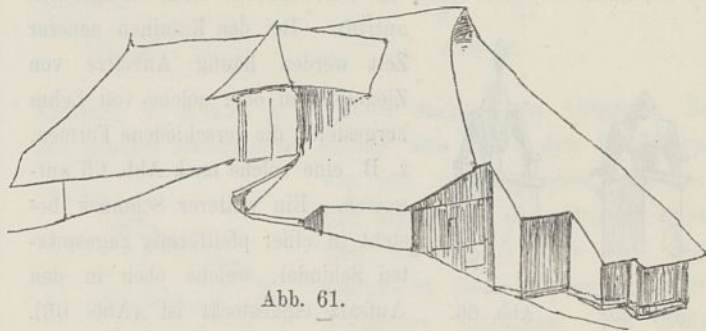


Abb. 61.

Bei den Gebäuden im Gutachthal und in den benachbarten Gegenden finden wir First und Haus vielfach von gleicher Länge, sodafs sich die Firstenden senkrecht über den beiden Hausgiebelwänden befinden (Abb. 1 Bl. 8). Ein feststehender Gebrauch ist nicht vorhanden, namentlich gilt dieses in Bezug auf die Lage des hinteren Firstendes, das auch im Gutacher Thal oft zurückspringt. Firstende und Dachbund fallen häufig auch nicht zusammen. Das vordere Firstende tritt in jener Gegend gelegentlich auch über die Giebelwand vor. Ein Beispiel für das Zurückspringen des vorderen Firstendes hinter die Giebelwand zeigt Abb. 62. Die Dachhaube erscheint am schönsten bei den Häusern aus den Gebieten, in welchen die Grundriffsform IV sich behauptet. Die Abbildungen auf Bl. 8 sowie Abb. 2 Bl. 9 zeigen solche Gutacher Häuser. Auch das Verhältniß der Ent-

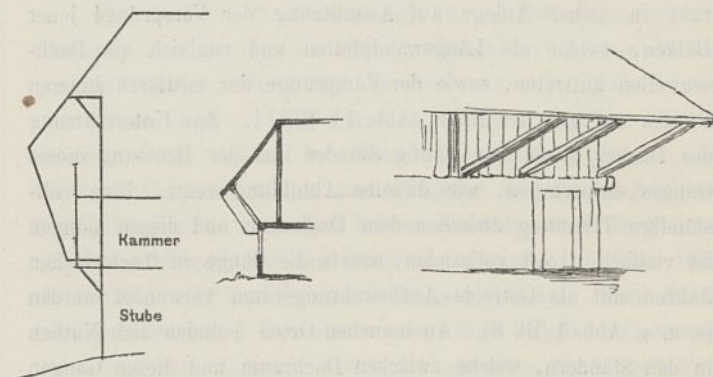


Abb. 62.

Abb. 63.

Abb. 64.

fernung der Dachtraufe vom Erdboden zum ganzen Bau ist hier selbst wirkungsvoller als bei den Häusern im oberen Schwarzwald, woselbst aus Rücksicht auf die Witterungsunbilden das Dach nach allen Seiten möglichst heruntergreift. Bei weiten Schutzvorsprüngen wird das Dach häufig noch besonders abspriefst, s. Abb. 63 u. 64. Solche Spriefsen dienen zugleich zur Auflage von Holzvorräthen. Diese Dachausladungen stehen theilweise auch im Zusammenhang mit den vorhandenen Galerien. Um aus praktischen Gründen möglichst Dachkehlen und Schnee-

winkel zu vermeiden, werden im oberen Schwarzwald alle Nebengebäuden, als Milchhäuschen, Schweineställe usw., ja selbst der Raum zwischen Haus und Berg zu Seiten der Dacheinfahrt unter das Hauptdach gezogen. Dergleichen Dachvorsprünge werden „Schild“ genannt. In manchen Gegenden ist das Dach äußerlich zur Hauptsache des ganzen Gebäudes geworden, sodafs der Wanderer oft auf gröfsere Entfernungen von den Häusern nur Dächer aus der Landschaft emporragen sieht und erst in der Nähe die eigenartigen Schönheiten gewahrt.

Ueber dem Dach erhebt sich bei den grofsen, alten Bauernhäusern häufig (Abb. 7 Bl. 11) ein kleiner Dachreiter mit Glocke, die benutzt wird, um die Efszeiten zu verkünden, wobei zu bemerken ist, dafs man im Schwarzwalde noch Glasglocken antrifft. Bei den Kaminen neuerer

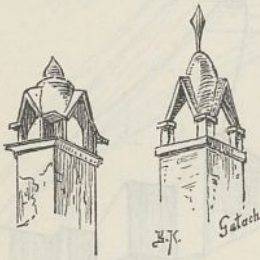


Abb. 65.

Abb. 66.

Zeit werden häufig Aufsätze von Ziegelplatten oder solche von Lehm hergestellt, die verschiedene Formen, z. B. eine solche nach Abb. 65 aufweisen. Ein weiterer Schmuck besteht in einer pfeilförmig zugespitzten Schindel, welche oben in den Aufsatz eingesteckt ist (Abb. 66).

In den oberen Schwarzwald-Gegenden treffen wir vielfach mit Schindeln oder Blech umkleidete, dünne Holzpfosten auf dem Dachfirst an, welche als Stütze für Blitzableiter dienen.

Bezüglich der Aufsengänge (Galerien, Balkone) ist im allgemeinen hervorzuheben, dafs solche bei den Schwarzwaldhäusern einzeln entstanden sind und sich lange Zeit in ihrer Sonderheit erhalten haben. Das Bestreben, sie in Zusammenhang zu bringen — wie solches bei den Schweizerhäusern in so wirkungsvoller Weise auftritt — hat sich erst in verhältnismäfsig später Zeit wirkliche Heimathsberechtigung im Schwarzwalde erworben, ohne jedoch allgemeine Verbreitung gefunden zu haben. Derjenige Aufsengang, welcher als der älteste anzusprechen ist, befindet sich an der vorderen Giebelseite auf Höhe des Dachgebälkes; er nimmt die ganze Front des Hauses ein und beruht in seiner Anlage auf Ausnutzung der Vorsprünge jener Balken, welche als Längswandpfetten und zugleich als Dachschwellen auftreten, sowie der Vorsprünge der mittleren inneren Pfetten auf gleicher Höhe, Abb. 11 Bl. 11. Zur Unterstützung des Daches sehen wir häufig Ständer aus der Brüstung dieses Ganges emporragen, wie dieselbe Abbildung zeigt. Eine vollständige Trennung zwischen dem Dachraum und diesen Gängen ist vielfach nicht vorhanden, sodafs die Gänge in fruchtbaren Jahren mit als Getreide-Aufbewahrungsraum verwendet werden (s. u. a. Abb. 1 Bl. 8). An manchen Orten befinden sich Nuthen in den Ständern, welche zwischen Dachraum und diesen Gängen senkrecht über der unteren Giebelwand stehen und je nach Bedarf zur Einfügung von Dielen als Scheidewand dienen. Neuerdings, und namentlich bei kleineren Häusern, trifft man die Vorderseite dieser Gänge bis unter das Dach verdielt (Abb. 6 Bl. 8). Oft ist auch die ganze obere Giebelwand in die Brüstung dieser Galerie hinausgerückt. Die Brüstung dieses Balkons wird im einfachsten Fall durch einen Holm hergestellt, welcher, wie Galerie Nr. 1 in Abb. 9 Bl. 11 zeigt, von Sparren zu Sparren reicht; meistens wird dieser durch Pföstchen über den Pfettenköpfen unterfangen; hierzu tritt häufig noch in halber Brüstungshöhe eine wagerechte Stange oder ein Brett. So zeigt sich uns

der Dach-Giebelgang bei den meisten alten Häusern; er dient lediglich wirtschaftlichen Zwecken und erhält infolge dessen auch nur sehr selten Verzierungen. Vielfach wird eine Verschalung des Ganges auf Brüstungshöhe mit senkrechten Dielen angetroffen (Abb. 3 Bl. 9). Gelegentlich werden die Enden dieser Galerie als Taubenschlag benutzt (s. u. a. Abb. 2 u. 4 Bl. 8). Die Balkenköpfe unter diesen Gängen werden bei senkrechter Verschalung durch Dielen mit Verzierungen nach Abb. 11 bis 13 Bl. 11 gegen Wetterschlag geschützt und die Balkenenden vielfach durch Büge unterstützt. Befindet sich unter dieser Galerie eine andere, so tritt wohl auch an Stelle des Buges ein Pfosten. Abb. 9 Bl. 11 zeigt einen solchen, der den Dachstock-Aufsengang (Galerie Nr. 1) unterfängt. Die Construction der Gänge ist einfachster Art: über den vortretenden Balkenköpfen liegt ein Längsholz, zwischen diesem und der Wandpfette sind Bohlen eingestreift, welche die Fußbodendielen tragen (Abb. 9 Bl. 11). In einfacheren Verhältnissen liegen die Dielen über den Pfetten, manchmal auch auf einigen Stichbalken (Abb. 3 Bl. 8).

Der Gang Abb. 7 Bl. 9 befindet sich an der Eingangstraufseite des Hauses und kann nur bei zweistöckigen Bauten angetroffen werden; er vermittelt den Zugang zu Gesindekammern. Der Zutritt zu demselben findet — mit wenigen alsbald zu besprechenden Ausnahmen — durch eine Thür in der Längswand statt, welche vom Flur des oberen Stockwerks aus (gerade über der unteren Hauseingangsthür) angeordnet ist; dieser Gang beginnt am Pfosten zwischen Stubenwand und Hausthür und erstreckt sich an der Seitenwand gegen das hintere Ende des Hauses zu, je nach der Anzahl der Kammern. Nach einer Aeuferung von Eisenlohr in seiner genannten Abhandlung sollen die Träger solcher Gänge immer ohne Zusammenhang mit den Gebälken stehen und soll hierin eine gute Sicherheitsmafsregel gegen eine allmählich einschleichende Fäulnis zu erblicken sein. Nach unserer Ansicht fußt aber jene Zusammenhanglosigkeit nicht auf dieser Sicherheitsmafsregel, sondern ist in der Entstehungsgeschichte der Gänge selbst zu suchen.

Wir haben bei der Besprechung der Hausflure nachgewiesen, dafs die inneren Treppen eine spätere Zuthat sind; ob statt ihrer früher Leitern vorhanden waren, wie solche jetzt noch in den Stallungen aufwärts, durch Ausschnitte in der Decke, führen, ist wohl nicht mehr festzustellen; nachweisbar aber sind äufsere Zugänge zu den Kammern auch da, wo, wie in der Gutacher Gegend, keine Anhaltspunkte für äufsere ständige Treppen anzutreffen sind. Auffallend an den Gesindekammer-Gängen ist der Umstand, dafs die Brüstung häufig nur an zwei Seiten vorhanden ist: an der kurzen Seite neben der Hauptthüre und an der Längsseite; dagegen fehlt ursprünglich das Brüstungsstück an der hinteren schmalen Seite, und hier befindet sich nun der Platz, wo der Zugang zur Galerie stattfand. Es geschah dieses aber, wie eben erwähnt, nicht auf einer festen Treppe, sondern entweder auf einer Pritsche vom Berge aus, wie wir es nach Abb. 14 Bl. 11 bei einem Hause noch vorfanden, woselbst zur Zeit allerdings auch diese Galerieseite mit einer Brüstung versehen ist, oder auf einer Leiter, welche wohl für die Nacht entfernt wurde. Die Anlage dieser Kammer-Zugangsgalerie mit äufsere Leiter gehört sicherlich auch erst einer verhältnismäfsig späten Zeit an. Die ursprüngliche Anordnung zeigt beispielsweise der Hof des Mattenbauern in Gutach Abb. 7 Bl. 8. In diesem Gebäude ist im oberen Geschofs nur



eine Gesindekammer vorhanden, die, wie deutlich erkennbar, von außen durch die eingezeichnete Thüröffnung betreten wurde, ohne daß eine Galerie oder eine Treppe jemals vorhanden war. Der Zugang muß auf einer Leiter stattgefunden haben, die an die Thürschwelle gelehnt wurde. Die ausgetretene Schwelle dieser Thür (Abb. 67) zeigt deutlich, daß dieser Zugang viel benutzt worden ist. Jetzt führt vom oberen Hausgang eine Thür in die Kammer; im Innern des Hauses ist eine Treppe vorhanden. Ueber das schrägliegende Hausganggebälk wurde schon früher berichtet.

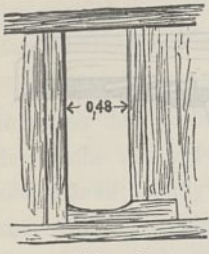


Abb. 67.

Für die nachträgliche Anfügung dieser Gänge spricht auch der Umstand, daß sie vielfach nur in sehr beschwerlicher Weise zu benutzen sind, da sich häufig unter den vorspringenden Dachbündbalken Büge befinden, welche den Verkehr hemmen. In einem ganz alten Hause mit besonders niedrigem Kammerstockwerk (Abb. 3 Bl. 11) fanden wir zwar zur Zeit keine Büge mehr vor, wohl aber in Pfosten und Balken noch die Bugzapfenlöcher.

Um die constructive Verbindung dieser Kammergalerie mit dem Hause zu verstehen, müssen wir festhalten, daß das Zwischengebälk unter den oberen Gesindekammern „den langen Weg“ im Hause liegt. Da die Dachbalken, wie wir sahen, zugleich als Zangen für die Sparren wirken, somit die Querlage derselben durchaus bedingt ist, so war es jedenfalls constructiv richtig, dieses Zwischengebälk in der Längsrichtung zu verlegen. Eine weitere Veranlassung für diese Legungsart war durch das Vorhandensein der Querwände im unteren Geschoss geboten. Indem letztere nun das Zwischengebälk wiederholt unterfangen, konnte dieses schwächer in den Mäßen gehalten werden, wodurch wieder eine Ersparnis an Holz erzielt wurde.

Als die Gesindekammer-Galerie sich vereinzelt Eingang verschaffte, wurde sie auf Stichbalken, mit Unterstützung durch Büge, den Häusern angefügt, ohne die Hauptconstructionen zu beeinflussen, daher der nur äußerliche Zusammenhang der Galerie mit dem Hause. Hätte das Zwischengebälk aus irgend welchem Grunde ursprünglich eine Querlage im Hause erhalten, so wäre es vermutlich ebenso für die Construction dieses Aufsganges ausgenutzt worden, wie es bei dem soeben besprochenen Dachstock-Aufsgang bezüglich der Dachschwellen geschehen ist. Aehnlich wie bei letztgenanntem Gang sind auch bei dem Gesindekammer-Gang Boden und Brüstung hergestellt, doch wird hier schon etwas mehr Gewicht auf künstlerische Ausgestaltung gelegt. Die Brüstungsfüllung wird neuerdings manchmal aus senkrecht stehenden Brettern hergestellt, welche seitliche Verzierungen erhalten; aber auch schon die alten Constructionstheile werden verziert, wie es Abb. 14 Bl. 11 in verhältnißmäßig reicher Weise zeigt. Statt des althergebrachten Zwischenholmes finden sich auch an alten Häusern wagerechte Bretter ohne oder mit Verzierung vor. Auch die Eckpfosten wurden besonders ausgebildet (Abb. 68) und dienen in manchen Gegenden als Dachunterstützungen (Abb. 14 Bl. 11 und Abb. 69). Besondere Schutzdächer an diesen Galerien, wie letztere Zeichnung zeigt, werden selten angetroffen; häufig dagegen wird das Hauptdach über sie fortgeführt (Abb. 70).

Eine weitere Art von Gang ist die sogenannte Brücke, „der Brück“, welche bei Häusern mit hohem Unterstock anzu-

treffen ist und den Zugang zur Haupteingangsthür im Erdgeschoss vermittelt (Abb. 69). Sie vertritt den in Steinen und

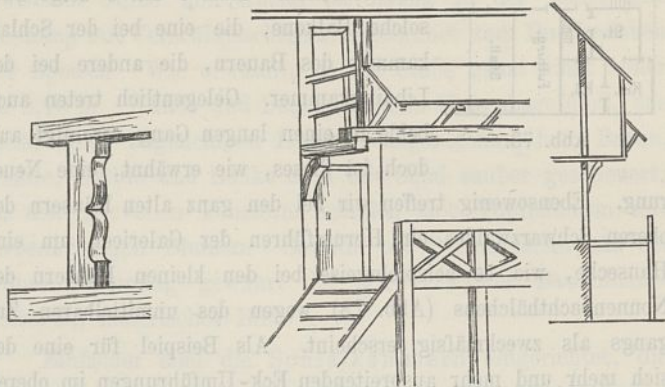


Abb. 68.

Abb. 69.

Erdreich in Abb. 3 u. 7 Bl. 9 dargestellten Aufgang. Bei den großen Bauernhöfen befindet sich neben dem Brück, und von ihm aus zugänglich, Brunnen und Milchstube. Bei kleineren Häusern, wie Abb. 6 Bl. 8 eines zeigt, schrumpfen diese Brücken zu kleinen Vorplätzen zusammen. Der Boden besteht aus Dielen oder Flöcklingen, welche auf einem dem Hause angefügten Gebälk ruhen. Für die Befestigungsart der Brüstungspföstchen geben die Abb. 71 u. 72 Beispiele.

Die Brüstungen selbst werden in derselben Weise wie bei dem eben geschilderten Aufsgang hergestellt.

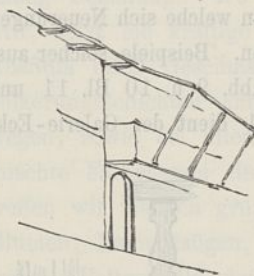


Abb. 70.

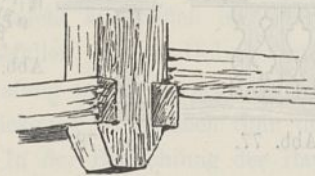


Abb. 71.

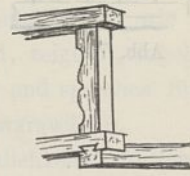


Abb. 72.

Eine weitere Art von Galerien ist auf Bedürfnisse zurückzuführen, welche sich bei der Thätigkeit der Hausfrauen bemerkbar machen; dieses sind die Balkone vor Küchen und vor Wohnungs-Schlafkammern. Erstere sind vor Küchen gebaut, welche sich an der vorderen Giebelseite befinden (Grundrissform IV) und dienen zum Trocknen des Küchengeräths, zum Abstellen u. dgl. Bei hohem Unterbau sind sie vielfach durch eine Treppe mit dem Erdboden verbunden. Auf der Höhe der Balkone trifft man manchmal Brunnen-Ausläufe, sowie Milchhäuschen auf hohem Unterstock; gelegentlich befinden sich letztere auch auf dem Erdreich neben der untersten Stufe genannter Treppe. Die Wohnungs-Schlafkammer-Galerien treffen wir häufiger bei der Hausabtheilung für die Bauersleute, als bei den Libdings. Sie dienen in erster Linie zur Auslüftung und Trocknung von Bettzeug und Wäsche und sind nach Lage der Schlafkammern beim unteren und oberen Geschoss angeordnet (Abb. 1 u. 6 Bl. 8, Abb. 3 u. 5 Bl. 9). Hier hat besonders die „liebe Jugend“ mit den Gepflogenheiten des zartesten Kindesalters für das Bedürfnis eines architektonischen Baugliedes gesorgt. Je nach Erdboden-Bedingnis können die Balkone auch in Verbindung mit dem Erdreich stehen (Abb. 73). Bei den großen Bauernhäusern sind die oberen Kammer-Galerien nur

von den Kammern selbst aus zu betreten, sodafs das Gesinde nie auf sie gelangen kann, ohne die Wohnhaus-Kammern zu

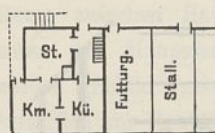
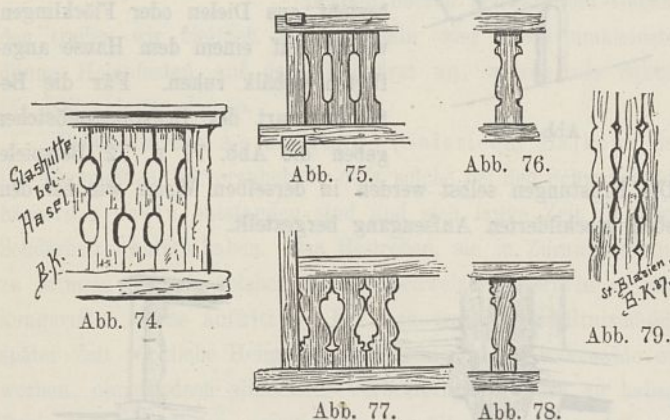


Abb. 73.

durchschreiten. Abb. 3 Bl. 9 zeigt zwei solche Balkone, die eine bei der Schlafkammer des Bauern, die andere bei der Libdingkammer. Gelegentlich treten auch beide in einen langen Gang vereinigt auf, doch ist dieses, wie erwähnt, eine Neuerung. Ebenso wenig treffen wir bei den ganz alten Häusern des oberen Schwarzwaldes ein Herumführen der Galerien um eine Hausecke, wie es beispielsweise bei den kleinen Häusern des Nonnenbachthälchens (Abb. 73) wegen des unmittelbaren Zugangs als zweckmäfsig erscheint. Als Beispiel für eine der sich mehr und mehr ausbreitenden Eck-Umführungen im oberen Geschofs diene Abb. 9 Bl. 11. Die Construction ist hier so überaus einfach, dafs sogar ein Eckpföstchen an der Brüstung fehlt. Dieser Fall zeigt eine Verbindung der Stubenkammer-Galerie mit derjenigen vor den Gesindekammern. — Diese Wohnhaus-Gänge sind es in erster Reihe, an welche sich Neuerungen bezüglich Zierformen Eingang verschaffen. Beispiele solcher ausgeschweifter Brüstungsbretter bieten Abb. 9 u. 10 Bl. 11 und Abb. 74 bis 79. Bei Abb. 10 Bl. 11 dient der Galerie-Eck-



pfosten, der in reicherer Weise verziert ist, zugleich als Stütze für eine Dachpfette. Abb. 80 zeigt einen ausgeschweiften mittleren Gangpfosten. Bei diesen Gängen werden verschiedene Arten von Unterstützungs-Bügen angetroffen. Auch die Verbindung der Gänge selbst mit dem Hause erfolgt auf unterschiedliche Weise, je nach der Stelle, an welcher sie angefügt sind.

Mit Uebergang der in den Wänden sich befindenden Büge, welche oben besprochen wurden, und der Dachbündbüge ohne besonders ausgebildete Formen oder Verzierungen, fassen wir hier jene Büge ins Auge, die an den Aufsenfronten sich befinden und vorspringende Dachbalken, Pfetten oder Galerien unterstützen. In einfachster Form treten diese Büge als schräg-gestellte Pföstchen auf, wie es Abb. 3 Bl. 8 zeigt. Verziert werden sie häufig bei den Galerien, welche sich an der vorderen Giebelseite befinden, durch Einschnitte nach dem Beispiel der beiden mittleren Büge in Abb. 11 Bl. 11. Die beiden äusseren Büge in dieser Abbildung weisen eine reichere Behandlung auf, gleichsam Tauwindungen darstellend. Dieses Aussehen wird gewonnen durch Einkerbungen an den Kanten (Abb. 81). Eine andere Art von Bug-Zierrathen wird erhalten durch Umgestaltung ihrer Grundformen mittels Ausschweifung. In solchem Falle

sehen wir Büge nach Abb. 9 Bl. 11 oder häufiger nach Abb. 42, 43, 69 u. 82; auch Abb. 7 Bl. 9 zeigt bei dem Gesindekammer-Gang einen solchen Bug. An dieser Stelle

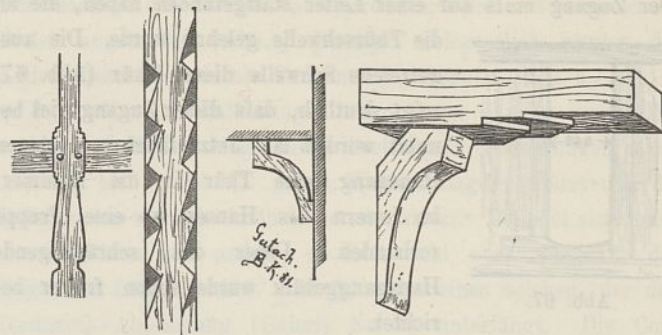


Abb. 80.

Abb. 81.

Abb. 82.

Abb. 83.

sei erwähnt, dafs vielfach verhältnismäfsig starke Ausladungen ohne Anwendung von Bügen auftreten, wie es in Abb. 10 u. 14 Bl. 11 und Abb. 71 vorgeführt wird. Auch treten hier gelegentlich Verzierungen auf, wie z. B. in Abb. 83, die eine Vereinigung von freier Balken-Ausladung mit Benutzung eines Stütz-Buges darstellt.

Was die Anordnung im Innern des Hauses betrifft, so ist vor allen Hausräumen die Hauptstube bemerkenswerth. Hier hält sich die Familie des Hausherrn auf, hier befand sich das Familienbett — wie es bei einfachen Verhältnissen noch heutigen Tages vorkommt —, hier werden gemeinschaftlich mit dem Gesinde in der mehrfach erwähnten Herrgottsecke die Mahlzeiten genommen. Abb. 1 u. 3 Bl. 10 zeigen diese Ecke. Die Nische im Eckpfosten ist meistens offen, doch treffen wir sie auch mit einem Holz- oder Glasthürchen verschlossen an. In den katholischen Gegenden birgt die Nische ein Crucifix, woher der Name „Herrgottseck“ stammt; auch Rosenkränze, Breviere usw. finden sich vor. Gelegentlich ist das Crucifix auch über der Nische angeordnet (Abb. 3 Bl. 10). In protestantischen Häusern werden hier meist die frommen Bücher aufbewahrt. Eine grosse Bibel findet auch wohl auf Holzzapfen über der Nische ihren Platz (Abb. 1 Bl. 10). Solche Nischen treffen wir nicht nur im Eckpfosten, sondern gelegentlich auch in anderen Wandpfosten an. Abgesehen von dem „Herrgottseck“ äussert sich der Einfluss der Religion auch im Heiligenglauben; so mögen hier die Buchstaben C + M + B für Caspar, Melchior, Balthasar Erwähnung finden, die Namen der drei Weisen aus dem Morgenlande, die besonderen Schutz gewähren. Diese Buchstaben sind vielfach an Thüren oder über denselben anzutreffen. Auch findet man noch gelegentlich drei Kreuze als Schutz gegen den Teufel. — Unterhalb der Wohnstubenfenster sind Bänke angebracht, vor denen in der Ecke der Familientisch steht (Abb. 3 Bl. 10). Dieser ist einfach gezimmert, vielfach unter der Tischplatte mit zwei weiteren, nebeneinander liegenden Platten versehen, die an den Stirnseiten des Tisches herausgezogen, als Fortsetzung des Tisches dienen. Eine einfache Keilvorrichtung unterhalb der Platten bewirkt, dafs im aufgezogenen Zustand die drei Platten oder, je nach Bedürfnis auch nur eine Seitenplatte, mit der Hauptplatte in einer Ebene liegen. Diese Construction ist bei guter Ausführung auch für heutige Efszimmer zu empfehlen. Unter der Tischplatte hat der Schwarzwälder meist eine Schublade, in welcher sich ein Laib Brod befindet. Die Efsbe-

stecke der Bauern und Familienangehörigen werden vielfach, in Lederriemen steckend, neben dem Herrgottswinkel und in den Fensterleibungen aufbewahrt. Ein Messer liegt wohl auch beim Brod in der Schublade. Das Gesinde bringt sich häufig das (natürlich sehr einfache) Besteck selbst zum Essen mit. Zum Schneiden dient ein großes Taschenmesser.

Wir haben unserem Stubenbilde als besonders eigenthümlich den großen Kachelofen hinzuzufügen, welcher von der Küche aus gefeuert wird. Zu Seiten desselben befinden sich Bänke; häufig ist in Verbindung mit diesen ein Gestell zum Aufhängen von nasser Wäsche angeordnet. Oftmals hängt ein solches auch von der Decke herab (Abb. 2 Bl. 10). Neben dem Ofen, sowohl in Verbindung mit ihm, als auch für sich, ist meist die, oder nach dem Sprachgebrauch des Schwarzwaldes, „der“ Kunst angebracht. Derselbe besteht in mit Kacheln verkleideten Warmluft-Zügen, welche mit dem Herd in Verbindung stehen, zugleich mit diesem erwärmt werden und bei geringer Kälte zur Erheizung der Stube genügen. Der Kunst ist im Schwarzwalde an vielen Orten erst im Laufe dieses Jahrhunderts eingeführt worden und hat, namentlich in den südlichen Gegenden, manchmal in Verbindung mit Sitzbänken, eine ganz bedeutende Ausdehnung, wie Abb. 84 zeigt. Ein Nebenzweck kann bei ihm sein, als

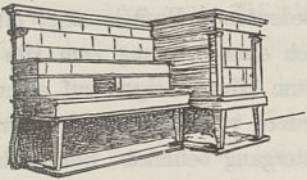


Abb. 84.

Stufen zu dienen, um über den Ofen hinweg durch eine Oeffnung in der Decke in die obere Schlafkammer zu gelangen. In einem Hause fanden wir diese Einrichtung aus den vierziger Jahren dieses Jahrhunderts stammend; im allgemeinen tritt

sie aber jetzt nur noch als Ausnahme auf und ist der Anlage einer Treppe (Stiege), welche sich meist in einem Verschlag mit Eingangsthür befindet, gewichen (Abb. 7 Bl. 8). Abgesehen von dem noch manchmal in der Stube vorhandenen Familienbett, treffen wir in ihr gelegentlich auch noch einfachere Schlafvorrichtungen an. Abb. 2 Bl. 10 zeigt Bänke um den Ofen, welche zum Sitzen und zum Liegen dienen; bei Abb. 4 Bl. 10 ist an der Wand eine obere aufklappbare Schlafbank vorhanden, die weitere Abb. 8 Bl. 10 zeigt eine Bretterwand mit Thüre an einem ganz schmalen Bett, welches sich an der Wand zwischen Stube und Hausgang in der Stube selbst neben dem Ofen befindet.

An Stuben-Mobiliar sind aufer Tischen (theilweise zum Aufklappen, Abb. 85) und Bänken, welche vielfach als Truhen eingerichtet sind, sowie aufer den einfachen Holzstühlen noch gelegentlich auftretende „Wandkästchen“ zu erwähnen, in denen sich auch wohl der Hausbedarf an Kirschwasser befindet. Ferner wird, namentlich im südlichsten Schwarzwald,

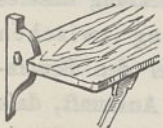


Abb. 85.

häufig der Geschirr-Schrank als Buffet in die Stube verwiesen. Anderwärts treffen wir denselben mehr in der Küche oder im Eren an. In der Stube findet sich meistens eine Schwarzwälder-Uhr vor, die entweder an der Wand aufgehängt ist, oder in einem hohen Kasten auf dem Fußboden aufsteht. Es werden auch zwei, drei oder vier Uhren in einer Stube angetroffen, von denen jedoch sich angenehmerweise wohl nicht mehr als zwei in Gang befinden. Ge-

legentlich finden wir die Standuhren auch in die Wand zwischen Stube und daneben befindlicher Kammer eingesetzt. Zwischen Stube und Küche ist häufig in der Wand eine Oeffnung mit Verschlussschieber angeordnet zum Durchreichen der Speisen. Wie erwähnt, ist die Stube meist nicht höher als 2,10 m. Wände und Decken sind in Holz ausgeführt, das meist einen angenehmen Localton angenommen hat; Boden, Tische, Stühle und Bänke sind mit Sand sauber gescheuert; an den reizvollen Fenstern befinden sich Topfpflanzen mit farbenkräftigen Blumen. Sowohl bei Sonnenschein als bei trüber Stimmung gewährt die schwarzwälder Bauernhausstube ein malerisches Bild.

Einfacher sind die Schlafkammern eingerichtet, die keinen Schmuck besitzen und nur mit der nothwendigsten Ausstattung an Bett, Schrank (in Süddeutschland „Kasten“ genannt) und Stühlen versehen sind; gelegentlich wird auch eine Truhe angetroffen. Letztere sowie der Kasten haben häufig Bemalung. Wo eine solche im Schwarzwalde auftritt, zeigt sie kräftige Farbenwirkung. Es ist dieses der Ausfluß einer Geschmacksrichtung, die wir bei allen Bevölkerungsschichten antreffen, die sich viel im Freien bewegen, sowie bei allen Baustilen, die nicht durch die gemischte Farbenscala des Rococo beeinflusst sind. — Hier treffen wir vielfach grünen Anstrich mit rothen und weißen Blumen, Namenszügen, Jahreszahlen, Sprüchen usw. Auch bemalte Bettgestelle werden vorgefunden, doch ist kennzeichnender für diese eine Verzierung mit schlecht verstandenen Renaissance-Motiven. Beiläufig sei bemerkt, daß wir an Möbeln, wie Kinderbetten, Kinderlaufstühlen und dgl., noch manche Einrichtung finden, die anderweitig in dieser Weise wohl nicht anzutreffen ist. Selbst Kleinigkeiten, wie z. B. Mäusefallen, die aus Holz gefertigt sind, zeigen „eingehende Vertiefung in die vorliegende Aufgabe“ und sprechen für den entwickelten technischen Sinn der Schwarzwälder.

In der Betrachtung der Hausräumlichkeiten fortfahrend, müssen wir hervorheben, daß Hausgänge, namentlich bei der Grundriffsform IV, oft von ganz besonderer Größe vorhanden sind. In einem Bauernhause trafen wir, bei einer Haustiefe von 17 m, den alten Eren noch in einer Breite von 2,70 m. Bei solchem Raumüberfluß dient der Gang wohl auch zum Aufbewahren von allerlei Geräthen und Fahrgeschirren und wird vielfach nicht vollständig ausgenutzt. Letzteres gilt auch für die Nebenkammern, welche zwischen Hausgang und Stallung liegen, und für die oberen Gesindekammern, die bei der mangelhaften Beleuchtung, den rauhen Wänden und dem wenigen, selten benutzten und verstaubten Mobiliar meistens recht vernachlässigt erscheinen.

Zur Construction der Feuerungsanlagen ist bei den großen Kachelöfen in der Wohnstube zu bemerken, daß in den alten kaminlosen Häusern der Rauch des Ofens einfach in die Küche austritt. Die „Kunst“-Anlage trafen wir in der Wohnstube sowie manchmal in einer neben der Stube befindlichen Kammer, doch treten auch beide Einrichtungen neben einander auf. Das Lidging erhält, wie erwähnt, im allgemeinen seine Wärme lediglich durch die Küchentür, während die Kammern nur durch die von der Küche aus sich im Hause verbreitende Wärme gegen die Winterkälte geschützt werden. Gelegentlich treten jedoch auch Absonderlichkeiten auf, so zeigt Abb. 10 Bl. 7 in der mittleren Kammer

des Erdgeschosses einen Ofen, der vom Hausgang aus gefeuert wird. Ueber der Anfeuertür befindet sich ein Loch vom Ofen durch die Wand in den Hausgang, durch welches der Ofenrauch in den Hausgang dringt, der in diesem Falle als Kamin dient.

Während die Einrichtung eines Abortes in früheren Zeiten bei den Bauernhäusern nicht bestand, sieht man jetzt vielfach Aborte in Anbauten über dem Dunghaufen oder neben den Schweineställen; sie stehen meist in Verbindung mit dem Bruck. In einem Falle trafen wir diese Räumlichkeit im Innern des Hauses neben dem Hausgang.

Der Dachraum des Hauses dient vollständig der Wirthschaft und erhält, wie schon erwähnt, meistens eine Zufahrt für Fuhrwerke. In den häufigsten Fällen steht das grofse Bauernhaus mit dem hinteren Giebel gegen den Bergabhang, wie beispielsweise Abb. 1 Bl. 9 zeigt; doch kommen auch, und zwar in gewissen Thälern recht häufig, Fälle vor, in denen die Einfahrt in den Dachraum über der Wohnung stattfindet. Es werden auch Gebäude mit seitlicher Einfahrt, ja sogar solche mit der Einfahrt über einer Hausecke angetroffen. Das Einfahren mit den Fruchtwagen in den Dachraum wird für so wichtig gehalten, dafs bei Häusern, die auf ebenem Erdreich erbaut sind, vielfach hohe Rampen errichtet worden sind, von denen Brücken in das Dachstockwerk führen. Die Einrichtung des Dachstockes erhellt aus Abb. 86 u. Abb. 16 Bl. 11. Zu beiden Seiten der Dresch-

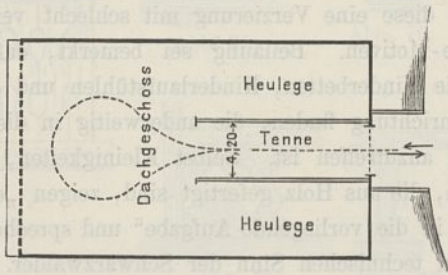


Abb. 86.

tenne (Einfahrt) erhebt sich eine Holz-Brüstung etwa 1,5 m hoch. Der Vortheil der ganzen Dachstockausbildung besteht darin, dafs Heu und Getreide vom Wagen, welcher in die Dreschtenne eingefahren wird, unmittelbar im Dachstock neben und über dieselbe abgeladen werden kann. Soll später gedroschen werden, so sind die Garben ebenfalls zur Hand und nach dem Dreschen braucht das Stroh auch wieder nicht weit gehoben zu werden. Der Nachtheil dieser Anlage beruht — wenn der durch das Dreschen verursachte Lärm über den Köpfen der Bewohner nicht veranschlagt wird — darin, dafs der Dresch-Staub durch den Boden hindurch nach abwärts getrieben wird. Der nicht von der Dreschtenne und den neben ihr befindlichen Heu- oder Stroh-„Legen“ eingenommene Raum wird als Wagenschuppen und als Lagerraum für Geräthschaften benutzt. Bei reichen Bauernhäusern ist dieser Platz ungemein grofs, sodafs, wie Abb. 86 in den punktirten Linien zeigt, Fruchtwagen umgewendet werden können. In anderen Fällen sehen wir von hier jedoch wegen Raummangels eine Wagendeichsel in ihrer ganzen Länge zum offenen, vorderen



Abb. 87.

Fällen sehen wir von hier jedoch wegen Raummangels eine Wagendeichsel in ihrer ganzen Länge zum offenen, vorderen

Giebel herausragen, ähnlich wie es bei dem kleinen Schopf in Abb. 7 auf Bl. 7 der Fall ist. In getreidereichen Jahren wird genannter Dachbodenraum auch als Fruchtspeicher und im allgemeinen noch als bevorzugter Trockenraum benutzt. Zur Ersteigung des Dachfirstes im Innern treffen wir den Leiter- oder Kletterbaum nach Abb. 87 an einem First-Säulenbaum. Bei Gladbach, Schweizer Holzstil I, ist ein ebensolcher abgebildet.

Bei zweistöckigen Häusern oder bei solchen mit durchgehendem Zwischengeschofs, welches über der Wohnung als Rauchbühne dient, reichen die Heulegen aus dem Dachstock herab bis auf das Stallgebälk und ziehen sich unter dem Boden der Dreschtenne hin (Abb. 16 Bl. 11).

Was die Stallanlagen betrifft, so nehmen den grössten Theil der Bodenfläche im Erdgeschoss vielfach die vom Bruck aus zu betretenden Rindviehställe ein mit dem zwischen ihnen befindlichen Futtergang; Rofsställe finden sich seltener vor. Näheres über Anlage der Grofsviehställe ergibt sich aus den auf Bl. 7 dargestellten Grundrissen. Abb. 2 daselbst zeigt die meist grofs und tief angelegten Krippen der Futterständer, welche gegen den Futtergang durch Läden abgeschlossen werden können. Abb. 16 Bl. 11 enthält im Erdgeschoss (rechte Hälfte, Schnitt durch den Stall) die Krippen und die Oeffnungen in den Futterständern. Ueber den Futtergängen, welche meistens bedeutende Breitenmasse, oft über 4 m, aufweisen, befindet sich eine Oeffnung zum Hinunterwerfen des Futters, sowie zum Hinaufsteigen auf einer Leiter, oder auch zum Durchbefördern von Garben und Stroh, wenn sich die Dreschtenne im Futtergang befindet. Bezüglich weiterer Einzelheiten in den Stallungen können wir auf die Aufnahmen im Eisenlohrschen Werk, welche diese Anlagen in deutlicher Weise vorführen, verweisen. Schweineställe sind häufig unter einer Verlängerung des grofsen Daches angebaut; im Winter werden die Schweine auch manchmal in Verschlägen im Küchenraum untergebracht. Räume für die Ziegen sind meist an irgend einem gerade geeigneten Platz in den Grofsviehställen angeordnet. Daselbst finden unter den Decken auch häufig die Hühnerställe ihren Platz, zu denen der Zugang auf den bekannten kleinen Pritschen (schräg gestellte Bretter mit Querleisten) erfolgt, welche an der Längswand des Hauses von aussen oder an der Gangstallwand im Hausgang oder im Stall angebracht sind. Der Taubenschlag ist, wie schon bemerkt, meist an der Hauptgiebelseite und zwar in einer oder auch in beiden Ecken der Dachstock-Galerie angebracht.

Von besonderem Interesse für die Entwicklung unseres Bauernhauses ist die Verkehrs-Verbindung zwischen Wohnung und Stall. Wenn man sich bei den Bauernleuten hiernach erkundigt, so erhält man die Auskunft, dafs der bessern Ueberwachung des Viehes wegen eine unmittelbare Verbindung innerhalb des Hauses wünschenswerth sei, sowohl in Rücksicht auf schnelles Eingreifen bei einem etwaigen Einbruch oder auch, um sofort zur Stelle zu sein, wenn sich das Vieh losreißt, sowie bei Krankheiten des Viehes usw. Ueber die Lage dieser Verbindungsthüren wurde oben berichtet. Trotzdem bei den Stallthüren, welche in das Freie führen, häufig innen noch eine Strohhüre angeordnet ist, so wird doch verschiedentlich angenommen, dafs es gegen den Einfluss der Winterkälte vortheilhaft sei, die Thür-

öffnungen in das Freie bei der Bedienung des Viehes vollständig entbehren zu können, namentlich wenn die Kühe „gekalbt“ haben. Sehen wir uns jedoch die Hausentwicklung selbst an, so finden wir, daß trotz dieser einleuchtenden Gründe sich thatsächlich immer mehr eine Absonderung von Wohnung und Stall mit Verdrängung der Verbindungsthüren im Innern des Hauses unter dem Jahrtausende alten Cultur-Ziel der Scheidung von Menschen und Vieh entwickelt.

Bei der Grundriffsform III mit Stall unter der Wohnung finden wir wohl noch bei älteren Häusern eine innere Treppe, die unter einer Fallthür vom Hausgang in den Stall führt; bei neueren Bauten kommt diese jedoch in Wegfall. Bei den Häusern mit Stallung hinter der Wohnung geht zunächst aus der Hauseinrichtung hervor, daß die Beaufsichtigung des Viehes nicht den Knechten und Mägden überlassen wird, denn sonst müßten von den oberen Gesindekammern Thüren in die Heulegen führen, von wo aus auf einer Leiter der Futtergang und von hier die Stallungen zu erreichen sind, was nirgends der Fall ist. Bei den unteren Gesindekammern müßte wenigstens eine Oeffnung (vielleicht mit Schiebeläden) vorhanden sein, um das Vieh beobachten zu können. Von alledem ist nichts anzutreffen. Die besondere Pflege des Viehes haben sich die Bauersleute eben selbst vorbehalten. So führt denn auch bei alten Häusern je nach der Grundriffs-eintheilung von der Wohnung oder vom Eren oder von einer als Durchgang zu benutzenden Kammer eine Thür in den Stall. Allein diese Thüren sind vielfach jetzt ganz außer Gebrauch gesetzt und bei neueren Häusern unterbleibt ihre Anlage vollständig.

Bei der Scheidung des Wohnungs- vom Wirtschafts-Haustheiles herrscht nun das Bestreben vor, die sämtlichen Räume des Wohnungs-Haustheils in Beziehung zu einer festen Treppe im Innern der Wohnung zu setzen. Während bei den alten Häusern, sofern sie zwei-stöckig sind, der Bauer zu seiner oberen Schlafkammer innerhalb der Stube emporsteigt und früher die Zugänge zu Gesindekammern, Heulege und Dachstock auf verschiedenen Leitern stattfand, gewinnt in der Folgezeit die im Eren eingefügte Treppe immer mehr an Bedeutung. Zunächst verschwinden alle äußeren Leitern und Treppen, sowie solche Zugänge, welche von dem rückseitigen Bergabhang auf Gänge vor die Kammern führen. Schliesslich wird auch auf die innere Stubenstiege verzichtet, und die Hausgangtreppe erlangt nun eine Bedeutung wie die Haupttreppe in dem jetzigen Familien-Wohnhaus.

### III. Äußere Erscheinung der Schwarzwaldhäuser und Geschichtliches.

Die Gesamtwirkung der Schwarzwaldhäuser ist, wie aus den begleitenden Zeichnungen auf Bl. 8 u. 9 wohl zur Genüge hervorgeht, eine malerische zu nennen. Schwer und ernst stehen sie da in den herrlichen Schwarzwaldbergen, die im Vergleich zu den Schweizer und Tiroler Bergen ebenfalls einen breiten, behäbigen Charakter zeigen. Jeder Bauernhof ist ein kleines für sich abgeschlossenes Fürstenthum mit Regent, Thronfolger und Ruhesitz für die Alt-Bauersleute, welche die harte Arbeit nunmehr der jugendlichen Faust des Stammhalters überlassen haben. Nebenbei sei bemerkt, daß

hier vielfach Minoratswirtschaft angetroffen wird. Aenderungen in der Bauweise haben sich früher langsamer als heutigen Tages vollzogen, da Industrie und Handel, unterstützt durch die neueren Verkehrs-Erleichterungen, den städtischen Steinbau in die Berge tragen und die alten Anlagen verdrängen, nachdem der Grundrifs nach Form III schon längst siegreich vorgedrungen ist. Daß die Gebäudeconstruction sich durchgehends länger als die Hauseintheilung behauptet hat, liegt jedenfalls in der Natur der Verhältnisse, denn da, wo nach fränkischer Art die Trennung von Wohnhaus und Wirtschafts-bau in das Gebiet der alten schwarzwälder Häuser eindringt, treffen wir den Block-Ständerbau bei den einzelnen Gebäuden. Es ist bezeichnend für den Drang zur Verfeinerung der Cultur, daß im hohen Schwarzwald die Blockbalken zwischen den Ständern zuerst bei den menschlichen Wohnungen, dann auch bei den Stallungen mehr und mehr verschwinden und sich jetzt nur noch bei den sogenannten Speicherbauten erhalten. Je niedriger der Schwarzwald nach Norden wird, um so mehr tritt der Block-Ständerbau zurück und ist durch den Fachwerkbau ersetzt; doch treffen wir die Spuren der alten Bauweise selbst noch im allernördlichsten Theil, wie beispielsweise in Loffenau.

Gelegentlich der Dachbesprechung im zweiten Abschnitt wurde bereits erwähnt, in welcher Weise die Lage der First-Endpunkte die Umrisslinie des Hauses beherrscht. Ein weiteres dabei in Betracht kommender Umstand ist die Längenausdehnung des Hauses. In den Gegenden, in denen Großlandwirtschaft betrieben wird, zeigen infolge des größeren Viehreichthums — namentlich wenn auch „Rofsställe“ vorhanden sind — die stattlichen Bauernhöfe eine große Längenausdehnung, wie aus Bl. 8 u. 9, sowie aus Abb. 88 u. 89

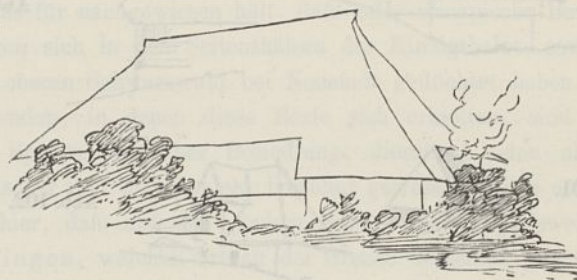


Abb. 88.

hervorgeht. Bei den kleinen „Häusler“-Gebäuden ist häufig Längen- und Höhengausdehnung gleich. In den höheren Gebirgsgegenden, in denen die Landwirthschaft an Bedeutung zurücktritt, ist die Gebäudehöhe vielfach größer als die Haus-Längsachse. Abb. 15



Abb. 89.

Bl. 11 zeigt ein solches Beispiel aus „Altglashütte“ am östlichen Abhang des Feldbergs.

Von wesentlichem Einfluß auf das Gesamtäußere der Schwarzwaldhäuser ist ferner ihr Unterbau, der inmitten der breiteren Thäler häufig vollständig fehlt oder nur ganz niedrig ist (s. Abb. 7 Bl. 8 und Abb. 1 Bl. 9). Je steiler aber der Abhang sich erhebt, an dem die Häuser aufgebaut sind, um so höher ist ihr Unterbau und um so freier und stolzer ist

ihre Erscheinung (Abb. 90). Bei den verschiedenen Beispielen von Schwarzwaldhäusern, welche die Abbildungen 91 bis 102

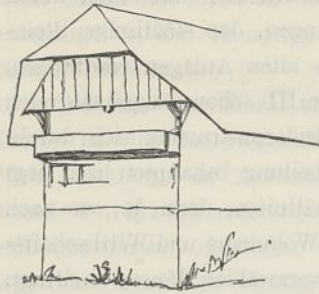


Abb. 90.

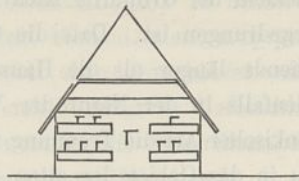


Abb. 91.

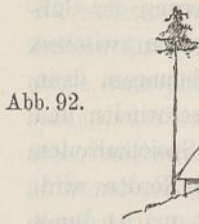


Abb. 92.



Abb. 93.

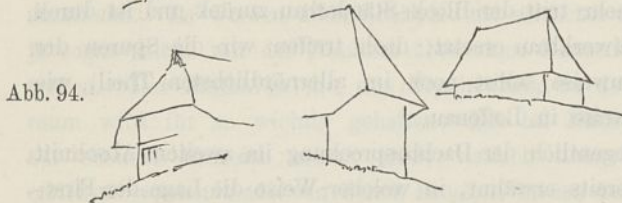


Abb. 94.

Abb. 95 u. 96.

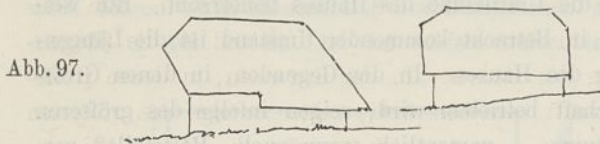


Abb. 97.

Abb. 98.

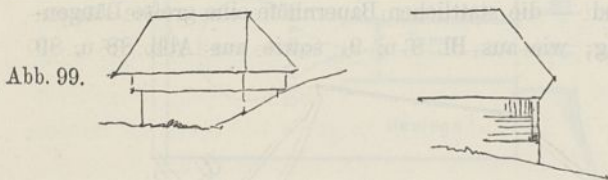


Abb. 99.

Abb. 100.



Abb. 101.

Abb. 102.

und Abb. 17 u. 18 Bl. 11 liefern, sehen wir in einigen derselben Uebergangsformen zu neueren Bauten, welche den städtischen Häusern nachgebildet sind. Vertreter der letzteren Richtung hier beizubringen, ist überflüssig, da sie den einfachsten, unschönsten Zweigiebelhäusern unserer Vorstädte mit wenig oder gar nicht abgewalmtten Satteldächern entnommen sind; ihre Erscheinung ist „kühl bis ans Herz hinan“. Sie bürgern sich zunächst in den industriellen Gebieten des Schwarzwaldes ein. Einen gewissen künstlerischen Reiz werden wir jedoch jenen neueren Bauernhäusern nicht absprechen können, welche zwar beim Hauptgeschofs Mauerwerk mit weißer Tünche aufweisen, aber sonst alle Maßverhältnisse und das große überhängende Dach der alten Bauweise beibehalten haben. Solche Häuser mehren sich ebenfalls von Jahr zu Jahr; ein Beispiel vom südlichen Schwarzwaldabhang zeigt Abb. 19 Bl. 11.

Die äußere Erscheinung unserer Bauernhäuser wird ferner beeinflusst durch Vorbauten, von denen einer auf

Bl. 7 bei Grundrifs 12 verzeichnet ist; solche Vorbauten reichen bis an das Dachgebälk und kommen bei den sämtlichen Grundrifsformen vor, in manchen Gegenden sogar recht häufig. Abb. 63 zeigt ihr Auftreten bei einstockigen, Abb. 7 Bl. 8 bei zweistöckigen Bauten. Als Vorbauten sind auch die großen Dachgaupen der Einfahrtsthore zum Dachstock zu betrachten. In manchen Fällen wird die ganze Einfahrtsbrücke überbaut und das Thor vorgerückt (Abb. 5 Bl. 8). Abb. 102 zeigt ein kleines Haus, bei dem Frucht und Heu von Hand durch den Vorbau in den Dachstock befördert wird.

Außerdem treffen wir besondere Baulichkeiten, wie Schweineställe, Milchhäuser, Brunnen mit Viehtränke u. dgl., welche sich namentlich in den höheren Gegenden des Schwarzwaldes unter dem Dachschild befinden, sonst aber häufig auch als Nebenbauten auftreten. Zu letzterer Art gehören auch Mühlen- und Speicherbauten. Unter diesen Speichern („Spicher“), die zur Aufbewahrung von Korn, auch Kleidungsstücken u. dgl., dienen, befinden sich an manchen Orten Keller. Als weitere besondere Bauten sind die kleinen Capellen zu nennen, welche sich früher wohl bei allen größeren Bauernhöfen befunden haben. Im Bärenthal treffen wir noch heutigen Tages eine größere Zahl derselben an. Die Abbildungen 103 bis 107 zeigen einige Beispiele der-

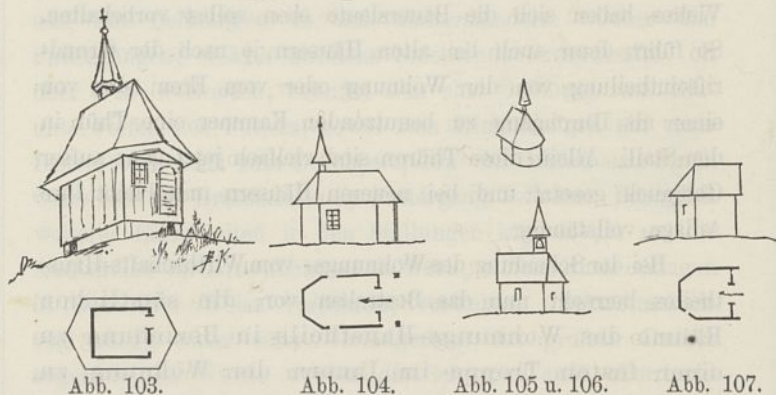


Abb. 103.

Abb. 104.

Abb. 105 u. 106.

Abb. 107.

selben. Sprachen wir gelegentlich der Grundrifs-Erörterung über nordische Hypethral-Anlagen, so sei hier hervorgehoben, daß uns Abb. 107 einen templum in antis und Abb. 104 einen prostylos in Duodezformat vorführt. Lehrreich ist, daß nach Durm<sup>1)</sup> diese beide Tempelarten im alten Griechenland gerade auch bei den kleinen Capellen auftreten. Auch Curvaturen weisen unsere schwarzwälder Cultusbauten auf! Obgleich jedoch das Vorhandensein derselben hier über jedem Zweifel erhaben ist, halten wir uns doch entschieden für berechtigt, über sie „zur einfachen Tagesordnung“ überzugehen. — Als zum Hause gehörig finden sich ferner häufig vor eine Obstpresse, ein zweiter Brunnen mit wärmerem Wasser für das Vieh, dann Bienenhäuser, Holzbeugen usw. Besondere Bedeutung haben hohe Bäume neben den Häusern (s. Abb. 92). Sie dienen nicht nur als Merkzeichen für Wirthshäuser, sondern sind wichtige Wegweiser zu Zeiten, wenn Gebäude und Gegenden so beschneit sind, daß erstere nur wenig — und kaum kenntlich — über die Schneeflächen hervorragen. Eine weitere Aufgabe, welche diese hohen Bäume zu erfüllen haben, ist die, als Blitzableiter zu dienen.

1) Handbuch der Architektur. II. Theil, 1. Bd. 1881. Baukunst der Griechen S. 128.

Zur malerischen Wirkung der Häuser tragen auch die Crucifixe bei, welche an den Häusern oder neben denselben errichtet sind und oft sehr beträchtliche Höhen aufweisen.

Gleichsam mit der Erscheinung des Hauses verwachsen sind allerlei Geräthe, wie namentlich die Leitern, welche an den Brüstungen der Galerien aufbewahrt werden, ferner für viele Gegenden ein großer Holzhaken zum Aufhängen von Sensen u. dgl., der sich an dem Haupt-Hauseckpfosten oder neben der Eingangsthür befindet.

Wenig auffällig und seltener wie in vielen anderen Gebirgsgegenden sind im Schwarzwald die Inschriften an den Häusern, die meistens nur in Jahreszahlen bestehen, welche im Thürsturz eingeschnitten sind oder sich auch auf Bügen oder am Haupt-Eckpfosten befinden.

Neben den Formen der Häuser ist auch ihre Farbwirkung zu erwähnen. Die rein landwirthschaftlichen Schwarzwaldhäuser zeigen keine Bemalung. Da, wo solche an Fensterläden, Schindeln u. dgl. auftritt, ist sie verhältnismäßig jungen Datums; doch bieten die Hausteile selbst kräftige, natürliche Farbentöne. Das Tannenholz zeigt an den Häusern zwei ganz entgegengesetzte Tönungen. Wo es unter Schutz und Schirm langsam austrocknet, erhält es einen prächtigen, harzigen, röthlich-vandyckbraunen Ton; dagegen wird es, unmittelbar der Sonne und dem Wetter ausgesetzt, fahlgrau. Mit dem Verschwinden der großen Dach-Sturmhauben in den höheren Gebirgsgegenden hört auch der kräftige Ton in Vandyckbraun auf, der überaus wohlthuend zu den ebenfalls so kräftigen Farben der herrlichen Schwarzwaldgegenden stimmt. Häuser, welche an Dach und Wänden gleichmäßig mit Schindeln bekleidet sind, zeigen eine einheitliche, trübe, graue Färbung. Ansprechendere Töne als das Schindeldach weist das Strohdach auf, zumal wenn sich ein grünlicher Moosüberzug auf ihm gebildet hat, der allerdings mehr das Künstlerauge als dasjenige des Hausbesitzers erfreut. Zu den genannten Farben tritt noch die dunkle Abtönung der vom Rauch gebräunten Hausteile. Alle diese Farben sind so kräftig, daß sie eine weiß gekalkte Wandfläche — sofern dieselbe nicht in allzu großer Ausdehnung auftritt — sehr wohl vertragen können. Die hohen Haus-Unterbauten, welche selten in Ständerblockbau, meist in Mauerwerk ausgeführt sind, zeigen in letzterem Falle einen weißen Kalkverputz. Derselbe kommt auch da vor, wo neuerdings Wohnungs- oder Stalltheile in Riegel- oder Mauerwerk ausgeführt werden; ja selbst auf das Holzwerk über den gemauerten Unterbauten wird wohl Kalktünche gestrichen, um dem Hause einen mehr herrschaftlichen „Anstrich“ zu geben. —

Ueber die Frage, wann und von welchen Völkern der Schwarzwald seine Einwohner erhalten hat, ist ein Einverständnis noch nicht erzielt. Als unbestritten kann nur angenommen werden, daß wir es zur Zeit mit den Nachkommen verschiedener Völkerschaften zu thun haben. Nach Ammon<sup>1)</sup> ist der Menschenschlag des Schwarzwaldes kleiner, rundköpfiger und brünetter als derjenige der Rheinebene und der Baar. Ammon erblickt in den genannten Merkmalen die vererbten Ueberreste einer sehr alten, jedenfalls vorgerma-

nischen Bevölkerung, welche in der Rheinebene und in den großen, offenen Thälern des Schwarzwaldes, wie im Kinzigthal, von den Römern unterworfen wurde; in den entlegenen, schwer zugänglichen Nebenthälern und auf den einsamen Hochebenen, wie auf dem Hotzenwald,<sup>2)</sup> habe eine Unterwerfung durch die Römer und eine Vermischung mit diesen jedoch nicht stattgefunden. Auch die Germanen hätten diese Völkerbruchstücke nicht unter ihre Herrschaft gebracht. Unter Berufung auf die Ausführungen von Schulte,<sup>3)</sup> nach welchen romanische Sprachinseln bis in das 10. Jahrhundert in den Verzweigungen des Kinzigthales bestanden haben und erst im 13. und 14. Jahrhundert verschwunden seien, wird ausgeführt, wie der spät eingetretenen Vermischung auch die Thatsache entspräche, daß noch heute die Grenzlinien der schwarzwälder Bevölkerung nicht verwischt sind; so sei im Schapbachthale bei Oberwolfach der Schwarzwälder-Typus noch sehr stark hervorgehoben, ferner konnte im Amtsbezirk Villingen und ebenso im Wiesenthal zwischen Atzenbach und Mambach ein ziemlich rascher Uebergang von dem einen Bevölkerungs-Urbild zu dem anderen nachgewiesen werden. Schulte<sup>3)</sup> hat für die gebirgigen Theile der Ortenau (nördlich von der Kinzig gelegen) erwiesen, daß dorthin die Romanen sich vor den Germanen zurückgezogen hatten; noch heute tragen daselbst Thäler Namen wie Welschensteinach. Er warnt jedoch davor, diese Ergebnisse für den Schwarzwald zu verallgemeinern. Der hohe Schwarzwald (südlich der Kinzig) sei zum großen Theil erst spät besiedelt, zu einer Zeit, da auch die Ortenauer Romanen längst Deutsche geworden waren. Erst nach 1100 habe eine Ansiedlung auf jenem Theile des Schwarzwaldes stattgefunden. Die neuesten Bemerkungen über diese Fragen finden wir bei Bifsinger,<sup>4)</sup> der es für nachgewiesen hält, daß gallo-romanische Bevölkerungen sich in den Seitenthälern des Kinzigthales, sowie in den oberen Schwarzwald bei Neustadt geflüchtet haben. Die Gegenden, in denen diese Reste sich erhielten, sind ohne alle Spuren römischer Besiedlung; dieselben seien also in römischer Zeit sicher nicht bewohnt gewesen. Kurz erwähnt sei hier, daß auf der „hohen Baar“, wie beispielsweise in Hüfingen, welcher Ort an der Grenze derselben gegen den oberen Schwarzwald liegt, sich bauliche Ueberreste römischer Ansiedlungen vorfinden. Der mündlichen Ueberlieferung nach giebt es noch „Heidenhäuser“. In der That sind diese Häuser jedoch nicht älter als drei Jahrhunderte, und ein viel höheres Alter werden diese — heftigen Stürmen ausgesetzten — Holzbauten wohl auch nicht erreichen können. Bemerkenswerth ist, daß alte, baufällig gewordene Häuser häufig mit Ketten umschlungen und zusammengehalten werden. Als äußeres Merkmal alter Häuser gilt jetzt in manchen Gegenden das tiefe Heruntergreifen der Dächer. Vom Einfluß des romanischen Baustiles ist im Schwarzwalde nichts zu bemerken. Der gothische Stil hat vermuthlich zur Anlage der steileren Dächer Veranlassung gegeben. Die Renaissance

2) Unter Hotzenwald ist der Gebirgsrücken zu verstehen, der im Süden vom Rheinthal bei Säckingen begrenzt wird und sich nördlich zu der Linie von Todtmoos bis in die Gegend von St. Blasien erstreckt; die Westgrenze bildet das Wehrthal, die Ostgrenze die Schwarza.

3) Zeitschrift für die Geschichte des Oberrheins. N. F. IV. 3.

4) Badische Neujahrsblätter. Herausgegeben v. d. Badischen Historischen Commission. I. Blatt. Karlsruhe. 1891.

1) Anthropologische Untersuchungen der Wehrpflichtigen in Baden. Hamburg. 1890. S. 29.

übte ihren Einfluß das Kinzigthal aufwärts aus, wie namentlich die stattlichen Wirthshäuser bekunden, und sie ist auch beispielsweise in das Kirnbachthal gedungen, wo die oben erwähnten zwei „überzwerchen“ Häuser entstanden sind, von deren einem der Grundriß in Abb. 10 Bl. 7 dargestellt ist. Einzelheiten des Aeußern bringen Abb. 108, sowie Abb. 20

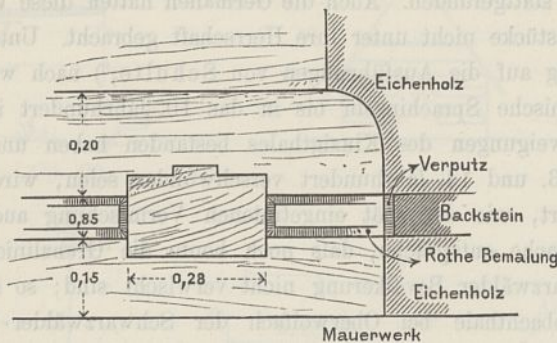


Abb. 108.

u. 21 Bl. 11. Erstere Zeichnung zeigt die sorgfältige Anlage des Gebälkes zwischen dem Stall im Unterbau und der Wohnung, Abb. 20 Bl. 11 die Verzierung der Stallthür-Gewände und Abb. 21 Bl. 11 die Behandlung der Unterbau-Hausecke unter dem Herrgottseck. Auch bei diesem Gebäude befindet sich der Keller in einem besonderen Gebäude.

Im vorigen Jahrhundert drang der Fachwerkbau in die Bauweise der Bauernhäuser; anfangs sehr langsam, verbreitet er sich jetzt schneller unter theilweiser Hinzuziehung von verschiedenen Verschalungsweisen. Zur Zeit ringt er mit dem Steinbau um das Vorrecht der Verdrängung der alten Schwarzwaldhaus-Construction. Vielfach gehen diese beiden Feinde auch gemeinschaftlich vor, in welchem Falle dieselbe natürlich um so schneller von der Bildfläche verschwindet. In malerischer Beziehung ist übrigens das Zusammentreffen von verschiedenen Bauarten an einem und demselben Bau oft sehr wirkungsvoll.

Wie die alten Häuser in Grundriß und Construction, so schwinden auch viele Bezeichnungen, welche mit ihnen eng verbunden waren, wie der bereits erwähnte Ausdruck „Hurte“. Das Wort „Gaden“ für Schlafkammer steht ebenfalls auf dem Aussterbeetat. Ein merkwürdiger Ausdruck ist „verkalten“ für verstecken. Es hängt dieses Wort mit besonderen Gruben unter den Häusern zusammen, in welchen bei Gefahren die Werthstücke aufbewahrt wurden. Für sprachliche Vergleichung ist ferner das Wort „Bühne“ zu erwähnen, ebenso die Ausdrücke wie „z'heim geh'n“ und „z'r Kunkel geh'n“ für „besuchen“, „heiter“ für „hell“ und „Heiteri“ für „Helligkeit“. Auf diesem Gebiet ist zweifellos für den philologischen Forscher noch manches Werthvolle zu erheben.

Bei der Schilderung der schwarzwälder Bauernhäuser heben wir noch besonders hervor, dafs trotz der vielen gemeinsamen

Merkmale doch, wie im einzelnen gezeigt wurde, auch in der malerischen Ausgestaltung derselben wesentliche Verschiedenheiten vorhanden sind. Auf weitere Besonderheiten einzugehen, würde zu weit führen, denn wenn sich auch der Gesamtschilderung der Schwarzwaldhäuser noch manches beifügen läßt, so glaubten wir doch den Rahmen, in dem wir unser Bild vorführen, nicht größer halten zu dürfen, als es hier geschehen ist.<sup>1)</sup> Es wird sich in Bezug auf Aufbau und Grundriß, wenn eingehende Beschreibungen von Bauernhäusern der verschiedensten Gegenden Deutschlands und der angrenzenden Staaten vorliegen, mancher werthvolle Vergleich, manch weiterer Anhaltspunkt für gemeinschaftliche oder gesonderte Entwicklung bieten. Bei weiteren Untersuchungen im Schwarzwald selbst wird sich wohl, namentlich in Hinsicht auf den Wohnhaustheil, der den Firststuhlbaum in seiner Mitte zeigt (Grundrißform II), noch Lehrreiches feststellen lassen.

Wir schliessen hiermit unsere Betrachtung der Bauernhäuser im badischen Schwarzwald, nachdem wir gesehen haben, dafs auch diese Schöpfungen menschlichen Geistes, welche unter den Einflüssen von weithinwirkenden Culturgesetzen entstanden sind, nun einem weiteren Wechsel der Verhältnisse zum Opfer fallen — wir schliessen sie nicht in müßiger Klage über die Unerbittlichkeit des Geschickes; wir erkennen in diesen Häusern Stetigkeit und Wandel menschlicher Einrichtungen, wir erfreuen uns an diesen würdigen Gebilden, die äußerlich ein einfaches in sich abgeschlossenes künstlerisches Ganzes bilden und lassen, wo es angeht, sie in der herrlichen Schwarzwald-Natur auf uns wirken. Gern betreten wir auch auf unseren Wanderungen das Innere der Häuser, erbauen uns an der einheitlichen, folgerichtigen Durchbildung derselben, sowie an dem malerisch-kraftigen Reiz der verschiedenen Stimmungsbilder.

Möge obige Darstellung dazu beitragen, die Aufmerksamkeit auf diese charaktervollen Bauernhäuser des Schwarzwaldes wach zu erhalten, um deren Aussterben thunlichst zu verzögern. Möge sie auch die Sammlung statistischen Materials für die Forschung über die Bauernhäuser fördern, indem sie einestheils das Wünschenswerthe einer solchen Statistik nachweist, andernteils Anhaltspunkte für die etwaige Aufstellung von auszugehenden Fragebogen für die Schwarzwaldbezirke bietet. Erst aus den auf diesem Wege gewonnenen Ergebnissen werden sich endgültige Schlüsse über die Ausbreitung der verschiedenen Bauweisen feststellen lassen.

1) Auch an dieser Stelle sei für die freundlichst gewährten Auskünfte den Herren: Zeichenlehrer Dörr in Vöhrenbach und Hauptlehrer Hauser in Fischbach gedankt. Besonderen Dank sage ich dem Maler Hasemann in Gutach, dem bekannten, feinfühligem Schilderer des Schwarzwaldlebens, für die mannigfachen Förderungen dieser Abhandlung. Diese verdankt letzterem Herrn auch insofern ihre Entstehung, als die Anregung zu ihr durch Vorarbeiten gegeben wurde, die ich anstellte, um ein Maler-Atelierhaus in schwarzwälder Bauart für Herrn Hasemann aufzuführen.

## Umgestaltung der Bahnhofs-Anlagen in Düsseldorf.

(Mit Abbildungen auf Blatt 13 bis 18 im Atlas.)

(Schluß.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

### 3. Bahnhöfe.

#### a. Hauptpersonenbahnhof.

Bei der Anordnung des Empfangsgebäudes sowie der sonstigen baulichen Anlagen und Einrichtungen auf dem neuen

Hauptpersonenbahnhof mußten aufer dem Umfange des daselbst zu erwartenden Verkehrs auch die veränderten Verkehrsbedürfnisse, welche aus der Zusammenlegung der bis dahin räumlich getrennten Bahnhöfe entstanden, in Betracht gezogen werden.



Die in Düsseldorf einmündenden Verkehrslinien, welche nunmehr sämtlich als Hochbahnen in den neuen Bahnhof eingeführt wurden, theilen sich in zwei Gruppen, nämlich in solche, für welche dieser Bahnhof im wesentlichen Durchgangsbahnhof ist, und in Ortsbahnen, für welche derselbe den Anfangs- beziehungsweise End-Bahnhof bildet. Aus dieser allgemeinen Sonderung in zwei durchgehende, gleichwerthige Hauptverkehrstrecken, den Linien Köln-Düsseldorf-Oberhausen und Elberfeld-Aachen, zwischen deren Gleisen von beiden Seiten her die Nebenstrecken von Speldorf, Kettwig, Mettmann, Opladen und Neufs als Kopfgleise eingeführt wurden, ergab sich die weitere Aufgabe, den im Mittelpunkt der ganzen weitausgedehnten Gleisanlage befindlichen Inselbahnsteig schienenfrei zugänglich zu machen und auf ihm die nöthigen Unterkunfts- und Geschäftsräume zu beschaffen, ohne doch durch zu große Ausdehnung des daselbst zu errichtenden Gebäudes die Weiträumigkeit der Anlage zu steigern. Dies führte naturgemäß zu einer entsprechenden räumlichen Trennung der insgesamt benötigten Räume und damit zur Errichtung eines besonderen, stadtseitig dem Bahnkörper vorgelagerten Vorplatzgebäudes. Dieses Vorplatzgebäude enthält in seinem Mittelbau die große Zugangshalle mit drei Eingangsöffnungen, in ihr liegen links die Fahrkartenschalter, gegenüber befindet sich die Gepäckhalle und geradeaus der Zugang zum Personentunnel, welcher in gerader Richtung über eine breite Treppe auf den mittleren Bahnsteig führt. Auf diesem, der mit seinen Langseiten die Gleise der beiden Hauptlinien begrenzt, während an seinen Kopfseiten die durch Zungenbahnsteige zugänglichen Gleise der Ortsbahnen sich befinden, sind die Warteräume derart angeordnet, daß aus ihnen die Reisenden zu sämtlichen Personenzügen gelangen können, ohne weiteren Treppensteigens benötigt zu sein. (Vgl. die Abbildungen auf Bl. 16 bis 18.)

Das hufeisenförmige, rings von bedeckten Hallen umgebene Bahnsteiggebäude enthält um den großen glasgedeckten Vorraum gruppiert, in den die Haupttreppe des Zugangstunnels mündet, zwei gesonderte Wartesäle mit ihren Nebenräumen, sowie die Geschäftsräume für den Bahndienst. Dem Wartesaal I. und II. Klasse ist einerseits ein Damenzimmer, andererseits ein größerer Speisesaal zugetheilt, welcher sich an das rechts von dem Durchgang nach dem rechtsrheinischen Bahnsteige gelegene Kaiserzimmer anschließt. Dieses hat, um die Ausdehnung des Gebäudes möglichst zu beschränken, außer einem kleinen Cabinet keine weiteren Nebenräume erhalten; bei festlichen Empfängen oder bei sonst eintretendem Bedürfnis kann jedoch der Speisesaal, welcher dementsprechend eine bessere Ausstattung erhalten hat, zur Aufnahme des Gefolges mitbenutzt werden. In einem oberen Stockwerk des Gebäudes, über dem Speisesaal und den Stationsdienstzimmern, liegen, durch einen Gang verbunden, die Küchen- und Wirthschaftsräume des Bahnhofswirthes. Durch diese Anordnung ist einestheils der Vortheil einer guten und unmittelbaren Beleuchtung und Lüftung dieser Räume erreicht, da für sie unbehindert Fenster über den Hallendächern angebracht werden konnten, und anderentheils die Annehmlichkeit gewonnen, daß alle Küchendünste usw. von den Reisenden fern gehalten werden. Außerdem sind die Fußböden der Küchen von den Decken der unteren Räume durch eine Hohlschicht getrennt, sodas das bei den verschiedenen Küchenarbeiten unvermeidliche Geräusch sowie alle Erschütterungen von den unteren Räumen abgehalten werden.

Die Küchen selbst sind durch Aufzüge mit den Buffets und weiter hinab mit dem Keller verbunden.

Die Architektur dieses Gebäudes, in einfachen Rundbogenformen gehalten, ist in Ziegelbau unter mäßiger Verwendung von Werksteinen und Terrakotten zur Ausführung gelangt und bewegt sich namentlich in den Längsseiten in bescheidenen Grenzen. Bedeutsamere architektonische Gliederung und reichere Ausbildung zeigen nur der innere Hof als Mittelpunkt der ganzen Anlage, sowie die beiden äußeren Stirnseiten. Sämtliche Fronten haben einen gegliederten Sockel aus sogenanntem belgischen Granit erhalten.

Die Anordnung der das Gebäude umschließenden Hallen ist derart, daß vier parallele Flachbogenhallen von 21,40 m und 18,35 m Spannweite gebildet werden, deren Stützen in den Längsachsen des Hauptbahnsteiges und der mittleren Zungenbahnsteige beziehungsweise in der Mittellinie zwischen den äußersten Hauptgleisen und den ersten Gütergleisen stehen. Der Anschluß der vor dem Bahnsteiggebäude entlang geführten äußeren Hallen an dieses wird mittels eines in Glas gedeckten ansteigenden Pultdaches herbeigeführt, während an den äußeren Kopfseiten dieses Gebäudes behufs stattlicherer Entwicklung der Architektur und Erzielung größerer Höhe der Wartesaalwände je ein in Glas gedeckter, von der letzten Stütze nach dem Gebäude zu ansteigender und wagrecht daselbst aufliegender dreieckiger Walm angeordnet ist. Die Länge der Halle beträgt 150 m. Erwähnenswerth ist der Uebergang der Säulen in die Bogenbinder, als Versuch einer neuen Lösung dieses schwierigen Anschlusses.

Rechts vom Bahnsteiggebäude führt eine Treppe zu dem Abgangstunnel, welcher in derselben Weise wie der Zugangstunnel angeordnet ist und an der Gepäckhalle vorbei auf den Bahnhofsvorplatz mündet.

Auf den beiden Kopfseiten des Inselbahnsteiges sind vier kleinere pavillonartige Bauten in Fachwerk errichtet, von denen zwei zu Aborten bestimmt sind, während die beiden anderen Zwecken der Bahnverwaltung dienen; neben diesen letzteren liegen je vier durch Wasserkraft betriebene Aufzüge für den Gepäck- und Postverkehr, welche durch einen 6,5 m breiten, 112 m langen Verbindungstunnel unter einander und mittels zweier Abzweigungen aus demselben mit der Gepäckhalle und dem Bahnpostamt im Vorplatzgebäude in Zusammenhang gebracht sind. Diese Anordnung verhütet das Befahren der Bahnsteige in der Längsrichtung mit Post- und Gepäckkarren, ein Umstand, der sich anderwärts häufig störend bemerkbar macht. Hier bewegen sich diese Karren nur von den Aufzügen quer über die Bahnsteige zu den Zügen und umgekehrt.

Die gesamten vorerwähnten baulichen Anlagen des Hauptbahnhofes sind einschließend der Tunnel und Hallen nach Hauptachsen zusammen geordnet und symmetrisch zur Mittellinie derart hintereinander gereiht, daß überall organische Beziehungen zwischen den Achsen des Bahnsteiggebäudes beziehungsweise den Stützweiten der Hallendächer und den Achsen des Vorplatzgebäudes bestehen, wie denn auch die Gruppierung des letzteren bei strenger Einhaltung einer zweckmäßigen Grundrifestaltung von der Gesamtanlage beeinflusst ist.

Dem Vorplatzgebäude, als dem vornehmlich in die Erscheinung tretenden Theile der Bahnhofsanlage, ist naturgemäß in Material und Ausstattung der größere Reichthum zugewendet; es ist mit seiner Langseite parallel zur Richtung der Schienengleise

angeordnet und um 5 m von dem Bahnkörper abgerückt, sodafs sich zwischen diesem und der Hinterseite ein durchgehender — nur im Mittelbau unterbrochener — Lichthof hinzieht, eine Anordnung, welche aufser der Sicherung des Gebäudes gegen Erschütterungen und Erdfeuchtigkeit in erster Linie auch eine ausreichende Beleuchtung der Räume, namentlich derjenigen des auf dem linken Flügel befindlichen Bahnpostamtes, bezweckt.

Die verhältnismäfsig geringe Höhenlage des neuen Bahnhofes über dem Vorplatz sowie anderseits die Rücksichtnahme auf die Einhaltung einer angemessenen, lichten Höhe für die Personentunnel unter den Gleisen nöthigten trotz der Zuhilfenahme eiserner Ueberbauten über den Tunneln — als der die geringste Höhe beanspruchenden Bauart — dazu, den Fußboden des Erdgeschosses des Gebäudes so anzuordnen, dafs er nur um wenige Stufen erhöht über dem Bürgersteig und der Dammkrone des Vorplatzes liegt. Da nach Maßgabe der vorhandenen örtlichen Verhältnisse es nicht zu ermöglichen war, den auf den Vorplatz einmündenden Strafsen und dem Vorplatz selbst nach dem Gebäude hin eine schwache Ansteigung zu geben, wie sie im Interesse der monumentalen Wirkung jedes großen, von weither durch lange Strafsenzüge sichtbaren Bauwerkes wünschenswerth erscheint, so wird durch seine tiefe Lage das Gebäude in der Wirkung leider recht erheblich beeinträchtigt.

Das Gebäude ist 115 m lang und bis zum Hauptgesims des Mittelbaues 15 m hoch; der Uhraufsatz daselbst erhebt sich einschließlic der Spitze des bekrönenden Obelisken bis zu 26 m Höhe über den Vorplatz. Die Ausführung der Haupt- und Seitenfronten des Gebäudes ist mit Ausnahme des Sockels, welcher aus Hannebacher Basaltlava besteht, in feinkörnigem Sandstein aus den in der bayerischen Rheinpalz gelegenen Steinbrüchen zu Lauterecken und Bayerfeld erfolgt. Die Hinterfront ist in Uebereinstimmung mit der Architektur des Bahnsteiggebäudes in Blendsteinen von hellgelber Farbe unter mäfsiger Verwendung von Werksteinen ausgeführt. Die Haupteingangshalle, welche der Natur der ganzen Anlage nach lediglich als Durchgang zu dienen hat, ist 20,90 m breit und 22,20 m tief und erreicht in dem mittleren, reich cassetirtten Felde der Holzdecke eine lichte Höhe von 18 m. Die Einmündung der Flügelbauten ist architektonisch durch stark vortretende, sich oben zu einem Paar Freisäulen auflösende Vorlagen betont, zwischen denen einerseits der Fahrkartenschalter-Einbau seinen Platz gefunden hat, während anderseits ein dreiaxsig untergetheiltes Portal nach der Gepäckhalle hin sich öffnet. Im Anschluß an die Architektur der Vorderfront und an den sich hinter dem Gebäude entlang ziehenden Bahnkörper ist bis zur Höhe der Eingangsthüren bzw. der Tunnelmündung ein Sockel angeordnet, welcher aus polirtem schwarzen oder grauen nassauischen Marmor aus den Brüchen bei Schuppach und Villmar a. d. Lahn hergestellt ist. Aus gleichem Material sind die Freisäulen in den Bogenstellungen nach der Gepäckhalle hin gefertigt.

Die oberen Wandflächen und architektonischen Gliederungen sind in Stuckputz hergestellt. Die den gewaltigen Raum überspannende Holzdecke bot in der Einzelbearbeitung sowohl, als auch in der Ausführung nicht unerhebliche Schwierigkeiten vornehmlich durch die Nothwendigkeit einer richtigen Bemessung und Feststellung der einzelnen Gliederungen, die zum

Theil ganz ungewöhnliche Größenverhältnisse haben und umfassende Prüfungen in Bezug auf die Wirkung in der richtigen Höhenlage nothwendig machten. Die an die Eingangshalle anstoßende Gepäckhalle, welche sowohl für die Annahme als auch für die Ausgabe des Gepäcks dient und sich daher auch nach der Ausgangshalle hin in einer Säulenstellung öffnet, ist 13 m breit und 27,80 m lang; den einzigen Schmuck dieses seiner Bestimmung gemäfs einfach behandelten Raumes bildet die kräftig gegliederte Holzdecke mit hohem Wandfries und eigenartig behandelten Balkenansätzen, welche an die Formen der vorerwähnten Decke anklängen. Von den übrigen Räumen des Vordergebäudes ist nur noch der auf dem linken Seitenflügel gelegene Postschalterflur wegen seiner reicheren architektonischen Ausbildung zu erwähnen.

In dem oberen Stockwerk des linken Eckbaues des Vorplatzgebäudes sind die vorderen Räume zu Sitzungszimmern für Zwecke der Verwaltung eingerichtet, während die hinteren Räume als Ausgabestelle für zusammensetzbare Rundreisekarten dienen. Das obere Stockwerk im rechten Eckbau des Vorplatzgebäudes enthält die Dienstwohnung des Stationsvorstehers.

Die Hauptpersonentunnel, welche vom Vorplatzgebäude unter den Gleisen hindurch nach den Bahnsteigen führen, haben, wie weiter oben erwähnt, eine eiserne Ueberdeckung erhalten. Die aus Haupt- und Nebenträgern gebildete und durch mit der Wölbung nach oben gekehrte Buckelplatten geschlossene Cassettendecke macht vornehmlich infolge der in gutem Verhältniß angeordneten Lichtöffnungen und der Anwendung gerundeter Consolansätze der Hauptträger, welche durch architektonisch ausgebildete Auflagersteine aufgenommen und mit dem tragenden Mauerkörper in organischen Zusammenhang gebracht werden, einen leichteren, gefälligeren und ansprechenderen Eindruck, als sonst derartiger Deckenbildung eigen zu sein pflegt. Es ist hierdurch sowie durch die sonstige architektonische Behandlung der Tunnel gelungen, das höchst ungünstige Querschnittsverhältniß derselben, welches bei 3,25 m lichter Höhe und 6,5 m Breite zwei gleichen Rechtecken entspricht, zu mildern und demselben den Eindruck des Gedrückten und Schwerfälligen zu nehmen. Die Wandflächen der Tunnel sind in Rücksicht auf den Verkehr und zur Erhaltung größserer Sauberkeit ohne jede Vorlagen ausgeführt und unterhalb mit einem gegliederten Sockel aus polirtem sogenannten belgischem Granit bekleidet. Am Ende jeden Tunnels schließt vor der aufwärts führenden Treppe ein Portal mit reichem bildhauerischen Schmuck die Tunnelwände ab und vermittelt den Uebergang zu den mit Sandstein bekleideten Treppenwangen. Die Stufen dieser 6,5 m breiten Aufgänge sind aus besonders hartem und widerstandsfähigem Ruhrkohlsandstein hergestellt. Bemerkenswerth ist hierbei, dafs die oberste Stufe jeder Treppe bei rund 7 m Länge aus einem Stück geliefert wurde.

Aufser den Empfangsgebäuden wurden auf dem Hauptbahnhofe ein Locomotivschuppen mit 14 Ständen und angrenzender kleiner Werkstatt, ein Eilguttschuppen nebst Rampe, ein Maschinenhaus sowie zwei Stellwerksthürme in Verbindung mit zwei eisernen Signalbrücken erbaut. Zehn Stück 18 m hohe Lichtmaste, welche den elektrischen Strom von dem städtischen Werk erhalten, beleuchten die Gleise aufserhalb der Bahnsteige, während auf diesen selbst 90 Bogenlampen angebracht sind.

Dafs der Bahnhof eine ausgedehnte Wasserleitung erhalten hat, welche an die städtische Leitung angeschlossen und mit

21 Feuerhähnen sowie 8 Sprenghähnen versehen ist, soll nur beiläufig erwähnt werden.

Die Gleise des Bahnhofes sind, von einzelnen nachträglichen Aenderungen abgesehen, nach dem von Goering auf Seite 112 des Jahrgangs 1888 des Centralblattes der Bauverwaltung veröffentlichten Plan zur Ausführung gekommen.

#### b. Güterbahnhof.

Der aus dem alten Rheinischen Bahnhofe umgebaute Hauptgüterbahnhof für Düsseldorf sollte nach dem im Jahre 1886 festgesetzten Plane wie folgt benutzt werden.

Für Güterzüge der Directionen Elberfeld und Köln (linksrhein.) — abgesehen von voll belasteten Güterzügen der unteren Ruhrthalbahn — bildet der Güterbahnhof Düsseldorf den Endbahnhof; demnach werden die Züge vor ihrer Abfahrt nach Stationen geordnet. Für Güterzüge des Directionsbezirks Köln (rechtsrhein.) sollte Düsseldorf vorzugsweise Durchgangsbahnhof sein. Aus diesem Grunde sind für die beiden erstgenannten Bezirke umfangreiche Gleisanlagen zu Verschiebewegungen vorgesehen. Das Verschiebgeschäft besorgen vorwiegend die Zuglocomotiven, nur das Zubringen und Wegsetzen der zwischen den Zügen auszutauschenden Wagen, sowie den Verkehr mit dem Güterschuppen, Zollschuppen, den Freiladeplätzen und den Rampen bewältigen Verschiebocomotiven. Es war angenommen, daß täglich 1740 Wagen geordnet werden konnten, und zwar in den Elberfelder Gleisen 640 (etwa 20 Züge), in den rechtsrheinischen Gleisen 400 (etwa 34 Züge), sowie in den linksrheinischen Gleisen 700 Stück (etwa 13 Züge).

Der gegenwärtige Zugverkehr stellt sich wie folgt:

Güterzüge nach und von Gerresheim 19 und 2 Bedarfszüge,

Güterzüge nach und von Kettwig 9 und 10 Bedarfszüge,

Güterzüge nach und von Neufs 9 und 8 Bedarfszüge,

Güterzüge in der Richtung Opladen-Troisdorf und umgekehrt 18 und 2 Bedarfszüge,

Güterzüge in der Richtung (Köln) Benrath-Duisburg und umgekehrt 19, Eilgüterzüge 7 und 17 Bedarfszüge.

Hierzu mag noch bemerkt werden, daß mehrere Güterzüge von Rath (Speldorfer Richtung) nach Benrath weiter fahren und umgekehrt, desgleichen einige von Duisburg nur bis Düsseldorf-Lierenfeld. Gegenüber der Annahme von  $20 + 34 + 13 = 67$  Zügen weist der Fahrplan jetzt im ganzen 120 Güterzüge auf. Demgemäß sind die Gleisanlagen bereits erheblich gegen den ursprünglichen Plan erweitert worden.

An neuen Bauwerken befinden sich auf dem Güterbahnhofe ein Locomotivschuppen mit 34 Ständen und angrenzender Werkstätte von zusammen 6988 qm bebauter Fläche, ein Güterschuppengebäude (einschließlich angebautem Zollschuppen) mit 6572 qm überdachter Fläche, eine Reinigungsanstalt für Viehwagen, ein Abfertigungsgebäude für den Stationsdienst nebst Aborthäuschen, ein Wasserthurm, zwei Stellwerksgebäude, ein Bahnmeistermagazin, eine Viehrampe, eine Oel- und Spritrampe, eine Gemüserampe, vier Kohlenladebühnen mit Kränen, zwei Drehscheiben, zehn Feuergruben, drei Centesimalwagen, ferner umfangreiche Entwässerungs-, Wasserleitungs- und Beleuchtungsanlagen.

#### c. Bahnhof Düsseldorf-Bilk.

Außer dem Empfangsgebäude sind hier ein Abfertigungsgebäude für den Stationsdienst, zwei Stellwerksgebäude und ein  $2 \cdot 911,7 =$  rund 1823 qm großer Güterschuppen errich-

tet worden, sämtlich, wegen der hohen Dammschüttung und um an Mauerwerk zu sparen, in Ziegelfachwerk. Dem erheblichen Verkehr dienen neben 1600 m Freiladegleisen eine Gemüserampe, eine Oel- und Spritrampe. Hier mag noch eingeschaltet werden, daß wegen der bereits früher erwähnten ungewöhnlichen Verkehrsentwicklung neben Verdopplung der Grundfläche des Güterschuppens auch 600 m Freiladegleise von der Betriebsverwaltung verlegt wurden. Es sind jetzt 6,7 km Gleise und 42 Weichen vorhanden.

#### d. Bahnhof Düsseldorf-Lierenfeld.

Im wesentlichen bestanden die Arbeiten auf diesem Bahnhofe in Versetzung einer Drehscheibe, Erbauung eines neuen Abfertigungsgebäudes, zweier Strafenbrücken, einer vorübergehend benutzten Umladebühne und zweier Stellwerksgebäude.

#### e. Bahnhof Rath.

Während der Rheinische Bahnhof Rath früher von ziemlich geringer Bedeutung war, erhielt er durch Aufhebung des ehemaligen Bergisch-Märkischen Bahnhofes Rath eine besonders in Bezug auf den Personenverkehr so erhebliche Verkehrszunahme, daß die früheren 2600 m Gleise und 9 Weichen jetzt auf 2860 m Gleise und 14 Weichen vermehrt werden mußten. Das von Düsseldorf (rheinisch) hierher versetzte Empfangsgebäude ist kaum groß genug für den sehr lebhaften Sonntagsverkehr. An jedem Bahnhofsende wurde ein neues Stellwerksgebäude errichtet.

#### f. Bahnhof Eller.

Außer Errichtung eines Stellwerks sind hier nur umfangreiche Gleiserweiterungen vorgekommen.

#### g. Bahnhof Gerresheim.

Abgesehen von erheblichen Oberbau-Arbeiten (jetzt sind auf diesem Bahnhofe 5,45 km Nebengleise und 54 Weichen vorhanden), wurden, hauptsächlich bedingt durch die Einführung der Linie von Mettmann und durch die Bestimmung des Bahnhofes, den rechtsrheinischen von dem linksrheinischen Güterverkehr zu trennen, für den Personenverkehr ein 150 m langer Zwischenbahnsteig mit Abfertigungsgebäude sowie eine Fußwegunterführung zwischen dem alten und dem neuen Bahnsteig zur Ausführung gebracht. Neu gebaut wurden noch drei Stellwerke und eine Viehrampe. Inzwischen ist von der Betriebsverwaltung der Bahnsteig überdacht und zur Erleichterung des Verkehrs eine eiserne Brücke für Fußgänger aufgestellt worden.

#### 4. Streckenbauwerke.

Außer 7 gewölbten kleineren Brücken sind hier 42 Bauwerke mit eisernen Ueberbauten (davon 10 Strafenbrücken) sowie ein Viaduct von 5 Oeffnungen erbaut worden. Nur 7 dieser Bauwerke sind eingleisig, 8 von ihnen zweigleisig, ferner 12 dreigleisig und die übrigen mehrgleisig. Bei den Strafenbrücken wechselt die Breite zwischen 8 und 15 m, die Länge zwischen 10,78 und 176,5 m. Alle im Stadtbezirk liegenden Brücken sind mit schalldämpfenden Fahrbahnen (Kiesbett auf Buckelplatten) und mit Entwässerung versehen. Für diese Brücken waren 4587 Tonnen Eisenconstructionen und 224 eiserne Säulen erforderlich, an Mauerwerk enthalten sie rund 42000 cbm.

#### 5. Schlufsbemerkung.

Um ein Bild von den umfangreichen Arbeiten zu geben, mag hier noch erwähnt werden, daß Schienen für 68 km neue

Gleise angeliefert und im ganzen 120 km Gleise verlegt sind; ferner wurden 206 Weichen neu geliefert und überhaupt 215 verlegt. Zur Einbettung des Oberbaues sind 145 600 cbm Rheinkies verwendet. Die Anzahl der mit Unternehmern abgeschlossenen Verträge belief sich auf 307.

Hinsichtlich der geldwirthschaftlichen Wirkung der Bahnumgestaltungen sei noch bemerkt, dafs — abgesehen von den Ersparnissen, welche durch die Zusammenlegung des früher getrennten Verkehrs auf die neuen Bahnhöfe erwachsen — durch die Vermeidung von Plankreuzungen von Eisenbahnen unter sich

und mit Strafsen nicht unerhebliche Kosten für Bahnbewachung in Wegfall gekommen sind, und dafs im übrigen dem Staate aus der Verwerthung des infolge der Neuanlage entbehrlich gewordenen Geländes der weggefallenen Bergisch-Märkischen und Köln-Mindener Bahnhöfe eine Rückeinnahme bevorsteht, welche einen hohen Theil der ganzen Bausumme ausmachen wird.

**Berichtigung.** In dem ersten Theile ist

Seite 66, Zeile 22 v. o. zu lesen 1 : 190 statt 1 : 30,

„ 68, „ 1 „ „ „ 1886 „ 1866.

## Die Königlichen Observatorien für Astrophysik, Meteorologie und Geodäsie auf dem Telegraphenberge bei Potsdam.

Von Oberbaudirector P. Spieker in Berlin.

(Fortsetzung. Mit Abbildungen auf Blatt 25 bis 27 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

### II. Das meteorologisch-magnetische Observatorium.\*)

Es mag auf den ersten Blick auffallend erscheinen, dafs eine wissenschaftliche Pflege der Witterungskunde erst der neueren und neuesten Zeit angehört, da doch die Naturerscheinungen, mit welchen sie sich wesentlich beschäftigt, jedem Menschen täglich und stündlich nahetreten und in innigstem Zusammenhang mit seinem persönlichen Befinden, seinem Thun und Lassen stehen. Erklärlich wird diese Thatsache zum Theil wenigstens gerade durch die Alltäglichkeit der meisten Witterungserscheinungen. Nur das Ungewöhnliche, durch Gewalt und Pracht des Auftretens Ueberwältigende findet allgemeine Beachtung, während das sich im steten Wechsel fast gleichmäfsig Wiederholende die Aufmerksamkeit wenig auf sich zieht. Und doch liegt gerade im gewissenhaften Studium dieser alltäglichen Erscheinungen der Schwerpunkt jeder wissenschaftlichen Witterungskunde.

Eine wissenschaftlich betriebene Meteorologie war aber auch erst möglich, seit es gelang, durch geeignete Instrumente die wichtigsten meteorologischen Bedingungen (Luftdruck, Temperatur, Niederschlag usw.) zu messen und so die ewig wechselnden atmosphärischen Erscheinungen durch Wort und Zeichen dergestalt ziffermäfsig festzulegen, dafs sie zum Gegenstand exacter Forschung gemacht werden konnten. Von der Windfahne abgesehen, die jedoch auch früher kaum eine wissenschaftliche Verwerthung gefunden hat, reicht die erste Erfindung solcher Instrumente nicht über die Mitte des siebenzehnten Jahrhunderts unserer Zeitrechnung zurück.

Noch ein Umstand hat gewifs nicht wenig zu einer langsamen Entwicklung des meteorologischen Dienstes beigetragen, auch nachdem jene Hilfsmittel der Forschung zu Gebote standen. Man mußte sehr bald erkennen, dafs Beobachtungen an nur einem Orte durch nur einen Forscher nicht genügen können. Die Beobachtungen mußten über ein größeres Landgebiet planmäfsig so vertheilt werden,

dafs die einzelnen Beobachtungsstellen in steten Wechselbeziehungen zu einander stehen. Natürlich steigerte eine solche Organisation des meteorologischen Dienstes die Schwierigkeiten, namentlich die Kosten dergestalt, dafs sie die Kräfte der wenigen, die damals überhaupt für solche Forschungen Sinn hatten, bald überstiegen. So blieben alle wenn auch noch so verdienstvolle Versuche einer solchen Organisation während des 17. und 18. Jahrhunderts nur örtlich beschränkt und waren meist von kurzer Dauer.

In diesem Jahrhundert war A. von Humboldt der erste, der die Wichtigkeit meteorologischer und klimatologischer Forschungen hervorhob und so die Sache wieder in Anregung brachte. Sein Einfluß bewog mehrere Großstaaten, die wichtige Angelegenheit selbst in die Hand zu nehmen. So gründete Rußland nach Humboldts Angaben ein über seine europäischen und asiatischen Besitzungen ausgedehntes Netz magnetischer Observatorien schon in den dreißiger Jahren, die später als Kern für ein System meteorologischer Stationen dienten, das i. J. 1840 in dem in St. Petersburg errichteten „Normal-Observatorium“ seine Centralstelle erhielt, aus der sich sodann das großartige physicalische Central-Observatorium in St. Petersburg entwickelte. Auch England legte fast gleichzeitig in der Heimath und in den Colonien verschiedene meteorologische und magnetische Observatorien an.

In Preußen, dessen Kräfte durch die furchtbaren Anstrengungen der kriegerischen Zeiten im Anfang dieses Jahrhunderts für lange Jahre auf das äußerste erschöpft waren, konnten Humboldts Anregungen naturgemäfs erst später und in wesentlich bescheidenerem Umfang zur Verwirklichung gelangen. Nach mehrjährigen Vorverhandlungen wurde i. J. 1847 das „Königliche meteorologische Institut“ errichtet und als besondere Abtheilung in das Königliche statistische Bureau zu Berlin eingegliedert. Das Netz der auswärtigen Beobachtungsstationen erweiterte sich allmählich, zum Theil auch durch Anschluß der norddeutschen Nachbarstaaten, sodaß gegen Ende der fünfziger Jahre die Zahl 80 erreicht war und der Wirkungskreis des Instituts sich schon über ganz Norddeutschland erstreckte.

In diesen beschränkten und eigentlich mehr vorläufigen Verhältnissen blieb das Institut in den nächstfolgen-

\*) Die wissenschaftlichen Angaben im nachfolgenden stützen sich wesentlich auf das schon in der Einleitung erwähnte Werk der drei Anstaltsdirectoren. Ein auf das meteorologische Institut allein sich beziehender Sonderabdruck ist unter dem Titel: „Das Königliche Preussische Meteorologische Institut in Berlin und dessen Observatorium bei Potsdam von Wilhelm v. Bezold. Berlin, Mayer u. Müller, 1890“ im Buchhandel erschienen.

den Jahrzehnten fast unverändert bestehen, während in den meisten übrigen Culturstaaten die meteorologisch-magnetischen Forschungen sich in der ersprießlichsten Weise entwickelten und die erheblichen Fortschritte der Wissenschaft auch für den praktischen Beobachtungsdienst bestens verwerthet wurden. Um hier mit fortzuschreiten, fehlten dem Berliner Institut das ausgiebige Personal, die geeignete instrumentelle Ausrüstung und passende bauliche Einrichtungen an der Centralstelle. So kam es, daß bis zur Errichtung der Deutschen Seewarte bei Hamburg (1879—81) auf dem ganzen weiten Gebiet, das hier in Betracht kommt, nicht eine einzige amtliche Beobachtung-Station I. Ordnung bestand. An den Erforschungen über den Erdmagnetismus, die seiner Zeit von Göttingen aus in geradezu bahnbrechender Weise angeregt worden waren, konnte das Institut nicht theilnehmen.

Natürlich blieben diese Mifsverhältnisse auch der preussischen Regierung nicht verborgen, und lange schon trug man sich mit der Absicht einer gründlichen Neugestaltung des meteorologischen Dienstes. Im J. 1871 waren diese Erwägungen bis zum Plane der Errichtung eines mit großen Hilfsmitteln ausgestatteten Staatsinstituts für die Physik des Himmels und der Erde gediehen, einer Anstalt, die dann auch den meteorologisch-magnetischen Forschungen als Centralstelle dienen sollte. Die Akademie der Wissenschaften, zu einem Gutachten über diesen Plan aufgefordert, rieth jedoch von einem so umfassenden Institut ab, weil es nicht wohl möglich, mindestens nicht zweckmäfsig sein würde, so bedeutende und verschiedenartige Forschungsgebiete unter einer einheitlichen Leitung zusammenzufassen. So wurde denn zunächst der Plan auf das Gebiet der Himmelsphysik beschränkt, und einige Jahre später durch die Errichtung des astrophysicalischen Observatoriums in diesem Theile verwirklicht. Wiederholt kam sodann der Gedanke eines Instituts für tellurische Physik in den Jahren 1877 und 1883 zu näherer Erwägung, konnte jedoch theils mit Rücksicht auf die hohen Kostenbeträge, theils wegen anderer Schwierigkeiten zunächst nicht zum Abschlufs gebracht werden. Bei allen diesen Vorberathungen war man aber stets davon ausgegangen, daß das Institut aus der wenig geeigneten Verbindung mit dem statistischen Bureau gelöst und in die Verwaltung des Cultusministeriums übergeführt werde.

Im Jahre 1885 wurde die Errichtung einer ordentlichen Professur der Meteorologie an der Universität Berlin beschlossen, mit der Bestimmung, daß der Inhaber dieser Stelle zugleich die Leitung des Kgl. meteorologischen Instituts übernehme. Von dem zu dieser Stellung berufenen Gelehrten wurde sodann ein umfassender Neugestaltungsplan für das nunmehr in die Verwaltung des Cultusministeriums übergehende Institut ausgearbeitet. Dabei gab man die frühere Absicht, mit der Centralstelle auch das magnetisch-meteorologische Observatorium zu verbinden, auf, nicht nur weil hierdurch eine nicht unbeträchtliche Kostenverminderung für Neubauten usw. gewonnen wurde, sondern weil auch sachliche Gründe für eine solche Trennung sprachen. Das Centralinstitut muß leicht zugänglich sein für jeden, der sich für meteorologische Fragen interessirt, und zugleich im Mittelpunkt des Verkehrs liegen, um das massenhaft ein- und ausgehende Material möglichst schnell befördern, die steten

Beziehungen mit den auswärtigen Beobachtungsstationen sowie den zahlreichen fremdländischen Anstalten ähnlicher Art so leicht als möglich unterhalten zu können. Alle diese Rücksichten verweisen den Sitz des Instituts nach Berlin. Im Gegensatz hierzu bedürfen die Observatorien einer gewissen Abgeschlossenheit und genügender Entfernung vom Verkehr, überhaupt thunlichster Freiheit von störenden Einflüssen aller Art. Daher wurde — ähnlich wie dies auch in London, Paris und St. Petersburg der Fall ist — eine Trennung der Centralstelle von den Observatorien beschlossen, sodafs erstere in Berlin verblieb, für letztere aber Neubauten auf dem Telegraphenberge bei Potsdam in Aussicht genommen wurden. Diese Neubauten sollten dann die Beobachtungsstationen I. Ordnung aufnehmen, während die auswärtigen Stationen II. und III. Ordnung neu auszurüsten und in ihrem Netz so zu ergänzen wären, wie dies den Anforderungen der Zeit entspricht. Außerdem wurde noch die Errichtung einer großen Zahl sog. „Regenstationen“ (bis zu 2000) in Aussicht genommen, an welchen auch Beobachtungen über Gewitter angestellt werden sollen. Die Wichtigkeit einer sorgfältigen Aufzeichnung über Häufigkeit und Ergiebigkeit der Niederschläge für viele Lebensgebiete, besonders für die gesamte Wasserwirtschaft und Hydrotechnik ist wohl so allgemein anerkannt, daß es nur dieses Hinweises bedarf, um in den beteiligten Kreisen Genugthuung über die Ausfüllung einer bisher vielfach und schmerzlich empfundenen Lücke hervorzurufen.

Die für den Telegraphenberg geplanten Anlagen bestehen aus zwei getrennten Baukörpern, von welchen der größere, als „Hauptgebäude“ bezeichnet, eine Anzahl von Dienstwohnungen für die wissenschaftlichen und untergeordneteren Beamten, ferner die Räume für die Bureaus und die Bibliothek, sowie Laboratorien und Werkstätten enthalten und einem Theil der meteorologischen Instrumente passende Aufstellung gewähren soll, während der kleinere, in angemessenem Abstand vom ersteren, von den Grenzen des Anstaltsgebiets und von den sonstigen Bauwerken der Gesamtanlage errichtet, für das magnetische Observatorium bestimmt ist und im wesentlichen nur Beobachtungsräume aufzunehmen hat. Die dem ersten Abschnitt dieser Mittheilungen beigegebene Vogelschau, Blatt 1 im Atlas, deutet die Lage beider Bauten im allgemeinen an.

Ursprünglich lag es in der Absicht, den Bau beider Anlagen zugleich auszuführen, doch stellten sich hiergegen Hindernisse ein, die zu einer Theilung nöthigten. Die Institutsleitung befürwortete nun die möglichst baldige Inangriffnahme des magnetischen Observatoriums, weil damals (1887) für die erdmagnetischen Erscheinungen in den nächsten Jahren ein Wendepunkt in sicherer Aussicht stand, sodafs eine verschärfte Verfolgung dieser Erscheinungen für doppelt wichtig erachtet wurde. Diesem Wunsche entsprechend begann denn im Frühjahr 1888 der Bau dieses Observatoriums.

#### A. Das magnetische Observatorium.

(Mit Abbildung auf Bl. 25.)

Bekanntlich stimmt die Richtung, welche die erdmagnetische Kraft der freischwebenden, d. h. nur in ihrem Schwerpunkt unterstützten Magnetnadel ertheilt, nicht, wie man anfangs glaubte, mit der astronomischen Nordrichtung über-

ein, weicht vielmehr um einen bestimmten Winkel, die „Declination“, von dieser Nordlinie ab. Die Declination ist jedoch nicht für alle Punkte der Erdoberfläche dieselbe, sie wechselt überdies innerhalb längerer Zeiträume für einen bestimmten Ort in sog. „säcularen Schwankungen“ in sehr erheblichem Maße. Bei der Wichtigkeit, die dem Gebrauch der Magnetnadel in der Seeschiffahrt beiwohnt, ist es also von der größten praktischen Bedeutung, für alle hier in Betracht kommenden Punkte der Erdoberfläche die Größe der Declination und ihre etwa im Laufe der Zeit eintretenden Aenderungen durch Herstellung und Vervollständigung der sog. „magnetischen Karten“ festzulegen. Aufser diesen sich allmählich vollziehenden „säcularen“ Schwankungen ist aber die erdmagnetische Richtkraft auch fortwährend kleineren, häufig wechselnden Aenderungen, den „Variationen“, unterworfen, deren Beobachtung namentlich deshalb einen hervorragenden wissenschaftlichen Werth hat, weil diese Variationen in unverkennbaren Beziehungen zu gewissen Vorgängen im Gebiete der Erdatmosphäre und der Sonnenoberfläche stehen. Schon im Jahre 1741 bemerkte ein schwedischer Forscher während eines starken Nordlichts eine ganz besondere Unruhe der Magnetnadel, und in diesem Jahrhundert gelang der Nachweis, daß diese Schwankungen des Erdmagnetismus in engstem Zusammenhang mit der Fleckenbedeckung der Sonne stehen. Die Größe der täglichen zeitlichen Schwankungen der Magnetnadel sowie die Häufigkeit und Heftigkeit der ganz unregelmäßigen Aenderungen aller magnetischen Elemente, der sog. „Störungen“, wächst und nimmt ab mit dem Glanz und der Häufigkeit der Polarlichter, wie auch mit der Fleckenbedeckung der Sonne. Aufserdem sprechen vielfache Gründe dafür, einen ähnlichen Zusammenhang zwischen den Sonnenflecken und anderen Gruppen atmosphärischer Erscheinungen zu vermuthen, wenn auch noch kein strenger Nachweis hierfür geliefert worden ist. Jedenfalls geht aber schon aus diesen Verhältnissen die hohe wissenschaftliche Bedeutung der Erforschung des Erdmagnetismus in allen seinen Aeußerungen hervor. Es mag noch daran erinnert werden, daß aufser der bisher vorzugsweise erwähnten „Declination“ („Mißweisung“) sich noch andere sog. „Elemente“ der Beobachtung an der Magnetnadel darbieten, nämlich die „Inclination“, d. h. der Winkel, den die freie Magnetnadel mit der Horizontalebene bildet, und die „Intensität“, d. h. die Stärke, mit welcher die erdmagnetische Richtkraft auf die Nadel einwirkt. Da diese Elemente ebenfalls häufigen Schwankungen unterworfen sind, so müssen auch sie Gegenstand einer steten Beobachtung sein.

Dem oben bezeichneten Hauptunterschied in den Schwankungen des Erdmagnetismus entsprechend, zerfallen die Beobachtungen dieser Naturerscheinung in solche, bei welchen man sich die Aufgabe stellt, die für einen ganz bestimmten Augenblick geltenden Werthe der magnetischen Elemente in allgemein gültigen (absoluten) Mafsen mit aller irgend möglichen Genauigkeit zu ermitteln, die „absoluten Messungen“, und solche, die die täglichen — zeitlichen und ganz unregelmäßigen — Schwankungen, die „Variationen“, im Auge haben. Natürlich können sich in beiden Fällen die Forschungen auf Declination, Inclination und Intensität beziehen.

Früher, als man vorzugsweise mit großen Magnetstäben arbeitete, war eine weitgehende Trennung der für beiderlei

Beobachtungen bestimmten Bauanlagen unumgänglich, ja die besonders großen Stäbe, an welchen s. Z. Gauß u. W. Weber in Göttingen ihre bahnbrechenden Beobachtungen über Erdmagnetismus ausführten, bedurften, zum Theil wenigstens, um gegenseitige Störungen zu vermeiden, einzeln besonderer Räume, sogar besonderer Gebäude. In neuerer Zeit bedient man sich aber erheblich kleinerer Nadeln, die zugleich den Vortheil größerer Empfindlichkeit gegen die häufig nur geringen Variationen, sowie gegen plötzlich eintretende Störungen zeigen, sodafs jetzt eine weitgehende Zusammenfassung der einzelnen Beobachtungsstellen als zulässig erscheint. Bis in die neuere Zeit war man gleichwohl gewöhnt, die absoluten Messungen und die Variationsbeobachtungen in gesonderten, von einander durch weitere Zwischenräume getrennten Gebäuden vorzunehmen. Im vorliegenden Falle ist, nach dem Vorbilde der neuen französischen Observatorien im Park St. Maur bei Paris und in der Nähe von Nizza, die Anlage so gestaltet, daß in unterirdischen Räumen (Kellern) die Einrichtungen für Variationsbeobachtungen und in einem unmittelbar darüber liegenden Erdgeschofs die für absolute Messungen untergebracht sind.

Das Bild auf Bl. 25 und die nebenstehenden Abbildungen 4 bis 7 veranschaulichen das genau nach den Haupt-Himmelsrichtungen angeordnete Bauwerk, wobei bemerkt wird, daß die beiden Langseiten nach Nord und Süd, die beiden Schmalseiten nach Ost und West gewendet sind. Eine Grundplatte aus gestampftem Grobmörtel (Kalkbeton) von 1,20 m Dicke zieht sich unter dem ganzen Kellerbau hin, und hat den Zweck, die Gesamtanlage möglichst erschütterungsfrei herzustellen und vor den nachtheiligen Einwirkungen des Untergrundes zu schützen. Ueber der untersten, 0,15 m starken Schicht der Grundplatte ist daher eine Asphalt-Isolirlage angebracht, um dem Aufsteigen der Grundfeuchtigkeit zu wehren. Zu gleichem Zweck dient ein Goudron-Ueberzug auf allen mit dem Boden in unmittelbare Berührung tretenden Mauerflächen. Die beiden Beobachtungsräume im Kellergeschofs, jeder im lichten 6 m lang, 4,5 m breit, sind durch die vom Erdgeschofs hinabführende Treppe und einen Vorraum von einander getrennt. Von ihnen dient der eine zur Aufnahme von Variationsinstrumenten mit directer Beobachtung, der andere von solchen mit photographischer Aufzeichnung. Das Ganze ist durch einen ringsumlaufenden Gang, dessen starke Umfassungsmauern mit auf der Grundplatte ruhen, vom umgebenden Erdreich losgetrennt. An der nördlichen Langseite zeigt dieser Gang nischen- oder kellerhalsartige Erweiterungen, die bis über den äußeren Erdboden reichen und dort mit starken Rohglastplatten abgedeckt sind. Sie dienen zum Einlaß von Tageslicht in die inneren Kellerräume, deren Nordwände mit entsprechenden Fenstern versehen sind. Sowohl die Beobachtungsräume als der Vorraum und der Umgang sind mit starken Gewölben überdeckt.

Das Erdgeschofs enthält die Räume für absolute Messungen und zerfällt in ein kleineres östliches Gemach, das die durch einen Vorflur geschützte Eingangstür enthält, und ein größeres westliches, welches auch die nach dem Keller führende Treppe umfaßt. Beide Räume stehen durch eine breite Wandöffnung miteinander in unmittelbarer Verbindung. Die Decke dieses Geschosses ist in Holzconstruktion hergestellt.

Ueber dem Erdgeschoss ist noch ein niedriges, nur von außen durch Leitern zugängliches Dachgeschoss angelegt, das lediglich dem Zweck thermischer Isolirung der Beobachtungsräume dient.

Für diese Beobachtungsräume bestehen nämlich eigenartige Bedingungen. Zunächst wird Eisenfreiheit erfordert, im höchsten Grad für die absoluten, in etwas geringerem für die Variations-Beobachtungen. Ferner

Temperatur-Constanz, namentlich für die Variationsbeobachtungen, in etwas vermindertem, aber immer noch erheblichem Grade für die absoluten Messungen. Dafs die Aufstellung aller zu den Beobachtungen und Messungen dienenden Instrumente möglichst erschütterungsfrei sein muß, bedarf wohl kaum der besonderen Betonung.

Um die erste Bedingung zu erfüllen, mußte beim Bau nicht nur Eisen an sich, sondern jeder eisenhaltige Baustoff

stehenden Backsteine zu stark auf die Magnetnadel einwirkten, als dafs ihre Verwendung für den Bau in Betracht kommen konnte.

Dagegen ergab sich der Kalkstein aus den bekannten Brüchen von Rüdersdorf bei Berlin, sowie ein aus Wefensleben im Magdeburgischen bezogener Sandstein als hinreichend eisenfrei. Beide Steingattungen zeigten sich sogar noch etwas eisenfreier als der Sandboden, auf dem das Gebäude errichtet ist, aus dem auch der zur Mörtelbereitung verwendete Sand entnommen werden mußte.

Daher wurde das sämtliche unter Tag liegende Mauerwerk aus Rüdersdorfer Kalk-, das aufgehende Mauerwerk aus Wefenslebener Sandstein hergestellt. Zum Mörtel kam nur Rüdersdorfer Kalk zur Verwendung, unter Vermeidung von Cement, der sich meistens als mehr oder minder stark eisenhaltig ergeben hatte. An Metallen wurde nicht nur Eisen, son-



Abb. 4. Ansicht.

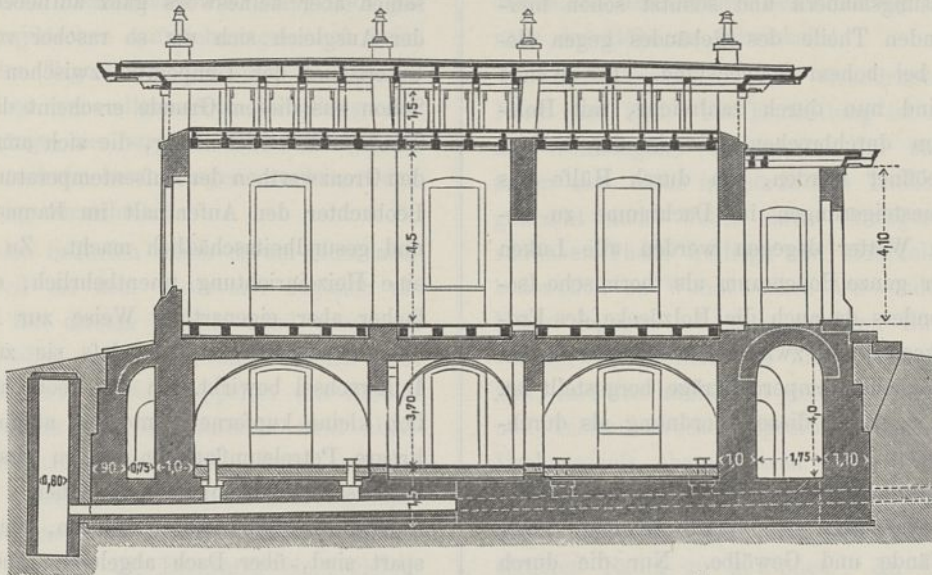


Abb. 5. Längenschnitt.

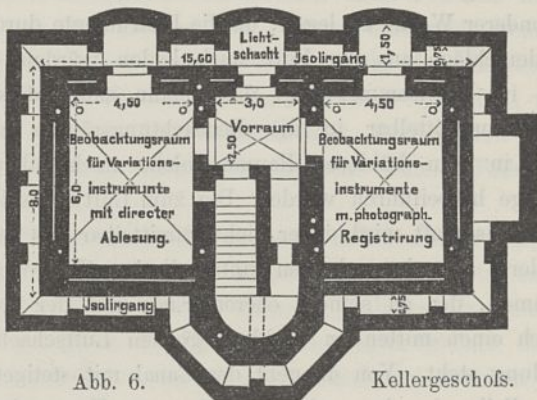


Abb. 6. Kellergeschoss.

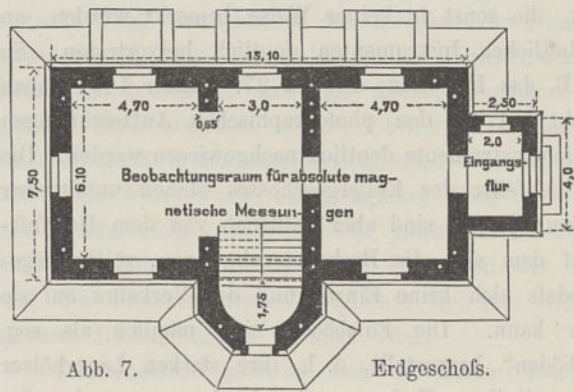
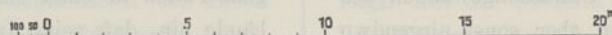


Abb. 7. Erdgeschoss.



Das magnetische Observatorium.

überhaupt — soweit möglich — vermieden werden. Eine von wissenschaftlicher Seite vorgenommene sehr genaue Untersuchung ergab nun zunächst, dafs alle hier zur Verfügung

dern auch Zink ausgeschlossen, sodafs nur Kupfer oder Bronze angewendet werden durften. Von ersterem Stoff sind z. B. die Rinnen, Abfall- und Abzugsrohre, sowie Flächenab-

deckungen, ebenso alle Nagelungen, von letzterem die Thür- und Fensterbeschläge usw. hergestellt. Die Verwendung von Holz unterlag natürlich keinem Bedenken.

Um den erforderlichen Grad von Temperaturconstanz zu erlangen, wurde für die Variationsbeobachtungen die unterirdische Lage gewählt, und allen Umfassungswänden und Deckengewölben eine ungewöhnliche Stärke — bis zu 1 m — gegeben. Wesentlich tragen zum Wärmeschutz der Kellerräume auch die starke Bodenplatte und der Umgang bei, die den Innenraum des Kellers von den Einflüssen des umgebenden Bodens bis zu gewissem Grade unabhängig machen. Auch die Wände des Erdgeschosses haben eine mehr als gewöhnliche Stärke. Abgesehen von den verdoppelten Fenster- und Thürflügeln, wobei die Fenster außerdem noch durch äufsere Holzläden gegen die wechselnden Temperatureinflüsse der Sonnenbestrahlung und der Aussenluft geschützt werden können, dient zur Erhaltung des Wärmegleichmässes in diesem Geschoss vorzugsweise die schon oben erwähnte Anordnung eines darüber errichteten niedrigen Dachgeschosses. Das flache mit Holzcement und starker Kiesschüttung abgedeckte Dach hat ringsum 1,50 m Ueberstand über die Umfassungsmauern und schützt schon hierdurch die nächstliegenden Theile des Gebäudes gegen Bestrahlung namentlich bei hohem Sonnenstand. Die Wände des Dachgeschosses sind nun durch zahlreiche, mit Holzläden versehene Luken durchbrochen, die in der heißen Jahreszeit ringsum geöffnet werden, um durch Hülfe des Luftzugs starke Wärmesteigerungen im Dachraume zu bekämpfen. Bei kaltem Wetter dagegen werden alle Luken geschlossen, sodafs der ganze Bodenraum als thermische Isorkammer wirkt, besonders da auch die Holzdecke des Erdgeschosses durch Häckselfüllung zwischen den Balkenfachen und ähnliche Mittel möglichst temperaturträge hergestellt ist. Mehrjährige Erfahrungen haben diese Anordnung als durchaus zweckmäfsig erwiesen.

Die Erschütterungsfreiheit des ganzen Bauwerks wird in erster Linie durch die mächtige Grundplatte bewirkt, sowie durch die starken Wände und Gewölbe. Nur die durch Erdbeben hervorgerufenen Bewegungen machen sich natürlich auch bei dieser Anlage geltend, und es ist auffallend, auf wie weite Entfernungen selbst geringere Einwirkungen dieser Art, die sonst in keiner Weise bemerkt würden, an den empfindlichen Instrumenten deutlich hervortreten. So konnte z. B. das Erdbeben, das am 27. October 1891 Japan heimgesucht hat, in den photographischen Aufzeichnungen der Variationsinstrumente deutlich nachgewiesen werden. Die Instrumentenpfeiler des Kellergeschosses stehen unmittelbar auf der Grundplatte, sind aber natürlich von dem Holzfufsboden, auf dem sich die Beobachter bewegen, völlig losgetrennt, sodafs sich keine Einwirkung des Verkehrs auf sie übertragen kann. Die Fufsböden sind nämlich als sog. „Schwebeböden“ hergestellt, d. h. ihre starken Lagerhölzer ruhen nur mit ihren Enden an den Umfassungswänden des Raumes auf dem Unterbau, berühren aber sonst nirgendwo die Grundplatte oder einen Pfeiler. Auch der Fufsbodenbelag ist an den Durchgangsstellen der Pfeiler so ausgeschnitten, dafs nirgendwo Holz mit Stein in Berührung tritt. Durch eine Filz-Ausfütterung und Deckleisten, die natürlich auch isolirt sein müssen, kann die aus mancherlei Gründen

wünschenswerthe Dichtung der Fugen zwischen Holzboden und Pfeiler so bewirkt werden, dafs ein Uebertragen von Erschütterungen vermieden wird. Im Erdgeschoss stehen die Instrumentenpfeiler auf den oben wagerecht abgeglichenen Kreuzgewölben des Kellergeschosses, und sind in gleicher Weise, wie unten, durch Schwebeböden erschütterungsfrei gemacht. Es sei hier beiläufig bemerkt, dafs diese Pfeiler im Keller- so niedrig, die im Erdgeschoss so hoch wie möglich angenommen sind, um durch möglichst grofse Entfernung zwischen den unten und oben stehenden Instrumenten gegenseitige magnetische Störungen abzuhalten.

Für die Variations-Beobachtungen ist, wie schon oben hervorgehoben wurde, ein gleichmäfsiger Wärmegrad von besonderer Wichtigkeit. Dies ist nun so zu verstehen, dafs die Temperatur des Raumes auf lange Zeit hinaus den Einwirkungen der im Wechsel der Tages- und Jahreszeiten stark schwankenden Wärmeverhältnisse der Aussenluft nach Möglichkeit entzogen sein und innerhalb möglichst enger Grenzen Jahr aus, Jahr ein sich gleich bleiben soll. Es leuchtet nun wohl ein, dafs die oben beschriebenen Einrichtungen den Temperatur-Ausgleich wohl hemmen und sehr verlangsamten aber keineswegs ganz aufheben können, sowie, dafs der Ausgleich sich um so rascher vollzieht, je gröfser der Unterschied der Temperatur zwischen innen und ausen ist. Schon aus diesem Grunde erscheint die Wahl einer mittleren Temperatur zweckmäfsig, die sich annähernd gleich weit von den Grenzwerten der Aussen-temperatur hält, und zugleich dem Beobachter den Aufenthalt im Raume nicht zu unbehaglich und gesundheitsschädlich macht. Zu diesem Zweck ist nun eine Heizeinrichtung unentbehrlich, die denn auch in einfacher aber eigenartiger Weise zur Ausführung gekommen und so eingerichtet ist, dafs sie zugleich einen mäfsigen Luftwechsel bewirkt. In den Beobachtungsräumen sind nämlich kleine kupferne Mantelöfen aufgestellt, die durch regulirebare Petroleumflammen, deren Ersatz durch Gasflammen in Aussicht genommen ist, geheizt werden. Die Verbrennungsgase werden durch Röhren, die im Mauerwerk gespart sind, über Dach abgeleitet, auch ist durch geeignete Vorkehrungen dafür gesorgt, dafs das beim Verbrennen sich ausscheidende Wasser nicht durch Anfeuchten der Raumluft nachtheilig werden kann. Auf letzteren Umstand ist hier besonderer Werth zu legen, da die Instrumente durch feuchte Niederschläge aus der Luft stark leiden würden. Namentlich im Hochsommer liegt die Gefahr nahe, dafs die von ausen unmittelbar in die Beobachtungsräume eintretende Luft in dem kühleren Raume solche nachtheilige Niederschläge herbeiführen würde. Die zum Luftwechsel erforderliche Frischluft wird daher nicht unmittelbar aus dem Freien, sondern aus einem langen unterirdischen Röhrencanal entnommen, der an seinem oberen Ende mit der freien Luft durch einen mitten im Walde liegenden Luftschacht in Verbindung steht. Von da geht der Canal mit stetigem, mäfsigem Fallen in einer solchen Tiefe unter Tag nach dem Gebäude hin, dafs seine Innentemperatur nur geringen Schwankungen unterworfen ist. Hat die Luft sich hier abgekühlt und einen entsprechenden Theil ihrer Feuchtigkeit abgegeben, so wird sie durch die in der Grundplatte des Gebäudes angelegte, mit passenden Auslässen versehene Fortsetzung der Röhre nach den Beobachtungsräumen geleitet, wo sie in den







in die obersten Thurmgeschosse reichen, zum guten Theil in Kupfer hergestellt.

### C. Nebenanlagen.

Aufser den bereits unter A. aufgeführten kleinen Nebenanlagen für das magnetische Observatorium sind hier noch besonders zu erwähnen:

1. Eine eingeebnete, baumfreie und mit Rasenwuchs versehene größere Fläche zum Aufstellen von Thermometern sowie Feuchtigkeitsmessern verschiedener Construction und ähnlichen Instrumenten in sogenannten „Hütten“, die neben Schutz gegen unmittelbare Sonnenbestrahlung und anderen störenden Einflüssen der Witterung der freien Luft ungehinderten Zutritt gewähren. Auch für die Messung der Niederschläge, der Bodentemperatur, der Luftpotelectricität usw. wird an passenden Stellen Sorge getragen. Die erwähnte Wiesenfläche liegt zwischen dem Hauptgebäude und dem magnetischen Observatorium. Beim Ausschachten für den Grundbau und die zum Theil tiefliegenden Kelleranlagen wurden bedeutende Bodenmassen gewonnen, die gute Verwendung beim Einebnen der Rasenflächen fanden. Es sind natürlich Einrichtungen zum Besprengen während der trockenen Jahreszeit vorhanden, da ohne künstliche Bewässerung auf dem wenig fruchtbaren Sandboden sich kein Grasaufwuchs erhalten könnte.

2. Kleine Hausgärten, zu jeder der im Hauptgebäude liegenden Wohnungen. Sie finden ihren Platz westlich vom Hauptgebäude, hinter einem gemeinschaftlichen Hofe, an welchen sich seitlich ein für Brennstoffe und dergl. bestimmter Schuppenbau anschliesst. Die Gärten sind nur in ihren Flächen geebnet und eingefriedigt, während die Bepflanzung usw. den Nutznießern anheimgestellt bleibt. Auch sie sind mit Sprenghähnen versehen.

3. Ein Fahrweg, der sich an die vom Einfahrtsthor nach Südwest gerichtete ältere Auffahrt zum astrophysica-

lischen Observatorium anschliesst, da wo diese eine Wendung nach Osten macht, um in mehreren Windungen die hohe Kuppe zu erreichen. Die neue Fahrstrasse setzt zunächst die gerade Richtung der älteren fort, biegt dann in der Nähe des Hauptgebäudes nach Süden zu ab und erreicht in einer größeren Schleife den Vorplatz zu diesem Gebäude. Natürlich hat auch der Hof fahrbaren Anschluß an diese Strasse, und ebenso geht eine Fortsetzung bis zum Gehege des magnetischen Observatoriums. Die Befestigung der Fahrbahn ist ebenso, wie bei den älteren Anlagen hergestellt durch eine Packlage zwischen Bordsteinen und eine abgewalzte Decklage aus Granit, die der Fußwege durch eine Unterlage von Ziegelbrocken und eine Kieslage, die mit geeignetem Bindemittel von Hand festgestampft oder gewalzt wurde. Die Ableitung des Regenwassers geschieht durch gepflasterte Rinnen.

4. Die Gas- und Wasserversorgung sowie die Entwässerung der ganzen Anlage geht ebenso vor sich, wie bei dem älteren Institut. Von der Verstärkung des Gas- und Wasserwerks ist bereits in der Einleitung zu diesem Aufsatz gesprochen worden. Ein besonderer Hauptrohrstrang geht von der Pumpstation nach dem im meteorologischen Thurm aufgestellten Druckbecken, von wo sich die Wasserröhren nach allen Theilen des Hauses und seiner Umgebung verzweigen. Um in Nothfällen auch die über dem Druckbecken liegenden Theile des Thurmes mit einem Wasserstrahl erreichen zu können, ist eine Vorrichtung angeordnet, die das Durchpumpen unmittelbar von der Pumpstation ermöglicht. Auch bei sonstigen ungewöhnlichen Anlässen kann diese Einrichtung gute Dienste leisten.

Die Entwässerungsröhren schliessen sich an die vorhandene ältere Leitung an und ergießen, wie dieses, die unreinen Wasser in den das ganze Anstaltsgebiet umziehenden Rieselgraben, von wo es nach Bedarf zur Befruchtung des Pflanzenwuchses weiter geleitet werden kann, soweit es nicht schon im Graben selbst versickert. (Schluß folgt.)

## Bauten in und um Ragusa.

Von H. E. v. Berlepsch und Fr. Weysser, Architekten in München.

(Mit Abbildungen auf Blatt 28 bis 35 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

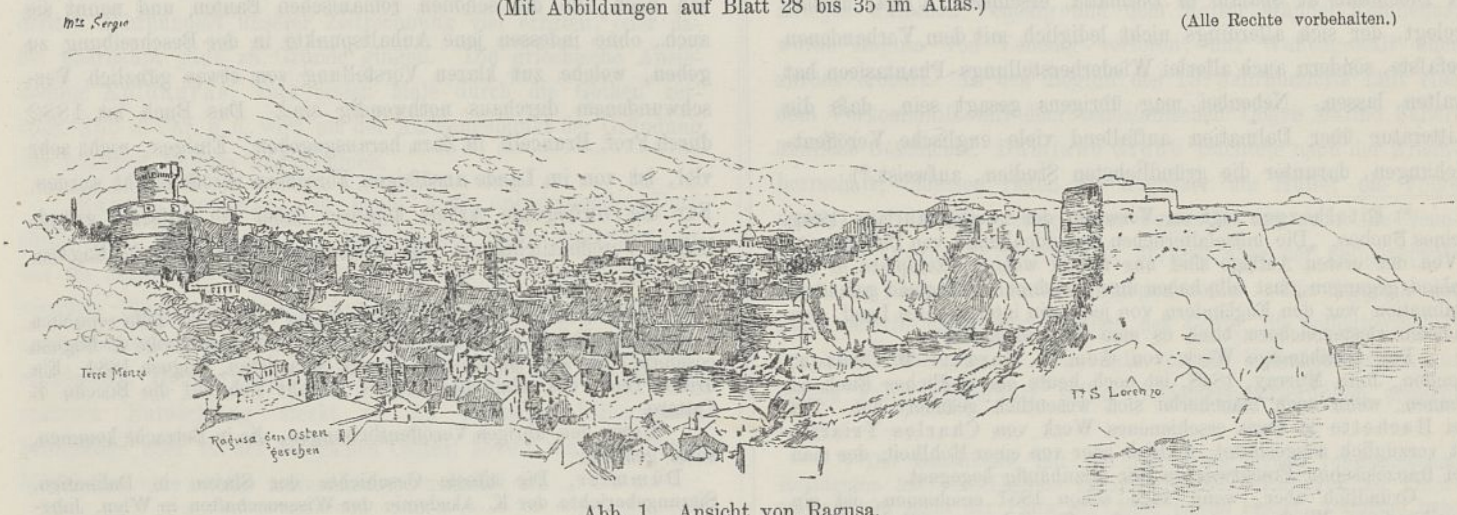


Abb. 1. Ansicht von Ragusa.

Die Forschung über eigentliche Brennpunkte weittragender Stilbewegungen ist, insofern sie die Culturvölker des Abendlandes betrifft, gewissermaßen abgeschlossen; sie nimmt ebenso

wie für bestimmte Zeiten, so auch für bestimmte Orte, oder sagen wir vielleicht deutlicher „Ausgangspunkte“ eine Grund-Erscheinung als maßgebend an, gleichsam als Stamm, von dem aus die















war das Schicksal Ragusas besiegelt, es zählte fortan überhaupt als Seemacht nicht mehr mit; seine Flagge ist auf keinem Meere mehr zu sehen, es ist heute eine todte Stadt, welche durch die Besetzung Bosniens und der Hercegovina seitens Oesterreichs auch noch den letzten Rest von Handel verloren hat, der bis vor kurzer Zeit mit dem Reiche der Osmanen bestand.

Was heute in Ragusa spricht, das sind lediglich die Ueberbleibsel, welche als stumme Zeugen von Zeiten des Ruhmes und Glanzes in die Stille unserer Tage herübertagen.

### Baudenkmäler.

#### I. Kirchliche Bauten und Anlagen.

Das Gesamt-Architekturbild, was Ragusa bietet, ist durchaus italienisch. Hohen Reiz gewinnt es durch die Bodengestaltung. Auf der einen Seite, nach Osten zu, steigen die Lehnen des Monte Sergio auf, ihm gegenüber erhebt sich eine minder hohe Reihe von Hügeln, welche senkrecht nach dem Meere hin abfallen. Die Thalsohle zwischen beiden wird durch die stattliche Hauptstrafse, den Stradone eingenommen, der, wie schon früher bemerkt, ehemals ein Meeresarm war; an seinem Anfang bei der Porta Pille liegt das Franciscaner-Kloster, weiterhin die Dogana, ihr gegenüber die barocke, aber groß im Aufbau gedachte Kuppelanlage von San Biagio und die Torre dell' orologio (1480).

Unweit davon, ebenfalls in der Thalsohle, erhebt sich der Rectorenpalast, das Gebäude, in dessen Mauern während vieler Jahrhunderte die Geschehliche der politisch klug geleiteten Republik berathschlagt wurden; nahe bei diesem die Kuppelkirche Santa Maria Maggior. Rechts und links von der Niederung steigt der Boden an und hier gruppieren sich nun weitere Kirchengebäude inmitten des Häusergewirres. Ringsum ist die Stadt von mächtigen Bollwerken, Mauer- und Thorthürmen, sowie Bastionen geschützt, deren Linien allen Bodenerhebungen und Einsenkungen folgen und so dem Bilde des Ganzen ein stolzes, trotziges Gepräge verleihen. Einen prächtigen Anblick hat man von dem Platze außerhalb der Porta Pille, wo trefflich gepflegte Gärten mit herrlichen Baumgruppen den Blick fest halten. Gen Westen aber erheben sich zwei Fels-Pyramiden, auf deren einer das Castell San Lorenzo erbaut ist; zwischen hindurch schaut man hinaus auf das blaue unendliche Meer, dessen Wogen brausend in dem engen Felskessel zerrieben. Es würde zu weit führen, sollte hier noch näher auf die Gesamterscheinung der Stadt eingegangen werden, und es mag daher diese in kurzen Zügen gegebene Skizze ihrer herrlichen Lage genügen.

Ragusa besaß vor dem großen Erdbeben vom Jahre 1667 eine Anzahl von Bauten, deren Entstehung bei einzelnen bis in das frühe Mittelalter zurückreichte, so vor allem bei der Kirche des heiligen Stefanus, welche 930 gegründet, im Jahre 1050 erneuert und sechshundert Jahre später durch Naturgewalt vollständig zerstört wurde, sodafs an einen Wiederaufbau in der alten Form nicht zu denken war. Die Anlage wird im allgemeinen wohl dieselbe gewesen sein, wie sie sich bei frühromanischen Kirchen anderer Städte Dalmatiens erhalten hat, z. B. bei Santa Barbara in Trau (dreischiffig mit überhöhtem Mittelschiff und viereckigem Chorabschluss, dessen Breite gleichzeitig diejenige des Schiffes bestimmt, das mit vier, auf mächtigen monolithischen Säulen römischen Ursprunges ruhenden

Kreuzgewölben geschlossenen ist, zuerst genannt 1184, offenbar aber älter) u. a. Einige noch vorhandene Bruchstücke von Ornamentwerk haben ebenfalls das gleiche Gepräge, wie es an anderen Bauten dieser Zeit im Gebiete der Adria vorkommt.

Eine kleine Capelle, San Giacomo in Beline dürfte vielleicht ebenfalls in die ältere Zeit hinaufreichen. Sie gehörte im 15. Jahrhundert den Dominicanern, ehe diese ihr eigenes Kloster hatten. Die Capelle dürfte nach dem Erdbeben bauliche Veränderungen erlitten haben, wie aus dem Gewölbeaufbau hervorgeht. Weitere Anlagen von ursprünglich byzantinischem Charakter waren vor ihrem vollständigen Umbau San Niccolo in Prijeka und Santa Maria in Castello. Im jetzigen Zustande bieten sie durchaus nichts erwähnenswerthes.

Nahe dem Dome findet sich ein Bruchstück Steinmetzarbeit, allem Anscheine nach frühromanischer Herkunft. Es ist ein Stück mit verzierten Gewänden und geradem Sturze, über dem in starker Ausladung, grob profilirt und mit Flachornamenten ausgestattet, ein Gesims liegt, dessen oberstes Glied (an Stelle der Sima) eine unter etwa siebzig Grad ansteigende Platte mit auffallend reinem Palmettenmuster bildet. Das Stück wird wohl von irgend einem älteren Bau herrühren.

Mit dem Ende des 12. Jahrhunderts verschwindet der byzantinische Einfluss in politischer Beziehung mehr und mehr. Gleich setzt das Ende desselben in das Jahr 1175. Von da ab beginnt der Einfluss Venedigs sich geltend zu machen. In die Zeit von 1200—1250 fällt der Bau des Domes, der bei dem Erdbeben von 1667 zu Grunde ging. Seine Gestalt läfst sich ziemlich deutlich erkennen auf einem kleinen Modell der Stadt, welches die im Domschatze befindliche 67 cm hohe, aus Silber getriebene Figur des heiligen Blasius in der linken Hand hält. Hier zeigt sich der Dom als eine Anlage ohne Apsis, mit Chorflügeln und einem kuppelartigen Aufbau auf dem Dache. Ein kuppelartig überwölbtes Baptisterium von romanischer Gestalt, achteckig, mit langen, schlitzartigen Fenstern, in deren Leibung dünne Rundsäulchen standen, ist erst in unserem Jahrhundert abgebrochen worden. Ursprünglich war es der Unterbau eines 1388 im Bau begonnenen Campanile, der aber nicht über das erste Stockwerk hinaus gedieh. Auf der benachbarten Insel Lacroma sodann, einem wahrhaft paradiesischen Fleck Erde, finden sich die Trümmer einer ziemlich bedeutenden Kirchenanlage romanischer Zeit, dreischiffig mit halbrunden Apsiden, deren große die doppelte Weite der seitlichen kleineren hat. An der einen noch über den Boden emporragenden Seitenmauer sind sechs Pfeileransätze mit Diagonal-Ecken sichtbar, vor dem Schiffe in ganzer Frontbreite eine Halle (Narthex) und an der Westseite desselben ein halbrunder, apsidenartiger Anbau. Die Stiftung soll ins elfte Jahrhundert zurückreichen und in Verbindung stehen mit einem Gelübde von König Richard Löwenherz, welcher als der geistige Urheber des Baues der Kathedrale von Ragusa genannt wird. Näheres und Belege bei Eitelberger S. 348 ff. Die ganze Anlage stimmt überein mit einer Reihe ähnlicher Kirchen in Dalmatien. Von einer zu Ehren des heil. Doimo von Spalatiner Kaufleuten errichteten Kirche aus dem 13. Jahrhundert ist ebensowenig etwas übrig geblieben, als von der dem heil. Trifonius durch die Bocchesen-Colonie in Ragusa um 1300 erbauten.

In das Jahr 1306 fällt die Einweihung der Dominicanerkirche, die schon in den nächsten Jahrhunderten verändert, jetzt im Innern nur noch Reste einer späteren Zeit

aufweist, nämlich drei Bogennischen, offenbar ursprünglich zur Aufnahme von Altären bestimmt, und früher an der Nord- (jetzt West-)Seite befindlich. Was die Kirche im übrigen betrifft, so zeigt der Grundriß keinerlei bestimmte Grundzüge, noch sonst irgend welche Dinge von Bedeutung, wogegen der sehr wohl erhaltene Kreuzgang als ein sehr schönes Beispiel seiner Gattung bezeichnet werden darf, als eine eigenartige Mischung von romanischen und gothischen Bestandtheilen, die mancherlei besondere Eigenthümlichkeiten aufweist. Er gehört zweifelsohne dem 1348 innerhalb der erweiterten Stadtumwallung neuerbauten Kloster an. Früher lag dieses wie auch das Franciscaner Kloster außerhalb der Stadt.

Das etwas verschobene Viereck des Hofes zeigt auf jeder Seite fünf auf Pfeilern ruhende

Rundbogenstellungen, denen im Gange ebenso viele Kreuzgewölbe entsprechen. Jede Bogenstellung ist ihrerseits dreitheilig, mit Rund- (bez. Halb-)Säulen, deren attische Basis das Eckblatt und ziemlich steile Gliederung zeigt, während die Capitelle gothisches Blätterwerk aufweisen. Die kleinen Verbindungsbogen sind mit gothischem Dreipafs geschlossen; zwischen je zwei solchen sind im übrigbleibenden Raume des Bogen-Halbkreises je zwei Rosetten angeordnet, deren Zeichnung bald ein

rein gothisches Muster, bald ein eigenartig und fremd berührendes, in Kreisabschnitten sich bewegendes Stabmuster zeigt, das mit der Gothik rein garnichts zu schaffen hat. Nahezu die gleichen Muster finden sich bei bronzenen Thürklopfen von kreisförmiger oder vieleckiger Gestalt, wie sie an verschiedenen der verlassenen Landhäuser zu Perasto, Dobrota, San Matteo usw. in den Bocche di Cattaro zu finden sind. Man hat es hier, das ist auf den ersten Blick ersichtlich, mit einer von Osten eingeführten Form zu thun. Aehnliches kommt an den rein islamitischen sowie spanisch-arabischen Bauten vor, findet sich in umgearbeiteter Form wieder bei einigen nordischen Ornamentisten des 16. Jahrhunderts, Virgil Solis, Peter Flötner usw., und wird heute noch als Fenster-Gitterwerk aus Holz in Tunis usw. gefertigt.

Die Anlage ist als eigenartig zu bezeichnen, denn hier liegt eine besondere Mischung von aufgenommenen und selbstverarbeiteten Formen vor. Ein reizender Brunnen vom Jahr 1623 (zwei ionische Säulchen tragen das mit geschwungenem Aufsatz bekrönte Gebälk über der für eine Cisterne unvermeidlichen Bocca di pozzo) trägt wesentlich zur Erhöhung des reizvollen Eindruckes bei, den der reich mit Sträuchern und Bäumen bepflanzte Hof als Gartenbild gewährt.

Außer diesem vom Erdbeben verschont gebliebenen Theile wäre eine sehr schöne Aufsenthür der Kirche zu nennen, die romanisch-gothisches Gemisch, jedoch ganz anderer Art als der Kreuzgang zeigt und von außerordentlich zierlichen Verhältnissen ist. Der Campanile des Klosters gehört der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts an. Bezeichnend für die Zeit ist es gewiß, daß die Anlage des ganzen Klosters nahe dem mächtigen Bollwerke der Porta Plocce geschah. Die Vertheidigung dieses wichtigen Thores, durch welches die Straße von der ehemals nahen türkischen Grenze, sowie von den Bocche di Cattaro her führte, wurde dem Kloster zur Pflicht gemacht, ebenso wie das zweite Männerkloster, jenes der Franciscaner, im Nothfalle die Vertheidigung der zweiten Hauptforte zur Stadt, der Porta Pille zu übernehmen hatte. Es liegt unmittelbar daneben, mit hin war die Unterkunft der Vertheidiger und die Festung in engster Verbindung. Ebenso waren die meisten Mauerthürme und Bastionen in Verbindung mit Patricierhäusern, deren Insassen sich vorkommenden Falles auf diese festen Punkte zu stützen, sie zu halten hatten, eine unzweifelhaft

äußerst zweckentsprechende Einrichtung, da sofort jedermann auf seinem Platze sein konnte. Den Canonici der Kathedrale fiel die Bewachung der Porta Pescheria zu, das ist jene nach dem kleinen Hafen der Stadt

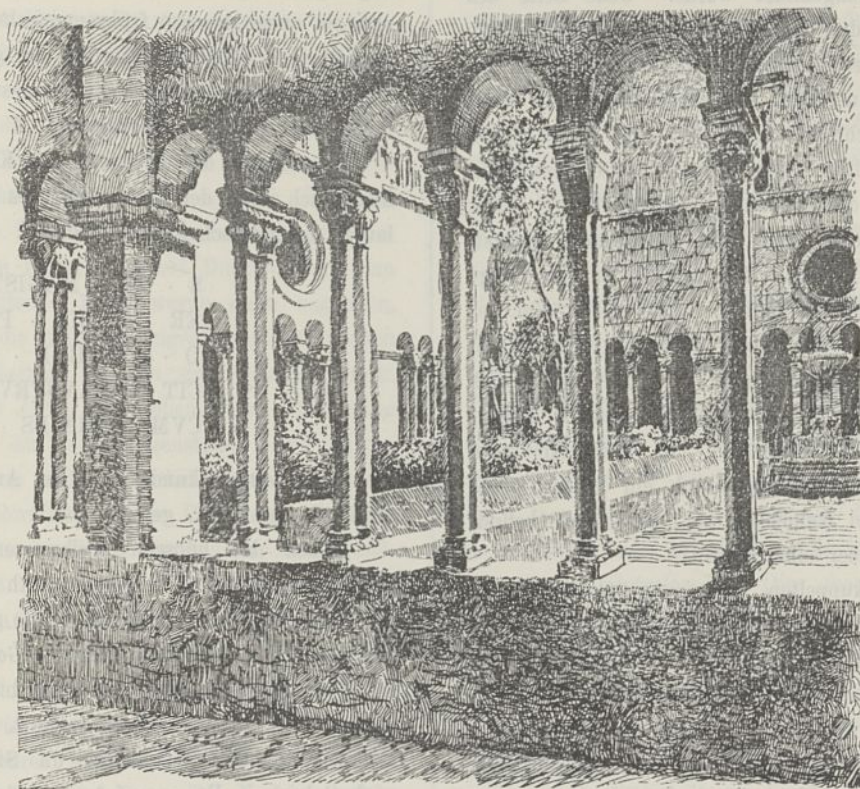


Abb. 2. Hof im Franciscaner Kloster.

hin. Wenn also irgendwo von der *ecclesia militans* die Rede sein kann, so ist es bei Ragusa der Fall. (Näheres bei Gelcich, S. 26 ff.)

Das Kloster der Franciscaner, von seiner Gründung im Jahre 1235 bis 1317 außerhalb der Stadt gelegen, wurde wie der vorhergenannte Convent gelegentlich der Anlage neuer Befestigungen in den Bezirk der Stadt mit einbezogen und ist seit letzterem Zeitpunkt auf öffentliche Kosten neu zu bauen begonnen worden. (Hierbei ist die holländische Colonie zu Ragusa als mit beisteuernd erwähnt.) Durch das Erdbeben von 1667 und die darauf folgende Plünderung der Stadt durch die Horden der nahen Gebirge wurden mehrere Theile der Anlage zerstört, so offenbar die flach eingedeckte Kirche, welche von all den Herrlichkeiten, die früher sich darin befanden, heute nur sehr wenig mehr aufzuweisen hat. Ein mächtiges gothisches Portal, das an sizilianische Vorbilder erinnert, führt vom Stradone zur Kirche. Je zwei schmale Pilaster, zwischen denen Nischen angebracht sind, ebenso wie das pilasterartig durchgebildete Gewände der Thür tragen den gothischen doppelt gebogenen Giebel, in welchem eine Pietà Platz gefunden hat. (sich Bl. 32, Abb. 6). Rechts und links davon befinden sich gothische Baldachine mit Heiligen-

figuren, das ganze ist bekrönt mit einer kräftig entwickelten Kreuzblume, auf der die Figur des heiligen Blasius steht. Der zum Theil romanische Campanile, ebenfalls am Stradone sich erhebend, entstammt mit Ausnahme des kuppelgekrönten obersten Stockwerkes der Gründungszeit des Klosters und blieb ebenso wie jener des Dominicanerklosters bei dem großen Erdbeben unversehrt.

Weit mehr als diese wenigen äußeren Ueberbleibsel der ersten Anlage zieht der Klosterhof (vgl. Abb. 2, S. 233/34) die Aufmerksamkeit auf sich. Er ist durchaus romanisch, vorzüglich erhalten und zeigt, daß in der Mitte des vierzehnten Jahrhunderts der Rundbogen noch überall neben dem Spitzbogen angewendet, künstlerisch durchgebildet wurde. Jede Seite des viereckigen Hofes zeigt je drei Gruppen von sechs, durch zierliche Doppelsäulen getragenen kleinen Rundbogen, welche im Innern durch einen großen Mauerbogen zusammengefaßt sind. Nach außen sind diese nicht sichtbar, doch wird ihre Achse durch je eine große stark profilirte ganz offene Rosette bezeichnet. Die Doppelsäulen stehen, vom Hofe aus gesehen, hinter, nicht nebeneinander. Die Capitelle sind meist zusammen gefaßt, ebenso die Basen und der Abacus. Der letztere hat als Länge die Dicke der darüber liegenden Mauer. Auf einer Seite des Hofes ist diese Mauer nach oben durch einen kräftigen Wulst mit Palmetten-Verzierungen abgeschlossen. Darüber erhebt sich eine zierliche Brüstung mit gekuppelten, neben einander stehenden Säulchen, welche einen Rundbogen mit Dreipalmmustern tragen. Das Ganze ist abgeschlossen durch ein kräftig profilirtes Brüstungsgesims (zwei Rundstäbe mit dazwischen befindlicher tiefer Kehlung, darüber eine Platte).

Die Capitelle der gekuppelten Kreuzgangsälchen zeigen eine außerordentlich große Abwechslung der Formen. Einige sind glatte, abgestumpfte Pyramiden mit der größeren Fläche nach oben, andere zeigen phantastische Thiergestalten, Drachen, Sphinx, Centauren, auch wohl Hunde, Bären, Menschenköpfe und Fratzen, wie man sie sonst nur an frühmittelalterlichen Bauten zu sehen gewohnt ist. (Vgl. Blatt 30, Abb. 8.) Das Ganze giebt einen deutlichen Hinweis darauf, daß man gerade in Dalmatien nicht immer von der Form auf das Alter schließen darf, sondern daß ererbte Formen noch lange in die Spätzeit hinein angewendet werden. Jedenfalls bildet dieser Kreuzgang ein außerordentlich merkwürdiges Beispiel einer solchen Anlage. Zu erwähnen wäre dabei der sehr hübsche Brunnen (Blatt 32, Abb. 2) mit großem unterem, am Sockel stark ausladenden Becken, aus dem auf Löwenleibern ruhend ein zierliches gothisches Säulenbündel aufsteigt, welches das zweite Becken trägt. Die bekrönende Figur des heiligen Franciscus ist zwar später hinzugekommen, stört aber das einfache Ebenmaß des ganzen keineswegs. Hohe Taxuspflanzen und steinerne Bänke, auf denen sich die Patres zu Zeiten ausruhen, bilden den einfachen, aber vortrefflich passenden Schmuck des idyllischen Ortes. Wunderbar ist es, daß hier mit Ausnahme einer ganz geringfügigen, einzelnen Beschädigung auch nicht eine Spur der wiederholt über die Stadt mit so fürchterlicher Gewalt hingegangenen Naturereignisse zu sehen ist. Offenbar wirkten die Erdstöße nicht an allen Orten der Stadt gleich heftig; die Niederung des Stradone scheint denselben am meisten ausgesetzt gewesen zu sein, während die höher gelegenen Theile der Stadt nicht in gleichem Maße, freilich stellenweise noch immer stark genug, mitgenommen wurden. Gegen das Capitelhäuser hin ist noch weiter vom alten Bau eine Halle mit

drei Bogen erhalten. In dem Kreuzgange ziemlich hoch an der Wand befindet sich ein schöner gothischer Sarkophag, der, auf drei äußerst kräftig gegliederten Kragsteinen ruhend, von zierlicher Bogen- und Säulen-Architektur eingefast im Mittel Felde in starkem Relief eine knieende Madonna von äußerst anmüthiger Haltung, rechts und links davon die stehenden Figuren der Apostel zeigt, wie sie dem in einer von Engeln getragenen Mandorla zum Himmel schwebenden segnenden Christus nachschauen. In einem Felde links ist die knieende Figur eines Mönches (St. Franciscus) angebracht in antik betender Stellung mit halb ausgestreckten Armen, im andern Felde gleichfalls eine Figur in kirchlichem Gewande, ein Kirchenmodell tragend. Darüber liegt ein kräftiges Gesims mit Deckplatte und einem Wulst, an dem sich ein ausgesprochen frühromanisches Ornament findet, das von dem übrigen gothischen Zierrath des ganzen vollständig abweicht. Ueber den ursprünglichen Zweck des schönen gothischen Denkmals war nichts zu ergründen.

Der Name des Erbauers vom Kreuzgange ist bekannt. Er findet sich unter den Grabsteinen des Kreuzganges. Die Inschrift lautet (in gothischen Majuskeln):

S · DE · MAGIST ·  
ER · MICHA · PETRAR ·  
D · ANTIBAR · QVI · FE  
CIT · CLAVSTRVM ·  
CVM · OMNIBS · SVIS ·

Sie giebt mithin kund, daß der Architekt ein Albanese, von Antivari stammend, gewesen ist.

Auch das hübsche Weihwasserbecken am Eingange ins Schiff der Kirche ist erwähnenswerth (vgl. Blatt 28, Abb. 4).

Die dem Stadtheiligen geweihte große Kirche San Biagio, an deren Stelle heute ein barockes Gotteshaus sich erhebt, wurde 1348 zu bauen beschlossen, 1349 bis 1352 aufgeführt und im Jahre 1706 durch Feuer zerstört. An ihrer inneren Ausschmückung war Giovanni da Siena betheiligt. Sie soll nach Gelcich in Bezug auf Ausschmückung ganz außerordentlich reich bedacht gewesen sein. Von den Hauptaltären war einer von den Sforza von Mailand gestiftet. Die heutige Kirche rührt von dem Venetianer Marino Gruppelli her, nach dem Vorbilde der gleichnamigen Anlage in Rom aus den Jahren 1706 bis 1715, ist ein dreischiffiger Quaderbau mit überhöhtem Querschiff und Kuppel über der Vierung und zeigt in der äußeren Erscheinung über mächtigem Rustica-Sockel und breiter Pracht-treppe zu dem erhöhten Platze vor dem Hauptportal eine korinthische Ordnung (an der Eingangsseite Dreiviertelsäulen mit dahinter stehenden Pilastern, an der Langseite bloß Pilaster) mit Baluster-Attica, die durch das mit Bogengiebel geschlossene überhöhte Mittelschiff (mit Halbkreisfenster in der ganzen Breite) unterbrochen ist. Das Hauptthor hat korinthische Säulen mit geschweiftem, gebrochenem Giebel. Der ganze Eindruck ist etwas schwer und massiv.

In das Jahr 1457 fällt weiter der Bau der Kirche „Alle Dancé“\*) vor der Porta Pille, die an felsigem Abhänge nahe dem Meere gelegen zu dem Kirchhofe gehört, den der Senat von

\*) Worauf sich die Bezeichnung „Dancé“ beziehe, ist nirgends erwähnt. Man möchte an Todtentänze denken, um so eher, als solche auch bei den Cult-Stätten der Hercegovina und Bosniens vorkommen. Prof. Vuletić Vukasović in Curzola hatte darüber eine größere Arbeit vor, die in einer serbischen Alterthums-Festschrift erscheinen sollte.

Ragusa hier für die Armen anlegen liefs und der noch heute im Gebrauch ist. Eine Inschrift lautet:

DIVÆ MARLÆ VIRGINI  
S · C · DECRETO AD PAVPERVM SEPULT  
EX · ÆR · PVB · DOTIBVS  
VIII · IDVS · DECEMBRIS · M · CCCCLVII  
D ·

Die Anlage ist einfach aber würdig, das Portal ein reizendes Beispiel gothischer Architektur. Entsprechend sind die noch gut erhaltenen Altäre.

Dem ersten Drittel des 16. Jahrhunderts gehört die reizende, am Stradone nahe der Porta Pille gelegene Dankeskirche San Salvatore an, deren Entstehung auf ein 1520 stattgehabtes Erdbeben zurückzuführen ist. Obrigkeit und Volk gingen allsonntäglich in Procession durch die Stadt, um vom Himmel Gnade zu erflehen gegen die Naturgewalt, welche den Boden erzittern, die Gebäude wanken machte. (Der Schaden jenes Erdbebens wird auf hunderttausend Zechinen angegeben.) Um dem Kern dieser Bittgänge eine feste Form zu verleihen, wurde beschlossen, aus Staatsmitteln fünfzehnhundert Ducaten zum Bau einer Dankeskirche zu stiften. 1520 wurde diese begonnen, Nobili sollen dabei barfuß die Steine herbeigeschleppt und Frauen aus edlen Geschlechtern arbeitend am Bau sich betheilt haben. Die Bauzeit wird auf 16 Jahre angegeben, eine übermächtig lange Frist im Hinblick auf den Gegenstand. Die Kirche ähnelt in ihrer Erscheinung außerordentlich jener von Santa Maria in Zara sowie der Portalansicht des Domes von Sebenico (wenig früher als die Ragusaer Kirche entstanden, der Grundstein dagegen schon 1443 gelegt, die Kuppel im Sinne derjenigen Brunelleschis an Santa Maria del Fior zu Florenz), die beide, ebenso wie der später entstandene ähnliche Façadenbau des Domes von Lesina auf die im Grundzug ebenso gegliederte, in der Durchbildung freilich viel reichere Ansicht von San Zaccaria in Venedig zurückzuführen sein dürften. Ueber den entwerfenden Baumeister ist nichts bekannt. Die Namen, welche in der Inschrift über dem Portale vorkommen:

AD AVERTENDAM COELESTEM — IRAM IN MAXIMO  
TERRAE TREMORE  
— HANC SACRAM AEDEM SE · RHA · VOVIT — ANNO  
A CHRISTI NATALI  
DIE DXX — SVpra M · XVI CAL. IVN. DAN. — RHES ·  
ET DAM · MIN  
FACIENDVM — CVRARVNT ET PE · SEOR

haben mit dem Baumeister nichts zu thun, sondern beziehen sich auf die Proveditori Daniele di Resti, Damiano di Menze, unter deren rechnerischer Ueberwachung der Kirchenbau stand.

Indessen ist aus den Schriftstücken des Maggior Consiglio ersichtlich, „dafs zur Wiederherstellung des Schadens, verursacht durch das Erdbeben von 1520, verschiedene Ingenieure und Baumeister aus Italien geholt wurden, ferner auch ein Paduaner Architekt, damals in Sebenico thätig.“ Nun stimmt bei der Ragusaer Anlage mancherlei sehr genau mit dem Dome von Sebenico, vor allem das von L'Assiseur so sehr bewunderte, aus Marmorplatten zusammengefügte Dach. Von einem „Proto magister fabricae Sancti Jacobi“ zu Sebenico Namens Giacomo da Mestre, thätig daselbst von 1518 bis 1525, ist bekannt, dafs er gerade um 1520 abwesend war.

Die Façade, in schönem Hausteine ausgeführt, zeigt unten ein sehr hübsch gegliedertes Spitzgiebelportal mit freistehenden Säulen, darüber in einem durchaus gothisch gegliederten Rahmen (einem mit Laubwerk umwundenen Rundstab) die oben angeführte, von Kindern gehaltene Inschrift. Die Ecken haben kräftige Eckpilaster mit Composit-Capitellen. Ueber dem ersten Gesimse wird die Façade dreitheilig. Der obere Abschluß der Mitte wird gebildet durch ein halbkreisförmiges Bogenfeld, seitlich dagegen schliessen sich Viertelskreise an. Die Dreitheilung ist mit voller Ueberlegung erst über dem ersten Gurtgesimse angeordnet, da sie unten keineswegs der inneren Anordnung entsprechen würde; die Kirche ist nämlich einschiffig. Die grofse, sehr schön gegliederte Rose zeigt in den Einzelheiten wieder ein Gemisch ausgesprochenster Renaissance mit durchaus gothischen Formen, was nicht minder bei dem außerordentlich hübschen Gesimse an der Langseite der Fall ist. Gleiches läfst sich von den Fenstern dieser Seite sagen, welche Mafswerkfüllung und Vierpafs zeigen (ähnlich wie bei der Capelle der Villa Radić in Gravosa, sieh Blatt 30 Abb. 4). Das Innere weist die nämliche Mischung auf: Wandpilaster in Renaissance, das Gewölbe gothisch. Das ganze zierliche kleine Bauwerk bildet einen weiteren Beitrag zu der schon öfters nachgewiesenen Thatsache, dafs sich hier (wie überall, wo eine an der Stammes-Eigenart hängende Bevölkerung den Grundton des Lebens angiebt, wenn auch von aufsen mannigfache Einflüsse anderer Art sich geltend zu machen suchen) die Formen älterer Zeiten neben dem Neuen lange Zeit gehalten, sich mit ihnen oft zu anmuthiger Wirkung verbunden haben.

Der Rest des 16. und das beginnende 17. Jahrhundert verstrichen, ohne in der sonst so baulustigen Stadt wesentliche Spuren zu hinterlassen. Dies mag mit dem Rückgange der ragusischen Handelsbeziehungen im Zusammenhange stehen. Wenn man von einer Reihe kleinerer, zu Patrizierhäusern zählenden Capellen absehen will, die vielleicht in dieser Zeit entstanden sein mögen (1578 zählte man 41 Kirchen, zwei Manns- und acht Nonnenklöster), so ist als nächstes Ereignifs der Bauthätigkeit die Kirche des Rosario 1642 bis 1659 zu nennen, die heute ihrem ursprünglichen Zwecke nicht mehr dient. Bezeichnend für die Verhältnisse zur Zeit ihres Entstehens ist der Umstand, dafs, nachdem das alte Oratorium abgebrannt war, sich für einen Neubau weder die Bürger noch die Obrigkeit zu Geldopfern begeistern konnten. Blofs durch das Vermächtnifs eines Sterbenden war es möglich, den bescheidenen Barockbau aufzuführen. — Kurze Zeit darauf trat die schon mehrfach erwähnte Verwüstung der Stadt durch Erdbeben ein. Trotz aller erlittenen Verluste an materiellem Gute und an heiligen Reliquien (die letzteren fanden sich z. Th. wieder) erhob sich dennoch bald wieder neues Leben und Bauthätigkeit.

Der in Trümmern liegende Dom sollte prächtiger erstehen. Sein Neubau wurde durch Senatsersafs von 1671 angeordnet und mit den Plänen zum Baue der urbinoer Architekt Andrea Ruffalio betraut, dessen Entwurf durch den Baumeister Andreatti ausgeführt wurde. Am 29. Januar 1713 konnte die prunkvolle Einweihung stattfinden. Die Anlage ist dreischiffig mit überhöhtem Mittel- und Querschiff, über deren Kreuzungspunkt eine im Verhältnisse zum ganzen etwas schwächere Kuppel ohne kräftige Tambour-Entwicklung sich erhebt. Die Façade gehört vollständig zu der Art der durch Vignola und seine Nachfolger geschaffenen Vorbilder; Hinweglassung alles und jedes schmückenden Beiwerkes, kräftige Entwicklung einer

aus Rundsäulen und Pilastern bestehenden korinthischen Ordnung im Erdgeschoße, das streng gehaltene Thüren mit Spitz- und Bogengiebel hat, sind ihre allgemeinen Kennzeichen. Das Gebälk darüber ist durchaus in klassischem Sinne gegliedert, über jeder Senkrechten verkröpft, mit ziemlich breitem, aber durchaus schmucklosem Fries. Darüber entwickelt sich der Mittelschiff-Theil wiederum mit korinthischen Pilastern, die sich ins Hauptgesimse verkröpfen, über welchem der Spitzgiebel aufsteigt. Ueber den niedrigen Seitenschiff-Theilen liegt eine Baluster-Attica und eine Verbindung nach dem überhöhten Mittelbau durch eine wenig straff angezogene Krümmung, deren unterer Ausläufer durch eine ins längliche gezogene Schnecke gebildet wird. Der Eindruck des ganzen ist bei einer gewissen Kraftentfaltung nicht mehr und nicht weniger schulmäßig langweilig als bei hundert anderen Kirchenanlagen der nämlichen Zeit. Ganz hervorragende Werke der Malerei und Kleinkunst befinden sich im Domschatze.

Ungefähr in dieselbe Zeit, 1699 bis 1725, fällt die Errichtung einer sowohl durch ihre Lage auf einem durch großartige Treppenanlagen zugänglich gemachten Hügel, wie auch durch ihre Mafse auffallende Kirche. Es ist San Ignazio, zu dem ehemaligen Jesuitencolleg (jetzt Militär-Krankenhaus) gehörig. Schon 1558 entstand die erste Ansiedelung des Ordens in Ragusa, doch kam es erst 1662 zum Bau einer größeren Klosteranlage, welche 1667 größtentheils zusammenstürzte. Der Wiederaufbau wurde thatkräftig in die Hand genommen und es entstand damit ein besonders im Innern durch die Raumverhältnisse Achtung gebietendes Werk von unverfälscht Borrominesker Art, auf dessen Einzelheiten hier nicht weiter eingegangen zu werden braucht. Die wundervolle Treppenanlage davor, welche von der Stadt aus hinaufführt, rührt von dem römischen Architekten Padalacqua her, der im Auftrage der Ragusischen Regierung die Anlage entwarf und ausführte.

Unter den Kirchenbauten des selbständigen Ragusa ist dies das letzte Werk. Der Verlust der Selbstregierung und die ihn begleitenden Umstände haben aus diesem einst so einflussreichen Mittelpunkt einer hochentwickelten Cultur in noch höherem Mafse das gemacht, was auch Venedig beschieden war, eine todte Stadt. Der Unterschied von ehemals und heute tritt aber noch viel stärker als in den Kirchenanlagen hervor in den noch vorhandenen

#### Nichtkirchlichen Bauten von Ragusa.

Wie in Venedig der Dogenpalast den eigentlichen Brennpunkt der ganzen geschichtlichen Entwicklung bildet, so thut dies in Ragusa der, wenn auch an Umfang und künstlerischem Werthe nicht gleichbedeutende, aber als kunstgeschichtliches Denkmal doch sehr wichtige Rectoren-Palast. (Palazzo del Rettore.)

Ueber das Wesen des frühesten Gebäudes, welches als Sitz des Oberhauptes der Stadt und deren oberster Behörde diente, ist nichts sicheres bekannt. 1388 wurde die erste historisch genannte Anlage, welche diesem Zwecke diente, gebaut und höchst wahrscheinlich gleichzeitig die im Jahre 1816 durch Feuer zerstörte Sala del Maggior Consiglio, über welche ebenfalls keine näheren Zeitangaben vorhanden sind. Am 9. August 1435 zerstörte eine Explosion der sehr nahebei gelegenen Pulverkammern den alten Rectoren-Sitz. Im gleichen Jahre wurde der Neubau beschlossen und auch sofort in Angriff genommen.

Beauftragt damit war der neapolitanische Architekt Onofrio Onosiforo di La Cava. Von diesem Gebäude sind noch heute einzelne mit dem späteren Baue verschmolzene Theile vorhanden. Nachdem am 8. August 1462 abermals eine Pulver-Entzündung im Arsenaie (dieses stieß an die Rückseite des Rectoren-Palastes) und darauf folgende Feuersbrunst starke Verwüstung angerichtet hatten, wurde ein italienischer Architekt berufen und mit ihm kam ein dalmatisches Landeskind, dessen Thätigkeit von hoher Bedeutung wurde. Der erste war Michelozzo Michelozzi, der zweite Giorgio Orsini auch Giorgio Matajević, nach seinem Heimathlande auch Dalmatico genannt. 1464 erhielt Michelozzo von der Regierung den Auftrag zur Ausführung der nöthigen Arbeiten. Jackson sagt nun in seinem gründlichen Werke (II, S. 333) ganz richtig, dafs bei dem Baue, wie er sich heute zeigt, genau zu scheiden sei, was von Onofrio und was von Michelozzo und seinem Zeitgenossen Giorgio Dalmatico herrühre, denn der erste sei der Träger der gothischen Bau-Gedanken, während die beiden anderen (Michelozzo war bekanntermassen Schüler von Donatello) als die Begründer des baulichen Ausdruckes, wie ihn die Frührenaissance schuf, auf dalmatischem Boden anzusehen seien.

Die Anlage (vgl. Abb. 3), so wie sie heute dasteht, ist zweistöckig. Ebenerdig ist die Vorderseite durch sechs mächtige, auf

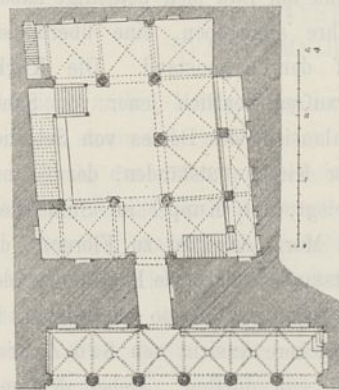


Abb. 3.  
Grundriß vom Hofe des Rectoren-Palastes.

Rundsäulen aufsitzende Rundbogen durchbrochen, welche die Loggia bilden (Bl. 32, Abb. 4); der in Quadern aufgemauerte rechte und linke Flügel bilden die Widerlager für diese Gewölbe. Möglicherweise waren dies auch die Unterbauten zu zwei Eckthürmen. Darin mag auch, wie Jackson bemerkt, die Ueberlieferung beruhen, dafs das ganze Gebäude zweistöckig gewesen sei, was der gründlichste Kenner der ragusischen Alterthümer, Gelcich, entschieden in Abrede stellt (S. 66). Jedem Bogen im Erdgeschoße entspricht im ersten Stock ein spitzbogiges, zweitheiliges Fenster (vgl. Abb. 4); je ein weiteres solches findet sich an den Flügeln, sodafs also acht Lichtöffnungen vorhanden sind. Das Eingangportal, das keineswegs zu der Achse des davor stehenden Bogens in Beziehung steht, führt zu einem gewölbten Gange, der in den Hof mündet (sich Blatt 32, Abb. 5). Dieser hat auf drei Seiten je zwei Bogenstellungen. An die vierte Seite ist die breite steinerne Treppe gelegt, in der jetzigen Gestalt erst nach 1667 entstanden. Im Obergeschoße kommen auf je einen Bogen des Erdgeschoßes zwei rundbogig geschlossene Fenster, deren Bogen auf zwei hintereinanderstehenden Säulen ruhen.

Hier finden sich Formverschiedenheiten, welche klar zeigen, was im Innern von Onofrios Bau blieb, und was nach 1464 entstanden ist. An den Wänden finden sich Thüren, deren spitzbogige Gestalt wohl auf den Bau von 1388 hinweist, ebenso einige mit Bildwerk geschmückte Capitelle von durchaus frühem Gepräge. An den Einzelformen der Bogenstellungen (die Säulen haben Verjüngung, einige mit schwacher Schwellung), an den alterthümlich gehaltenen Capitellen und Basen (diese

mit Eckblatt) machen sich Unterschiede gegenüber der Außenarchitektur bemerkbar, welche die Vermuthung nahe legen, daß hier eine weniger geschickte Hand thätig gewesen sei. Die romanisirenden Capitelte zumal, welche in ihrer derben Form eine gewisse Verwandtschaft mit den in arabischer Zeit entstandenen Nachahmungen römischer Vorbilder zeigen (Moschee von Cordoba), unterscheiden sich wesentlich von den Formen Onofrios sowohl als Dalmaticos. Sie haben eher das Ansehen, als machte sich an ihnen eine gewisse zur Ueberlieferung gewordene mittelalterliche Form geltend, wenn man nicht überhaupt annehmen will, daß man es hier mit wiederverwendeten Bruchstücken eines älteren Baues zu thun habe. Die Gliederung der Bogengesimse an dem inneren Umkreise mit kräftiger Hohlkehle, außen mit einem nicht unter die Formen der Renaissance zu zählenden Profile versehen, läßt ebenso sehr begründeten Zweifel darüber hegen, daß dieser Theil zu dem Bau von 1434 oder jenem von 1465 gehöre. Gleiches gilt von den Doppelsäulchen des Obergeschosses, welche eine ganz steil anlaufende Basis und ziemlich gestreckte Laubcapitelte von gothischem Aussehen zeigen. Die Kragsteine an der Wand des Erdgeschosses, worauf die Quergurten ruhen, haben in der Form mit der übrigen Hofarchitektur nichts zu thun. Man wird sie wohl dem Baue des Onofrio zuzählen dürfen.

Die Innenräume enthalten nichts von architektonischer Bedeutung, dagegen aber fordern die Einzelheiten der Außenseite hohe Berücksichtigung, einmal ihrer Ausbildung wegen, zum andern aber durch die Verschiedenartigkeit unter sich, die den Gedanken nahe legt, daß man es hier mit wiederverwendeten Werkstücken des alten Baues zu thun habe, oder daß möglicherweise der Brand von 1464 nur eine theilweise Erneuerung nöthig gemacht habe, welche sich in den Mafsen an das Vorhandene genau anzuschließen hatte und lediglich die Einzelformen abweichend von diesem gestaltete.

Jackson, der hierüber sehr eingehende Betrachtungen gemacht hat, vertritt diesen Standpunkt mit offenbar richtiger Beweisführung. Hauptsächlich sind es die Capitelte bei der äußeren Loggia, welche unter sich und von der Architektur der Rückwand in auffallender Weise abweichen, trotzdem sie in den Haupt-Mafsen übereinstimmen. Die offenbar älteren zeigen nämlich hauptsächlich bildlichen Schmuck, so das eine mit der Figur des Aesculap, von dem manche behaupten wollten, es sei antik und stamme aus dem untergegangenen Ragusa vecchia, woran nicht zu denken ist. Gerade hier liegt die Annahme sehr nahe, daß man es mit einem Theilstück des älteren Baues zu thun habe, denn über der zugehörigen Deckplatte liegt eine zweite von völlig verschiedener Art der Gliederung und Durchbildung, die offenbar eingeschoben wurde, um die

gleiche Kämpferhöhe mit den übrigen Säulen zu erreichen, deren Capitelte dem späteren Bau angehören. Eine genaue Vergleichung der einzelnen Capitelte scheint zu dem unzweifelhaften Ergebniss zu führen, daß vier davon dem älteren, die anderen drei dem späteren Bau oder sagen wir in diesem Falle „Ergänzungsbau“ Giorgio Dalmaticos (Onofrios) zuzuschreiben seien. Diese Voraussetzung gewinnt an Wahrscheinlichkeit durch den Vergleich mit einem Capitell, das sich in der Loggia der Villa Caboga bei Gravosa findet, und in den Mafsen und der Behandlung der ringsum sich ziehenden figürlichen

Darstellung (Urtheil Salomonis) vollständig mit den als älter angesehenen Stücken des Rectoren-Palastes übereinstimmt. Die zweite Deckplatte, wie sie über dem Aesculap-Capitell in Ragusa angebracht ist, fehlt hier. Ein weiteres Capitell der alten Anlage findet sich im Inneren des Palastes. Es weist ebenfalls durchaus bildnerische Verzierung auf (nur unten am Wulste einen Blattfries), stimmt in den Mafsen und hat eine schmale Deckplatte. Es zeigt den Rector in Amtstracht, sitzend und Recht sprechend, und dürfte das gleiche Stück sein, von dem Diversis sagt: „In quadam angulo januae principalis habetur Rector injurias audientis similitudo“, wobei janua principalis die Zugangsseite von der Piazza her bedeutet. (Jackson.) An den Kinderfiguren, Gehängen usw., welche bei den neueren (in der Mitte der Loggia befindlichen), muthmaßlich dem Giorgio Dalmatico zuzuschreibenden Capitelten vorkommen (vgl. Abb. 5 im Text und Blatt 30 Abb. 6), ist die ganze Haltung des figür-

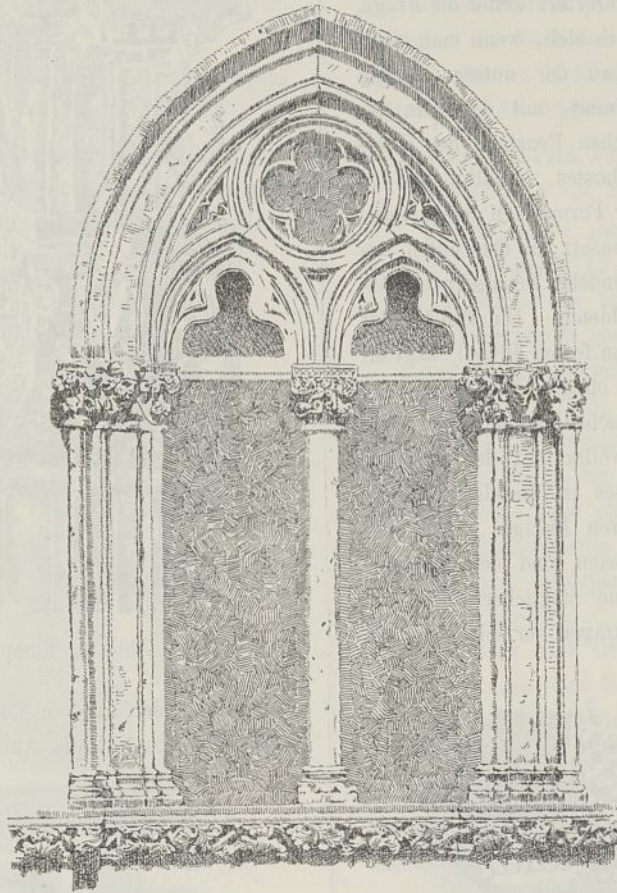


Abb. 4. Fenster vom Rectoren-Palast.

lichen wie auch des ornamentalen Theiles eine durchaus andere, wie denn auch die reich verzierten Glieder der Bogengesimse eine ganz andere Art zeigen als z. B. das spitzbogige Eingangsthor zu dem Palast oder die an der einen Schmalseite der Loggia befindliche, sehr schöne Porta della Carità, die ebenfalls spitzbogig ist und wie manches andere (so auch die zweifache Reihe von gothischen Steinbänken im Inneren der Loggia\*) offenbar dem Baue des Onofrio angehört. Betreffs der hohen Deckplatten, welche über sämtlichen Capitelten angebracht sind, schließt Jackson, offenbar durchaus richtig, daß die früheren Bogen der Loggia spitzbogig gewesen seien und daß Giorgio, um die frühere Höhe auch mit dem Rundbogen zu erreichen, den Ansatzpunkt des Kämpfers durch eine sehr

\*) Auf diesen Bänken „sotto i volti“ saßen bei festlichen Gelegenheiten die Vertreter der Obrigkeit. Der bei Eitelberger gegebene Aufriss ist in diesem Punkte nicht ganz richtig insofern, als bloß rechts von der Eingangspforte zwei Reihen von Sitzen vorkommen, ebenso an der linken Schmalseite. Die linke Langseite hat nur eine Reihe. Ebenso sind die gothischen Doppelfenster des Obergeschosses bei Eitelberger in den Verhältnissen wie auch im Mafswerke nicht ganz der Wirklichkeit entsprechend.

hohe Deckplatte hinauf zu rücken bestrebt gewesen sei. Diese aus baulichen Gründen sehr einleuchtende Erklärung ist offenbar die richtige, umso mehr als Jackson die Säulen selbst als

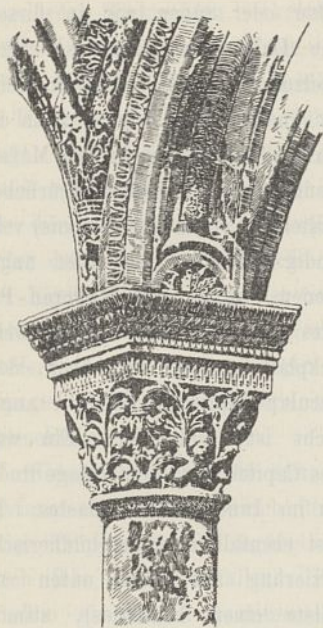


Abb. 5.  
Capitell vom Rectoren-Palast.

dem alten Baue angehörig betrachtet, mithin also auch hier eine zwingende Nothwendigkeit der Erhöhung des Bogen-Ansatzes vorliegt. Aehnliches dürfte bei den ziemlich hohen, runden Plinthen der Fall sein. Jackson erörtert weiter die Frage, wie es sich, wenn man einen Umbau der unteren Loggia annimmt, mit den rein gothischen Fenstern des Obergeschosses verhalte, die in ihrer Form einen eigenartigen Gegensatz zu den unten angewendeten Renaissance-Theilen bieten. Die Fenster der beiden festen Flügel, sagt er, sind offenbar bei dem Brande unbeschädigt geblieben, da sie völlig mit den darunter

liegenden Fenstern des Zwischengeschosses im Einklang stehen. Diese gehören zweifelsohne zu der älteren Anlage. Jene aber über der Loggia mögen bei der Explosion und dem nachfolgenden Brande stark beschädigt, einzelne möglicherweise ganz zertrümmert worden sein, sodafs ein Abtragen der solchermaßen



Abb. 6. Kämpfer vom Rectoren-Palast.

geschädigten Theile nothwendig erschien, wonach sie unter Benutzung der noch vorhandenen brauchbaren Werkstücke wieder frisch aufgebaut und im Sinne des alten Baues ergänzt wurden. Auch dagegen läßt sich nichts einwenden, denn die Einzelformen, vor allem die Capitelle sind durchaus gothisch, ebenso das unter den Fenstern befindliche, mit tiefgebohrtem Laubwerk verzierte Gesims (vgl. Abb. 4). An einigen Stellen drängt sich deutlich die Wahrnehmung auf, dafs hier nachgeflickt worden sei, wie denn auch in der Loggia das Gefüge einzelner Theile

den Eindruck macht, als wäre nachgeholfen worden, z. B. bei dem Kämpfer der Eingangsthüre, wo das Gesims und die Kinderfiguren des oberen Theiles durchaus verschieden sind von der



Abb. 7. Kämpfer vom Rectoren-Palast.

Verzierung der unteren Capitelle (vgl. die Abb. 6, 7 und 8). Dies alles bestärkt die Annahme, dafs es sich 1465 um einen



Abb. 8. Kämpfer vom Rectoren-Palast.

Umbau mit Benutzung alter Bruchstücke und Einschubung neuer Glieder, nicht aber um einen völligen Neubau gehandelt hat.

Ein unzweifelhaftes Werk des Onofrio ist der große Röhrenbrunnen nahe der Porta Pille am Stradone (vgl. Blatt 32 Abb. 3). Die Quellen, welche den Brunnen speisen, entspringen



in der Nähe des hinteren Omblathales, etwa acht Miglien von Ragusa entfernt. 1437 wurden sie gefasst; im Laufe eines Jahres war die ganze Leitung gebaut, welche noch heute Ragusa reichlich mit Quellenwasser versieht. Eine Inschrifttafel (1438) gedenkt des Meisters in den Worten:

P. ONOFRIO I. F. ONOSIPHORO  
PARTHENOPEO EGREGIO N. I.  
ARCHITECTO  
MVNICIPES.

Quod opt. Ingenio et diligentia sua Raguseor. Nobil. Providentia et Ampl. Ordinis jussu coacto arguito publ. hanc Epidaur. Rag. N. N.

Illyridis Urbem diu jam aquar. penuriis egestatem aquas in ea hodie

et A VI Kalend. Februarii Kyriaceo Fausto et felicissimo die Conspic. Fontib. exuberantissime deluentes VIII ab urb. mill. scrupes arduosque per colles difficillimo ductu perduxit.

K.

A.

A · D · M · CCCC XXX VIII. VI Kal. Febr.

ALberto Imp. Design. A. I.



Abb. 9. Brunnen del Corpo Guardia alla Dogana.

Von der ursprünglichen Anlage ist nur der 16eckige innere kuppelüberwölbte Kern geblieben. Zierliche Ecksäulchen fassen die Kanten ein. Auf den Capitellen derselben, die das gleiche Gepräge wie die decorativen Gartensäulchen bei den Villen-Anlagen (Blatt 33) tragen, ist noch die Einkerbung für die Balkenlage des Daches sichtbar, das sowohl die Kuppel als auch die früher rings um den Brunnen laufende Halle deckte. Aus mächtigen Löwenköpfen sprudelt das Wasser in das auf drei Stufen stehende Becken. Nach den Angaben Gelcichs (S. 54) war bis zum großen Erdbeben der Brunnen auch in Bezug auf seine Ausschmückung eine künstlerische Leistung. Völlig erhalten dagegen ist der ebenfalls von Onofrio herrührende Brunnen „del Corpo Guardia alla Dogana“ (Abb. 9). Die Erbauung der Torre del Orologio, wo gleichwie an den

Procuratien zwei eherner Männer mit Hämmern an die Glocken schlagen, fällt ins Jahr 1480. Daneben steht das barocke „Corpo di Guardia“ (Hauptwache).

Unweit vom Rectoren-Palast steht ein anderes Gebäude, an welches sich ein gut Stück Ragusischer Geschichte knüpft. Es ist die Dogana (Abb. 10, S. 247/248), gewöhnlich „la Sponza“ (dies Wort bedeutet eigentlich „Untersuchung des Werthes von Handelswaren“) genannt. Das Wort bezieht sich laut Gelcich ursprünglich nur auf die Erdgeschofs-Räume (deren jeder den Schutz eines besonderen Heiligen genoss); die Räume des ersten Stockes dienten zur Abhaltung von Festlichkeiten des Adels, die des zweiten Stockes aber der „Zecca“ (Münzamt).

Auf die Thätigkeit der „Sponza“ deutet ein Distichon hin, welches sich im Hofe an dem Bogen eingemeißelt findet, innerhalb dessen die öffentliche Wage hing. Es lautet:

FALLERE NOSTRA VETANT, ET FALLI PONDERA, MEQVE  
PONDERO CVM MERCES, PONDERAT IPSE DEVS

Eine Sponza\*) „quae est pro doana“ bestand schon nachweisbar im Jahre 1312, da eine Verordnung vom 28. December desselben Jahres die bauliche Instandhaltung vorschreibt. Viel älter sind die bereits erwähnten bis ins kleinste durchdachten und in Gesetzesform gebrachten Bestimmungen des „Liber statutorum doane“ (s. S. 223). Sie entstanden, um dem alten Unwesen, den vielfach ordnungslos gehandhabten Bestimmungen ein Ende zu bereiten, die in der betreffenden Verordnung selbst als „ordina-menta doane, que plurium Comitum predecessorum nostrorum variis temporibus edita in multis adeo confusa erant, in plerisque contraria, discrepantia in nonnullis et in pluribus defectiva“ bezeichnet werden.

Es liegt kein Grund vor gegen die Annahme, daß der Platz, wo das alte Zollgebäude stand, der nämliche gewesen sei, den das noch heute bestehende Gebäude einnimmt. An diesem lassen sich selbst bei ganz oberflächlicher Betrachtung verschiedene Bauzeiten erkennen: der Hof gehört einer anderen Zeit an als die Vorderseite, und diese wiederum ist nicht auf einmal entstanden. Sie ist an den städtischen Glockenthurm angebaut und bildet zusammengenommen mit diesem sowie den darüber aufsteigenden Dächern höher liegender Häuser und den überragenden Festungswerken ein außerordentlich schönes Architekturbild. Im Erdgeschosse ist ihr eine auf fünf Bogen ruhende ehemals mit einer Brüstung versehene Terrasse vorgelegt.

Die Bogen der Loggia sind etwas gedrückt, die tragenden Säulen ohne Schwellung und mit Compositcapitellen versehen, die unter sich sehr ungleichwerthig erscheinen. Nach dem Balcone über der Loggia hin münden drei Fenster, von denen das mittlere mit viereckiger Umrahmung dreitheilig ist. Ueber jedem Theile liegt ein gothischer Vierpafs, das ganze ist von zierlichen Verhältnissen in der bekannten Art der venetianischen Pergola-Anlagen. Die Bekrönung der seitlichen Fenster, welche im doppelt gekrümmten Spitzbogen geschlossen sind, verkröpft sich im Gurtgesims, über welchem die viereckigen, einer wiederum späteren Zeit angehörenden Fenster des zweiten Stockwerkes,

\*) Gelcich bemerkt in seinem Buche (S. 73), daß unter „Sponza“ auch eine offene Loggia zu verstehen sei, wie sie an den Grenzen des ragusischen Gebietes bestanden, und wo Ermüdete sich erholen, die aus dem türkischen Hochlande niedersteigenden Karawanen der Ruhe pflegen konnten, ehe sie in die Nähe der Stadt zogen.

sowie eine Nische mit dem Standbild des Stadtheiligen angeordnet sind. Ihre Achsen stehen ebensowenig wie die der Fenster im ersten Stocke mit den Bogen der Loggia in Beziehung. Dafs solche Unregelmäßigkeiten, künstlerisch wohl angebracht, oft viel reizender wirken als die strengste Symmetrie, ist eine bekannte Thatsache. Das nicht sehr stark auslaufende Hauptgesims zeigt reiche Bekrönung mit palmettenartigen Aufsätzen.

Der Hof hat im Erdgeschofs je vier Bogenstellungen auf der Langseite und eine in der Spannweite gröfsere auf der Querseite. Die Stützen sind achteckige Pfeiler ohne Basis mit flach ausladenden gothischen Capitellen. Im Obergeschofs kommen an der Langseite je zwei Spitzbogenstellungen auf einen unteren Bogen zu stehen. Rundsäulen mit hübschen Laubwerkcapitellen wechseln hier mit viereckigen Pfeilern ab. Die Schmalseiten sind mit zwei Rundbogen durchbrochen, jedenfalls nur aus dem Grunde, um eine gleichmäfsige Scheitelhöhe an der ganzen Loggia zu erzielen. Darüber liegt das wenig ausladende Gurtgesims, das dem äufseren, über dem ersten Stock hinlaufenden entspricht, über diesem das später aufgesetzte zweite Stockwerk mit viereckigen Fenstern. Auf der hinteren Schmalseite befindet sich hier ein mächtiges, kreisrundes, von Fruchtgewinden umschlossenes Wappen, von fliegenden Engeln getragen, darunter eine Inschriftstafel:

I · H · S

NVMEN ADORANDVM FELIX ET AMABILE NOMEN  
RHACVSAM TITVLO PROSPERIORE JVVA  
IMPLE HOSTES TERRORRE, FVGA FORMIDINE NOSTRIS  
DA PATEANT TERRAE CIVIBVS ET MARIA  
DA PATEANT COELVM TVTA OMNIA SISQVE SALVTI  
NAMQVE SALVTIFERVM NOMEN JESVS HABET  
A · S · M · D · XX · H. L · C · P · L · \*)

Hiermit ist die Jahreszahl des Aufbaues gegeben; damit wird wohl auch die jetzige Anlage der Loggia an der Strafsen-  
seite stimmen. — Der Hof und das Erdgeschofs dürften der ältesten Anlage zugezählt werden, welche de Diversis 1440 sah und beschrieb „. . . Hanc domum antiqui struxerunt amplam cum cisterna et cameris et porticibus“ usw. (Ed. Brunnelli S. 42). In der Architektur des ersten Stockwerkes nach der Strafsse wäre das 15. Jahrhundert, im Obergeschofs endlich das 16. Jahrhun-

\*) Die Initialen L. C. P. L. bezeichnen den Dichter der Inschrift Elio Lampridio Cervino Poeta Laureatus, welcher am 9. September 1520 starb. (Gleich.)

dert vertreten. Ueber die Architekten sind bis zur Stunde keine Angaben vorhanden. Trotz der Verschiedenheit der Bauzeiten ist dennoch ein vortrefflicher Einklang der Aufsentheile sowohl in den Verhältnissen unter einander, als auch in dem stellenweise zierlichen Ausschmuck erreicht. Der Hof ist nicht minder wohl abgewogen in seiner Gliederung.

Zwischen der Dogana und der gegenüberliegenden Kirche von San Biagio steht eine viereckige Steinsäule, welche als Flaggenhalter dient und von deren kleinen Plattform aus in früheren Zeiten die Verordnungen und Erlasse der Obrigkeit, ebenso die „ludi publice“ die „prediche politiche“ dem Volke verkündigt wurden. Angesichts der Säule wurden auch politische Verbrecher gerichtet. An der einen Seite der Säule steht die weit über Lebensgröfse ausgehauene Figur eines Ritters in voller Rüstung, jedoch ohne Helm. Sie wird bezeichnet als das Standbild des Roland, stammt aus der Erstlingszeit der vollen Selbständigkeit von Ragusa und ist wohl weniger dem Helden der Tafelrunde Karls d. Gr. geweiht, als dem Ausdrucke der politischen Selbständigkeit des Ortes. Sie drückt durch den bewaffneten Ritter das „jus gladii“, den Blutbann aus. Der Bewaffnete ist der Ausdruck des Mittelalters für das nämliche, was im römischen Reiche eine auf dem Marktplatze aufgestellte Figur des Marsyas oder Silen besagte, dafs hier nämlich das Ius Italicum gelte (Jackson). Im Jahre 1825 warf ein heftiger

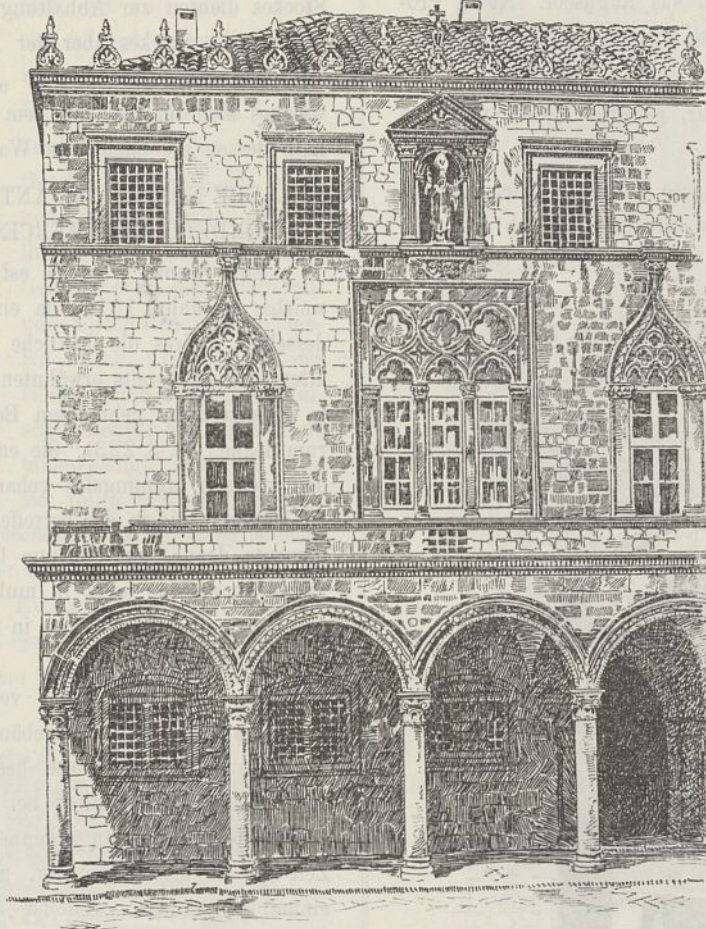


Abb. 10. Dogana in Ragusa.

Sturm die Säule zu Boden, wobei eine inwendig vermauerte Erzplatte gefunden wurde mit der Inschrift:

MCCCC · :: || DE MAGGIO FATTO NEL TEMPO DI PAPA MARTINO V E NEL TEMPO DEL SIGNOR NOSTRO SIGISMONDO IMPERATOR ROMANORVM ET SEM (per Augustu) S ET RE D'ONGARIA E DALMATIA E CROATIA ET CETERA FO MESSA QVESTA PIETRA ET STENDARDO QVI IN HONOR DI DIO E DI SANTO BLASIO NOSTRO GONFALON. I · I · OFFICIALI . . . . .

Bei der Jahreszahl zu Beginn der Inschrift sind mehrere Zahlen durchaus unleserlich, doch geben die Namen des Papstes und des Kaisers Anhaltspunkte. Gleich nimmt an, es heisse 1420 am 3. Mai. Am 3. Mai aber wurde in Ragusa „la festa del albero“ gefeiert, wobei eine Art von Maibaum oder, wenn es die Erinnerung an die Selbständigwerdung betrifft, ein Freiheitsbaum aufgestellt und dabei allerlei Lustbarkeit getrieben wurde. (Näheres bei Gleich, S. 51, und Saverio Zamagna, der die Ragusischen Feste beschrieben hat.)

Es ist bezeichnend, dafs die Inschrift italienisch, nicht mehr lateinisch ist. Neben der eigentlichen Bedeutung dieser

Bildsäule verknüpft sich damit das in Ragusa gebräuchliche Ellen-Mafs, der braccio raguseo, welcher der Länge vom Ellbogen der Figur bis zu den Fingerknochen entspricht und von den Tuchhändlern, welche hier ihre Stoffe ausboten, praktischer Weise als Ur-Mafs benutzt wurde.

Von ganz hervorragender Bedeutung für die Kunde des mittelalterlichen Befestigungswesens müßten die großartigen und vorzüglich erhaltenen Werke von Ragusa sein (vgl. Abb. 1). Die Stadt hat seit Jahren als fester Platz keine Bedeutung mehr. Schon in napoleonischer Zeit wurde der einen weiten Ausblick auf die Küste gewährende Monte Sergio befestigt, sodaß die Stadt unter dem Schutze seiner Batterien stand. Weitere Anlagen bekrönten die höheren Punkte von Lacroma, sind jedoch heute ebenfalls aufgelassen. Dennoch ist es nicht möglich, Zutritt zu den Wallgängen und Thürmen von Ragusa zu erhalten, die um den ganzen Umkreis der Stadt einen geräumigen Verbindungsgang haben. Offenbar wird die Oertlichkeit noch immer als Stützpunkt gegen einen möglicher Weise von Canali oder Trebinje her erfolgenden Handstreich angesehen. Ist der Angreifer ohne Artillerie, so kann er sich immerhin noch heute den Schädel hier einrennen. Losgetrennt von dieser großen Anlage ist die Festung auf dem Scoglio von San Lorenzo in unmittelbarer Nähe der Porta Pille, nicht mit Unrecht das „Gibraltar für Ragusa“ genannt. Die Errichtung einer Festung auf dem Felsen San Lorenzo soll schon in das Jahr 1018 fallen. Das Werk trug, weil es schnell errichtet wurde, ehe die Venezianer daselbst das geplante Festungswerk bauen konnten, den Beinamen „Malpaga“.

Die Stadt, jedenfalls schon im frühen Mittelalter mit den nöthigen Vertheidigungswerken versehen, wurde durch das Vordringen der Türken in Europa ebenso wie durch das ihrer Gegner, der Venezianer, so zu sagen der Mittelpunkt in einem durch Jahrhunderte nicht endenden Kreuzfeuer. Daß unter solchen Umständen ein möglichst erschöpfendes Ausnutzen der örtlichen Lage und des damit verbundenen Schutzes nach aufsen geboten war, ist selbstverständlich. Der Gürtel von Mauern, Wällen, Gräben, der noch heute die Stadt umgiebt, legt Zeugnis davon ab, wie sehr das Bedürfnis nach achtungsgebietendem Vertheidigungswesen zum Ausdrucke gekommen ist. Auch als Ragusa im Anfange dieses Jahrhunderts fiel, geschah dies nicht durch Waffengewalt, vielmehr öffneten sich die Thore auf freiwilligen Beschlusse des Maggior Consiglio hin, der die späteren Machthaber, die Franzosen, als Beschützer und Gäste einliefs. Es war seit hunderten von Jahren das erstmal, daß andere als eigene Soldaten die Werke besetzten.

Diese Werke sind durchweg älteren Ursprungs. Um 1397 ist bereits von ausgedehnten Werken die Rede, Giovanni da Siena wird als dabei thätig genannt. Die Anlage und Befestigung des Hafens, der rings von Bastionen und Wällen beherrscht ist, fällt ins Jahr 1495. Pasquale di San Michele war der Ingenieur. Sein Gedenkstein befindet sich im Dominicanerkloster, wo er bauend thätig war, ehe er den Hafen anlegte:

PASQUALIS MICHA  
ELIS RAGVSINVS PLV  
RA INGENIO CLARA  
INVENIENS ANNO  
QVO PORTVM  
EDIDIT MCCCCLXXXV.

Die ungeheuer feste Eckbastion am Fusse des Monte Sergio, Torre Menze oder Minóeta genannt, wurde von Giorgio Dalmatico, dem Baumeister des Rectoren-Palastes, im Jahre 1464 zu bauen begonnen und soll Mauern von über 7 Meter Stärke haben. Einige behaupten, das Werk rühre von Michelozzo her. 1538 war der in genuesischen Diensten stehende Antonio Ferramolino, gebürtig aus Bergamo, mit Erlaubnis des Andrea Doria in Ragusa anwesend, um die Werke einer eingehenden Untersuchung und Ausbesserung zu unterziehen, und baute auch solche am Leverone und bei der Porta Plocce. Kurze Zeit darauf erschien der algerische Corsar Haireddin Barbarossa in den Gewässern von Ragusa, zog sich aber zurück, um gegen Castelnovo vorzugehen. Darauf wurden in den Jahren 1550 die sämtlichen Werke, genannt Menze (die riesige Eckbefestigung am Berge über Porta Pille), il Bocar, San Lorenzo und Leverone, einer gründlichen Instandsetzung nach den Bedürfnissen der Zeit unterzogen. 1570 war Laporosa Matteucci, ein Schüler des Pietro Strazzi ebenfalls in Sachen des Befestigungswesens in Ragusa und baute die feste Stellung von Santa Margarita, der Zeit nach das letzte unter den ragusischen Werken, das von Grund aufgebaut wurde. Sie haben alle das große Erdbeben von 1667 überstanden ohne Schaden zu nehmen.

Was nun die bürgerliche Baukunst von Ragusa betrifft, so muß in erster Linie angenommen werden, daß in Sachen der Platzfrage auch nach dem Erdbeben von 1667 wohl kaum eine starke Veränderung eingetreten ist, da eine Vergrößerung nach aufsen unmöglich war. Was sich jedenfalls verändert hat, das ist die äußere Erscheinung der Bauten, denn nach 1667 durfte nur mehr zweistöckig gebaut werden. Die Anlage der seit jener Zeit z. B. am Stradone entstandenen Doppel-Häuser von durchaus gleichmäßiger Erscheinung ist eine Folge der veränderten Bau-Vorschriften. So einfach jene übrigens gehalten sind, so verfehlen sie dennoch nicht, zum Eindrücke des übrigen Bildes der Stadt vortrefflich zu stimmen. Außerordentlich anziehend ist es, in den nach aufsen völlig offenen Werkstätten die Arbeit der äußerst geschickten Sticker zu verfolgen, welche hier Kleider nach völlig morgenländischem Schnitte verfertigen und ihnen reichen Schmuck in aufgelegten farbigen, Gold- und Silberlitzten geben. Die Leute arbeiten alle ohne Vorbild und bekunden ein außerordentlich feines Gefühl für Zeichnung. Diese Arbeiten ebenso wie die mit Silber eingelegten Holzarbeiten der nahen Hercegovina erinnern oft an griechische Palmettenmuster.

1578 rechnet Razzi zehntausend Feuerstellen auf Ragusa, auf jede solche zählt er drei Menschen, was eine Bevölkerungsziffer von dreißig Tausend Seelen ergäbe. Der Augenschein lehrt, daß es eher mehr wie weniger waren. Betreffs der äußeren Erscheinung der Häuser in mittelalterlicher Zeit ist zuerst die große Feuersbrunst von 1229 umgestaltend gewesen. Von Werth ist eine von Gelcich gegebene Bemerkung, welche besagt, daß die in der gleichen Reihe wie die Dogana stehenden Häuser dieser ähnlich, mit einer vorgelegten Säulenhalle versehen waren und eigentlich mit dem oben besprochenen Bau, der Sponza, eine architektonisch ausgebildete Baugruppe bildeten. Wie nun das Erdbeben von 1667 an Stelle der Werke monumentaler Baukunst der mittelalterlichen Stadt solche neuerer Art entstehen liefs, ebenso verhält es sich mit den bürgerlichen Bauten. Zerstreute Reste, Fenster, Thüren und dergl. von älteren Bauten deuten auf ein Vorwiegen venezianisch-gothischen Einflusses (vgl.

Abb. 11), wie er sich auch in Zara, Trau, Spalato, Lesina, Curzola usw. kundgiebt und man wird daher nicht fehl gehen,

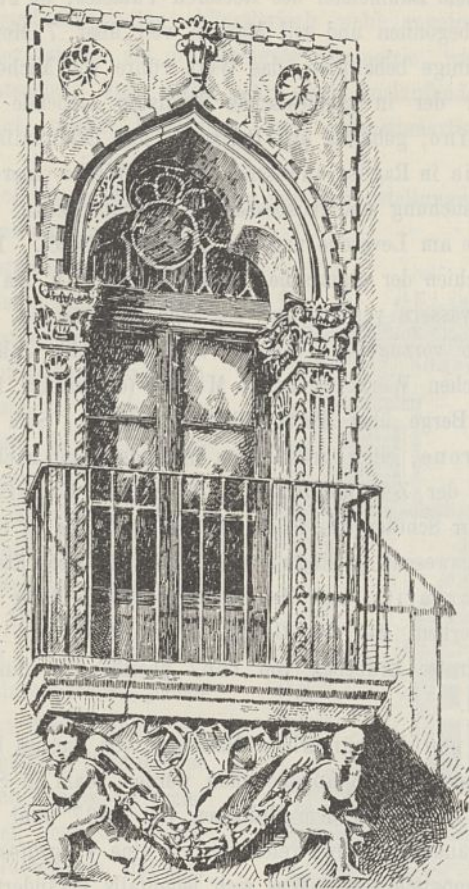


Abb. 11. Fenster aus Zara.

wenn man eine der reizvollen Façaden aus dieser Zeit, wie sie z. B. der Palazzo Ismaelli (vgl. Blatt 31 Abb. 1) in Curzola bietet, auch als die Grundgestalt der früheren Ragusischen Stadtarchitektur anschaut. Hier herrscht die gleiche Freiheit in der

Anordnung der Achsen bei Thüren und Fenstern, wie man sie an sehr vielen venezianischen Bauten bemerkt, welche vor der Zeit der unter Schema und Regel gebrachten Hoch- und Spätrenaissance-Architektur entstanden sind (siehe die Dogana von Ragusa Abb. 10) und gar oft neben der heiteren Ungebundenheit der Gesamt-Anordnung eine Feinheit in der Einzel-Ausbildung aufzuweisen haben, wie sie im Zeitalter der Klassiker nicht mehr vorkam. Die Pergola an dem genannten Palazzo ist in ihrer Durchbildung eben so zierlich wie die Fensterumrahmungen und die übrigen Einzelheiten (vgl. Blatt 31 Abb. 2—7).

Völlig erhalten, merkwürdiger Weise, ist in Ragusa der Palazzo Bizarro (vgl. Blatt 29), ein dreistöckiges Gebäude mit vollständig durchgebildeter, strenger Façaden-Architektur, von der bloß das in einer ganz engen Gasse liegende Erdgeschofs ausgeschlossen ist. Die übrigen Stockwerke ragen hoch über die umgebenden Häuser und Mauern hinaus, stammen aber zweifelsohne aus der nämlichen Zeit wie das Erdgeschofs. Das Haus gehört vielleicht ins letzte Drittel des 16. Jahrhunderts und wird, darauf läßt schon der in Ragusa zu jener Zeit vorhandene Reichtum schließen, nicht das einzige seiner Art gewesen sein. Italienische wie auch einheimische Architekten haben gewifs auch hier den Formen der Spätrenaissance Eingang verschafft. Leider ist die Beschreibung der Stadt durch de Diversis für unsere Zwecke so mangelhaft, daß daraus keine Rückschlüsse zulässig erscheinen. Dagegen aber sind es gewisse außerhalb der Stadt liegende Bauten, Landhäuser oder villenartige Anlagen, welche den wohlhabenden und reichen Familien als Aufenthalt während der heißen Jahreszeit dienten, und die ein gewisses Interesse beanspruchen und verdienen. Von ihnen, die bis heute von keinem Architekten einer Behandlung unterzogen worden sind, mag nachfolgend die Rede sein, denn sie vervollständigen das Bild der ehemaligen Republik ganz wesentlich.

(Schluß folgt.)

## Die Brücken der Düsseldorfer Bahnhofs-Anlagen.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 36 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

### 1. Allgemeines.

Von den verschiedenen Linien, deren Herstellung die Umgestaltung der Düsseldorfer Bahnhofs-Anlagen nöthig macht, werden 42 Strafsen, Wege oder Bahnen mittels Bauwerke gekreuzt, von denen 32 Unterführungen und 10 Ueberführungen sind. Nur eins dieser Bauwerke ist gewölbt, alle anderen sind eiserne Brücken. Bei zweigleisigen derselben auf der freien Strecke liegen die Gleise 3,50 m von einander, das dritte Gleis ist 4 m vom zweiten entfernt. In der Nähe der Bahnhöfe beträgt die gewöhnliche Entfernung der Gleise 4,50 m.

Die Geländer stehen in der Regel 2,25 m von der Gleismitte entfernt, bei längeren Bauwerken aber mit Rücksicht auf das wegen des lebhaften Verkehrs bisher meist während der Fahrt stattfindende Lochen der Fahrkarten durch die Schaffner, welche sich zu dem Zweck auf den Trittbrettern der Wagen hin und her bewegen, 2,50 m.

Die Breiten der Unterführungen sind so bestimmt, daß die Hauptträger, zwischen denen Gleise liegen, nie einen kleineren Abstand als 1,50 m von Mitte Gleis haben, damit die

hier verwendeten, 2,50 m langen eisernen Querschwellen bequem eingebracht werden konnten.

Bezüglich der Grundriffsbildung sei angeführt, daß sämtliche Strafsen-Unterführungen theils wegen der vortheilhafteren äußeren Erscheinung, theils um dieselben zur Beleuchtung in ihrer Längenausdehnung möglichst zu beschränken, mit parallel zur Bahnachse stehenden Flügelmauern versehen sind.

Als Beanspruchung wurde zugelassen für Mauerwerk in bestem Cementmörtel rund 10 kg, in Kalkmörtel 7 kg, als Tragfähigkeit des Bodens 2 kg beziehungsweise 4,50 kg, wobei erstere Belastung für weichen Sand und Thon, letztere für groben Kies gilt. Um nachträgliches Setzen zu vermeiden sind die Grundmauern für die Säulensockelsteine stets so verbreitert worden, daß der Druck nur etwa die Hälfte des obigen betrug.

Bei der Bestimmung der Stärken der Widerlager ist auch die Zugkraft berücksichtigt worden, welche entsteht, wenn die vollbelasteten Brückenträger sich in der wagerechten Ebene bewegen. Für gewöhnlich nimmt man zwar an, daß eine derartige Bewegung bei vollbelasteten Trägern nicht vorkomme,

aber mit Unrecht, denn ein solcher Träger biegt sich durch; die Durchbiegung kann aber nur stattfinden durch Bewegung in den Lagern nach Ueberwindung der Reibung. Die hierbei entstehende Zugkraft ist gleich dem größten Auflagerdruck mal 0,18 (gleitende Reibung zwischen Eisen und Eisen in den Lagern). Um diese Zugkraft möglichst zu verringern, empfiehlt sich daher bei schweren zweigleisigen Brücken die Anwendung von Rollenlagern, da die rollende Reibung sich zur gleitenden verhält wie etwa  $0,18 : \frac{0,15}{d}$ , wenn mit  $d$  der Durchmesser der Rollen in Centimetern bezeichnet wird. Aus diesem Grunde ruhen hier zweigleisige Eisenbahnbrücken bei Spannweiten von 14 m ab, bei Strafsenbrücken von über 13 m Spannweite an bereits auf Rollenlagern.

Oberlichter sind bei längeren Unterführungen (mehr als drei Gleise) entweder als ganz offene oder als solche mit Gitterblech überdeckte angeordnet. Dieses Gitterblech, bezogen von Schmidt und Herkenrath in Berlin, hat sich vorzüglich bewährt.

Nur bei Bauwerken in der Nähe der Bahnhöfe ist auf spätere Veränderung der Gleise derart Rücksicht genommen, daß die Hauptträger gleich nach der ungünstigen Belastung, die durch beliebige Verschiebung der Gleise geschaffen werden kann, berechnet sind.

Die auf den folgenden Seiten (255/262) angefügten Tabellen geben ein übersichtliches Bild von der Verschiedenartigkeit der hier zur Ausführung gekommenen Brücken.

## 2. Hauptträger.

Weil zwei nahe bei einander liegende Hauptträger schlecht zu unterhalten, unbequem aufzustellen und zumal wegen des Mehrbedarfs an Säulen und Auflagern auch theurer sind als ein mittlerer Hauptträger, so sind in der Regel bei Unterführungen mit zwei Gleisen drei, bei solchen mit drei Gleisen vier Hauptträger angeordnet worden. Einzelne Bauwerke haben wegen der verschiedenen hohen Lage der Gleise und wegen der verschiedenen Kreuzungswinkel zwischen den Gleismittellinien und der Strafsenachse von einander ganz abweichende Ueberbauten erhalten, so z. B. die Erkratherstrafse mit sechs Gleisen drei verschiedene Ueberbauten, desgleichen die Kölnerstrafse, endlich die Eller- und Louisenstrafse mit vierzehn Gleisen gar sechs verschiedene Ueberbauten.

In achtunddreißig Fällen sind die Hauptträger Balkenträger, in vier Fällen Bogenträger mit zwei Gelenken. Von diesen Balkenträgerbrücken ist nur eine mit gegliederter Wand ausgeführt, alle anderen haben volle Blechwand. Von diesen sind funfzehn Träger auf mehr als zwei Stützen, und zwar weisen dreizehn Stück vier Stützen, eine drei Stützen und eine große Strafsenbrücke, welche durch einen breiten Steinpfeiler in zwei Hälften getheilt ist, zwanzig Stützen auf.

Die Stützweite der einfachen Blechträger, eine Bauart, die sich bei zweiundzwanzig Bauwerken findet, schwankt zwischen 4,1 und 18,0 m, die Höhe zwischen  $\frac{1}{6}$  und  $\frac{1}{12,5}$  der Stützweite. Am häufigsten ist auch hier, wie bei der Berliner Stadtbahn, wegen seiner Billigkeit der Blechträger auf vier Stützen.

## 3. Säulen.

(Abb. 1a u. b und Abb. 2a bis g auf Bl. 36.)

Sämtliche Mittelstützen von Trägern auf mehr als zwei Stützpunkten sind gusseiserne Pendelsäulen mit kugelförmigen

Gelenken. Gufseisen wurde dem Schmiedeeisen vorgezogen, weil schön ausgebildete schmiedeeiserne Säulen sich bedeutend theurer stellen als gusseiserne.

Es sind für die 120 Säulen der Unterführungen zwei und für die 96 Säulen der Ueberführungen drei verschiedene Arten ausgeführt. Die minder reich ausgeschmückten Säulen haben naturgemäfs in weniger bevorzugten Stadttheilen Verwendung gefunden.

Jede Säule besteht aus sechs Theilen:

- a) dem Fundamentblock mit Sockelbekleidung,
- b) dem unteren Theil des unteren Zapfenstücks,
- c) dem oberen Theil des unteren Zapfenstücks,
- d) dem Schaft,
- e) dem oberen Zapfenstück,
- f) dem Kopfstück.

Bei allen Arten von Säulen sind die Theile b, c, e und f gleich, verschieden in der Höhe dagegen die Böcke und Schäfte, letztere auch verschieden in der Stärke, je nach der Gröfse des aufzunehmenden Druckes. Die Säulenhöhe, von Bordstein bis Träger, wechselt für Unterführungen zwischen 3,80 und 4,70 m, für Ueberführungen von Schiene bis Träger zwischen 4,85 und 4,95 m.

Die Wandstärken sind bei den Säulen für Unterführungen:

18 mm	für einen Druck bis	60 t
25 "	" " " " "	80 "
32 "	" " " " "	100 "
40 "	" " " " "	120 "

bei denen für die Ueberführungen:

20 mm	für einen Druck bis	52 t
22 "	" " " " "	60 "
23 "	" " " " "	65 "
26 "	" " " " "	73 "

Bisher war es üblich, gusseiserne Säulen bei der Abnahme auf inneren Druck zu prüfen. Da diese Druckprobe aber durchaus nicht der späteren wirklichen Beanspruchung entspricht, so wurden hier sämtliche Säulen bei der Abnahme vollständig zusammengesetzt einer äusseren Druckprobe unterworfen, bei welcher der Druck mindestens das einundeinhalbfache des berechneten betragen mußte.

Ist die Druckvorrichtung einmal von der Gießerei hergestellt, so geht die Probe ziemlich schnell von statten und erlaubt gleichzeitig ein ganz genaues Messen der Säulenlänge, ein Umstand, der für die Aufstellung von der größten Wichtigkeit ist.

Für die Unterführungen sind fünf Schaftmodelle von 2,71 m, 2,91 m, 3,11 m, 3,31 m und 3,51 m Länge hergestellt worden, für die Ueberführungen nur zwei von 3,585 und 3,895 m Länge. Die Bockhöhe wechselt für die Unterführungen zwischen 225 und 370 mm. Ausgeglichen wird die Verschiedenheit der Höhe nur in dem senkrechten Theile des Bockes.

Eine Säule der Unterführungen wiegt im Durchschnitt 1275 kg und kostet rund 225  $\mathcal{M}$ ; bei den Ueberführungen kostet eine durchschnittlich 935 kg schwere Säule rund 175  $\mathcal{M}$ .

Um bei etwa eintretendem Setzen der Grundmauern die Säulen wieder auf ihre richtige Höhe bringen zu können, ist der Fundamentblock so gestaltet, daß es möglich ist, bei angehobener Brücke Kupferplatten zwischen Bock und unterem Zapfenstück von der Seite einzuschieben. (Fortsetz. a. S. 259.)

Zusammenstellung

1	2	3	4	5	6	7	Der eisernen Brücke										19	
							Stützweite = <i>l</i>	Breite			Fläche		Zahl der Gleise = <i>n</i>	Der Hauptträger				Bauart der Hauptträger
								der Fahrbahn	der Fußwege	zusammen	ohne Fußwege	mit Fußwegen		Zahl	Höhe	Zahl der Säulen		
1	Uferstraße	12,0	300	32°	4,00	0,73	$2 \cdot \frac{3,8 + 16,6}{242} = 11,283$	3,95	2 0,65	5,25	95,6	127,1	1	—	2	1,30	4	Blechträger auf 4 Stützen
2	Mühlenweg	10,0	300	73°	„	1,06	11,283	3,02	2 0,865	4,75	34,1	53,6	1	—	2	1,012	—	einfache Blechträger auf 2 Stützen
3	Feldweg	10,0	300	65° 44' 18"	4,25	0,93	11,86	3,10	2 0,8	4,70	36,8	55,7	1	—	2	1,18	—	„
4	Uferstraße	12,0	Gerade	61° 17'	4,00	0,90	14,64	6,80	2 0,85	8,50	99,6	124,4	2	3,5	3	1,18	—	„
5	Feldweg	10,0	Gerade	90°	3,50	0,92	5,70	6,50	2 0,75	8,00	37,1	45,6	2	„	3	0,82	—	„
6	Feldweg	5,0	Gerade	50°	4,02	0,78	14,20	6,60	2 0,85	8,30	93,7	117,9	2	„	3	1,14	—	„
7	Volmerswertherstr.	15,0	„	79° 2' 15"	4,80	0,83	16,50	10,50	2 1,10	12,5	169	206,3	3	$3,5 \text{ u. } 4,0$	6	0,40	—	Blecbogen mit 2 Gelenken
8	Martinstraße	15,0	„	68° 16'	4,40	0,78	18,00	10,30	2 1,10	12,5	185,4	225	3	„	6	0,40	—	„
9	Bachstraße	15,0	„	58° 33'	4,50	1,45	$2 \cdot \frac{3,481 + 11,483}{18,45} = 18,45$	9,99	2 1,005	12,0	184,3	221,4	3	„	4	1,08	8	Blechträger auf 4 Stützen
10	Brunnenstraße	18,2	„	90°	4,40	0,78	18,2	7,02	2 1,24	9,50	127,8	172,9	2	4,5	4	0,439	—	Blecbogen mit 2 Gelenken
10a	„	18,2	„	90°	4,40	0,78	18,2	3,00	2 1,295	5,59	54,6	101,7	1	—	2	„	—	„
11	Weberstraße	10,0	„	90°	4,00	0,98	10,71	6,5	2 0,75	8,00	69,8	85,7	2	3,5	2	1,10	—	einfache Blechträger
11a	„	10,0	„	90°	„	0,98	10,71	3,00	0,75	3,75	32,1	40,2	1	—	2	„	—	„
12	Zimmer- und Corneliusstraße	15,0	„	90°	„	0,92	15,80	10,5	2 0,75	12,0	165,9	189,6	3	$3,5 \text{ u. } 4,0$	4	$\frac{1,07}{1,084}$	8	wie 1
13	Schulte's Weg	8,0	400	54° 58'	„	0,92	10,75	6,64	2 1,00	8,64	71,4	92,9	2	3,5	3	1,16	—	einfache Blechträger
13a	„	8,0	400	„	„	„	„	3,27	1,0	4,27	35,2	46,0	1	—	2	„	—	„
14	Oberbilker Allee	18,0	∞	45° 48' 30"	4,25	1,03	$2 \cdot \frac{5,67 + 15,062}{29,402} = 29,402$	10,5	2 0,75	12,0	277,2	316,8	3	$3,5 \text{ u. } 4,0$	4	$\frac{1,16}{1,122}$	8	Blechträger auf 4 Stützen
15	Hüttenstraße	15,0	400	72° 20'	4,00	0,95	$2 \cdot \frac{3,15 + 10,28}{16,58} = 16,58$	10,65	2 0,75	12,15	176,6	201,4	2	3,5	3	1,24	6	„
15a	„	„	„	„	„	„	„	4,00	0,75	4,75	66,3	78,8	1	—	2	1,04	4	„
16	Eller- u. Louisenstr.	16,0	∞	79° 28' 40,6"	1,31	$\frac{16,968 \text{ bzw. } 16,726}{16,726}$	9,71	0,81	10,52	164,8	178,5	3	$\frac{4,5}{1,16}$	4	$\frac{1,16}{0,91}$	8	8	Blecbogen mit 2 Gelenken
16a	„	„	„	„	„	„	16,968	12,75	—	12,75	216,3	216,3	„	4,5	„	desgl.	8	„
16b	„	300	72° 46'	„	1,29	$2 \cdot \frac{3,632 + 10,261}{17,325} = 17,325$	5,109	—	5,109	89,5	89,5	1	—	2	1,26	4	„	Blechträger auf 4 Stützen
16c	„	300	65° 16' 41,6"	4,7	1,31	$2 \cdot \frac{3,82 + 10,79}{18,43} = 18,43$	4,668	—	4,668	86,0	86,0	1	—	2	1,26	4	„	„
16d	„	300	66° 47' 50,6"	1,39	1,39	$2 \cdot \frac{3,80 + 10,662}{18,262} = 18,262$	12,6	—	12,6	230,1	230,1	3	$\frac{4,5}{2,5}$	4	$\frac{1,24}{0,99}$	8	8	„
16e	„	300	63° 5' 30,6"	1,37	1,37	$2 \cdot \frac{3,89 + 10,99}{18,77} = 18,77$	12,15	0,80	12,95	228,1	243,1	3	$\frac{4,5}{4,0}$	4	$\frac{1,30}{0,99}$	8	8	„
17	Kölnerstraße	19,5	Gerade und 500	71° 33' 18"	5,28	1,26	21,5	11,992	2 0,815	13,692	257,8	292,9	3	$\frac{4,5}{3,0}$	6	$\frac{0,612}{0,624}$	—	Blecbogen mit 2 Gelenken
17a	„	„	∞	62° 1' 30"	4,40	0,83	23,0	16,68	2 0,91	18,50	383,6	425,5	4	$\frac{4,5}{6,0}$	8	$\frac{0,484}{0,492}$	—	„
17b	„	700	71° 33' 18"	„	0,83	21,5	7,212	2 0,93	9,072	155,1	195,0	2	4,5	4	0,466	—	„	„
18	Erkratherstraße	15,2	300	63° 41' 25"	6,57	1,43	18,0	6,60	2 0,75	8,10	118,8	145,8	2	4,2	4	1,52	—	einfache Blechträger
18a	„	„	∞	63° 5' 25"	3,80	0,75	$\frac{3,34 + 10,99}{3,36} = 17,89$	6,00	2 0,75	9,00	107,5	161,0	2	4,5	4	1,02	8	Blechträger auf 4 Stützen
18b	„	„	400	63° 46' 44"	„	0,82	$\frac{3,32 + 10,924}{3,34} = 17,784$	6,70	2 0,75	8,20	119,2	145,8	2	3,5	3	1,104	6	„
19	Düsseldorf-Duisbg. unter Düsseldorf-Elberfeld	8,65	300	31° 32' 51"	5,02	1,05	18,60	8,85	—	8,85	164,6	164,6	2	3,5	2	1,804	—	einfache Blechträger
20	Gerresheimerstraße	12,0	300	41° 41'	4,50	1,08	19,70	8,70	—	8,70	171,4	171,4	2	3,5	2	1,804	—	„
21	Bahn Eller-Derendorf	8,2	300	75° 34' 33"	5,43	1,00	9,20	6,56	2 0,75	8,06	60,4	74,2	2	3,5	3	1,15	—	„
22	Wetterstraße	10,0	∞	90° 5'	3,80	0,53	10,71	6,12	0,72	6,84	65,5	73,3	2	4,0	4	0,87	—	„
22a	„	8,0	„	90°	5,39	1,07	8,70	6,50	2 0,75	8,00	56,6	69,6	2	3,5	3	1,10	—	„
23	Ruhrthalbahn	8,5	„	„	4,80	0,59	9,934	3,14	—	6,28	59,0	59,0	2	3,5	4	0,912	—	„
24	Flurstraße	15,0	∞	88° 5'	4,40	0,84	$2 \cdot \frac{2,95 + 9,8}{15,70} = 15,70$	3,00	0,75	3,75	47,1	58,9	1	—	2	0,92	4	wie 1
25	Hoffeldstraße	10,0	500	76° 23'	„	1,18	11,10	3,04	2 0,75	4,54	33,7	50,4	1	—	2	1,10	—	„
26	Düsseld.-Gerresheim	7,02	∞	58° 51'	4,82	0,743	8,98	2 3,0	—	6,0	53,9	—	2	3,5	—	—	—	einfache Blechträger auf 2 Stützen
26a	desgleichen	8,00	∞	„	„	„	10,15	2 3,0	—	6,0	60,9	—	2	3,5	—	—	—	„
27	Feldweg	10,0	∞	90°	4,20	0,90	10,71	6,5	0,75	7,25	69,6	77,6	2	3,5	3	1,10	—	„
28	Blömscher Weg	16,0	447	90°	4,68	0,90	$2 \cdot \frac{3,2 + 10,2}{16,60} = 16,60$	10,59	2 0,75	12,09	175,8	200,7	3	$3,5 \text{ u. } 4,0$	4	$\frac{1,06}{1,10}$	8	„
29	Oberbilker Allee	18,0	„	72° 39' 18"	4,25	0,79	$2 \cdot \frac{4,191 + 11,314}{19,896} = 19,896$	10,68	2 0,76	12,20	210,4	240,3	3	„	4	$\frac{1,05}{1,10}$	8	wie 1
30	Hüttenstraße	15,0	„	52° 22' 50"	4,00	0,95	19,882	10,80	2 0,75	12,30	214,7	244,5	3	„	4	$\frac{1,10}{1,15}$	8	„
31	Feldweg	3,50	∞	90°	3,75	1,02	4,10	1,88	2 1,34	4,56	7,7	18,7	1	—	2	0,60	—	wie 2—6
32	Erkrather-Weg	6,50	1000	50°	4,40	0,80	9,60	2,80	2 0,95	4,70	26,9	45,1	1	—	2	0,66	—	„

der Unterführungen.

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33								
														Gewicht	Kosten der Brücke ohne Säulen	Einheitspreis die Tonne (ohne Säulen)	Kosten für 1 qm Brücke (ohne Säulen)	Lage der Fahrbahn	Jahr der Verdingung	Ausgeführt durch	Bemerkungen.
4	1,29	0,25	43,97	1,817	0,346	13389	258	105	1:130	1887	Union in Dortmund	schwere Querträger wegen zu geringer Höhe. höheres Kiesbett unter der überhöhten Schiene. wie Nr. 1 { höheres Kiesbett unter überhöhter Schiene. sehr schwere Querträger.									
2	1,48	0,25	18,326	1,624	0,342	4871	„	91	1:440												
2	1,44	0,25	19,334	1,630	0,347	5118	„	92	1:440												
2	1,31	0,282	53,649	3,665	0,431	14163	„	114	1:2500												
2	1,14	0,25	14,581	2,605	0,326	3966	„	87	1:200												
2	$\frac{1,385 \text{ u. } 1,448}{1,448}$	0,25	49,553	3,489	0,420	13106	„	135	1:∞												
2	1,26	0,25	90,041	5,457	0,436	26306	„	127	1:∞												
2	1,30	„	105,141	5,841	0,467	30507	„	135	„												
4	$\frac{1,24 \text{ u. } 1,31}{1,31}$	0,25	70,242	3,807	0,317	21702	„	98	„												
2	1,50	0,23	89,924	4,941	0,520	36700	286	133	„												
2	1,53	0,25	31,941	2,982	0,373	9091	275,5	107	„												
2	„	„	12,53	1,170	0,312	4514	348	112	„												
4	1,40	0,29	48,045	3,041	0,253	14827	$\frac{275,5}{348}$	78	„												
2	1,40	0,25	29,245	2,720	0,315	8195	275,9	88	„												
2	1,449	„	12,74	1,188	0,278	4507	348	98	„												
4	1,13	0,27	107,45	4,070	0,339	32800	$\frac{275,5}{348}$	104	„												
4	1,15	0,29	45,758	2,760	0,227	13147	275,5	65	„												
4	1,47	0,29	23,925	1,443	0,304	8728	348	111	„												
4	1,395	0,28	50,139	2,955	0,281	„	318	1:400	1888 und 1889	Union in Essen	das 3. Gleis kommt v. d. Weichenstraße. 3 innere Träger von 0,91 Höhe. Zwischen beiden Ueberbauten liegt ein 1,5 m breites Oberlicht von durchbrochenen Eisenblechen. 3 innere Träger von 0,99 m. Höhe } 1,2 m breites Oberlicht desgl. } wie vor.										
„	1,424	„	59,670	3,517	0,276	„	„	„													
„	1,446	0,26	27,239	1,554	0,304	97953	„	94				„									
„	1,56	0,25	26,483	1,437	0,308	„	„	„													
„	1,523	0,30	66,582	3,646	0,289	„	„	„													
„	1,57	0,26	67,222	3,581	0,277	„	„	„													
2	1,50	0,31	106,835	4,169	0,365	„	337,5	1:122													
2	1,689	0,25	183,690	7,987	0,432	144388	„	158				1:179									
2	„	„	82,319	3,828	0,422	„	„	1:130													
2	1,596	0,25	64,116	3,562	0,439	„	318	1:122													
4	1,578	0,226	39,840	2,227	0,247	47974	„														

Zusammenstellung

Table with 18 columns: Laufende Nr., Bezeichnung der überführten Straße, Lichte Weite, Krümmung der Bahn, Kreuzungswinkel, Höhe der Durchfahröffnung, etc.

Bemerkungen zur Zusammenstellung der Unterführungen.

Spalte 1. Mit den gleichen Nummern und den Buchstaben a, b, c usw. sind diejenigen Ueberbauten bezeichnet, welche auf demselben ohne Unterbrechung fortlaufenden Widerlager liegen...

Die Ueberbauten Nr. 26 und 26a liegen nur durch einen Mauerpfeiler getrennt unmittelbar hintereinander.

Spalte 7. Als sogenannte Constructionshöhe ist der Abstand zwischen Schienenober- und Trägerunterkante eingetragen...

Spalte 13. Der Flächeninhalt einer Brücke berechnet sich aus Stützweite mal lichter Weite zwischen den Geländern.

Spalte 15. Die unter 3,5 m bleibende Gleisentfernung, welche in der Brückenmitte gemessen wurde...

Spalte 24. In dem angegebenen Gewicht ist das Gewicht der Auflager und der Geländer mitenthalten.

Spalte 27. Hier sind die Kosten für die Entwässerung der Brücke (Buckelplattentüllen, Zinkrinnen und Abfallrohre) einschließlich Anstrich berücksichtigt...

Spalte 28. In dem Einheitspreise sind außer Anfertigung und Aufstellung der eisernen Ueberbauten die Aufwendungen für nachstehende Nebenarbeiten mit begriffen:

- a) Einbauen der Löcher für die Auflager, b) alle Anstriche und Verzinkungen, c) Untergießen aller Auflager, d) Asphaltfilzbelag auf den Buckelplattennähten...

Die Doppelpreise bei einzelnen Bauwerken rühren aus der späteren Verbreiterung der Brücken für ein drittes Gleis her.

4. Anker. (Abb. 3 Bl. 36.)

Alle Hauptträger der Unterführungen mußten wegen der geringen Weite der seitlichen Öffnungen gegenüber der Mittel-

treffenden eisernen Brücken wurden anfangs nur zweigleisig ausgeführt, wobei allerdings der nach dem dritten Gleis hinliegende äußere Träger gleich stark genug für die spätere Belastung hergestellt war...

Spalte 31. Ein Vergleich mit Spalte 28 lehrt, daß die Einheitspreise vom Jahre 1886 bis 1890 sich in stetig aufsteigender Linie bewegen.

Bemerkungen zur Zusammenstellung der Ueberführungen.

Bei der Brücke Nr. 6 ist zu bemerken, daß die Entfernung der Hauptträger 8,30 m beträgt, und daß die Geländer gleich auf den Hauptträgern stehen.

Mit Ausnahme der unter Nr. 5 aufgeführten Brücke ist die Fahrbahn in der Längsrichtung dadurch entwässert, daß die Tiefe der Rinnsteine von der Mitte nach den Auflagern hin wächst.

Die Ueberführung der Buscherstraße (Nr. 5) besteht aus einem neuen Theil (56 t je 362 M), aus der umgebauten früheren Brücke (78 t je 156 M) und aus einem umgebauten Theil der ehemaligen Ueberführung der Düsseldorf-derendorferstraße...

Die Angabe in Spalte 22 (0,38) bedeutet, daß die Pfasteroberkante so hoch über den inneren Hauptträgern liegt, welche, um die alte Bauart möglichst beizubehalten...

Da die Düsseldorf-derendorferstraße den Zugang zur Haltestelle Düsseldorf-Derendorf bildet, deren Warteräume über den Gleisen liegen, so schließt sich der Vorplatz unmittelbar an die Brücke an...

Im übrigen gilt in Betreff der Spalten 13, 23 und 27 das gleiche, wie bei den Unterführungen zu Spalte 13, 24 und 28 angeführt ist.

Öffnung (das Verhältniß beträgt 1/2,66 bis 1/4,38, i. M. 1/3,10) mit

Ankern auf den Widerlagern festgehalten werden. Bei den

der Ueberführungen.

Table with 33 columns: Zahl der Stützpunkte, Entfernung der Querträger, Befestigung der Fahrbahn, Gewicht, Kosten der Brücke, Einheitspreis für die Tonne, etc.

Ueberführungen wurden keine Anker nöthig, da die Brückenöffnungen jedes Bauwerks unter sich ziemlich gleich sind.

Sämtliche Anker liegen, um keine Drehmomente zu erzeugen, in der Verlängerung der Träger in kräftigen Blechhülsen, auf welche sich starke und ziemlich hohe Schraubmuttern setzen.

Alle Ankerschächte sind durch verzinkte Ankerkasten, welche auf den Schleppläusen sitzen, gegen das Hineinfallen von Kies gesichert.

5. Lager. (Abb. 4 Bl. 36.)

Die hier zur Anwendung gebrachten Auflagerplatten der Gleitlager sind der Länge nach nicht eben, sondern nach einem Halbmesser von 3,5 m abgerundet, damit der sich durchbiegende Träger nicht die Kante der Lagerplatte beansprucht...

Um ein leichteres Untergießen der Lagerplatten mit Hartblei zu erreichen und um schadhaft gewordene Platten leicht auszuwechseln zu können, wurde eine neue Befestigung der Lager auf den Steinen versuchsweise eingeführt...

Lagerplatten nicht gut mit Hartblei vergießen lassen, vielmehr häufig zu gefährlichen Explosionen Veranlassung geben, wenn nicht jede Spur von Feuchtigkeit aus der Steinrinne unter den Rippen entfernt ist...

6. Bogenträger.

Es sind hier nur volle Blechbogenträger mit Kämpfergelenken ausgeführt worden.

Die lichte Weite der unterführten vier Straßen schwankt zwischen 15,0 und 19,5 m, die Stützweite der Bögen zwischen 16,50 und 23 m, die Pfeilhöhe zwischen 1:7,2 und 1:10,8...

Die untere Gurtung ist bei allen Bogenträgern nach einem Kreisbogen gekrümmt. Wegen der beschränkten Höhe schneidet

der Streckgurt stets in den Bogen ein, bei vier Ueberbauten sogar ganz.

Die Bögen stehen bei drei Bauwerken rechtwinklig zu einander. Nur bei einer Brücke (Nr. 17, 17a und 17b der Zusammenstellung) machen die Streckgurte, wegen der sehr beschränkten Höhe und um die Stärke des Kiesbettes nicht unnötig zu vermehren, die Steigung der Bahn mit und die Bogenträger liegen schief zu einander. Wegen der bedeutenden Schwierigkeiten bei der Ausführung kann diese Anordnung aber nicht empfohlen werden, vielmehr bleibt stets vorzuziehen, die Streckgurte wagerecht zu legen und die Bogen rechtwinklig gegen einander zu stellen, selbst wenn dadurch einige Cubikmeter Mauerwerk mehr zum Widerlager gebraucht werden.

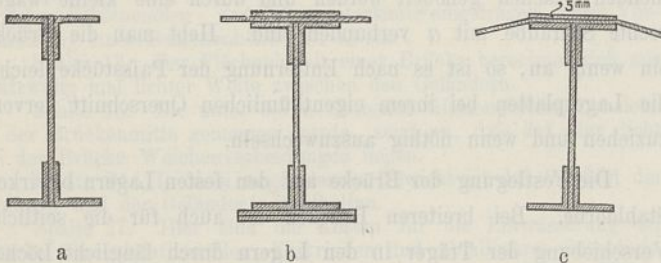
### 7. Fahrbahn.

Der zur Anwendung gekommene eiserne Querschwellen-Oberbau ruht bei fast allen Unterführungen in 23 bis 30 cm hohem Kiesbett auf 5 bis 7 mm starken verzinkten Buckelplatten.

Nur bei fünf Ueberbauten über unbedeutende Wege, wo die Schienen auf hölzernen Querschwellen ruhen, sowie bei einigen kleinen Bachbrücken, wo wegen beschränkter Höhe die Schienen unmittelbar auf den Querträgern liegen, ist die Fahrbahn mit verzinkten 2 mm starken Wellblechen abgedeckt.

Die Fahrbahn der Ueberführungen ist in allen Fällen aus Pflaster in Kiesbett auf Buckelplatten hergestellt worden.

Die Buckelplatten werden von den Querträgern, Nebelängsträgern und theilweis auch von den Hauptträgern unmittelbar getragen. Der letztere Fall tritt nur ein, wenn Weichenverbindungen oder die Bauart der Brücken (Bogenträger) die Lage der Hauptträger unter dem Kiesbett verlangten, während sonst die Hauptträger mindestens 5 cm über Schienenunterkante hervorragen, um ein Hinunterfallen des Kieses zu verhüten.

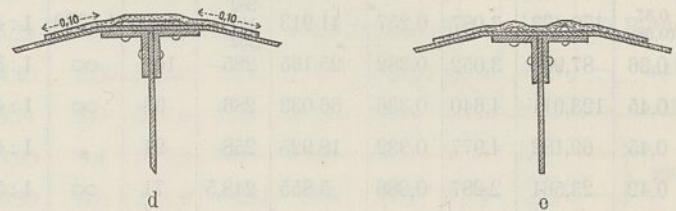


Meist bestehen, wie vorstehend gezeichnet, die Querträger aus Stehblech und vier Winkeln (Form *a*), wozu in einigen Fällen noch Gurtplatten treten (Form *b*). Als Nebelängsträger wurden 24 bis 30 cm hohe I-Eisen benutzt. Zuweilen haben die Querträger auch den Querschnitt *c*, wobei ein 5 mm starkes Deckblech den in den Buckelplatten wirkenden Zugkräften Widerstand leisten soll.

Wenn man auch zugeben muss, dass die erwähnten Zugkräfte das Bestreben haben, die Winkel von dem Stehblech der Querträger abzubiegen, oder die Flansche der I-Eisen der Länge nach zu trennen, so kann doch kaum von einer Gefahr in dieser Beziehung gesprochen werden. Vielmehr ist wohl mit ziemlicher Sicherheit anzunehmen, dass infolge des starken Kiesbettes die 28 cm breiten Querschwellen den Druck eines Locomotivrades auf alle vier Seiten der Buckelplatte gleichmäßig vertheilen. Es kommt dann auf eine Buckelplattenseite unter

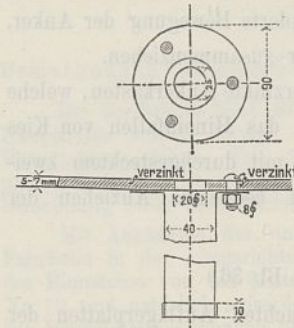
Berücksichtigung des Gewichtes des Kiesbettes ein Zug von rund  $\frac{8000}{4} = 2000$  kg und bei Annahme einer 1,5 m im Geviert grossen Buckelplatte mit einer Niettheilung von ungefähr 10 cm, die in den meisten Fällen kleiner ist, auf eine Nietentfernung der Querträger ein Zug von  $\frac{2000}{16} = 125$  kg. Dass diese Kraft im Stande wäre, die ziemlich kräftigen Gurtwinkel (bei derartiger Buckelplattengröße nicht unter 80/10 mm) abzubiegen, erscheint undenkbar. Bei den I-Eisen beträgt nach obiger Annahme der in den Flanschen auftretende Zug für 1 qcm nur ungefähr  $\frac{2000}{150 \cdot 1,3}$  oder etwa 10 kg.

Sämtliche unter dem Kiesbett liegenden Träger und Buckelplatten wurden zunächst mit bestem Holztheer gestrichen, sodann wurden die Fugen mit Asphalt ausgegossen, hierauf nach neben-



stehender Abbildung *d* Asphaltfilzstreifen von 8 bis 10 mm Stärke auf alle Buckelplattennähte geklebt und der Asphaltfilz dann noch mit Asphaltlack überzogen. Die anfangs wie in *e* nebengezeichnet bewirkte Asphaltfilzabdeckung kann nicht empfohlen werden, weil das Abdeckungsmaterial sich so innig der Form des eisernen Trägers anschliesst, dass zwischen den Nietreihen leicht Wasser stehen bleibt.

Unter die in der Mitte 28 mm weit durchlochten Buckelplatten wurden 40 mm im Durchmesser grosse Zinktüllen geschraubt, welche das Wasser mittels der aus Zinkblech Nr. 14 bestehenden Längs- und Sammelrinnen wie den gußeisernen Abfallrohren zuführen (s. nebenst. Abbildung). Um einer Verbiegung der Zinkrinnen durch hochbeladene Heu- oder Strohwagen vorzubeugen, ist es rathsam, die Rinnen nicht ganz bis an die Trägerunterkante reichen zu lassen und, wenn hierzu Platz fehlt, sie lieber durch die Querträger zu stecken.



Es ist ferner nicht zweckmässig, das Loch in den Buckelplatten kleiner als 28 mm zu bohren, da beim Festnieten der Buckelplatten allgemein so verfahren wird, dass der warme Niet von einem Arbeiter durch das mittlere Loch einem anderen unterhalb der Fahrbahn sich aufhaltenden Arbeitsgenossen zugereicht wird, welcher den Niet ins Nietloch schlägt und während des Nietens von unten die Nietwinde gegenhalten muss. Die Stärke dieser Niete beträgt hier allgemein 16 mm, sodass der 24 mm breite Kopf gerade bequem durch die 28 mm weite Oeffnung geht. Die Nietentfernung bei den Buckelplatten schwankt zwischen 60 und 70 mm.

Um ein Verstopfen zu verhindern, sind die Löcher in den Buckelplatten mit grobem Kies umpackt. Den Abschluss zwischen Brücke und Schildmauer bilden 10 mm starke verzinkte



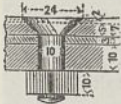
Eisenbleche, welche mit einem Gefälle von 1:10 verlegt und auf den Endquerträgern fest vernietet sind, dagegen auf den Schildmauern lose aufrufen und des leichtern Abtropfens wegen noch 2 cm über den ersten Absatz der Mauer hinausragen.

**8. Fußwege und Geländer.** (Abb. 5 bis 9 Bl. 36.)

Die Fußwege sämtlicher eisernen Brücken sind durch seitliche Kragträger (Consolen) hergestellt, welche bei den Unterführungen 5 cm über Schienenunterkante liegen und aus geradem Obergurt und gekrümmtem Untergurt bestehen, von denen jeder aus zwei Winkeleisen gebildet ist.

Die Abdeckung der Fußwege der Eisenbahnbrücken wird aus 6 bis 8 mm (einschließlich Riffeln) starken Riffelblechen auf C-Eisen oder Winkeln hergestellt. Zur Vermeidung des beim Befahren der Brücken entstehenden Geräusches sind 3 mm starke Streifen von Weichblei zwischen Riffelblech und C-Eisen eingelegt.

Damit das Weichblei beim Nieten nicht schmilzt und schadhafte gewordene Riffelbleche leicht auswechselbar sind, auch der Zustand der Brücke unter den Fußwegen bequem untersucht werden kann, findet die Befestigung der Bleche auf den C-Eisen durch oben ganz versenkte Schrauben statt nach beistehender Zeichnung.



Die Riffelbleche haben zwischen den Auflagern ein seitliches Gefälle von 13 mm, d. i. je nach Fußwegbreite 1:36 bis 1:60. Entwässert werden die Fußwege wie die Fahrbahn durch Längsrinnen von Zinkblech. Diese Bauart ist leicht, haltbar und billig, auch praktisch für das Begehen. Die Fußwegabdeckungen der Strafenbrücken ruhen zum Theil auf Buckelplatten, zum Theil auf Trägerwellblechen. Letztere Bauweise ist nur da angewendet worden, wo übergroße Breite des Fußweges oder andere Gründe die Benutzung von Buckelplatten ausschlossen.

Sämtliche Geländer der eisernen Brücken bestehen aus Schweifeseisen. In den Abbildungen 5 bis 9 Bl. 36 sind einige Geländerformen dargestellt, wozu bemerkt werden mag, dafs sich die Befestigung der unten abgedrehten Pfosten in den C-Eisen sehr gut bewährt hat.

**9. Berechnung und Materialbeschaffenheit.**

Die bleibende Belastung jeder Brücke ist durch Rechnung ermittelt. Für die Verkehrsbelastung der Unterführungen wurde nachstehender Lastenzug angenommen.

Jede Maschinenachse wurde mit 14 t, jede Tenderachse mit 9 t und jede Güterwagenachse mit 8 t in Rechnung gestellt. Die führende Maschine sollte in der Regel eine Tendermaschine sein, wenn nicht im besonderen Falle die Annahme einer Güterzugmaschine mit dem Tender voran gröfsere Momente ergab. Bei den Trägern auf mehr als zwei Stützen wurde zur Erzielung der gröfsten Druck-, beziehungsweise Zug-Beanspruchung der Widerlager auch der Fall als möglich angenommen, dafs von beiden Seiten gleichzeitig Züge vorrücken, und dafs es ferner möglich sei, die Mittelöffnung allein zu belasten.

Sowohl Fahrbahn wie Hauptträger wurden mit Einzellasten berechnet.

Für Hauptträger auf vier Stützen waren vorher Tabellen ausgerechnet, welche für eine Einzellast P, der Reihe nach in jedem Zehntel der Feldweite aufgestellt gedacht, die Auflager- und Stützendrücke in Buchstabenwerthen enthielten. Nach Umrechnung dieser Tabellen für den bestimmten Fall war man in der Lage, Momente und Stützendrücke ziemlich schnell zu finden.

Die Bogenbrücken wurden nach Müller-Breslau ebenfalls für obigen Lastenzug berechnet.

Die Querschnittsbestimmung geschah nach der Winklerschen Formel:

a) für Zug:

$$f = \frac{P_0}{1400} + \frac{P_1}{600} + \frac{P_2}{1300}$$

b) für Druck:

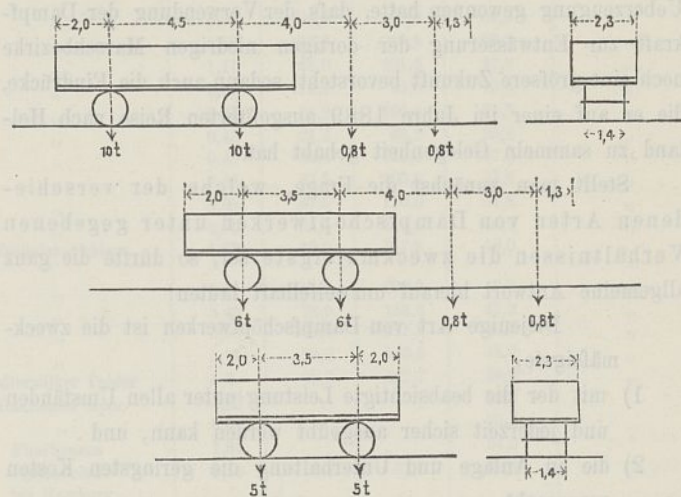
$$f = \frac{P_0}{1300} + \frac{P_1}{550} + \frac{P_2}{1400}$$

Hierin bedeuten P<sub>0</sub> die gröfste Spannung aus der bleibenden Belastung, P<sub>1</sub> die gröfste Spannung aus Verkehrslast, P<sub>2</sub> die kleinste. Für gewöhnliche Blechträger geht diese Formel über in:

$$W = \frac{M_{max} \text{ aus } P_0}{1300} + \frac{M_{max} \text{ aus } P_1}{550}$$

Bei den Fahrbahnträgern wurde die zulässige Beanspruchung durch Verkehrslast auf 500 kg herabgesetzt.

Das Gußeisen in Säulen und Lagern wurde höchstens mit 500 kg gegen Druck und mit 250 kg gegen Zug beansprucht. Mauerwerk- und Kiesbett-Gewicht wurde zu rund 1800 kg je 1 Cubikmeter angenommen.



Für die städtischen Ueberführungen wurde mit nachstehenden Belastungen gerechnet. Für jede Brücke ein schwerer Lastwagen von 10 t, dann

leichtere mit 6 t Achsdruck und im übrigen Menschengedränge mit 500 kg für 1 qm.

Eine auferhalb des Stadtbezirks liegende Ueberführung (Nr. 9 der Zusammenstellung) wurde nach den damaligen Vorschriften der rheinischen Provincial-Verwaltung für Lastwagen von nur 5 t Achsdruck, sowie für gleichmäfsig vertheilte Belastung von 400 kg in den Zwischenräumen und auf den Fußwegen berechnet.\*) Bei Hauptträgern der Ueberführungen von mehr als 18 m Stützweite wurde nur eine Belastung durch Menschengedränge von 500 kg für 1 qm der Berechnung zu Grunde gelegt.

\*) Jetzt schreibt die Provincial-Verwaltung gleichfalls Belastung mit 20 t und 12 t Wagen vor.

Für die vorgeschriebenen Proben zur Beurtheilung der Festigkeit und Beschaffenheit des Schweißeisens wurden die Bedingungen des Directions-Bezirks Elberfeld angewendet, welche im wesentlichen mit den Verbandsbedingungen übereinstimmen.

Zur Herstellung von Buckelplatten wurde die Verwendung von weichem Flußeisen unter nachstehenden Bedingungen gestattet. Das Flußeisen mußte aus fehlerfreien, vollkommen gleichartigen Gußblöcken gewalzt werden, deren Herstellung dem Unternehmer zwar überlassen blieb, aber anzugeben war. Die hier verwendeten Buckelplatten aus Flußeisen (für 8 Brücken) wurden von der Gutenhoffnungshütte in Oberhausen aus Gußblöcken des Martin-Siemens-Ofens gewalzt und waren von sehr guter Beschaffenheit. Nach beiden Walzrichtungen mußte getragen: die Zugfestigkeit 36 bis 42 kg, die Dehnung mindestens

20 % und die Zusammenziehung des Querschnitts mindestens 40 %. Ferner mußten sich Streifen von etwa 5 cm Breite mit abgerundeten Kanten kalt unter dem Dampfhammer vollständig zusammenfalten lassen, ohne an der äußeren Biegekante Risse zu zeigen, dieses auch nachdem sie halbroth erwärmt und dann abgelöscht (gehärtet) worden waren.

Alle Löcher mußten gebohrt und durften nicht gestanzt werden. Für  $\square$ - und  $\Gamma$ -Eisen, welche nicht mit anderen Brückentheilen, als Winkel- und Flacheisen, zusammengietet wurden, war ebenfalls die Verwendung von Flußeisen unter ähnlichen Bedingungen wie für Buckelplatten gestattet. Die vom Walzwerk Rothe Erde bei Aachen gelieferten  $\square$ - und  $\Gamma$ -Eisen können als ein ganz vorzügliches Material bezeichnet werden.

Düsseldorf.

Platt, Eisenbahn-Bauinspector.

## Ueber die verschiedenen Arten von Dampfschöpfwerken zur Entwässerung von Niederungen.

Vom Königlichen Baurath Post. \*)

(Mit Zeichnungen auf Blatt 37 und 38 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Veranlassung zur Veröffentlichung der nachfolgenden Mittheilungen haben dem Verfasser die während seiner längeren Thätigkeit als Wasserbauinspector in den hannoverschen Seemarschen gemachten Erfahrungen gegeben, aus denen er die Ueberzeugung gewonnen hatte, daß der Verwendung der Dampfkraft zur Entwässerung der dortigen niedrigen Marschbezirke noch eine größere Zukunft bevorsteht, sodann auch die Eindrücke, die er auf einer im Jahre 1889 ausgeführten Reise nach Holland zu sammeln Gelegenheit gehabt hat.

Stellt man zunächst die Frage, welche der verschiedenen Arten von Dampfschöpfwerken unter gegebenen Verhältnissen die zweckmäßigste sei, so dürfte die ganz allgemeine Antwort hierauf unzweifelhaft lauten:

Diejenige Art von Dampfschöpfwerken ist die zweckmäßigste,

- 1) mit der die beabsichtigte Leistung unter allen Umständen und jederzeit sicher ausgeübt werden kann, und
- 2) die in Anlage und Unterhaltung die geringsten Kosten verursacht.

Die zuerst genannte Bedingung ist mit jedem System zu erfüllen, wenn in ihm die Bauart gediegen ist und es bei kleineren abgelegenen Anlagen, bei denen die Wartung meist durch weniger geschulte und wenig überwachte Personen ausgeübt wird, nicht Constructionen enthält, deren Benutzung eine besondere Sachkenntniß in der Wartung voraussetzt.

Die zweite Bedingung dagegen erfordert eine sorgfältige Berücksichtigung aller örtlichen Verhältnisse. Man pflegt hier zur Beurtheilung die durch Verzinsung der Anlage sowie durch die Aufbringung der Unterhaltungskosten voraussichtlich entstehende jährliche Last als Maßstab anzusehen. In den meisten Fällen besteht zwischen Anlage- und Unterhaltungskosten eine derartige Beziehung, daß eine etwas theuerere aber zweckmäßigere eingerichtete Anlage im Betriebe billiger zu stehen kommt. Dieser Umstand gewinnt besonders bei voraussichtlich

längerer jährlicher Betriebszeit an Bedeutung, während umgekehrt, wenn, wie dies oft vorkommt, die Anlage nur wenige Tage in jedem Jahre oder überhaupt nur für einen bestimmten Zeitraum benutzt werden soll, sie auf Kosten eines günstigen Betriebes möglichst billig hergestellt werden muß. Es wäre demnach zu untersuchen, welches System unter gegebenen Verhältnissen die geringsten Anlagekosten erfordert. Man würde in dieser Hinsicht demjenigen den Vorzug geben, welches einerseits die geringste Grundrißfläche und geringste Tiefe für die Gerinne sowie keine schwierigeren und theueren Constructionen für den Unterbau erfordert, andererseits aber auch für Maschinen-Anlagen nur geringe Kosten beansprucht. Bei Ermittlung der Betriebskosten sind außer der jährlichen Betriebszeit auch die für die Zeiteinheit zu ermittelnden Ausgaben von großer Bedeutung. Diese bestehen hauptsächlich in den Kosten für Kohlen, für Schmier-, Beleuchtungs-, Verpackungs- und andere Materialien, für Wartung und für Erneuerungsarbeiten.

Von diesen Kosten sind die bedeutendsten diejenigen für Kohlen, auf deren Verbrauch jedoch nicht nur die Kraftleistung der gesamten Maschinen, sondern auch die Art des Betriebes sowie eine in sachverständiger, gewissenhafter Weise ausgeübte Heizung von großem Einfluß ist. Wird nämlich in kurzen Zeitabschnitten geschöpft, so tritt der zum Anheizen erforderliche Kohlenverbrauch in ein ungünstiges Verhältniß zu dem Verbrauch während des Betriebes. Kommen öftere Stillstände der Maschine während des Betriebes vor, so wird fast dieselbe Kohlenmenge (in der Zeiteinheit) verbraucht wie dann, wenn die Maschine stets im Gange ist. Ein Heizer, der das Verbrennen der Kohlen nicht ordentlich regelt, z. B. einerseits durch mangelhaften Luftzutritt veranlaßt, daß Kohlenoxyd anstatt Kohlensäure den Schornstein verläßt, andererseits durch zu heftiges Schüren bewirkt, daß die Heizgase zu warm in den Schornstein treten, kann den Kohlenverbrauch in sehr ungünstiger Weise erhöhen. Hiernach ist also der Einfluß, welchen die Kraftleistung des Schöpfwerks auf den Kohlenverbrauch ausübt, wegen dieser Umstände zwar nicht von derjenigen Be-

\*) Der Verfasser ist im August v. J. in Merseburg gestorben.



kungsgrad kann nur im Zusammenhange mit der Förderhöhe, bei welcher derselbe beobachtet war, richtig gewürdigt werden.

Da ferner die Arbeit zur zweiten Leistung im quadratischen, die Arbeit zur dritten Leistung zum Theil in noch stärkerem Verhältnisse der Wassergeschwindigkeit zunimmt, so folgt, abgesehen von sonstigen Umständen, welche die Wirkung beeinträchtigen, daß diejenige Art von Schöpfwerken am vortheilhaftesten arbeiten muß, bei der die geringste Wassergeschwindigkeit erzeugt wird. Letztere erfordert aber verhältnißmäßig größere Gerinne, wodurch die Anlagekosten so erheblich gesteigert werden können, daß der Vortheil des billigeren Betriebes dadurch vielleicht ganz aufgehoben wird. Bei manchen Arten wird schließlich die schädliche Leistung zu Nr. 3 durch veränderliche Wasserstände erheblich vergrößert.

Die Ausgaben für Schmier- und andere Materialien sind bei den schnellgehenden Maschinen (Centrifugalpumpen) zwar nicht unerheblich größer als bei den langsamer gehenden (Wurfrädern u. dgl.), machen aber gegenüber den Kosten für Kohlen nur einen geringen Betrag aus, sodafs ihr Einfluss auf die gesamten Betriebsausgaben unerheblich bleibt.

Anders verhält es sich dagegen mit den Kosten für die Wartung, besonders bei kleinen Anlagen. Bei diesen ist es von großer Bedeutung, wenn man durch einfache Handhabung und gute Uebersichtlichkeit es ermöglicht, nur mit einer Person für die Bedienung von Kessel und Maschine auszukommen. Sind beispielsweise für ein Abwässerungsgebiet von 1000 ha als erforderliche Leistungsfähigkeit 60 indicirte Pferdekr. ermittelt, so würde, wenn für gewöhnlichen Betrieb 1,4 kg Kohlenverbrauch für eine ind. Pferdekr. und einschließlic Anheizen 14 tägliche Betriebsstunden gerechnet werden, ein täglicher Kohlenverbrauch von  $60 \cdot 14 \cdot 1,4 = 1176$  kg entstehen, die etwa  $12 \cdot 1,8 = 21,6$   $\mathcal{M}$  kosten. Gestattet nun die Art des Schöpfwerks die Wartung durch nur eine Person, so würden für diese etwa 6  $\mathcal{M}$  täglich zu rechnen sein. Muß aber für den Kessel ein besonderer Heizer bestellt werden, so treten für diesen täglich noch mindestens 4  $\mathcal{M}$  hinzu. Demnach würden die täglichen Kosten für Wartung im ersten Falle das  $\frac{6}{21,6} = 0,28$  fache, im andern das  $\frac{10}{21,6} = 0,46$  fache des gesamten Kohlenverbrauchs betragen. Es würde also hier der schönste Wirkungsgrad einer Schöpfwerksart nichts nützen, wenn dieselbe eine besonders kostspielige Bedienung erfordern sollte.

Bei sehr großen Anlagen bilden die Kosten für Wartung einen nicht so erheblichen Betrag der Unterhaltungskosten, weshalb man hier auch meist die besten Maschineneinrichtungen zu verwenden pflegt. Hierbei mag noch bemerkt werden, daß es sich empfiehlt, ja für Ausübung einer ordentlichen Wartung durchaus nothwendig erscheint, nach dem Vorbilde sämtlicher holländischen Anlagen bei allen Dampfschöpfwerken, wenn sie nicht innerhalb bebauter Ortschaften belegen sind, dem Wärter eine kleine Dienstwohnung neben dem Schöpfwerke zu beschaffen.

Unter allen Umständen ist aber bei der Wahl der Art des Schöpfwerks darauf zu achten, daß die Kosten für Erneuerungsarbeiten möglichst gering gehalten werden, und daß diejenigen Arbeiten, welche nicht zu vermeiden sind, in möglichst einfacher und rascher Weise ohne nennenswerthe Betriebsstörungen zur Ausführung gelangen können, da es eine bekannte Thatsache ist, daß die Fabriken für solche nachträgliche Ausbes-

serungen fast immer übermäßig hohe Preise anzusetzen und oft sehr säumig in der Ausführung derselben zu sein pflegen. In dieser Beziehung verdienen daher (immer eine vollständig kunstgerechte Ausführung vorausgesetzt) zunächst diejenigen Systeme den Vorzug, deren einzelne Theile leicht zu besichtigen und auszuwechseln sind, was z. B. besonders bei Heber-Centrifugalpumpen mit liegender Welle, bei denen das Rad mit Gehäuse über Wasser liegt, der Fall ist. Sodann sind Maschinen mit langsamem Gange gegen Beschädigungen etwas mehr geschützt, als rasch gehende, und schließlich ist nicht zu vergessen, daß, da bei kleinen Anlagen die Wartung meist weniger geschulten Personen übertragen wird, es vermieden werden muß, ihnen leicht zu beschädigende verwickelte Maschinen in die Hände zu geben. Allerdings muß man sich hüten, die Einfachheit der Maschinenanlagen zu weit zu treiben, wenn sie nur auf Kosten eines erheblich größeren Kohlenverbrauchs erzielt werden kann, und bedenken, daß der Wärter, da er tagtäglich nur mit seiner Maschine zu thun hat, sich wohl selbst bei mangelnder Vorbildung sehr bald mit Handhabung derselben gut vertraut machen wird. Es erscheint deshalb z. B. durchaus gerechtfertigt, die Dampfmaschinen der Schöpfwerke, mit Ausnahme ganz kleiner Anlagen, nach dem Vorbilde Hollands immer mit Condensation zu versehen, weil hiermit außer erheblicher Ersparung an Kohlen noch anderweite, später zu erörternde nicht unerhebliche Vortheile für den Betrieb verbunden sind. Auch dürfte die Furcht vor schnell gehenden Maschinen mit hohen Dampfspannungen, welche den Schöpfwerken oft sehr vortheilhaft angepaßt werden können, infolge der in neuerer Zeit verwendeten besseren Schmiervorrichtungen als überwunden zu betrachten sein. Solche Dampfmaschinen haben daneben den Vortheil geringer Abmessungen, verhältnißmäßig geringer Anlagekosten und guter Nutzleistung.

Nach den vorangestellten Gesichtspunkten soll nunmehr der Versuch folgen, die Verwendbarkeit der einzelnen Systeme für die verschiedenen Verhältnisse, unter denen Schöpfwerke zur Anwendung zu gelangen pflegen, klar zu stellen.

Hierbei ist jedoch zu bemerken, daß zwei Arten von Fördermaschinen zur Verwendung bei Dampfschöpfanlagen für Entwässerung von Niederungen vorab als ungeeignet bezeichnet werden müssen und deshalb von einer eingehenden Untersuchung hier ausgeschlossen bleiben. Diese sind die Wasserschnecken sowie die Saug- und die Saug- u. Druckpumpen.

Trotz ihres ganz guten Wirkungsgrades finden die Wasserschnecken wenig oder gar keine Verwendung für Dampfschöpfanlagen der zu betrachtenden Art, weil bei ihnen die Kraftübertragung eine unbequeme ist und weil namentlich diese Schöpfmaschinen selbst bei beständigem, vielmehr aber noch bei veränderlichem Oberwasser mit verlorener Förderhöhe arbeiten müssen. Außerdem nehmen sie bei großen Förderhöhen wegen der nothwendigen schrägen Stellung recht viel Platz ein, erfordern also theure Grundbauten.

Die Saug-, sowie die Saug- u. Druckpumpen sind für die vorliegenden Zwecke deshalb nicht geeignet, weil das von ihnen zu fördernde, meist unreine Wasser leicht zum Festsetzen fremder Gegenstände in den Klappen Veranlassung giebt, sodafs diese oft, ohne daß man hiervon während des Ganges etwas merkt, Undichtigkeiten erhalten, die den Wirkungsgrad ganz

erheblich beeinträchtigen. Außerdem führen diese Klappen wegen der heftigen Stöße beim Zuschlagen öftere Ausbesserungen herbei, was, wie oben bereits bemerkt, grundsätzlich vermieden werden muß. In dieser Hinsicht hat man bei dem älteren, mit Fineschen Kastenpumpen versehenen Schöpfwerk für das Bremer Blockland besonders schlimme Erfahrungen gemacht. Es hatten sich nämlich in den gußeisernen Klappenwänden der Pumpen und in den eisernen Böden derselben erhebliche Risse und durch Abspringen von Schraubenbolzen viele Löcher gebildet, sodafs nicht nur beträchtliche Wassermengen hindurchsickerten, sondern auch die Befürchtung weitergehender, den Bestand des ganzen Werkes bedrohender Zerstörungen berechtigt war.

Wenden wir nunmehr unsere Betrachtungen denjenigen Arten von Fördermaschinen zu, welche vornehmlich bei Dampfeschöpfanlagen Verwendung finden, so sind bei ihnen Wurfräder, Pumpräder, Kreiselpumpen (ohne besonderes Gehäuse) und Hebercentrifugalpumpen zu unterscheiden.

**1. Wurfräder.**

Einige kennzeichnende Beispiele ausgeführter größerer Anlagen hierher gehöriger Art sind in 1 und 2 auf Bl. 37 und 1 auf Bl. 38 dargestellt.

Da Wurfräder (in Holland schepraden genannt) dem zu fördernden Wasser für gewöhnlich die verhältnismäßig geringe Geschwindigkeit von 1,25 bis 2,25 m erteilen, so folgt, dafs hier, wenn von anderweitigen Störungen abgesehen wird, auch die unter 2) und 3) (S. 269) gedachten schädlichen Leistungen gering ausfallen werden und der Wirkungsgrad also ein recht guter sein müßte. Die Geschwindigkeiten können in weit größeren Grenzen wechseln als bei den Pumprädern, weil der den letzteren bei größeren Geschwindigkeiten anhaftende Uebelstand des Mitschleppens von Luft in den Schaufeln bei den nicht mit innerem Trommelmantel versehenen Wurfrädern fortfällt. Hieraus folgt der große Vortheil, dafs durch Veränderungen der Umdrehungsgeschwindigkeiten sehr verschiedene Wassermengen mit einem Rade ohne wesentliche Kraftverluste gefördert werden können. Es genügt daher auch bei sehr vielen, namentlich kleineren Schöpfwerken die Verwendung eines Wurfrades.

Wenn auch bei großen Geschwindigkeiten der Ein- und Austritt der Schaufeln weniger günstig wird, so ist dieser Nachtheil, unter Ausschluß einer übertriebenen Geschwindigkeitssteigerung, doch nicht so sehr bedeutend, wenn sonst das Rad gut konstruirt ist und namentlich die richtige Schaufelform und den nöthigen großen Durchmesser hat. Dagegen wird ein rascher Gang in günstiger Weise gegen den Rückfluß des Oberwassers durch den Spielraum zwischen Rad, Gerinne und Aufleiter wirken, da die dem Wasser erteilte größere Geschwindigkeit einen solchen Rückfluß wenig oder garnicht zustande kommen läßt, ein Vortheil, der z. B. auch einigen Arten von Centrifugalpumpen eigen ist.

Für den Durchmesser wird von dem Ingenieur Foster in Adria die Formel  $D = 5,43\sqrt{t + h}$  angegeben (s. Abb. 2) worin  $D$  den äußeren Raddurchmesser,  $t$  die Eintauchung in den gewöhnlichen Unterwasserstand,  $h$  die Höhe von diesem bis zum höchsten Oberwasserstande bedeutet. Diese Formel ergibt z. B. für das untere Schöpfrad des Zuidplas-Polders in Holland  $D = 5,43 \cdot \sqrt{1,0 + 3,6} = 11,6$  m, für die Katwyker Schöpfäder daselbst  $D = 5,43 \sqrt{1,5 + 2,1} = 10,3$  m. Doch sind bei

fraglichen Anlagen Raddurchmesser von 10,0 m bzw. 9,0 m, also um 1,6 bzw. 1,3 m kleinere Durchmesser gewählt, wie man denn überhaupt in Holland diese Durchmesser etwas kleiner als in Italien annimmt.

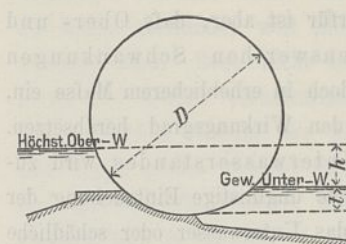


Abb. 2.

Je größer nun aber der Durchmesser ist, um so leichter kann gleichzeitig für einen ordentlichen Ein- und Austritt der Radschaufeln gesorgt werden. Von erheblichem Einfluss ist hierbei auch die Form und Stellung der Schaufeln, wobei ein fehlerhafter Eintritt viel schädlicher erachtet wird, als ein etwas unbequemer Austritt der Schaufeln, da das im letzteren Falle, besonders bei raschem Gange, dicht vor dem Rade aufgeschleuderte Wasser doch nur einen geringen Procentsatz der gesamten geförderten Wassermenge bildet. Als Regel wird hingestellt, dafs die geraden Schaufeln jedenfalls mit einem noch merklichen spitzen Winkel, die gebogenen Schaufeln aber mit ihren Enden höchstens berührend in den Unterwasserspiegel eintauchen müssen, wenn starkes Aufschlagen der Schaufeln oder eine schädliche rückläufige Bewegung des Unterwassers dicht vor dessen Eintritt in die Schaufeln vermieden werden soll. Ob gebogene oder gerade Schaufeln besser sind, darüber ist man in Holland getheilter Ansicht; erstere dürften im Oberwasser günstiger austauschen, sind aber schwieriger herzustellen.

Sehr wichtig ist es, den Spielraum zwischen dem Rade einerseits und dem Gerinne und dem Aufleiter anderseits möglichst klein zu gestalten. Vom Ingenieur Korevaar in Holland wird als größter zulässiger Spielraum über dem Aufleiter 10 mm und neben den Wänden des Gerinnes 3 mm angegeben, während doch an ausgeführten Schöpfwerken sich auch 50 bzw. 25 mm Spielraum vorfinden. Schon hieraus geht hervor, dafs die Herstellung eines möglichst geringen Spielraumes seine großen Schwierigkeiten hat und ganz unmöglich wird, wenn auch nur kleine Senkungen der Grundmauern nachträglich eintreten. Es erfordert daher dieser Umstand bei Wurfrädern eine ganz besonders sichere Gründung sowie sorgfältige Ausführung des Gerinnes und zwar in großer Tiefe. Zur bequemeren Herstellung der Dichtung werden an den Seiten, ebenso an den Enden der Radschaufeln, falls diese aus Eisen

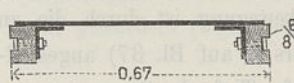


Abb. 3.

gefertigt sind, nach erfolgter Einhängung der Räder, wie in Abb. 3 dargestellt, Holzleisten derart befestigt, dafs sie bei Belastung geringsten Spielraumes möglichst dicht an das Gerinne anschließen. Vielfach (z. B. von Korevaar) wird dies dadurch erzeugt, dafs die anschließende Außenfläche des Gerinnes nach erfolgter Einhängung des Rades mit einem Ueberzuge von gutem Cementmörtel versehen wird. Durch Drehung des Rades, an welchem Streichlehren zu befestigen sind, kann alsdann den Gerinnewänden und dem Aufleiter die genau schließende Oberfläche gegeben werden. Da aber ein solcher Cementputz leicht durch Einwirkung des Frostes abblättern kann, so hat diese Dichtungsweise ihre Bedenken, und es empfiehlt sich, für die fraglichen Dichtungsflächen glattes Mauerwerk, am besten Quadermauerwerk zu verwenden, wodurch sich allerdings die Kosten erheblich vermehren.

Verfährt man in vorstehender Weise, so werden Wurfräder bei nicht zu großen, etwa 3 m nicht übersteigenden und auch nicht zu kleinen Förderhöhen namentlich dann von recht guter Wirkung sein, wenn sehr große Wassermengen gefördert werden müssen. Bedingung hierfür ist aber, daß Ober- und Unterwasser keinen nennenswerthen Schwankungen unterliegen. Treten solche jedoch in erheblicherem Maße ein, so entstehen Verhältnisse, die den Wirkungsgrad herabsetzen. Bei stärkerem Wechsel des Unterwasserstandes wird zunächst für die höheren Stände eine ungünstige Eintauchung der Radschaufeln, Aufschlagen auf das Unterwasser oder schädliche Rückwärtsbewegung desselben erfolgen. Außerdem muß dann unter Umständen eine größere Wassermenge gefördert werden, als die Dampfmaschine, ohne nach ihrer Bauart unvorteilhaft zu wirken, leisten kann, da die Fördermenge im geraden Verhältnis zur Eintauchung des Wurfrades steht. Man hat versucht, in solchen Fällen das Unterwasser durch sogenannte Spansschützen künstlich zu senken, was durch den theilweisen Verschluss derselben möglich wird. Durch die hierdurch bereits vor Eintritt in das Rad erzeugte größere Geschwindigkeit, welche alsdann von den Schaufeln nicht mehr erzeugt zu werden braucht, ja sogar auf letztere treibend wirken kann, wird allerdings die durch solche Spansschützen veranlasste Druckhöhenvergrößerung zum Theil wieder aufgehoben. Andererseits wird aber auch ein sehr niedriger Binnenwasserstand unvorteilhaft einwirken, weil die Maschine dann bei zu geringer Eintauchung des Rades nicht genügend ausgenutzt werden kann. Sollte es wünschenswerth erscheinen, daß ein solcher bei der infolge der Trockenlegung fortschreitenden Cultur späterhin dauernd eintreten möchte, so kann solches mit den für die anfänglichen Verhältnisse richtig angelegten Schöpfkrädern überhaupt nicht erreicht werden. In diesem Falle hätte eine andere Art Schöpfwerk gewählt werden müssen.

Nicht minder schädlich kann ein starker Wechsel des Oberwassers einwirken. Da nämlich die Höhenlage der Oberkante des festen Aufleiters im allgemeinen nach dem niedrigsten Oberwasserstande bestimmt werden muß, so treten bei höheren Wasserständen, wie Abb. 4 veranschaulicht, senkrechte Wirbel im Oberwasser ein, durch die eine Rückströmung des Wassers in diejenigen Schaufeln, welche eben den Aufleiter verlassen haben, erfolgt, sodaß hierdurch das Widerstandsmoment bei Drehung des Rades erheblich vergrößert wird. Die ungünstige Wirkung dieser schädlichen Wasserbewegung ist durch die an den Schöpfwerken des Zuidplas-Polders (2 auf Bl. 37) angestellten Versuche nachgewiesen. Die große Tiefe des Sommerwasserstandes von — 5,61 AP machte die Verwendung von zwei untereinander stehenden Wurfrädern erforderlich, von denen das untere das Wasser dem oberen zuführte. Ersteres hatte daher einen fast unveränderlichen, letzteres den wechselnden Oberwasserstand der Issel vor sich. Aus einer längeren Reihe von Beobachtungen hat sich nun ergeben, daß das untere Schöpfwerk bei 3,6 m Förderhöhe 3,52 hl, das obere bei erheblich geringerer mittlerer Förderhöhe fast ebensoviel, nämlich 3,35 hl, Kohlen in der Stunde verbrauchte, trotzdem die vom ersteren zu fördernde Wassermenge wegen der unvermeidlichen Undichtigkeiten des letzteren größer waren. Man hat zwar durch die in den Abb. 4 bis 7 dargestellten Constructionen diesen Uebelstand möglichst zu verringern gesucht, und es scheint dies durch die letzte von Korevaar vielfach verwendete eines „beweglichen Auflei-

ters“, bestehend aus drei die Fortsetzung des festen Aufleiters bildenden beweglichen und durch Gegengewichte im Gleichgewicht gehaltenen eisernen Klappen, auch theilweise erreicht zu sein,

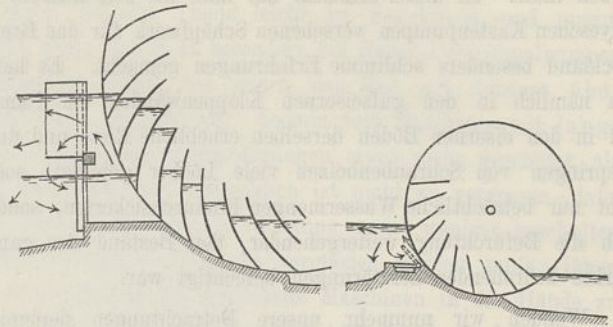


Abb. 4.

Abb. 5.

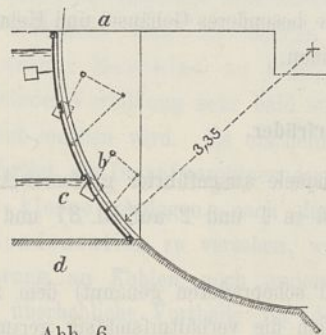


Abb. 6.

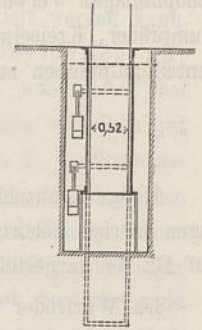


Abb. 7.

doch wird der Uebelstand dadurch noch nicht vollständig gehoben. Auch bildet der Korevaarsche bewegliche Aufleiter in seiner jetzigen Gestalt noch eine zu künstliche Eisenconstruction, die zu leicht ihren Dienst versagen könnte, als daß es rathsam wäre, sie an abgelegenen Orten mit großem Vertrauen zu verwenden.

Unter sehr ungünstigen Verhältnissen arbeiten ferner die Wurfräder bei sehr niedrigen Förderhöhen. Die geringste Höhe nämlich, welche dem festen Aufleiter behufs Trennung des Ober- und Unterwassers gegeben werden darf, ist die des gewöhnlichen Unterwasserstandes. Hieraus folgt, daß bei Förderhöhen, die zwischen 0 und einem Maße gleich der Eintauchungstiefe  $t$  des Schöpfrades (vgl. Abb. 8 für die Förderhöhe = 0) liegen, eine „verlorene“ Förderhöhe erzeugt werden muß. Dieser Umstand

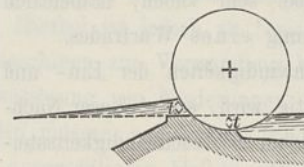


Abb. 8.

wird bei Leistungsfähigkeitsproben schwerlich berücksichtigt worden sein, da man bei diesen die Wasserstände dicht vor und dicht hinter dem Rade zu messen und die Förderhöhe hieraus herzuleiten pflegt. Der durch solche Proben ermittelte gute Wirkungsgrad dürfte deshalb aber, wenn die wirklich nützliche Förderhöhe in Rechnung gestellt würde, um so geringer ausfallen, je kleiner die letzte war. Es ist dieses ein Uebelstand, mit dem die sonst mustergültig angelegten Rynland-Schöpfwerke in Holland bei Halfweg, Spaarndam und Katwyk stark behaftet sind.

Bei allen Wurfrädern wird während des Stillstandes das Oberwasser durch wagerecht drehende sogenannte „Wachthüren“ abgeschlossen. Da diese im allgemeinen weit stärkeren Schwingungen und Durchströmungen ausgesetzt sind, als gewöhnliche Schleusenthüren, so werden sie durch den Wasser-

durchfluß auch rascher abwittern und undicht werden. Die hierdurch bedingten Wasserverluste sind um so größer, je mehr Räder nebeneinander angeordnet sind. Solche Verluste können aber z. B. bei Kreiselpumpen ganz vermieden werden.

Was die Kraftübertragung von der Dampfmaschine anbetrifft, so muß dieselbe bei Verwendung von Wurfrädern nach holländischem Muster als eine ungünstige bezeichnet werden, da durch die erforderliche mindestens achtfache Uebersetzung in das Langsame viel Zapfen- und Zahnreibung erzeugt wird, wozu noch die großen in den Lagern der Radachsen entstehenden Reibungswiderstände treten. Man zieht für gewöhnlich, weil billiger, einfaches Vorgelege einem doppelten vor, hat dann aber sehr langsam gehende Dampfmaschinen zu verwenden, bei denen wegen stärkerer Abkühlung des Dampfes hohe Kesselspannungen und hohe Expansionsgrade (auch bei Verbundmaschinen) nicht gut verwendbar sind, wodurch aber anderseits wieder eine möglichst vortheilhafte Dampfausnutzung erschwert wird. Aus diesem Grunde hat man bei der Anlage zu Katwyk (1 auf Bl. 37) doppeltes Vorgelege verwendet. Anderseits ist aber auch nicht zu verkennen, daß ein langsamer Gang der Maschinentheile etwas größere Betriebssicherheit gewährt und geringeren Verbrauch an Schmiermitteln bedingt.

Dem Vortheil, daß die meisten Ausbesserungen an den Wurfrädern, da sie gewöhnlich nur in Wiederherstellung beschädigter Dichtungsleisten bestehen, leicht durch einfache, in der Nähe wohnende ländliche Handwerker ausführbar sind, steht der Uebelstand entgegen, daß sie, wie die Erfahrung lehrt, besonders infolge von Beschädigung durch Eis sich jährlich wiederholen und dann den Beginn des Betriebes meist um mehrere Tage verzögern, ein Uebelstand, der z. B. bei gut ausgeführten Kreiselpumpen noch nicht vorgekommen sein dürfte, und namentlich in unserem nordischen Himmelsstrich ernstliche Beachtung verdient.

Bei größeren Anlagen und wenn Wasserzufluß und Druckhöhe sehr veränderlich sind, werden meist mehrere Wurfräder nebeneinander verwendet, welche nach Bedarf an- und abgekuppelt werden können, je nachdem eine größere oder geringere Massenleistung erforderlich wird. Denn allein durch Wechsel der Umdrehungsgeschwindigkeit lassen sich größere Veränderungen der Massenleistung ohne erhebliche Beeinträchtigung des Wirkungsgrades nicht erzielen. Wird nun die Veränderlichkeit der Massenleistung (bei See-Poldern) durch starken täglichen Fluthwechsel im Oberwasser bedingt, so würde ein regelmäßiger Betrieb öfteres An- und Abkuppeln bei jeder Tide erfordern und hierdurch für die Wartung große Unbequemlichkeit entstehen. Denn, da Klauenkupplungen wegen der großen Kraftübertragungen verwendet werden, so muß vor jedem derartigen Vorgange, für den mindestens zwei Mann (einer an der Dampfmaschine, der andere an der im Radhause befindlichen Kuppelung) erforderlich sind, die ganze Maschine halten und das Wasser aus den Radschaukeln ablaufen, wodurch ungünstige Betriebspausen und vertheuerte Wartung entstehen.

Wird nun bei geeigneten Wasserstandsverhältnissen und bei zweckmäßiger Bauart auch eine recht gute Nutzleistung erzielt werden können, so läßt sich dies jedoch nur durch Aufwendung recht großer Anlagekosten erreichen, die um so höher ausfallen werden, je schlechter der Baugrund an der Stelle des Schöpfwerkes ist. Denn die großen Gerinne, die Rädervorgelege und die wegen ihres langsameren Ganges viel umfang-

reicheren Dampfmaschinen erfordern eine entsprechend große zu bebauende Grundriffsfläche; auch müssen in großer Tiefe Aufleiter und Seitenwände des Gerinnes mit größter Sauberkeit hergestellt werden, damit ein möglichst dichter Schlufs gegen die Räder stattfindet, weil hiervon die Wirkung wesentlich beeinflusst wird. Doch nicht nur die Kosten für Gebäude, Gerinne usw. werden verhältnismäßig hoch, sondern auch durch den größeren Umfang der Maschinenanlage selbst, veranlaßt durch das große Gewicht der Wurfräder, der Uebertragungen und der Dampfmaschinen, wird eine wesentliche Erhöhung der Anlagekosten herbeigeführt. Hierzu wäre überdies noch zu bemerken, daß Wurfräder, welche, wie es neuerdings vielfach geschieht, ganz oder zum Theil aus Schmiedeeisen hergestellt werden, in etwa 20 bis 25 Jahren der Zerstörung durch Rost anheimfallen.

Noch soll hier der in Italien vielfach verwendeten Wurfrad-Constructionen Erwähnung geschehen, bei denen die Kraftübertragung am Radumfang auf daselbst angebrachte Zahnkränze stattfindet. Ein Beispiel solcher Ausführung ist die Dampfschöpfanlage zu Vitella, deren bezügl. Constructionen in 1 auf Bl. 38 dargestellt sind. Aus diesen Darstellungen geht hervor, daß man bei solchen Rädern rascher gehende, also kleinere und weit günstiger arbeitende Dampfmaschinen verwenden und außerdem das Wurfrad, weil die Kraftübertragung nicht durch seine Achse geschieht, weit leichter bauen kann, besonders wenn, wie es eine Wassergenossenschaft zu Breséga gethan hat, die an eisernen Wasserrädern bereits auch bei uns bekannte Construction der „Suspensionsräder“ verwendet, also Gufseisen möglichst ausschließt. Hierdurch ist bei der Anlage in Breséga erreicht, daß sich trotz des großen Durchmessers von 12 m bei 2 m Breite ein Gesamtgewicht des Schöpfrades von 35 000 kg ergeben hat, während das Gewicht eines Schöpfrades in Katwyk (1 auf Bl. 37) bei nur 9 m Durchmesser und 2,45 m Schaufelbreite bereits 41 000 kg beträgt. Die Kraftübertragung geschieht durch zwei Zahnkränze an den Seiten oder durch einen in der Mitte des Rades. Letztere Anordnung soll wegen besseren Zahneingriffs vorzuziehen sein. Die Schaufeln sind beiderseits durch Blechwände abgeschlossen, sodafs das in denselben befindliche Wasser nicht mit den Seitenwänden des Gerinnes in Berührung kommt. Nur für die Katwyker-Wurfradanlage ist dem Verfasser der auf Grund genauer Proben ermittelte Wirkungsgrad  $Nw/Ni = 54,5$  für i. M. 1,25 m Förderhöhe bekannt geworden. (Vgl. auch Abb. 1 und deren Erläuterung.)

## 2. Pumpräder.

(s. 2 auf Bl. 38 und die Holzschnittabbildungen 9 bis 12.)

Das vorstehend über Wurfräder gesagte findet zwar im allgemeinen auch auf die Pumpräder Anwendung, die als „Wurfräder mit innerem Trommelmantel“ bezeichnet werden können; doch ergeben sich folgende Unterschiede:

Da durch den erwähnten Trommelmantel verhindert wird, daß das Oberwasser über den Hinterenden der Radschaukeln zurückfließt, so kann der Raddurchmesser bei Pumprädern erheblich kleiner gehalten werden. Sodann ist die zu hebende Wassermenge nicht der Eintauchung des Rades, sondern dem radialen Abstände des Radumfanges von dem Trommelmantel proportional. Wechselnde Unterwasserstände sind also in dieser Hinsicht hier weniger unbequem als bei Schöpfprädern.

Da ferner ein Rückfluß des Oberwassers in die Schaufeln, welche soeben den Aufleiter verlassen haben, nicht mehr möglich ist, so werden auch die an den Schöpfkrädern beim Schaufelaustritt beobachteten schädlichen senkrechten Wirbel hier nicht in beträchtlichem Mafse vorkommen können. Es mag erwähnt werden, dafs diese nicht geringen Vortheile z. B. bei den Schöpfwerken in s'Hertogenbosch in Holland (s. Abb. 12), durch welche Flufs-Polder auszuschöpfen sind, die in jedem Winter durch das über die Deiche laufende Hochwasser gefüllt werden und woselbst das Ober- und Unterwasser ganz erheblichen Schwankungen ausgesetzt ist, die Wahl auf Pumpräder geführt hatten.

Diesen Vortheilen stehen aber wieder so erhebliche Nachteile gegenüber, dafs man, ebenfalls in Holland, die Pumpräder nicht mehr als Verbesserungen der Schöpfkräder anzusehen pflegt und ihre Verwendung möglichst vermeidet. Zunächst giebt nämlich der geringe Raddurchmesser dazu Veranlassung, dafs Ein- und Austritt der Radschaufeln nicht mehr gleichzeitig befriedigend ausfallen können. Werden die Schaufeln, wie Abb. 10 zeigt, ausbuchtend gegen das Unterwasser gestellt, so tritt bei höherem Stande desselben die bereits S. 274 erwähnte schädliche Rückbewegung desselben ein. So günstig nämlich diese Schaufelform für alle Aufsenwasserstände sein mag, so ungünstig ist deren Wirkung im hohen Unterwasser, da hier die Schaufel beim Eintritt in das Wasser derjenigen Bewegung, welche sie nachher erzeugen soll, vorher fast ebenso heftig entgegenwirkt, wodurch die Nutzleistung selbstredend ganz erheblich herabgedrückt werden muß. Eine solche Bewegung liefs sich bei Besichtigung eines Schöpfwerks bei s'Hertogenbosch, trotzdem das Unterwasser davor nicht ungewöhnlich hoch stand, durch Hineinwerfen schwimmender Gegenstände sehr deutlich feststellen, da diese, vor dem Rade angelangt, zunächst fast während einer Minute hin- und zurückflossen, bis sie Gelegenheit fanden, seitwärts in die Radschaufeln zu gelangen. Werden aber die Schaufeln nach Abb. 11 hohl gegen das Unterwasser gestellt, so entsteht, abgesehen von verstärktem Aufwerfen des Wassers beim Austreten der Schaufeln, der Uebelstand, dafs bei etwas rascherem Gange viel Luft in den Schaufeln mitgeschleppt und die Leistung dadurch sehr beeinträchtigt wird. Deshalb darf man den Pumprädern keine größeren Umfangsgeschwindigkeiten als 1,0 bis höchstens 1,5 m erteilen, hat dann aber wieder bei nicht genügendem Anschlufs des Rades an das Gerinne in viel größerem Mafse als bei den Wurfkrädern eine

Rückströmung des Oberwassers in das Unterwasser zu befürchten. Bei Anlagen in s'Hertogenbosch war allerdings dieser dichte Schlufs durch Bekleidung mit sauber bearbeiteten Werksteinen auch in sehr genauer, gewifs aber auch in recht kostspieliger Weise zur Ausführung gebracht. Der Wirkungsgrad 100 Nw/Ni der Pumpräder ist denn auch trotz der erzeugten geringen Wassergeschwindigkeit nicht bedeutend und hat sich z. B. für die Schöpfwerke bei Gouda (Abb. 10 und 11) und für den Polder van der Eigen bei s'Hertogenbosch bei Förderhöhen von 1,63 bis 2,30 m zu 54 bis 58 v. H. ergeben (s. Abb. 1 u. d. Erläut.). Die geringe Umdrehungsgeschwindigkeit der

Pumpräder erfordert ein entsprechend größeres Maf für die gesamte Gerinne- und Radbreite und steigert aus diesem Grunde, wie bei den Wurfkrädern erörtert wurde, die Anlagekosten erheblich.

Die beiden noch zu besprechenden Arten von Schöpfwerken, nämlich die Kreiselpumpen mit stehender Welle ohne geschlossenes Gehäuse und die Kreiselpumpen mit geschlossenem Gehäuse, verhalten sich zu den vorstehend erörterten ähnlich wie die Turbinen zu den Wasserrädern, von denen die ersteren im

allgemeinen bei richtiger Bauart einen mindestens gleichen und vielfach besseren Wirkungsgrad besitzen als die letzteren. Da jedoch ähnliche Constructions wie Leitcurven bei den Kreis- und Centrifugalpumpen nicht gut verwendbar sind, weil solche Leitcurven nur bei bestimmten Förderhöhen und Wassermengen nützlich, für abweichende Verhältnisse aber mehr schädlich wirken, so befinden sich diese Pumpensysteme nicht ganz in derselben günstigen Lage, wie die Turbinen, welche meist unter weniger veränderlichen Verhältnissen arbeiten und daher die Anbringung von Leitcurven gestatten. Trotzdem kann der Wirkungsgrad der Kreis- und Centrifugalpumpen ein recht guter sein, wenn möglichst alle störenden Bewegungen vermieden, insbesondere die Mündungen der Schaufelgänge für die gewöhnlichen Verhältnisse, unter denen geschöpft wird, möglichst der Richtung des zu- und abfließenden Wassers entsprechend gestellt werden, wenn man durch Vermeidung plötzlicher Querschnittsveränderungen der Entstehung von Wasserstößen begegnet, schließlich die Schaufelgänge behufs Erzeugung geringer Wassergeschwindigkeiten so weit wie möglich gestaltet und Ein- und Austrittsgeschwindigkeit des Wassers (besonders letztere) möglichst niedrig hält. Die Verhältnisse, unter denen diese Pumpen arbeiten, sind daher einander ziemlich ähnlich.

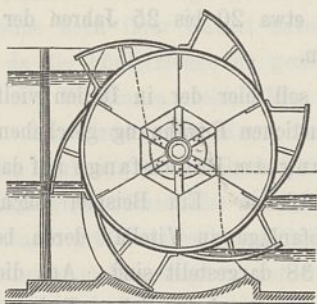


Abb. 9. Pumprad von Overmars bei Gouda.

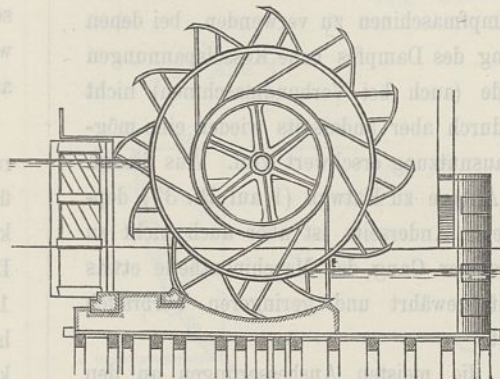


Abb. 10. Pumprad von Henket bei Gouda.

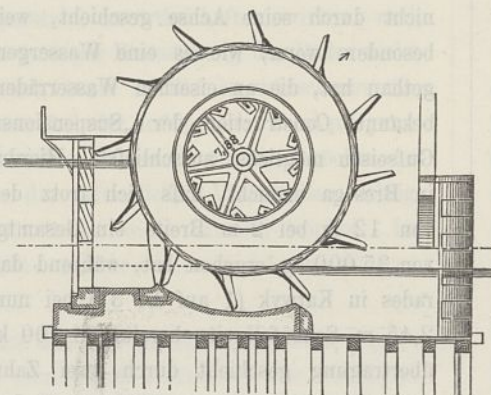


Abb. 11. Pumprad von Rijk.

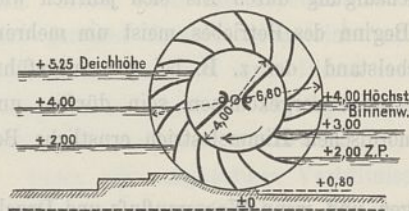


Abb. 12. Pumprad bei s'Hertogenbosch.



Doch tritt bei Centrifugalpumpen noch ein später zu erörternder besonderer Vortheil hinzu, wenn dieselben mit ihren An- und Abführrohren nach dem Hebergesetz construirt sind. Nur solche Constructionen werden daher auch bei der weiteren Besprechung in Betracht gezogen werden.

Allgemein kann man behaupten, dafs, während die Erfahrungen mit älteren, nach diesen Grundsätzen erbauten Schöpfwerken höchst ungünstige waren, viele der neueren, besser gebauten Werke neben sonstigen Vortheilen mindestens ebenso gute Wirkungsgrade zeigen (vgl. Abb. 1 u. d. Erläut.) als die vorher besprochenen Schöpf- und Pumpräder.

Wie sich nun im Vergleich mit Wasserrädern die Turbinen durch geringe Anlagekosten auszeichnen, so besteht ein gleiches Verhältnifs zwischen Wurf- und Pumprädern einerseits und Centrifugal- und Kreiselpumpen andererseits.

**3. Kreiselpumpen.**

Welche Fortschritte in dem Bau dieser Art von Schöpfwerken gemacht worden sind, lehrt der Vergleich einer älteren Anlage in Schellingwoude bei Amsterdam (Abb. 13) mit der-

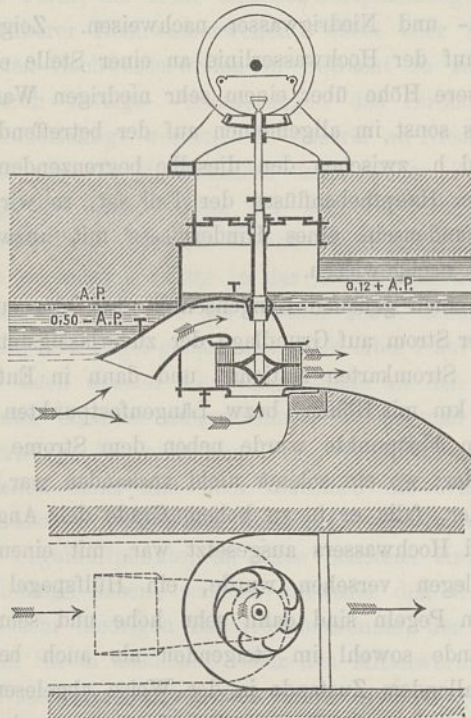


Abb. 13. Schöpfwerk bei Schellingwoude.

jenigen für das Bremer Blockland (3 auf Bl. 37). Wie Abb. 13 zeigt, tritt bei dem Schellingwouder Schöpfwerk, damit ein gegenseitiger Achsendruck vermieden werde, das Wasser von oben und von unten und alsdann speichenförmig in die Kreiselschaufeln. Die Anfangsrichtung der Schaufeln stimmt nicht, wie es richtig gewesen wäre, mit der relativen Wasserbewegung in den Schaufeln überein, sondern macht mit letzterer einen merklichen Winkel, sodafs hier ein heftiger Wasserstofs erfolgen mufs. Weit richtiger wäre deshalb die durch Abb. 14 dargestellte Schaufelform gewesen. Sodann ist anzunehmen, dafs wegen der anfänglich grofsen lichten Weite zwischen den Schaufeln sich beim Eintritt in dieselben (bei  $x$  der Abb. 15) schädliche Wirbel bilden werden. Schliesslich dürfte die Form des, anstatt schneckenförmig, aus gleichem Mittelpunkt angeordneten Ausfluscanals erhebliche Widerstände erzeugen, weil ein grofser Theil des geförderten Wassers dadurch veranlafst wird, einen schädlichen Mehrstrom um den Kreisel herum aus-

zuführen. Alle diese aus ungeeigneter Form für die Schaufeln und den Abzugscanal hervorgegangenen Fehler sind bei der Anlage für das Bremer Blockland vermieden. Ein Blick auf die

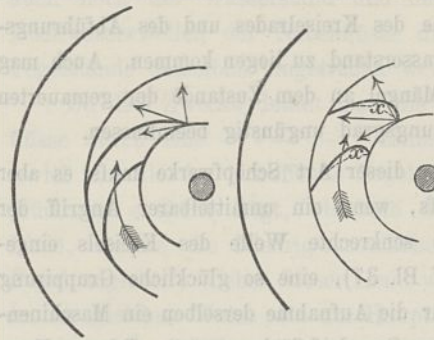


Abb. 14.

Abb. 15.

Zeichnung 3 auf Bl. 37 genügt, um dieses zu erkennen. Man sieht, dafs die Form der Schaufeln im allgemeinen so gewählt ist, dafs die bezügliche Bewegung des speichenförmig zuströmenden Wassers beim Eintritt in dieselben mit der Anfangs-

richtung der Schaufeln möglichst übereinstimmt und dafs das Wasser die Schaufeln mit einer Bewegung verläfst, welche der etwas rascheren Umdrehungsbewegung fast entgegengesetzt ist, sodafs die wirkliche Austrittsgeschwindigkeit des Wassers recht gering wird. Aus dem wagerechten Schnitt eines Kreiselschachtes (3 auf Bl. 37) geht ferner die Gestalt des schneckenförmigen Abzugscanals hervor, durch den Wasserwirbel wie bei der Schellingwouder Anlage (vgl. Abb. 15) möglichst vermieden werden.

Dem Uebelstande dieses Systems, dafs das Oberwasser die senkrechte Kreiselschnecke stark belasten kann, hat man in verschiedenster Weise, und zwar bei der Schellingwouder Anlage durch die erwähnte beiderseitige Wasserzuführung zum Kreiselschnecke (Abb. 13), bei der Bremer Blocklandanlage durch Anbringung eines auf das Kreiselschnecke gesetzten schmiedeeisernen Entlastungscylinders, welcher gleichzeitig als Schwungrad dient (s. 3 auf Bl. 37), zu begegnen versucht. Während ersteres Mittel zu recht unbequemen Constructionen führt und daher kaum zu empfehlen ist, kann das letztere (Patent Neukirch) für beständige, nicht übermäfsig wechselnde Oberwasserstände und nicht zu grofse Förderhöhen als sehr zweckmäfsig bezeichnet werden. Denn der gedachte schmiedeeiserne Hohlcyylinder entlastet im Bereiche seiner Grundrifsfläche das Kreiselschnecke vollständig vom Drucke des darüber stehenden Wassers. Dagegen erhält der Cylinder selbst mit seinen inneren Absteifungen ein erhebliches Gewicht, wenn demselben bei gröfseren Förderhöhen eine beträchtliche Höhe gegeben werden mufs, ein Gewicht, welches auch bei zeitweiligen niedrigen Oberwasserständen immer mitgeschleppt werden mufste. Eine solche Belastung des Kreiselschnecke macht sich aber für den Wirkungsgrad des Schöpfwerks besonders fühlbar, wenn, wie im vorliegenden Falle geschehen, die Aufhängung des Kreiselschnecke nebst Rolle in einem oberen Kamm-lager vorgenommen wird, weil hier die Zapfenreibung an einem besonders grofsen Hebelarme wirkt. Andererseits hat diese Aufhängung den Vortheil, dafs ein unteres Spurlager entbehrlich wird. Bei sich gleich bleibendem und nicht zu niedrigem Oberwasser dürfte es sich empfehlen, den Entlastungscylinder über dem Kreiselschnecke durch konischen Uebergang etwas zu erweitern, um durch den hierbei erzeugten Auftrieb das Eigengewicht des Kreiselschnecke im Gleichgewicht zu halten.

Ein nicht unerheblicher Nachtheil der Kreiselpumpen mit senkrechter Welle ist der Umstand, dafs dem Kreiselschnecke, da es immer unter Wasser liegt, schwer beizukommen ist, um etwa eingetretene Verstopfungen oder Beschädigungen zu beseitigen, ebenso, dafs eine sehr tiefe Gründung erforderlich wird, wenn

bei recht niedrigen Oberwasserständen nicht „verlorene“ Förderhöhen entstehen sollen, denn wie aus 3 auf Bl. 37 ersichtlich ist, muß der die Gründungstiefe im allgemeinen bestimmende Wasserzuführungscanal mit seiner Sohle um seine Höhe vermehrt werden, damit die Höhe des Kreisrades und des Abführungscanals unter den Oberwasserstand zu liegen kommen. Auch mag erwähnt werden, daß Mängel an dem Zustande der gemauerten Wassergänge den Wirkungsgrad ungünstig beeinflussen.

Als großer Vorzug dieser Art Schöpfwerke muß es aber bezeichnet werden, daß, wenn ein unmittelbarer Angriff der Dampfmaschine an die senkrechte Welle des Kreisels eingerichtet wird (vgl. 3 auf Bl. 37), eine so glückliche Gruppierung beider entsteht, daß für die Aufnahme derselben ein Maschinengebäude von sehr geringer Grundrißfläche genügt. Dieser Vor-

theil ist in manchen Fällen, besonders bei schwieriger Gründung, wegen der dadurch bedingten geringen Anlagekosten so bedeutend, daß er oft, wenn nicht zwingende Gründe dagegen sprechen, zur Wahl dieses Systems führen wird.

Die in Abb. 13 dargestellte, bei älteren Schöpfwerken vielfach verwendete Uebertragung zwischen Dampf- und Schöpfmaschine durch Kegeiräder kann dagegen, wegen der dadurch erzeugten Bewegungswiderstände und der sich für den Maschinenraum ergebenden großen Grundrißfläche nicht empfohlen werden.

Der Wirkungsgrad  $Nw/Ni$  schwankt bei neueren besseren Anlagen (Patent Neukirch) zwischen 44 und 49 v. H. bei 1,07 bzw. 1,47 m Förderhöhe (s. Abb. 1 n. d. Erläut.).

(Schluß folgt.)

## Untersuchung der Hochwasserverhältnisse und Hochwasservoraussage an der Oder.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 39 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Durch den Erlaß vom 22. Januar 1889 wurden Untersuchungen der Wasserverhältnisse der preussischen Ströme mit Ausnahme des Rheins vorgeschrieben. An der Oder begannen diese Arbeiten im Sommer 1889 mit den Vorbereitungen zur Herstellung einer Stationirung der Oder und eines Festpunktnivellements längs derselben. Als Richtschnur bei der Vornahme der Untersuchungen wurde festgehalten, daß der Hauptzweck der ganzen Arbeiten darin bestehe, die mit dem Auftreten der Hochwasser verbundenen Gefahren thunlichst zu mindern. In zweiter Linie wurde es auch als erforderlich angesehen, durch die Arbeiten Unterlagen für die an der Oder auszuführenden Bauarbeiten zu schaffen. Außerdem mußte in den Bereich der Beobachtungen gezogen werden, Untersuchungen darüber anzustellen, ob die bisher ausgeführten Strombauten den angrenzenden Ländereien Nachteile gebracht haben.

Das Hauptziel, die mit dem Auftreten der Hochwasser verbundenen Gefahren thunlichst zu mindern, wurde nach zwei Richtungen hin verfolgt, nämlich 1) für Verbesserung der Hochwasser-Abflußverhältnisse durch thunlichste Beseitigung der Hindernisse zu sorgen und 2) Unterlagen zu schaffen, um die Zeit des Eintreffens und die voraussichtliche Höhe eines Hochwassers an jedem Punkte der Oder möglichst genau vorausbestimmen zu können. Ferner erstrebten die Bemühungen zur Verminderung der Wasserschäden auch 3) die Ermittlung und möglichste Beseitigung der Ursachen der Eisversetzungen, sowie die Vorausbestimmung des Eintritts des Eisstandes und des Eisganges.

### 1) Beseitigung der Hochwasserabflußhindernisse.

Zunächst wurde als wichtigstes Ziel erstrebt, das Hochwasserbett des Stromes thunlichst zu verbessern, hierbei war aber vor allen Dingen erforderlich, genau und unzweifelhaft das Vorhandensein der Hindernisse an den betreffenden Stellen des Stromes nachzuweisen, um dann Schritte zur Beseitigung der Hindernisse thun zu können. Das Vorhandensein der Hindernisse läßt sich aber am leichtesten durch den Vergleich genauer Längenschnitte des Stromes

bei Hoch- und Niedrigwasser nachweisen. Zeigt nämlich der Verlauf der Hochwasserlinie an einer Stelle eine erheblich größere Höhe über einem sehr niedrigen Wasserstande, als dieses sonst im allgemeinen auf der betreffenden Stromstrecke, d. h. zwischen den dieselbe begrenzenden Mündungen zweier Hauptnebenflüsse der Fall ist, so wird dadurch das Vorhandensein eines Hindernisses mit unzweifelhafter Sicherheit nachgewiesen.

Um einen genauen Längenschnitt der Oder zu erhalten, wurde der Strom auf Grundlage der zuverlässigsten der vorhandenen Stromkarten stationirt und dann in Entfernungen von je 1 km mit Höhen- bzw. Längenschnitten versehen. Bei jedem Festpunkte wurde neben dem Strome an einem Baume oder, wo ein solcher nicht vorhanden war, an einem Pfahle, der, falls er in zu hohem Grade den Angriffen des Eises und Hochwassers ausgesetzt war, mit einem Gelenke zum Umlegen versehen wurde, ein Hülfspiegel errichtet. An diesen Pegeln sind dann sehr hohe und sehr niedrige Wasserstände sowohl im steigenden als auch beharrenden und in fallendem Zustande in der Weise abgelesen worden, daß jeder Strommeister einen Schwimmer am oberen Ende seiner Strecke einsetzte, demnächst mit demselben im Boote stromabwärts schwamm und in dem Augenblicke, wenn der Schwimmer an einem Pegel vorbeitrieb, den Wasserstand ablas und aufschrieb. Um zu vermeiden, daß die Strommeister unmittelbar hinter einander die Pegel ihrer Strecken ablesen müssen, d. h. damit nicht der Strommeister der unteren Strecke in dem Augenblicke von der oberen Grenze seines Bezirkes abfahren muß, wenn sein Nachbar an derselben ankommt, ist die Vorschrift erlassen, daß jeder Strommeister noch die Pegel auf je 2 km der Nachbarstrecken beim Befahren seiner Strecke mit abzulesen hat. Hierdurch erhält man, wenn die Zeit der Ablesung nicht genau übereinstimmt, auf den Längenschnitten an den Anschlussstrecken der Strommeisterbezirke auf 4 km Länge nahezu parallele Linien, welche es ermöglichen, Beziehungen zwischen den abgelesenen Wasserständen auf den einzelnen Strecken herzustellen.

Die Wasserstände werden im Maßstabe von 1 : 25 für die Höhen und 1 : 50000 für die Längen entweder im Ge-

fälle oder in der Weise aufgetragen, daß man einen sehr niedrigen Wasserstand als wagerechte Linie zeichnet, darüber die Höhenlage der Höhenfestpunkte, von dort aus die Höhe der beobachteten Wasserstände aufträgt und die für jeden Wasserstand erhaltenen Marken durch einen Linienzug verbindet. Diese letztere Darstellung ist die übersichtlichere. Die Hochwasserlinien bilden dann über der Niedrigwasserlinie gewissermaßen Berge und Thäler, wobei jeder Berg ein Hochwasserabflusshinderniß, jedes Thal aber ein sehr günstiges und weites Hochwasserabflufsprofil anzeigt. Nachdem aus den Karten oder durch Besichtigung an Ort und Stelle nun die Ursache des Ansteigens ermittelt ist, kann auf Beseitigung des Hochwasserhindernisses hingewirkt werden, wozu namentlich die jährlichen Deichschau-Gelegenheit bieten.

## 2) Hochwasservoraussage.

Zur Erreichung einer guten Hochwasservoraussage mußte vor allem das Bestreben darauf gerichtet werden, Unterlagen für eine solche zu schaffen. Als Hilfsmittel dient ein Vergleich der Form, der Höhe und der Fortpflanzungsgeschwindigkeit früherer Hochwasserwellen, wobei aber namentlich die neuesten Hochwasserwellen in Betracht zu ziehen sind, da hierdurch etwaige Veränderungen des Stromlaufes am besten berücksichtigt werden. In unserer an Niederschlägen und somit auch an Hochwassern sehr reichen Zeit genügt vollständig die Untersuchung der seit 1880 eingetretenen Hochwasserwellen. Zu dem Zwecke wird jedes Hochwasser auf einem besonderen Blatte in der Weise aufgetragen, daß die Zeittheilung für alle am Strome bzw. seinen Nebenflüssen gelegenen Pegel gemeinsam ist (s. Abb. 1 auf Blatt 39). Der Höhe nach werden die Wasserstände an den einzelnen Pegeln unter einander aufgezeichnet, indem man zunächst, der Entfernung der einzelnen Pegel entsprechend, wagerechte Linien zieht und über dieselben die Wasserstände aufträgt; hierbei bezeichnen aber die wagerechten Linien nicht die Pegelnullpunkte, da diese meistens eine willkürliche Höhenlage haben, sondern entweder den Wasserstand bei einem sehr niedrigen Beharrungszustande, der sich über den ganzen Strom ausdehnte, oder den Mittelwerth der niedrigsten Wasserstände des letzten Jahrzehnts. Trägt man die Wasserstände an den einzelnen Pegeln in dieser Weise untereinander auf, so erkennt man deutlich die Form und den Verlauf der Hochwasserwelle; man sieht gewissermaßen dieselbe körperlich vor sich. Dieses Blatt kann man für den weiteren Gebrauch noch dadurch vervollständigen, daß man die Fortschrittsgeschwindigkeit und die Höhe der Hochwasserwelle durch Linienzüge darstellt. Indem man die Wellenscheitel (oder auch den Anfang des Steigens) auf die Achslinien der Pegel, d. i. diejenigen Linien, welche den Niedrigwasserstand am Pegel darstellen, überträgt, und diese Punkte dann durch einen Linienzug verbindet (*AB* der Abb. 1), erhält man den Linienzug, welcher die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Hochwasserwelle darstellt. Der Linienzug für die Höhe der Hochwasserwelle wird dadurch gefunden, daß man den Abstand des Scheitels von der Niedrigwasserlinie seitlich auf derselben aufträgt und die Endpunkte verbindet (*CD* der Abb. 1). Man erhält so gewissermaßen die Querschnitte, den Grundriß und den Längenschnitt des Hochwassers. Da es nun aber sehr erwünscht ist, nicht nur

den Verlauf der Hochwasserwelle im Strome, sondern auch die Entstehung und Veränderung derselben durch die einzelnen Nebenflüsse zu erkennen, so muß in diesem Blatte auch noch der Wasserstand und der etwaige Verlauf von Hochwasserwellen der Nebenflüsse durch Aufzeichnung der Pegelstände derselben eingetragen werden.

Zu dem Zwecke deutet man die Mündungen der Nebenflüsse durch eine — · — · — Linie an und zeichnet dann soviel km, als der betreffende Pegel am Nebenflusse von der Mündung entfernt liegt, oberhalb der Mündungslinie eine Linie, welche die Niedrigwasserhöhe für den betreffenden Pegel angiebt.\*) Ueber dieser Linie werden die Wasserstände in der gleichen Weise wie am Hauptstrome aufgetragen und ebenso auch die Fortschrittsgeschwindigkeit sowie die Höhe der Hochwasserwellen durch besondere Linienzüge dargestellt. Man ersieht dann aus diesen Linien, ob die Hochwasserwellen der beiden Flüsse die Vereinigungsstelle der Flüsse gleichzeitig erreichten, oder, wenn dieses nicht der Fall ist, wie hoch der eine Fluß stand, als die Hochwasserwelle des anderen Flusses an der Vereinigungsstelle ankam.

In Abb. 1 ist als Beispiel der Verlauf des Hochwassers vom Juni 1892 für die Oderstrecke von der Landesgrenze bis Neusalz zur Darstellung gebracht. Man ersieht daraus, daß die erste Anschwellung der Oder oberhalb Ratibor aus der Oppa entstand. Der Scheitel dieser Welle erreichte die oberste preussische Pegelstation Deutsch-Krawarn, unmittelbar unterhalb des Zusammenflusses der Oppa und Mohra gelegen, in der Nacht vom 5. zum 6. Juni und Ratibor am 7. Juni mittags. Inzwischen war aber auch in der Hotzenplotz, deren Quellgebiet der Oppa am nächsten liegt, eine Welle entlang gelaufen, deren Scheitel die Oder bei Krappitz ebenfalls am 7. Juni mittags erreichte. Noch früher war eine Anschwellung in der Glatzer Neifse entstanden, deren Scheitel bereits am 5. Juni vormittags bei Glatz war und in der Nacht vom 6. auf den 7. Juni die Oder erreichte. Diese verschiedenen Hochwasserwellen der drei von links kommenden Nebenflüsse durchliefen die Oder in der Weise, daß zuerst das Neifsewasser seinen Abfluß fand. Jedoch fiel die Oder bei Koppen, dem ersten Pegel unterhalb der Neifsemündung, nicht gleichzeitig mit der Neifse, sondern stieg infolge des aus der Hotzenplotz kommenden Wassers noch  $1\frac{1}{2}$  Tage.

Nach Beginn des Abfallens des Hotzenplotz-Hochwassers erreichte das Oppa-Wasser von Ratibor aus in der Oder die Mündung der Hotzenplotz, konnte aber den Wasserstand in der Oder nicht mehr erhöhen, sondern verlangsamte nur das Abfallen.

Der Scheitel der zweiten und höchsten Welle wurde durch das Wasser der Ostrawitza und Olsa gebildet, während das Wasser aus der Oppa und der obersten (österreichischen) Oder nur das Abfallen verlangsamte. Die dritte Welle kommt fast allein aus der Oppa.

Das in der oben beschriebenen Weise hergestellte Blatt (Abb. 1), welches die Form und zugleich auch die Fortschrittsgeschwindigkeit sowie die Höhe der Hochwasserwelle

\*) Zweckmäßig erscheint es, eine Stromstationirung nicht von der Quelle zur Mündung, sondern in umgekehrter Richtung auszuführen, wenn auch auf den Zeichnungen die ungewohnte Erscheinung vorhanden ist, daß die Stationirung von rechts nach links läuft.

darstellt, soll kurzweg zum Unterschiede gegen die noch zu beschreibenden Blätter „Formblatt“ genannt werden. Die beiden Linienzüge *AB* und *CD* der Formblätter werden nun für eine größere Anzahl neuerer Hochwasserwellen auf zwei Vergleichsblättern zusammengestellt. Das „Geschwindigkeitsblatt“ (Abb. 2), die Linienzüge *AB* der Formblätter enthaltend, giebt an, mit welcher Schnelligkeit die Hochwasserwellen je nach Höhe und Jahreszeit die einzelnen Flussstrecken durchlaufen.

Das „Höhenblatt“ (Abb. 3) mit den Linienzügen *CD* der Formblätter zeigt auf denjenigen Stromstrecken, in denen keine erheblichen Nebenflüsse einmünden, einen nahezu parallelen Verlauf der Linien, während bei denjenigen Strecken, in denen größere Nebenflüsse einmünden, wenn die Hochwasserwelle durch diese verstärkt wird, ein Ansteigen der Linien eintritt.

Die Benutzung dieser Blätter zur Hochwasservoraussage findet nun in der Weise statt, daß man beim Eintreffen von Hochwasserdepeschen zunächst auf dem Geschwindigkeitsblatt nachsieht, ob Hochwasserwellen des Hauptstromes und der Nebenflüsse an den Mündungen derselben zusammentreffen. Dieses erkennt man durch Eintragen der Zeit des Eintritts des Hochwassers an den einzelnen Pegelstationen in das Geschwindigkeitsblatt. Dabei ist zu beachten, daß der Scheitel kleiner Hochwasserwellen weit schneller fortschreitet, als der größerer Hochwasser. Dann trägt man in das Höhenblatt den mitgetheilten Wasserstand an der betreffenden Pegelstation ein, sieht auf den Formblättern zu, welche der nahezu gleich hohen Hochwasserwellen in der Form der Welle und im Verhalten der Nebenflüsse am meisten der entstehenden Hochwasserwelle ähnlich ist, und zieht dann auf dem Höhenblatte von dem an der Meldestation eingetragenen Wasserstande aus parallel zu der am meisten ähnlichen Hochwasserwelle eine Linie. Hierdurch erhält man die wahrscheinliche Höhe des zu erwartenden Hochwassers.

Die Zeit des Eintreffens an der Einmündungsstelle wurde schon aus dem Geschwindigkeitsblatt erkannt. Aus der Höhe der Hochwasserwellen (Formblatt) des Hauptstromes und der Nebenflüsse ist noch zu schätzen, ob durch einen Nebenfluß eine zeitliche Verschiebung des Wellenscheitels bewirkt wird.

Auf diese Weise läßt sich jedes eisfreie Hochwasser sowohl in Betreff der Höhe als auch die Zeit des Eintreffens mit großer Genauigkeit voraussagen, wenn man im stande ist, die vorstehend beschriebenen Blätter genau herzustellen, wozu aber gute Pegelbeobachtungen am Hauptstrom und den Nebenflüssen erforderlich sind, um die Form der früheren Hochwasserwellen genau darstellen zu können. Dringend nothwendig ist es, daß am Oberlaufe des Stromes und an allen im Gebirge und Hügellande fließenden Nebenflüssen nicht nur täglich einmal der Wasserstand aufgeschrieben wird, sondern daß derselbe bei Hochwasser weit häufiger beobachtet und namentlich die Zeitdauer des höchsten Standes sowie die Höhe desselben angegeben wird. Das beste Hilfsmittel zur Erlangung zuverlässiger Angaben sind selbstzeichnende Pegel, welche mit Fernsprechleitungen zu verbinden sind, um jederzeit an der Hauptstelle über den Wasserstand des Hauptstromes und der einzelnen Nebenflüsse genaue Kenntnifs zu besitzen.

Im allgemeinen wird diese Vorausbestimmung der Hochwasser genügen, da dieselbe erfolgen kann, sobald Meldungen der obersten Pegel des Hauptstromes und der Nebenflüsse eingetroffen sind. Am Hauptstrom kann sie, je nach der Entfernung des betreffenden Stromtheiles vom Quellgebiete, 1 bis 10 Tage vor dem Eintreffen des Hochwassers mitgetheilt werden.

Wollte man noch etwas mehr Zeit zum Bergen der Feldfrüchte und zum Treffen von Schutzmaßregeln gewinnen, so müßte man auch die Messungen der Niederschlagsmengen bei der Vorausbestimmung der Hochwasser in Rechnung ziehen. Hierbei ist die Bodenbeschaffenheit sowie das Längen- und Quergefälle der Seitenthäler zu berücksichtigen. Der Zeitgewinn für die Voraussage würde aber nur nach Stunden nicht nach Tagen rechnen und es wird daher eine so kostspielige Einrichtung, wie es die Einführung eines Meldedienstes der Niederschlagsstationen sein würde, nicht erforderlich, zumal diejenigen Gegenden, für welche der Gewinn an Zeit wichtig wäre, nämlich die obersten Flussstrecken, ohnehin die Niederschläge selbst mit erhalten, also wohl aus eigener Erfahrung abschätzen können, ob ein Hochwasser in den nächsten Stunden zu erwarten ist.

Den Schlufsstein der Arbeiten zur Hochwasservoraussage bildet die Thätigkeit der Meteorologen, nämlich aus der Vertheilung des Luftdruckes und des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft den Eintritt starker Niederschläge für die einzelnen Stromgebiete vorauszusagen.

### 3) Verminderung der Eisgangsgefahren.

Um die Eisgangsgefahren thunlichst mindern zu können, müssen zunächst die häufigsten Ursachen der Eisversetzungen ermittelt werden. Dies geschieht dadurch, daß man diejenigen Stellen untersucht, an denen nachweisbar Eisversetzungen stattgefunden haben. Dabei ergibt sich als häufigste Ursache die Entstehung aufsergewöhnlich starker Eisdecken durch frühzeitigen Eintritt des Eisstandes. Hiermit soll nicht eine starke Eisdecke bezeichnet werden, wie sie infolge anhaltender starker Winterkälte über dem ganzen Flußlaufe mit nahezu gleicher Dicke entsteht, denn dieselbe ist unvermeidlich und auch in der That meist nicht gefährlich, da in ihr erst Bewegungen eintreten, wenn sie durchweg erweicht und mürbe geworden ist. Dagegen ist es sehr gefährlich, wenn in einer dünnen Eisdecke einzelne stärkere Strecken vorhanden sind, denn eine leichte Anschwellung, wie sie nach kurzem Thauwetter durch das Schmelzen einer noch dünnen Schneedecke entsteht, ist wohl im stande, die schwache Eisdecke sofort in Bewegung zu setzen, kann aber dann nicht die stärkere Eisdecke, auf welche erst sehr kurze Zeit das Thauwetter eingewirkt hat, brechen, und es bildet sich so oberhalb eine Eisversetzung. Darum ist auf Fortschaffung derjenigen Ursachen hinzuwirken, welche an einzelnen Stellen des Stromes einen frühzeitigen Eisstand bewirken. Derselbe entsteht aber oberhalb derjenigen Stellen, an welchen durch Unregelmäßigkeiten des normalen Flußquerschnittes ein Aufstau und dadurch geringeres Gefälle erzeugt wird. Dieses ist namentlich der Fall bei zu engen Brücken, bei festen Wehren und auf denjenigen Stromstrecken, welche Sandablagerungen zeigen.

Aber auch bei Eisdecken von ganz gleichmäßiger Dicke entstehen leicht Eisversetzungen, wenn einzelne Strecken der

Eisdecke der Wirkung der Sonnenstrahlen und der vorherrschenden Thauwinde durch Wälder oder hochliegende Ufer entzogen sind. Bei starken Flußkrümmungen, deren Ufer mit Bäumen dicht bewachsen sind, tritt dieses stets ein. Ferner entstehen Eisversetzungen an den Stellen, an denen beim Eintritt leichter Zusammenschiebungen das Wasser infolge von Stromspaltungen, Deichkesseln, Altwasserläufen oder ausgedehnten Niederungen seitlich entweichen kann.

Durch Beseitigung der aufgezählten Ursachen läßt sich die Häufigkeit der Eisversetzungen erheblich mindern, ganz zu beseitigen sind sie aber nicht. Unvermeidlich sind z. B. Eisversetzungen, wenn während eines bereits begonnenen Eisganges wieder starkes Frostwetter eintritt.

Gegenwärtig werden auch Unterlagen gesammelt, um in Zukunft Eisstand und Eisgang soweit als möglich voraussagen zu können. Gelingt dieses, so ist damit sowohl für die Anlieger als auch für die Schifffahrt ein großer Vortheil erreicht. Zunächst sind an der Oder 15 Stationen eingerichtet, an denen täglich mindestens zweimal zu festgesetzten Stunden die Wasserwärme in bestimmter Tiefe gemessen wird. Aus dem Vergleich der Luft- und Wasserwärme und aus dem Vergleich der Zeiten, während deren beim Eisstande Frost und Thauwetter herrschte, werden hoffentlich Unterlagen für die Vorausbestimmung in Zukunft erlangt werden können. Außerdem läßt das meteorologische Institut zum Erkennen der ungefähren Zeit des Eintritts und der Bedeutung des Frühjahrshochwassers seit mehreren Wintern

regelmäßige Messungen der Stärke und des Wassergehalts der in den einzelnen Theilen des Stromgebietes vorhandenen Schneedecke ausführen.

Was schließlich die Beschaffung von Unterlagen für die an der Oder auszuführenden Bauarbeiten betrifft, so wird diese erreicht durch Herstellung einer Stationirung mit bleibenden Höhen- und Längensfestpunkten, durch Ermittlung des Gefälles und der in jedem Monate voraussichtlich zu erwartenden höchsten, mittleren und niedrigsten Wasserstände sowie durch Ermittlung der Durchflußwassermengen für die einzelnen Flußstrecken bei den verschiedenen Pegelständen und bei steigendem, beharrlichem und fallendem Wasser.

Zur Beantwortung der wichtigen Frage aber, ob die bisher ausgeführten Strombauten an der Oder den angrenzenden Ländereien Nachteile gebracht haben, ist zunächst die Häufigkeit der verschiedenen Wasserstände während der einzelnen Abschnitte möglichst langer Zeiträume zu bestimmen, dann der Zusammenhang zu ermitteln zwischen Niederschlagsmengen und Wasserstand, soweit dies die in früherer Zeit sehr unvollkommenen Niederschlagsbeobachtungen zulassen, ferner zu untersuchen, ob die Höhe und die Fortschrittsgeschwindigkeit der Hochwasserwellen in neuerer Zeit zugenommen und endlich der Einfluß zu ermitteln, den die Festlegung des Stromlaufes auf das Ufergelände gehabt hat.

Breslau, im Sommer 1893.

Ehlers.

## Dockanlage mit Schwimmdock für Torpedoboote.

(Mit Abbildungen auf Blatt 40 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Wenn man in der ersten Zeit nach Einführung der Torpedoboote zur Instandsetzung bzw. Trockenstellung dieser Fahrzeuge sich allgemein der vorhandenen, meist für die Aufnahme erheblich größerer Schiffe berechneten Reparaturanstalten bediente, so hat sich im Lauf der Jahre doch das Bedürfnis geltend gemacht, besondere Anlagen für diesen Zweck zu schaffen. Nicht nur ist die Benutzung der für schwerere Schiffe bestimmten Einrichtungen mit unverhältnismäßig hohen Betriebskosten verbunden; bei der sich stetig mehrenden Zahl der Torpedoboote und der außerordentlichen Empfindlichkeit ihrer Schiffskörper erwiesen sich auch die vorhandenen Anlagen, abgesehen davon, daß dieselben ihrem eigentlichen Zweck vielfach gänzlich entzogen wurden, als bei weitem nicht ausreichend. So sind denn in den letzten Jahren Aufschleppen, insbesondere aber schwimmende Docks zur Ausführung gelangt, welche ausschließlich der Trockenstellung und Ausbesserung von Torpedobooten dienen. Vorwiegend hat man wohl kleine schwimmende Docks gebaut, welche für den gedachten Zweck am meisten geeignet erscheinen, weil die Hebung der Fahrzeuge schnell, einfach und ohne besondere Beanspruchung des Schiffskörpers vonstatten geht und überdies nicht an einen bestimmten Platz gebunden ist. Es haftet denselben jedoch der Uebelstand an, daß sie bei zweckgemäßer Construction nur ein oder doch nur wenige Fahrzeuge gleichzeitig aufnehmen können und daher der beträchtlichen Zahl der Torpedoboote gegenüber wenig lei-

stungsfähig sind, wenn nicht ebenfalls eine große Zahl von Schwimmdocks vorhanden ist.

Um diesem Mangel abzuhelpen, hat man neuerdings aufser dem eigentlichen, nach dem System des Balance-Docks gebauten Schwimmdock noch einfache flache Pontons ohne Seitenkasten ausgeführt, welche, einzeln auf dem Bodenponton des Schwimmdocks gelagert, nach erfolgter Hebung des Fahrzeuges das letztere allein zu tragen imstande sind. Auf diese Weise kann man alsdann aufser dem einen Torpedoboote, welches schließlich in dem Schwimmdock selber Platz findet, soviel Boote aus dem Wasser heben und trocken stellen, als Pontons vorhanden sind, und die Leistungsfähigkeit eines Schwimmdocks beträchtlich steigern. Es ist dabei jedoch nicht außeracht zu lassen, daß die Kosten eines Pontons, wenn auch wesentlich geringer als diejenigen eines vollständigen Schwimmdocks, immerhin noch recht erheblich sind.

Es fragt sich nun, ob, bzw. wodurch die gleiche Leistungsfähigkeit einfacher und mit wesentlich geringeren Kosten erreicht werden kann.

Von den Ingenieuren Clarke und Stafield ist zuerst für die russische Marine ein Schwimmdock gebaut worden, welches imstande ist, ohne jedes Zwischenglied ein aus dem Wasser gehobenes größeres Schiff unmittelbar auf Land zu stellen. Dieses sog. Rost-Dock besteht aus einer Anzahl Pontons, welche parallel zu einander in bestimmten Abständen rechtwinklig zur

Längsachse des Docks liegen und an einer Seite mit einem bedeutend höheren Längsponton verbunden sind. Letzteres vertritt, allerdings in beschränktem Maße, die Stelle der bei dem Balance-Dock vorhandenen beiden Seitenkasten. Den Zwischenräumen zwischen den Querpontons entsprechen einzelne rechtwinklig vom Ufer ausgehende Zungen. Die Dockung eines Schiffes geschieht in der Weise, daß dasselbe mittels des schwimmenden Docks aus dem Wasser gehoben und über die Zungen gebracht wird, wobei die Querpotons in die zwischen den Zungen befindlichen Lücken hineinfahren. Durch eine geringe Senkung des Schwimmdocks wird dann das Schiff auf die festen Zungen, bzw. die darauf hergerichteten Stapel abgesetzt.\*) Es ist dies eine Vereinigung von Schwimmdock und Landstapel, bei welcher die Ueberführung des Schiffes von ersterem auf letzteren in denkbar einfachster Weise vonstatten geht und welche daher für so empfindliche Schiffskörper, wie diejenigen der Torpedoboote, besonders geeignet erscheint. Sehr vortheilhaft ist diese Anlage auch hinsichtlich der Kosten, da es insbesondere für leichte Fahrzeuge völlig ausreicht, die zungenförmigen Brücken in Holzconstruction auszuführen.

Nicht ganz so günstig erscheint die Anlage hinsichtlich ihrer Ausdehnungs- bzw. Erweiterungsfähigkeit. Denn da, wie aus der Querschnittsskizze Abb. 13 auf Bl. 40 ersichtlich ist, das Dock nur soweit in die Lücken zwischen den Zungen hineinfahren kann, als die Länge der Querpontons beträgt, so wird man bei zweckgemäßer Construction des Schwimmdocks der Quere nach immer nur ein Fahrzeug auf Land stellen können. Dieser Umstand ist von geringer Bedeutung, wo es sich um gleichzeitige Trockenstellung nur weniger Schiffe handelt. Wo es jedoch, wie bei den Torpedoboten, häufig und ganz besonders im Kriegsfall erforderlich sein kann, eine größere Zahl von Fahrzeugen zu gleicher Zeit auf Land zu stellen, würde die gedachte Anordnung eine unverhältnißmäßig große Uferlänge erfordern, die in den meisten Fällen kaum zu beschaffen wäre, abgesehen davon, daß die Verbindung der auf eine lange Linie vertheilten Boote mit den Reparaturwerkstätten sehr umständlich und zeitraubend sein würde.

Diesem Mangel abzuhelpen und durch zweckmäßige Abänderung der bekannten Form des vorerwähnten Rost-Docks eine Anlage zu schaffen, bei welcher die Torpedoboote sowohl der Länge, als der Breite nach neben einander gestellt werden können und welche daher Ausdehnungs- und Erweiterungsfähigkeit nach beiden Richtungen hin besitzt, ist der Zweck des auf Bl. 40 dargestellten Entwurfes.

Das hohe Längsponton des Rost-Docks hat einerseits, wie bereits erwähnt, den Zweck, die Seitenkasten des Balance-Docks hinsichtlich der Schwimmfähigkeit wenigstens theilweise zu ersetzen, andererseits aber auch eine steife Verbindung zwischen den einzelnen Querpontons herzustellen. Bei dem im Entwurf vorliegenden Schwimmdock ist nun das Längsponton nicht durchweg bis zur Bodenplatte der Querpontons durchgeführt, sondern es setzen sich die zwischen den letzteren vorhandenen Lücken auch durch das Längsponton hindurch fort. Durch diese in Abb. 14 dargestellte Anordnung wird ein beliebig weites Einfahren des Docks zwischen die festen Zungen ermöglicht. (Vgl. auch die Abb. 2, 3, 4, 6. u. 7.) Der durchgehende, die Querpontons

verbindende kastenförmige Längsträger verliert dabei an Höhe, ist jedoch bei dem geringen Gewicht der zu dockenden Fahrzeuge noch in genügender Festigkeit herzustellen, um eine auskömmliche Steifigkeit der gesamten Construction zu gewährleisten. Auf die Schwimmfähigkeit des Docks hat diese Abänderung keinen Einfluß. Das eigentliche Dock befindet sich selbstredend nur so lange im stabilen Gleichgewicht, als die Querpontons noch über Wasser hervorragten. Sobald die Oberkante der Pontondocks bis zum Wasserspiegel gesenkt ist, hört die Stabilität auf und es tritt hier, wie bei dem von Clarke und Stauffeld construirten Dock ein Schwimmer in Thätigkeit, welcher standfest genug sein muß, um jedes durch eine unvermeidliche excentrische Lagerung des zu dockenden Fahrzeuges, bzw. durch unrichtige Vertheilung des Wasserballastes entstehende Kippmoment aufzuheben.

Die Gesamtanlage ist in den Zeichnungen Abb. 1 bis 6 veranschaulicht. Abb. 1 zeigt den Grundriß. Die Länge der Zungen ist mit 35,5 m so bemessen, daß fünf Torpedoboote der Quere nach nebeneinander stehen können. Die Länge des Stapelbodens für ein Boot ist zu 40 m angenommen; bei einer Gesamtlänge des Stapelbodens von 80 m und 35 m Länge der Zungen können sonach zehn Boote gleichzeitig gedockt werden. Im Grundrißplan ist eine Verlängerung der Zungen, wie solche jederzeit ohne Schwierigkeit vorgenommen werden kann, in punktierten Linien dargestellt; die Erweiterung in der anderen Richtung ergibt sich von selbst. In den Abb. 2 bis 6 sind das Dock nebst Schwimmer und die festen Zungen dargestellt. Die dem Entwurf zugrunde gelegten Wasserstandsverhältnisse sind diejenigen des Danziger Hafens. Es ist angenommen, daß die Dockungen bei den zwischen dem mittleren Niedrigwasser und dem mittleren Hochwasser liegenden Wasserständen, d. h. zwischen  $-0,55$  m und  $+0,85$  m, bezogen auf N.N. ohne Schwierigkeit ausgeführt werden sollen. Im Bedarfsfall lassen sich außerdem noch Stapelböden herstellen, auf welche die Boote bei absolut höchsten und niedrigsten Wasserständen abgesetzt werden können, obgleich die gewählten Wasserstandsgrenzen für die Praxis voraussichtlich genügen werden. Das geplante Schwimmdock, dessen Einzelheiten in den Abb. 7 bis 12 dargestellt sind, hat eine Länge von 20,5 erhalten. Die drei Querpontons sind je 8,0 m lang, 4,0 m breit und 2,40 m hoch. Die Galerie des 2,0 m breiten Längspontons liegt 4,0 m über Dockhöhe der Querpontons. Die festen Zungenbrücken sind ebenfalls 4,0 m breit und liegen mit ihrer Oberkante 1,0 m über Mittelwasser; die Höhe der Stapelung auf den Brücken beträgt 1,0 m unter dem Kiel. Die auf dem Schwimmdock herzurichtende Stapelung erhält ihre größte Höhe bei mittlerem Niedrigwasser; dieselbe ist alsdann etwa 2,10 m. Selbst bei dieser höchsten Lage des Bootes ergibt sich für das gehobene Dock ein ausreichendes Stabilitätsmoment ohne den Schwimmer. Letzterer besteht aus zwei schmalen, durch mehrere Querträger mit einander verbundenen Pontons von gleicher Länge wie das Dock, je 2,25 m Breite und 1,20 m Höhe. Der lichte Abstand der beiden Pontons beträgt 4,0 m. Die Verbindung zwischen Dock und Schwimmer wird durch 6 Stangenpaare vermittelt; der lothrechte Abstand je zweier zusammengehöriger Stangen beträgt 3,60 m. Die Verbindung der letzteren mit dem Schwimmdock ist leicht löslich für den Fall, daß das Dock zwischen die Zungen einfahren und der Schwimmer entfernt werden soll. (Vgl. Abb. 2 bis 4.) Um die Lage des

\*) Eine nähere Beschreibung des in dem russischen Kriegshafen Nikolajeff befindlichen Rost-Docks nebst Abbildungen ist im Handbuch der Ingenieur-Wissenschaften, Bd. III S. 1077 ff. enthalten.

schwimmenden Docks jederzeit leicht regeln zu können, ist das- selbe durch wasserdichte Schotte in eine Anzahl von Zellen ge- theilt, deren jede durch ein Zuflußrohr mit der in der Mitte des Längspontons angeordneten Pumpenanlage verbunden ist. Letztere besteht aus zwei Centrifugalpumpen mit directem An- trieb von je 5000 l Leistungsfähigkeit in der Minute. Die Flügelradwellen bilden die unmittelbaren Verlängerungen der Kurbelwelle, können jedoch mittels lösbarer Kupplung einzeln ausgeschaltet werden. Der stehende Dampfkessel befindet sich in einem Raume über der Maschinenanlage. Unterhalb der beiden Pumpen liegt ein weites Sammelrohr, in welches die mit Absperrschiebern versehenen Zuflußrohre der einzelnen Zellen münden. Die Einströmungsöffnungen zum Einlassen von Was- ser in das Dock münden gleichfalls in das Sammelrohr (vgl. Abb. 7 bis 10). Die beim Leerpumpen bzw. Füllen des Docks für den freien Ein- und Austritt der Luft erforderlichen Luft- rohre sind in den Zeichnungen fortgelassen. Die weiteren con- structiven Einzelheiten, welchen überschlägliche Berechnungen zugrunde gelegt wurden, sind zur Genüge aus den Zeichnungen ersichtlich.

Inbetreff der Handhabung des Docks sei noch das fol- gende bemerkt. Bei dem unbelasteten Schwimmdock muß die durch den hohen Seitenkasten erzeugte einseitige Belastung durch Wasserballast auf der entgegengesetzten Seite, d. h. in den Zellen I und II (s. Abb. 8 u. 9) abbalancirt werden. Bei- läufig bemerkt, berechnet sich unter den gegebenen Verhältni- sen der Gesamtballast in den Zellen I zu etwa 40 cbm, in den Zellen II zu 20 cbm, wobei das Dock eine Tauchung von 1,63 m erreicht. Soll das Dock behufs Aufnahme und Trocken- stellung eines Torpedobootes versenkt werden, so muß, nach- dem zuvor die zur Lagerung des Bootes erforderlichen Stapel eingebaut sind, gleichmäßig über die ganze Bodenfläche, d. h. in die Zellen I, II, III und IV, Wasser eingelassen werden. Ist die Senkung soweit vorgeschritten, daß die Docks der Quer- pontons in Höhe des Wasserspiegels liegen, so sind die Zuläufe zu den Zellen I, II und III abzuschließen und nur in die Zellen IV Wasser einzulassen. Zu den Zellen I, II und III darf nur noch so viel Wasser zuströmen, als durch die all- mählich eintauchenden Stapelklötze verdrängt wird. Ist das Dock genügend tief versenkt, so wird das Boot über die Stapel geholt und genau eingestellt (s. Abb. 2 bis 4). Die Lage des- selben ergibt sich aus der Bedingung, daß das belastete Dock ohne Wasserballast genau wagerecht schwimmen soll. Im vor- liegenden Falle ist der Abstand der Längsachse des Bootes, dessen Gewicht zu etwa 100 t angenommen wurde, von der freien Kante der Querpontons zu 3,30 m berechnet worden (s. Abb. 8 u. 9). In der Längsachse muß der Schwerpunkt der Last naturgemäß in der Symmetrie-Ebene des Docks liegen. Die richtige Einstellung der Boote, deren Form und Stabilitäts- verhältnisse genau bekannt sind, bietet keinerlei Schwierigkeit. Kleine unvermeidliche Fehler sind leicht durch geeignete Ver- theilung des Wasserballastes auszugleichen. Das Heben des Docks mit dem Boot geschieht in entgegengesetzter Weise. Zunächst wird der Wasserballast nur aus den Zellen IV aus- gepumpt, bis die Stapel sich gegen den Bauch des Schiffes legen und letzteres sich zu heben beginnt. Alsdann ist auch aus den Zellen I und II der Wasserballast nach Maßgabe der allmählichen Hebung des Bootes zu entnehmen. Ist das Pon- tondeck wieder in Wasserspiegellhöhe angelangt, so muß das

Gewicht des Wasserballastes gleichmäßig über die ganze Grund- fläche vertheilt sein. Zur Ersparung von Pumparbeit ist eine wagerechte Theilung der Zellen IV in Höhe des Decks der Querpontons vorgenommen. Bei dem Aufpumpen wird zunächst aus dem unteren Theil der Zellen IV gepumpt; bei der Hebung des Docks erhebt sich dann der Ballast-Wasserspiegel im obern Theil der Zellen IV über den äußeren Wasserstand, und das Ballastwasser kann hier frei abfließen. Nachdem nun also das Deck der Querpontons aus dem Wasser getaucht ist, wird der Ballast aus allen vier Zellen gleichmäßig entfernt, bis zur völligen Entleerung des Docks. Dann wird letzteres, nöthigen- falls nach Loskupplung des Schwimmers, zwischen die Zungen- brücken über die besonders hergerichteten Landstapel gebracht. Diese werden, sobald das Boot sich an Ort und Stelle befindet, hochgekeilt, sodafs sie die durchgehenden Längsbalken der Wiege, in welcher das Boot ruht, unterstützen. Dann wird das Dock durch Einlassen von Wasser in die Zellen I und II, später auch in III und IV, soweit gesenkt, daß es herausge- fahren und nach Verbindung mit dem Schwimmer zu neuer Dockung benutzt werden kann (s. Abb. 2, 3, 4 u. 6). Um einen ununterbrochenen Stapelboden zu erhalten, können die 4,25 m breiten Lücken zwischen den Zungen noch durch einst- weilige Ueberbrückungen unterhalb des Bootes bedeckt und darauf Unterstüztungen für das letztere eingebaut werden. Aus dieser Darstellung ergibt sich ohne weiteres, in welcher Weise das Dock bei dem Abheben eines reparirten Bootes von den Landstapeln und beim Zuwasserlassen gehandhabt werden muß. Um eine durch schiefe Belastung hervorgerufene Neigung des Docks sogleich wahrnehmen und durch Einlassen, bez. Entneh- men von Wasserballast an den geeigneten Stellen ausgleichen zu können, empfiehlt es sich, im Kesselraum ein Pendel von thunlich großer Länge anzubringen, dessen Ausschlag von der Normalstellung schon geringe Neigungen des Docks sicher erken- nen läßt.

Von besonderer Bedeutung ist die für das Ein- bzw. Aus- docken eines Bootes erforderliche Zeitdauer. Im Durchschnitt, d. h. bei einer Dockung bei Mittelwasser, müssen zur Versen- kung des Docks etwa 260 cbm Wasser eingelassen und eben- soviel für die Hebung später wieder herausgeschafft werden. Bei einer Gesamtleistung der beiden Pumpen von 10 cbm in der Minute würden für die Versenkung und Hebung des Docks zusammen  $\frac{2 \cdot 260}{10} = 52$  Minuten nöthig sein. Berücksichtigt

man dabei, daß nicht der gesamte Wasserballast durch die Pumpen herausgeschafft zu werden braucht, ein Theil desselben vielmehr gleichzeitig frei abfließt, so wird sich unter den ge- gebenen Verhältnissen diese Zeit mit Leichtigkeit auf 45 Mi- nuten verringern lassen. Das Schwimmdock liegt beständig mit aufgebauten Stapeln bereit, deren Höhe unmittelbar vor der Benutzung dem jeweiligen Wasserstande angepaßt werden muß. Alsdann ist nur die für die Aufnahme des Bootes bestimmte, aus zwei durchgehenden Balken und mehreren Querlagern be- stehende Wiege, welche nachher auf die Landstapel abgesetzt wird, aufzubringen, um das Dock versenken zu können. Bringt man hierfür, sowie für das Ein- und Ausfahren des Docks einschließ- lich der Loskupplung und Wiederverbindung des Schwimmers nochmals 45 Minuten in Ansatz, so ergibt sich die gesamte zur Dockung eines Bootes erforderliche Zeit zu  $1\frac{1}{2}$  Stunden. Die für die letztgenannten Arbeiten angenom-

mene Zeitdauer erscheint mit Rücksicht darauf, daß dieselben zum Theil während des Hebens und Senkens ausgeführt oder vorbereitet werden können, nicht zu niedrig gegriffen. Somit könnten im Bedarfsfall während eines ununterbrochenen fünfzehnstündigen Betriebes zehn Boote nach einander auf Land gestellt werden. Es würde eine derartige Anlage daher einem gewöhnlichen Schwimmdock mit Einzelpontons in bezug auf Leistungsfähigkeit und Schnelligkeit des Betriebes nicht nachstehen, im übrigen noch den nicht unwesentlichen Vorzug besitzen, daß die Verbindung zwischen dem Lande und den festen Stapelböden weit bequemer ist, als der Zugang zu den Booten auf schwimmenden Pontons.

Es bleibt nunmehr noch die Kostenfrage zu erörtern. Nach überschläglichen Ermittlungen ergaben sich die Gewichte der Eisenconstruktionen des Docks und des Schwimmers zu 110 bzw. 35 t. Rechnet man den durchschnittlichen Einheitspreis für die immerhin nicht schwierige Ausführung zu 500  $\mathcal{M}$  für die Tonne, einschliesslich Lieferung des Materials, so ergeben sich die Kosten der Eisenconstruktionen:

1) für das Dock rund zu . . .	55 000 $\mathcal{M}$	
2) für den Schwimmer zu . . .	17 500 „	
	zusammen zu	72 500 $\mathcal{M}$
3) dazu für Kessel, Maschine, Pumpen, Rohrleitungen usw. . . . .		10 000 „
4) für die hölzernen Stapel nebst sonstigen Ausrüstungsstücken . . . . .		2 500 „
daher die Gesamtkosten für das Dock nebst Schwimmer und Zubehör zu . . . . .		85 000 $\mathcal{M}$

Der Einheitspreis für die hölzernen Brücken ist zu etwa 25  $\mathcal{M}$  für 1 qm Grundfläche ermittelt worden. Da für die Aufnahme eines Bootes  $7,00 \cdot (40,0 - 2 \cdot 4,25) = 220$  qm Brückenfläche erforderlich sind, so berechnen sich die Kosten der Landstapel für ein Boot zu  $220 \cdot 25 = 5 500 \mathcal{M}$ .

Letzterem Betrage steht bei einer Kostenvergleichung mit einer aus einem Schwimmdock und mehreren Pontons bestehenden Anlage der Preis für ein eisernes Ponton gegenüber. Bei einer Grundfläche des letzteren von  $7,0 \cdot 40,0 = 280$  qm und einer Höhe von 1,0 m ist das Gewicht zu 70 t anzunehmen. Unter Zugrundelegung des gleichen Einheitspreises für die Eisenconstruktion würden sich die Kosten für ein Ponton sonach auf  $70 \cdot 500 = 35 000 \mathcal{M}$  stellen. Unter der Annahme, daß die Kosten für die beiden verschiedenartigen Schwimmdocks nicht wesentlich von einander abweichen, würde sich bei der im vorliegenden Entwurf dargestellten Anlage gegenüber einem Schwimmdock mit Einzelpontons eine Ersparnis von  $35 000 - 5 500 = 29 500 \mathcal{M}$  für jedes Boot, somit bei einer Anlage für fünfzehn Torpedoboote, wie solche bei lebhaftem Betrieb noch durch ein einziges Schwimmdock bedient werden könnte, eine Kostenersparnis von etwa 440 000  $\mathcal{M}$  ergeben.

Wilhelmshaven, im Mai 1893.

Gromsch,

Marine-Hafenbauinspector.

## Ueber Form und Material der Wehrnadeln.

(Alle Rechte vorbehalten.)

Die Stauhöhe der Nadelwehre wird beschränkt durch die Rücksicht auf die Abmessungen der Wehrnadeln, deren Gewicht nicht gröfser sein darf, als daß sie von einem Manne mit Sicherheit eingesetzt werden können.

Wenn auch die Rücksicht auf anstofsende Gelände nur selten eine Anstauung des Flufsspiegels um mehr als etwa 2,5 m gestatten wird, so verbietet doch auch schon bei diesen Stauhöhen die oben erwähnte Rücksicht auf das Nadelgewicht eine tiefere Lage des Dremfels. Lediglich aus diesem Grunde wird meistens auf die Anlegung von Schiffsdurchlässen in den Wehren entweder verzichtet, obwohl die grofsen Vorzüge solcher Anlagen wohl nirgends verkannt werden, oder es wird denselben nicht diejenige Tiefe gegeben, welche die Natur des Flufslaufes gestattet. Es unterliegt aber keinem Zweifel, daß es von auferordentlichem Vortheil nicht nur für die Schifffahrt, sondern auch für den Wehrbetrieb sein würde, wenn in den Schiffsdurchlässen der Dremfel der Wehre annähernd bis zur Tiefe der Flufssohle herabgeführt werden könnte, während er sonst etwa 1 m höher gelegt zu werden pflegt. Nicht allein, daß für alle höheren schiffbaren Wasserstände die Schifffahrt unter Vermeidung der Schleusen ihren natürlichen Weg nehmen könnte, es würde sich auch bei stark wechselndem Wasserstände, namentlich im Frühjahr und Herbst, ein häufiges Auf- und Abbauen der Wehre erübrigen.

Kann man gegen die Einführung gröfserer Stauhöhe einwenden, daß nicht allein das Gewicht der Nadeln, sondern auch die starke Strömung des Wassers die Sicherheit des Be-

etriebes beim Einsetzen der Nadeln gefährden wird, so trifft dies doch jedenfalls nicht zu für für die Vertiefung des Dremfels ohne Ueberschreitung der üblichen Stauhöhe, also bei Schiffsdurchlässen. Bei diesen liegen die Betriebsverhältnisse sogar auferordentlich günstig; es wird nämlich dieser Theil eines Wehres der erste sein, welcher geschlossen, und der letzte, welcher geöffnet wird, sodafs sowohl das Setzen wie das Beseitigen der Nadeln bei ganz geringen Stauhöhen stattfinden wird.

Die vorstehenden Ueberlegungen haben den Verfasser dazu veranlaßt, über Form und Stoff der Wehrnadeln die nachstehenden Untersuchungen und Berechnungen anzustellen.

Als Baustoff kommt neben dem jetzt allein üblichen Holz vor allem weicher Stahl (Flufseisen) in Frage; harter Stahl bleibt aufser Betracht, weil derselbe nicht mit den erforderlichen geringen Wandstärken gewalzt werden kann. Als Querschnitt ist für Holz neben dem quadratischen oder rechteckigen der kreisförmige, für Eisen nur der ringförmige untersucht.

Im nachstehenden bezeichne:

- $l$  die nutzbare Nadellänge, gemessen zwischen den Stützpunkten,
- $d$  die Nadelbreite oder deren Durchmesser,
- $h$  die Stärke der kantigen Nadel,
- $\delta$  die Wandstärke der röhrenförmigen Nadel,
- $\gamma$  das Gewicht der Raumeinheit des Wassers,
- $\gamma_1$  desgl. des Baustoffs der Nadel.



**A. Stärke der Nadeln.**

Die Belastung eines lothrechten Streifens der Wand von der Breite  $d$  besteht, von etwaigem Gegendruck des Unterwassers, dessen Einfluß kein erheblicher ist, abgesehen, in einem Prisma mit dreieckigem Querschnitt; die untere Kathete des Dreiecks ist  $ld\gamma$ , mithin die Gesamtbelastung  $\frac{l^2 d}{2} \gamma$ , von welcher  $\frac{1}{3}$  von der oberen,  $\frac{2}{3}$  von der unteren Lehne aufgenommen werden.

Das größte Moment ist an der Stelle, wo die Summe der Seitenkräfte = 0 ist:

$$\frac{l^2 d}{6} \gamma - \frac{3x^2 d}{6} \gamma = 0$$

$$x = \frac{l}{\sqrt{3}}; \text{ dann ist}$$

$$M_{\max} = \frac{xd}{6} \gamma (l^2 - x^2)$$

$$= \frac{l^3 d \gamma}{9 \sqrt{3}}$$

Bezeichnet  $k$  die zulässige Beanspruchung des Materials und  $W$  das Widerstandsmoment des Nadelquerschnitts, so ist

$$k W = M,$$

also das erforderliche Widerstandsmoment:

$$W = \frac{l^3 d \gamma}{9 \sqrt{3} k} = 0,06415 \frac{l^3 d}{k} \gamma.$$

Daraus ermittelt sich die erforderliche Stärke der Nadeln:

1) für rechteckigen Querschnitt mit der Breite  $d$  und Stärke  $h$ :

$$W = \frac{dh^2}{6} = \frac{l^3 d \gamma}{9 \sqrt{3} k}$$

$$h^2 = \frac{2}{3 \sqrt{3}} \cdot \frac{l^3 \gamma}{k},$$

2) für kreisförmigen Querschnitt mit dem Durchmesser  $d$ :

$$W = \frac{d^3 \pi}{32} = \frac{l^3 d \gamma}{9 \sqrt{3} k}$$

$$d^2 = \frac{32}{9 \pi \sqrt{3}} \cdot \frac{l^3 \gamma}{k},$$

3) für ringförmigen Querschnitt mit dem mittleren Durchmesser  $d$  und der Wandstärke  $\delta$ , vorausgesetzt, daß  $\delta$  im Vergleich zu  $d$  verschwindend klein ist:

$$W = \frac{d^2 \pi \delta}{4} = \frac{l^3 d \gamma}{9 \sqrt{3} k}$$

$$d \delta = \frac{4}{9 \pi \sqrt{3}} \cdot \frac{l^3 \gamma}{k}.$$

**B. Gewicht einer Nadel.**

Zu der nutzbaren Länge der Nadel kommt unterer Anschlag und Handgriff hinzu; dafür werde ein Zuschlag gegeben und durch den Factor  $\beta$  (etwa = 1,15, d. i. 15 % Zuschlag) berücksichtigt.

1) Quadratischer Querschnitt:

$$G = \beta \cdot l h^2 \gamma_1$$

$$= \frac{2}{3 \sqrt{3}} \cdot \frac{\beta l^4 \gamma_1}{k},$$

2) Kreisförmiger Querschnitt:

$$G = \beta \frac{l d^2 \pi \gamma_1}{4}$$

$$= \frac{8}{9 \sqrt{3}} \cdot \frac{\beta l^4 \gamma_1}{k},$$

3) Ringförmiger Querschnitt:

$$G = \beta \cdot l d \pi \delta \gamma_1^2$$

$$= \frac{4}{9 \sqrt{3}} \cdot \frac{\beta l^4 \gamma_1}{k}.$$

Das Gewicht einer Nadel wächst also mit der vierten Potenz der Stützweite der Nadel, vorausgesetzt, daß diese zugleich die Höhe des Staues darstellt.

**C. Durchbiegung der Nadeln.**

Bezeichnet  $E$  den Elasticitätsmodul,  $J$  das Trägheitsmoment des Nadelquerschnitts und  $y$  die Durchbiegung in der Tiefe  $x$ , so ist

$$EJ \frac{d^2 y}{dx^2} = M = -\frac{l^2 dx \gamma}{6} + \frac{dx^3 \gamma}{6}$$

$$\frac{6 EJ}{d \gamma} \frac{d^2 y}{dx^2} = -l^2 x + x^3.$$

Durch zweimalige Integration und mit Berücksichtigung, daß für  $x=0, y=0$  und für  $x=l, y=0$  ist, ergibt sich

$$\frac{6 EJ}{d} y = -\frac{l^2 x^3}{6} + \frac{x^5}{20} + \frac{7 l^4 x}{60}.$$

Die Durchbiegung  $y$  wird ein Maximum, wenn

$$-\frac{l^2 x^2}{2} + \frac{x^4}{4} + \frac{7 l^4}{60} = 0$$

$$x = l \sqrt{1 \pm \sqrt{1^8/5}}$$

$$= 0,511 l = \text{annäh. } \frac{l}{2}.$$

Für die größte Durchbiegung  $\eta$  ist dann

$$\frac{6 EJ}{d \gamma} \eta = -\frac{l^5}{48} + \frac{l^5}{20} + \frac{7 l^5}{120}$$

$$\eta = \frac{7}{480} \frac{l^5 d \gamma}{E J}.$$

1) Rechteckiger Querschnitt:

$$J = \frac{dh^3}{12}$$

mithin 
$$\eta = \frac{7}{40} \frac{l^5}{E h^3} \gamma$$

oder da 
$$h^2 = \frac{2 l^3 \gamma}{3 \sqrt{3} k} \text{ ist,}$$

$$\eta = \frac{21 \sqrt{3}}{80} \cdot \frac{k}{E} \cdot \frac{l^2}{h}.$$

2) Kreisförmiger Querschnitt:

$$J = \frac{d^4 \pi}{64}$$

mithin 
$$\eta = \frac{4}{30 \pi} \frac{l^5}{d^3} \gamma$$

oder, da 
$$d^2 = \frac{32 l^3 \gamma}{9 \pi \sqrt{3} k},$$

$$\eta = \frac{21 \sqrt{3}}{80} \cdot \frac{k}{E} \cdot \frac{l^2}{d}.$$

3) Ringförmiger Querschnitt:

Vorausgesetzt, daß  $\delta$  im Vergleich zu  $d$  verschwindend klein ist, ist

$$J = \frac{d^3 \pi}{8} \delta,$$

mithin

$$\eta = \frac{7}{60 \pi} \cdot \frac{l^5}{d^2 \delta} \cdot \gamma$$

oder, da

$$d \delta = \frac{4 l^3 \gamma}{9 \pi \sqrt{3} k},$$

$$\eta = \frac{21 \sqrt{3}}{80} \cdot \frac{k}{E} \cdot \frac{l^2}{d}.$$

Da bei gleicher Materialbeanspruchung der Durchmesser  $d$  des ringförmigen Querschnitts größer ist als derjenige des vollen kreisförmigen und als die Stärke des rechteckigen Querschnitts, so ist bei gleichem Baustoff die Nadel mit ringförmigem Querschnitt am steifsten.

Anwendung auf bestimmte Fälle.

Vorstehende Ergebnisse mögen angewendet werden auf die oben bezeichneten drei Fälle, nämlich

- 1) rechteckiger Querschnitt in Holz,
- 2) kreisförmiger Querschnitt in Holz,
- 3) ringförmiger Querschnitt in Flusseisen

und auf nutzbare Nadellängen von 2 bis 4 m.

Alle Maße sind, soweit nicht anderes dabei geschrieben ist, in Decimetern, die Gewichte in Kilogrammen angegeben.

Es sei, vorzügliches Material vorausgesetzt, Holz in feuchtem Zustande:

für Holz  $k = 10\,000$ , für Flusseisen  $k = 150\,000$ ,  
 „ „  $E = 12\,000\,000$ , „ „  $E = 200\,000\,000$ ,  
 „ „  $\gamma_1 = 0,8$ , „ „  $\gamma_1 = 7,8$ .

Man erhält die nebenstehenden Rechnungsergebnisse (S. 300), wobei nochmals hervorgehoben sei, daß den Rechnungen der volle Wasserdruck in Höhe der nutzbaren Länge (Stützweite) der Nadeln zu Grunde liegt, und daß also in vielen Fällen, namentlich bei Schiffsdurchlässen, der Querschnitt genauer (kleiner) zu ermitteln sein wird.

Folgerungen.

Vergleich zwischen kantigen und runden Nadeln.

Um einen möglichst dichten Schlufs der Nadeln zu erreichen, werden diejenigen von quadratischem Querschnitt nach dem Einsetzen gekantet, sofern es nicht gelungen ist, sie völlig dicht an die Nachbarnadeln einzusetzen. Bei nicht quadratischem und nicht gleichbleibendem Querschnitt, wie ihn die längsten Nadeln zur Verminderung ihres Gewichts zu erhalten pflegen, ist dieses Verfahren meist nicht zugänglich. Man hat dann versucht, durch brechstangenartige Werkzeuge mit langem Stiel den Fuß der Nadeln zusammen zu schieben, bisher nur mit wenig Erfolg und unter starker Abnutzung der Nadeln.

Bei rundem Querschnitt ist das Heranrollen einer neu eingesetzten Nadel an die schon stehenden leicht auszuführen, und dabei ein dichter Schlufs zu erreichen als durch Kanten. Um ein etwaiges selbstthätiges Rollen der runden Nadeln, wie es bei schräger Zuströmung des Wassers eintreten kann, zu beschränken, ist in gewissen Abständen, etwa vor jedem Wehrbock, an dem unteren Anschlag eine kleine Nase anzubringen.

Rechnungsergebnisse.

Querschnitt und Material	Ansatz	Gemeinschaftlicher Factor	Nutzbare Nadellänge, $l$ , in dm				
			20	25	30	35	40

Erforderliches Widerstandsmoment.

$W = \frac{l^3 d}{9\sqrt{3} \cdot k} = \frac{d}{k}$	513	1002	1732	2751	4106
---	-----	------	------	------	------

Stärke der Nadeln.

$d$ Holz	$h^2 = \frac{6 \cdot W}{d} = \frac{1}{k}$	$\frac{1}{k}$	3079	6014	10392	16503	24633
	$h =$	in dm	0,555	0,776	1,019	1,285	1,570
		= mm	56	78	102	129	157
$d$ Holz	$d^2 = \frac{32 \cdot W}{d \cdot \pi} = \frac{1}{k}$	$\frac{1}{k}$	5227	10210	17643	28018	41820
	$d =$	in dm	0,723	1,017	1,328	1,690	2,045
		= mm	72	102	133	169	205
$\delta$ Eisen	$d \cdot \delta = \frac{4 \cdot W}{d \cdot \pi} = \frac{1}{k}$	$\frac{1}{k}$	653	1274	2205	3503	5228
	$d \cdot \delta =$	in qmm	43,5	85,0	147,0	233,7	348,5
	$d = 50, \delta =$	in mm	0,8	—	—	—	—
	$d = 80, \delta =$	„	—	1,1	1,8	—	—
	$d = 100, \delta =$	„	—	—	1,5	2,3	—
	$d = 120, \delta =$	„	—	—	1,2	1,9	—
	$d = 150, \delta =$	„	—	—	—	1,6	2,3

Gewicht von 1 qdm der Nadelwand.

$h$ Holz	$g = h \cdot \gamma_1$	in kg	0,444	0,621	0,815	1,028	1,256
$d$ Holz	$g = \frac{d \pi}{4} \gamma_1$	in kg	0,454	0,634	0,835	1,051	1,284
$\delta$ Eisen	$g = \pi \cdot \delta \cdot \gamma_1$	$\sqrt{\frac{\delta}{d}}$	1,617	2,260	2,970	3,743	4,573
	für z. B. $\frac{d}{\delta} = 64$ ,	in kg	0,202	0,283	0,371	0,468	0,572

Gewicht einer Nadel.

$h$ Holz	$G = 1,15 \cdot l h^2 \gamma_1$	in kg	5,67	13,85	28,66	(53,17)	(90,71)
	Breite sei = 1 dm, $G =$	„	(10,21)	(17,85)	(28,12)	41,40	57,78
	Mit Verjüngung rd.	„	—	—	—	36	46
$d$ Holz	$G = 1,15 \cdot l \cdot \frac{d^2 \pi}{4} \gamma_1$	in kg	7,55	18,45	38,27	(70,84)	(120,81)
$\delta$ Eisen	$G = 1,15 \cdot \pi \cdot l \cdot d \delta \cdot \gamma_1$	in kg	2,45	5,99	12,43	23,05	39,28

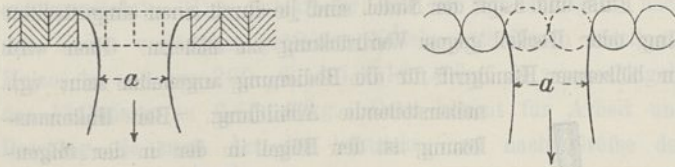
Durchbiegung bei voller Belastung.

$h$ Holz	$\eta = \frac{7 \cdot \sqrt{3} l^2}{32000 h}$	in mm	27	30	33	36	39
						(ohne Verjüngung)	(30)
$d$ Holz	$\eta = \frac{7 \cdot \sqrt{3} l^2}{32000 d}$	in mm	21	23	26	(28)	(30)
$\delta$ Eisen	$\eta = \frac{6,3 \sqrt{3} l^2}{32000 d}$	in mm	27	27	31	35	36
	wenn $d =$	in mm	50	80	100	120	150
	wobei $\delta =$	in mm	0,8	1,1	1,5	1,9	2,3

Der Schlufs der runden Nadeln, welche sich in einer Linie berühren, ist ein gleich dichter wie bei kantigen Nadeln, zumal

auch die Durchbiegung bei allen Nadeln die gleiche ist. Die zwischen den Kreisen und der geraden Linie des unteren Anschlages verbleibenden Zwickel werden durch festes Aufsetzen der Nadeln auf den Wehrrücken, der sich beim Einsetzen ganz von selbst ergibt, geschlossen.

Durch die runde Form des Querschnitts wird eine geringere Zusammenziehung der Wasserstrahlen, also eine bessere Ausnutzung der frei gemachten Oeffnung gewonnen, wie aus der hier zuletzt gezeichneten Abbildung hervorgeht.



Dazu kommt, dafs bei gröfseren Stauhöhen den kantigen Nadeln eine geringere Breite gegeben werden mufs, um ihr Gewicht zu vermindern; es sind also z. B. zur Herstellung der nutzbaren Ausflufsöffnung  $a$  von kantigen Nadeln 4, von runden nur 2 zu ziehen.

**Runde hölzerne Nadeln.**

Das Gewicht der runden Nadeln verhält sich nach dem vorstehenden zu demjenigen der quadratischen wie 4:3; für grofse Stauhöhen kommen jene daher nicht in Frage. Bei nutzbaren Längen bis zu 2,5 m können dagegen die runden Nadeln wegen der zuvor aufgeführten Vorzüge wohl in Wettbewerb treten. Der Materialbedarf der Nadelwand ist fast genau der gleiche, wobei jedoch der gröfsere Verschnitt bei Herstellung des runden Querschnitts zu berücksichtigen ist.

Die Durchbiegungen runder und kantiger Nadeln verhalten sich wie  $\frac{1}{d} : \frac{1}{h}$ , also wie

$$1 : \sqrt{\frac{16}{3\pi}} = \sqrt{3\pi} : 4 = 3,1 : 4;$$

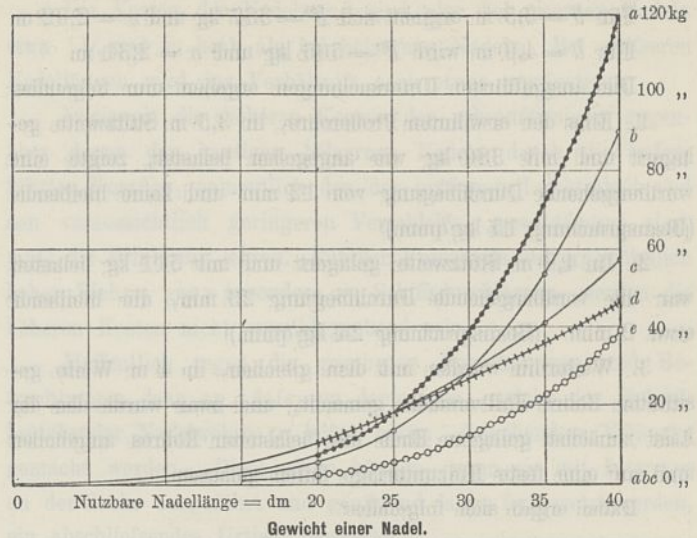
die runden Nadeln sind also um  $\frac{1}{4}$  steifer als die kantigen.

**Flusseiserne Nadeln (Röhren).**

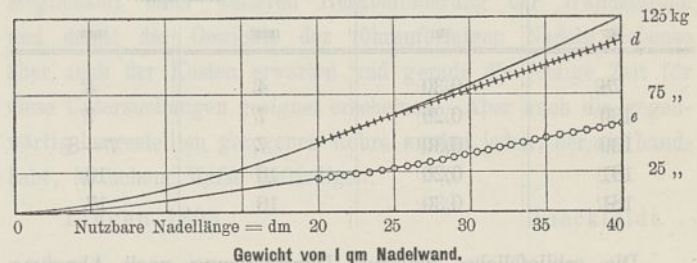
Das Gewicht der röhrenförmigen Nadel ist nach den Berechnungen gleich  $\frac{2}{3}$  der vollen kantigen und gleich  $\frac{1}{2}$  der vollen runden Nadel, bei ungleichem Material überdies proportional  $\frac{\gamma_1}{k}$ . Je kleiner dieser Quotient ist, je gröfser also die Festigkeit im Vergleich zum spezifischen Gewicht des Materials, um so leichter fällt die Nadel aus. In nachstehender zeichnerischer Darstellung (S. 302) sind die Nadelgewichte für kantige und runde hölzerne Nadeln, und für röhrenförmige eiserne Nadeln dargestellt; man ersieht, welche Vortheile die Verwendung eines Materials von grofser Festigkeit hat.

Sollen aber andererseits die Kosten der eisernen Nadeln möglichst herabgemindert werden, so mufs man die Wandstärke  $\delta$  thunlichst klein wählen, damit der Durchmesser  $d$  und damit die Breite des gedeckten Streifens der Wehrwand möglichst grofs werde; denn es war gefunden, dafs das Product  $d \cdot \delta$  für einen gegebenen Belastungsfall gleichbleibend, und das Gewicht diesem proportional ist.

Die bei hervorragenden Fachmännern eingezogenen Erkundigungen geben nun allerdings keine Aussicht, dafs beide Bedingungen: grofse Festigkeit und Herstellbarkeit geringer Wandstärken, in einem Material vereinigt werden könnten.



**Gewicht einer Nadel.**  
 a = hölzerne runde Nadeln,  
 b = „ kantige „ , Breite = Höhe,  
 c = „ „ „ , Breite = 1 dm,  
 d = wie c, mit Verjüngung nach dem Ende,  
 e = flusseiserne röhrenförmige Nadeln.



**Gewicht von 1 qm Nadelwand.**

Mannesmann-Rohre können mit einer Bruchfestigkeit von 50 bis 60 kg/qmm geliefert werden. Ihre Wandstärke beträgt jedoch bei Durchmessern von 50—100—150 mm bzw.  $2\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$ —4 mm, der Preis etwa 0,50  $\mathcal{M}$ /kg. Allerdings können die Werke auch Rohre von der erwünschten, etwa halb so grofsen Wandstärke herstellen, indessen nur auf dem Wege der Kaltbearbeitung, wobei sich der Preis auf 1,50 bis 2,00  $\mathcal{M}$ /kg erhöht. Mannesmann-Rohre kommen deshalb nicht in Frage.

Geschweifste Rohre, welche u. a. von S. Huldshinsky u. Söhne in Gleiwitz und von den Düsseldorfer Walzwerken (vormals Poensgen) geliefert werden, können dagegen in den erwünschten geringen Wandstärken hergestellt werden, indessen nicht aus einem Material mit höchster Festigkeit, sondern aus weichem Stahl (Flusseisen) von rund 40 kg/qmm Bruchfestigkeit. Der Preis stellt sich bei gröfseren Bezügen auf 0,60 bis 0,70  $\mathcal{M}$ /kg.

Um beurtheilen zu können, welche Materialbeanspruchung diesen Rohren für die fraglichen Zwecke zugemuthet werden dürfe, wurden zwei Versuchsrohre von 4 m Länge, 120 mm Durchmesser und 1,8 mm Wandstärke, je i. m. 20 kg wiegend, von Huldshinsky u. Söhne bezogen und auf Biegung untersucht. Neben der ruhenden Belastung durch Wasserdruck werden die Wehrnadeln am stärksten beim Einsetzen durch Stofs beansprucht.

Nach der vorstehenden Tabelle würden bei einer zulässigen Beanspruchung von 15 kg/qmm die Proberohre für eine nutzbare Nadellänge von höchstens 3,5 m ausreichen. Der auf eine Nadel von dieser Länge entfallende Wasserdruck erzeugt nach besonderer Berechnung das gleiche Moment wie eine Einzellast,

$$P = \frac{l^2 d \gamma}{3(3 - \sqrt{3})} = 0,263 l^2 d \gamma,$$

welche in einem Abstände  $e = \frac{l}{\sqrt{3}}$  von der oberen Stütze angreift.

Für  $l = 3,5$  m ergibt sich  $P = 387$  kg und  $e = 2,02$  m.

Für  $l = 4,0$  m wird  $P = 505$  kg und  $e = 2,31$  m.

Die ausgeführten Untersuchungen ergeben nun folgendes:

1. Eins der erwähnten Proberohre, in 3,5 m Stützweite gelagert und mit 380 kg wie angegeben belastet, zeigte eine vorübergehende Durchbiegung von 12 mm und keine bleibende. (Beanspruchung 15 kg/qmm.)

2. In 4,0 m Stützweite gelagert und mit 511 kg belastet, war die vorübergehende Durchbiegung 23 mm, die bleibende etwa 2 mm. (Beanspruchung 24 kg/qmm.)

3. Weiterhin wurden mit dem gleichen, in 4 m Weite gestützten Rohre Fallversuche gemacht, und zwar wurde das der Last zunächst gelegene Ende des belasteten Rohres angehoben und auf eine feste Holzunterlage fallen gelassen.

Dabei ergab sich folgendes:

Belastung. kg	Fallhöhe. m	Durchbiegung vor   nach dem Fall.	
		mm	mm
78	0,30	4	4
130	0,20	7	7
130	0,30	7	7—8
181	0,20	10	10
181	0,30	10	17

Die schliessliche bleibende Durchbiegung nach Abnahme der Last betrug 10 mm.

Die Versuche zeigen, das zu 1., die Beanspruchung von 15 kg/qmm, welche der Tabelle auf S. 300 zu Grunde liegt, keinerlei Veränderung hervorbringt, zu 2., selbst eine Beanspruchung von 24 kg/qmm eine nur unwesentliche Durchbiegung hinterlässt.

Die Angabe zu 3. soll nur dazu dienen, eine Vorstellung des Vorganges zu geben, da dem Verfasser Stauanlagen von entsprechenden Höhen nicht zur Verfügung standen, und die Stofsgeschwindigkeit der einzusetzenden Nadeln, welche um so grösser ist, je kleiner die noch freibleibende Oeffnung, nicht bekannt ist.

Geringe Durchbiegungen erscheinen zwar zulässig, da dieselben bei der Sehnigkeit des Materials ohne Mühe und ohne Nachtheil wieder zu beseitigen sind. Vorläufig werden indessen Beanspruchungen von 24 kg/qmm, wie sie bei den Versuchsröhren der Stützweite von 4,0 m entsprechen, nicht beabsichtigt, vielmehr wird nur eine solche von 15 kg/qmm, entsprechend der Stützweite von 3,5, in Aussicht genommen. Das diese aber völlig unbedenklich ist, dürfte durch die Versuche gezeigt sein.

**Construction der eisernen Nadeln und Betrieb.**

Bei Nadelwehren mit höherem Stau werden bekanntlich zwei Arten der Auslösung unterschieden: die von Kummer, bei welcher die Nadeln eines ganzen Feldes, etwa 10, nachdem sie zuvor durch eine Leine verbunden sind, durch Ausrückung der oberen Lehne zum Abschwimmen gebracht werden, und die Hakenauslösung, bei welcher jede Nadel einzeln, durch Hebung um etwa 6 cm der unteren Stütze beraubt, in einem eisernen Bügel (Haken) an der oberen Lehne hängen bleibt, und entweder mit der Hand oder bei grösseren Nadeln mit Hilfe von Seil und Rolle aus dem Wasser gezogen wird.

Beiden Arten des Betriebes, über deren Vergleichswerth ein abschliessendes Urtheil noch nicht besteht, vermag die eiserne Nadel zu genügen, denn wenn auch die letztere Art wegen der geringeren Stöße, denen die Nadeln ausgesetzt werden, vorzuziehen sein mag, so haben doch Versuche an den vorerwähnten Rohren gezeigt, das sowohl Verbiegungen als auch Verbeulungen ausserordentlich leicht zu beseitigen sind, erstere durch gleiche Beanspruchung in entgegengesetzter Richtung, letztere durch Hämmern über einer eingesteckten Grubenschiene.

Fufs und Kopf der Nadel sind je durch einen eingesteckten Ring oder Deckel gegen Verdrückung zu sichern. Oben wird ein hölzerner Handgriff für die Bedienung angenehm sein; vgl.



nebenstehende Abbildung. Bei Hakenauslösung ist der Bügel in der in der folgenden Abbildung angedeuteten Art drehbar einzurichten, damit der Vortheil der runden Nadeln, das sie zur Erreichung dichten Schlusses an die benachbarten herangerollt werden können, gewahrt bleibe.

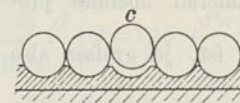
Werden die Nadeln unten geschlossen, so ist ihr Auftrieb, ebenso wie bei den hölzernen, grösser als ihr Gewicht. Ob



hierin ein Vorzug liegt, muss die Erfahrung lehren. Recht vortheilhaft möchte sich das Einsetzen der Nadeln gestalten, wenn sie unten offen sind und oben eine kleine Oeffnung (siehe bei a in der Abbildung) haben, durch welche die Luft während des Einsinkens entweicht, sodas sie hierbei allmählich schwerer werden.

Um bei Hakenauslösung das Gewicht der zu hebenden Nadeln zu verringern, könnten dieselben am Fusse eine kleine Oeffnung, b, besitzen, welche nach dem Unterwasser hin zu drehen wäre. Auch möchte, um das Untersinken abschwimmender Nadeln zu verhüten, ein wasserdichter Abschluss oben und etwa in der Mitte zu empfehlen sein.

Wenn man den drehbaren Bügel vermeiden, also von einem Rollen der Nadeln absehen will, so könnte man die Lage der Nadeln etwa dadurch fest vorzeichnen, das man als unteren



Anschlag eine gewellte gusseiserne Schwelle anbrächte, s. nebenstehende Abbildung. Das Bedenken, das die Nadeln nicht genau den gleichen Durchmesser haben werden, ist nicht so

erheblich, da in diesem Falle nur entweder eine — jedenfalls sehr geringe — Undichtigkeit oder ab und zu eine Lage wie bei c eintreten würde.

Diese Anordnung ist geeignet, noch einem andern Uebelstande abzuhefen, welcher den runden Nadeln anhaftet. Wenn nämlich eine grössere Oeffnung im Wehre frei ist, so bestehen im Oberwasser längs der Nadelwand Seitenströmungen, welche nach unten hin am stärksten sind und die letzten Nadeln, selbst kantige, mit ihrem Fusse verschieben, die runden aber zweifellos nach der Mitte hin rollen werden. Es war deshalb bereits oben der Vorschlag gemacht, bei glattem Anschlag in gewissen Abständen, etwa vor jedem Bock, einen Vorsprung zu schaffen, welcher ein Rollen verhindert. Doch kann auch durch geeignete Wehrbedienung das Eintreten des erwähnten Uebelstandes ganz oder grösstentheils vermieden werden. Erheblichere Seitenströ-

mungen entstehen nämlich nur bei großen Oeffnungen; wenn diese daher vermieden und in eine Anzahl kleinerer zerlegt werden, was sowohl beim Einsetzen wie beim Herausnehmen der Nadeln angängig ist, so wird auch ein Rollen der Nadeln nicht eintreten.

Die letzteren Andeutungen über Construction und Betrieb haben nur den Zweck, zu zeigen, daß die eisernen Wehrnadeln nach allen Richtungen hin ausbildungsfähig sind. Einer allgemeinen Anwendung werden wohl zunächst die höheren Kosten entgegenstehen. Das Cubikmeter des in den kantigen, nach den Enden verjüngten größeren Nadeln enthaltenen tadellosen Holzes ist auf etwa 200  $\mathcal{M}$ , d. i. 0,16  $\mathcal{M}$ /kg, zu veranschlagen, das Flusseisen zu 0,65  $\mathcal{M}$ /kg. Dazu kommt für Arbeit und Beschlag, je nach Art des letzteren, und nach Größe der Nadeln, sowohl für hölzerne wie eiserne Nadeln ein Betrag von 1,00 bis 3,00  $\mathcal{M}$  für jede Nadel.

Dann kostet z. B. 1 m Nadelwand bei 3 m nutzbarer Nadellänge:

$$\begin{aligned} \text{bei hölzernen Nadeln} & \frac{100}{10,2} (28,66 \cdot 0,16 + 1,50) \\ & = 10 \cdot 6,09 = 60,90 \mathcal{M}, \\ \text{bei eisernen Nadeln} & \frac{100}{10} (12,43 \cdot 0,65 + 1,50) \\ & = 10 \cdot 9,58 = 95,80 \mathcal{M} \end{aligned}$$

Die Kosten der Nadelwand sind also bei eisernen Nadeln etwa  $1\frac{1}{2}$  mal so hoch als bei hölzernen Nadeln. Bei größeren Nadellängen wird das Verhältniß noch etwas ungünstiger.

Inwieweit die höheren Kosten der röhrenförmigen gegenüber denen der kantigen hölzernen Nadeln durch die aufgeführten Vorzüge, namentlich den der größeren Leichtigkeit und den voraussichtlich geringeren Verschleiß, gerechtfertigt sind, muß die Erfahrung lehren. Für den Verschleiß aufsergewöhnlich hoher Wehre, ganz besonders an Schiffsdurchlässen, werden die höheren Kosten nicht ausschlaggebend sein.

Hoffentlich regen die gegebenen Berechnungen und Betrachtungen dazu an, daß von denjenigen, welche den Betrieb bestehender Nadelwehre zu leiten haben, eingehendere Versuche gemacht werden. Diese allein können, wenn sie mit Interesse an der Sache ausgeführt und genügend lange fortgesetzt werden, ein abschließendes Urtheil gewähren.

Die außerordentlichen Fortschritte in der Herstellung besonders fester, zäher und zuverlässiger Eisenarten lassen die Möglichkeit einer weiteren Herabminderung der Wandstärken und damit der Gewichte der röhrenförmigen Nadeln, ebenso aber auch der Kosten erwarten und gerade die jetzige Zeit für diese Untersuchungen geeignet erscheinen. Aber auch die gegenwärtig hergestellten gezogenen Rohre werden jeden, der sie handhabt, in hohem Maße befriedigen.

Lingen 1893.

Lieckfeldt.

## Die zusätzlichen Beanspruchungen durchgehender (continuirlicher) Brückenconstructions.

(Alle Rechte vorbehalten.)

Die Bestimmung der zusätzlichen Beanspruchungen, die in Brückenconstructions durch wagerechte Quer- und Längsbelastungen sowie durch Wärmeinflüsse hervorgerufen werden, wurde von dem Verfasser in dem Buche „Die Zusatzkräfte und Nebenspannungen eiserner Fachwerkbrücken“ insbesondere für einfache Träger durchgeführt. Für Bogenbrücken findet sich eine ähnliche Untersuchung bezüglich der durch wagerechte Querbelastungen (Winddrücke) erzeugten Zusatzkräfte im Jahrgang 1881 der Zeitschrift für Bauwesen. Im folgenden mögen zur Vervollständigung in Kürze die entsprechenden Untersuchungen für durchgehende Brücken mitgeteilt werden.

### 1. Durchgehende (continuirliche) Balken unter dem Einfluß wagerechter Längsbelastungen.

Von den  $n + 1$  Lagern eines durchgehenden Balkens über  $n$  Oeffnungen seien das linksseitige Lager  $C_0$  fest, die übrigen verschieblich (Abb. 1) angeordnet. Als Belastung wirken waga-

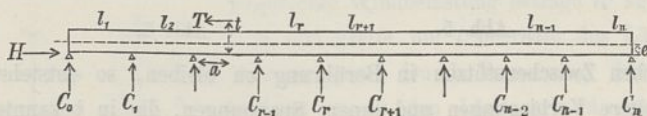


Abb. 1.

rechte Kräfte  $T$ , deren Angriffspunkte die Ordinaten  $t$  (auf die Auflagerhorizontale bezogen) und die Abszissen  $\alpha$  (jeweils vom linksseitigen Lager der betr. Oeffnung gerechnet) besitzen.

Zur Bestimmung der „Normalmomente“  $N$ , d. h. derjenigen Biegemomente, die infolge der Continuität über den Stützen entstehen, dienen die bekannten „Normalgleichungen“, deren allgemeine Form für überall gleiches Trägheitsmoment durch folgende Gleichung dargestellt wird:

$$\begin{aligned} N_{r-1} l_r + 2 N_r (l_r + l_{r+1}) + N_{r+1} l_{r+1} \\ = - \frac{6}{l_r} \int_0^{l_r} \mathfrak{M} x dx - \frac{6}{l_{r+1}} \int_0^{l_{r+1}} \mathfrak{M} x dx \dots \quad (1) \end{aligned}$$

Hierin bedeuten  $\mathfrak{M}$  die Biegemomente, die in den betrachteten Oeffnungen  $l_r$  und  $l_{r+1}$  entstehen würden, wenn es sich um frei aufliegende Balken handelte.  $x$  und  $\alpha$  bezeichnen die Abszissen vom linksseitigen bzw. rechtsseitigen Auflager her gerechnet.

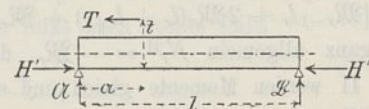


Abb. 2.

Zur Bestimmung der Werthe  $\mathfrak{M}$  denken wir uns die betr. Oeffnung herausgeschnitten (Abb. 2). Aufser den Belastungen  $T$  wirken auf die Träger die beiden lothrechten Gegendrucke  $\mathfrak{X}$  und  $\mathfrak{B}$  und die beiden wagerechten Gegendrucke  $H'$  und  $H''$ . Unter der Voraussetzung, daß nur eine einzige Last  $T$  wirksam sei, erhält man

$$\begin{aligned} \mathfrak{X} = - \mathfrak{B} & = \frac{T \cdot t}{l} \\ H' = H'' & + T. \end{aligned}$$

Der Gegendruck  $H''$  ist gleich der Summe aller Belastungen rechts von der betrachteten Oeffnung,  $H'' = \sum_{r+1}^n T$ .

Die Momente  $\mathfrak{M}$  ergeben sich, wenn man mit  $e$  die Tiefe der Stützpunkte unterhalb der Trägerachse bezeichnet, für

$$x < a \text{ zu } \mathfrak{M} = \mathfrak{A}x - H'e$$

$$x > a \text{ zu } \mathfrak{M} = \mathfrak{A}x - H'e - T(t - e).$$

Nach Einsetzen vorstehender Werthe von  $\mathfrak{M}$  in Gleichung 1 und entsprechender Entwicklung erhält man die dem angenommenen Belastungsfall entsprechenden Normalmomente.

Besonders einfach gestalten sich die Verhältnisse, wenn die wagerechten Belastungen in gleicher Höhe  $t$  und gleichförmig über die einzelnen Oeffnungen vertheilt sind\*) ( $w$  kg f. 1 m), wobei  $w$  für jede einzelne Oeffnung verschieden groß sein kann. Es ist dann

$$\mathfrak{A} = -\mathfrak{B} = \frac{wl \cdot t}{l} = wt$$

$$H' = H'' + wl; \quad H'' = \sum_{r+1}^n wl;$$

$$\mathfrak{M} = -H'e + \mathfrak{A}x - \int_0^x w(t-e) dx$$

$$= -H'e - we(l-x) = -H'e + wea.$$

Der Ausdruck von  $\mathfrak{M}$  stellt die Gleichung einer Geraden dar.

Für sämtliche Oeffnungen werden die  $\mathfrak{M}$  durch einen

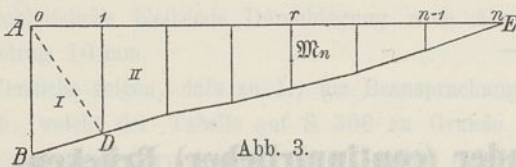


Abb. 3.

Linienzug nach Abb. 3 dargestellt; für überall gleiches  $w$  geht der Linienzug in eine einzige Gerade über.

Die Gesamtmomentenfläche  $ABE$  (Abb. 3) kann nun zur bequemen weiteren Behandlung in zwei Theile getrennt werden, in Theil I (= Dreieck  $ABD$ ) und in Theil II (= Fläche  $ADE$ ).

Was zunächst den Einfluss der Fläche II auf die Normalmomente anbelangt, so wird hierfür

$$-\frac{6}{l_r} \int_0^{l_r} \mathfrak{M}x dx = -(\mathfrak{M}_{r-1} + 2\mathfrak{M}_r)l_r$$

und

$$-\frac{6}{l_{r+1}} \int_0^{l_{r+1}} \mathfrak{M}x dx = -(2\mathfrak{M}_r + \mathfrak{M}_{r+1})l_{r+1};$$

die Normalgleichung nimmt dementsprechend folgende Gestalt an  $N_{r-1}^{II}l_r + 2N_r^{II}(l_r + l_{r+1}) + N_{r+1}^{II}l_{r+1}$

$$= -[\mathfrak{M}_{r-1}l_r + 2\mathfrak{M}_r(l_r + l_{r+1}) + \mathfrak{M}_{r+1}l_{r+1}]. \quad (2)$$

Hieraus folgt ganz allgemein  $N_r^{II} = -\mathfrak{M}_r$ , d. h. durch die Momentenfläche II werden Momente gleich und entgegengesetzt den Momenten  $\mathfrak{M}$  des frei aufliegenden Trägers hervorgerufen. Die Summe beider,  $N^{II} + \mathfrak{M}$ , ist somit gleich Null.

Der Einfluss der Momentenfläche I auf die Momente wird leicht mit Hilfe der Festpunkte  $K$  nach Angabe der Abb. 4 ermittelt. Die gesuchten Normalmomente  $N^I$  werden durch den betr. Linienzug auf den Stützenverticalen abgeschnitten.

\*) Diese Voraussetzung darf insbesondere in dem praktisch wichtigen Falle der Belastung von Eisenbahnbrücken durch Bremskräfte gemacht werden.

Die Ordinaten des Linienzugs stellen unmittelbar die Gesamtmomente des Balkens in den einzelnen Querschnitten dar (=  $M$ ),

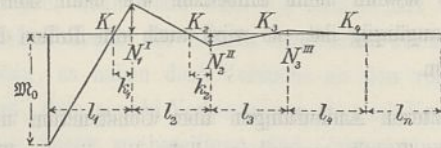


Abb. 4.

da nach dem früheren  $N^{II} + \mathfrak{M} = 0$ , und somit nur der Einfluss der Fläche I in Betracht kommt.

Es ist aus Abb. 4 ersichtlich, dass die Momente  $M$ , die durch gleichförmig vertheilte wagerechte Längsbelastungen im durchgehenden Balken hervorgerufen werden, ihren Größtwerth am festen Auflager erreichen,  $M_0 = \mathfrak{M}_0 = -\sum_0^n wel$ . Von hier aus nehmen die Werthe von  $M$  rasch ab. Sie sind

$$\text{an der 1. Mittelstütze } M_1 = -\frac{k_1}{l_1 - k_1} M_0$$

$$\text{„ „ 2. „ } M_2 = -\frac{k_2}{l_2 - k_2} M_1 = \frac{k_1 k_2}{(l_1 - k_1)(l_2 - k_2)} M_0 \text{ usw.,}$$

wo  $k_1, k_2, \dots$  die Entfernungen der Festpunkte  $K$  von den rechtsgelegenen Stützen bezeichnen.

Die Stützendrücke  $C$ , welche unter dem Einfluss der wagerechten Belastungen entstehen, sind

$$C_r = \mathfrak{C}_r + \frac{N_{r-1}}{l_r} - N_r \left( \frac{1}{l_r} + \frac{1}{l_{r+1}} \right) + \frac{N_{r+1}}{l_{r+1}}, \quad (3)$$

wo  $\mathfrak{C}_r$  den Stützendruck, der bei einfachen Trägern auftreten würde, bezeichnet,  $\mathfrak{C}_r = -w_r t + w_{r+1} t$ .

Die Normalmomente sind nach obigem  $N_r = N_r^I + N_r^{II} = N_r^I - \mathfrak{M}_r$ .

Der Werth von  $C_r$  wird am größten, wenn nur auf der einen Seite des Pfeilers wagerechte Lasten angreifen.

Das vorstehend für Vollwandträger aufgestellte Verfahren kann genau genug auch für Fachwerkträger benutzt werden, da der Einfluss der Strebenverlängerungen im vorliegenden Fall auf die Endergebnisse ohne Belang ist.

## 2. Durchgehende Balken unter dem Einfluss ungleicher Erwärmung.

Wird die obere Gurtung eines Balkens (Vollwandträgers) von überall gleicher Höhe  $h$  um  $t$  Grad stärker erwärmt als die untere, und findet dabei durch die Wand ein gleichmäßiger Wärmeübergang statt, so nimmt der gewichtslos gedachte, nur an den beiden Enden aufgelagerte Träger eine sich gleich bleibende Krümmung vom Radius  $r = h : \omega t$  an (wo  $\omega$  = Wärmeausdehnungsziffer), ohne dass hierbei innere Spannungen entstehen (Abb. 5). Wenn nun der Träger gezwungen wird, mit sämt-

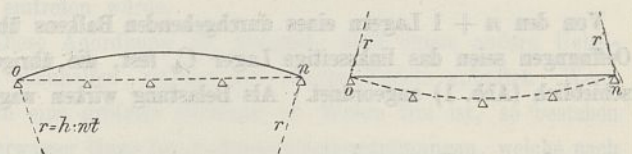


Abb. 5.

Abb. 6.

lichen Zwischenstützen in Berührung zu bleiben, so entstehen weitere Verbiegungen und innere Spannungen, die in bekannter Weise mit Hilfe der Theorie der durchgehenden Träger auf gesenkten Mittelstützen berechnet werden können. Die Aufgabe ist dieselbe, wie wenn der Träger gerade geblieben wäre, dagegen sich die Zwischenstützen soweit gesenkt hätten, als den Ordinaten eines Kreisbogens vom Radius  $r$  entsprechen würde

(Abb. 6). Die allgemeine Normalgleichung lautet dann bei unveränderlichem Trägheitsmoment  $J$  folgendermaßen

$$N_{r-1} l_r + 2 N_r (l_r + l_{r+1}) + N_{r+1} l_{r+1} = \frac{3 E J (l_r + l_{r+1}) \omega t}{h} \dots \dots \dots (4)$$

Bei gleich großen Oeffnungen  $l$  geht dieselbe über in

$$N_{r-1} + 4 N_r + N_{r+1} = \frac{6 E J \omega t}{h}$$

Die Normalmomente  $N$  zeigen sich hiernach unabhängig von der Spannweite  $l$ .

Statt nach vorstehendem die Normalmomente mit Hilfe der Normalgleichungen auf analytischem Wege zu bestimmen, kann auch folgendes einfache zeichnerische Verfahren eingeschlagen werden.

Wir denken uns zunächst den Träger an seinen Enden durch die Biegemomente  $M_0 = \frac{EJ}{r} = \frac{EJ\omega t}{h}$  angegriffen, wodurch er sich nach dem Radius  $r$  krümmt und sämtliche Zwischenstützen berührt. Nach Befestigung des Trägers an den Stützen werden die Angriffsmomente  $M_0$  wieder entfernt, worauf der Träger seine endgültige Form annimmt. Bei der erstgenannten Operation wird jedes Normalmoment  $= M_0$ ; bei dem zweiten kommt ein Zusatzmoment  $m_r$  hinzu, entsprechend der Einwirkung negativer Angriffsmomente ( $-M_0$ ), die an den Enden des auf den Stützen befestigten Trägers angreifen. Diese Zusatzmomente  $m$  können als aus zwei Theilen,  $m'$  und  $m''$ , bestehend angesehen werden, hervorgerufen durch das linksseitige bzw. das rechtsseitige ( $-M_0$ ). Die Construction von  $m'$  und  $m''$  erfolgt mit Hilfe der Festpunkte  $K$  und  $J$  nach Anweisung der Abb. 7. Schliesslich ist das Normalmoment an der  $r$ -Stütze  $N_r = M_0 + m_r' + m_r''$ .

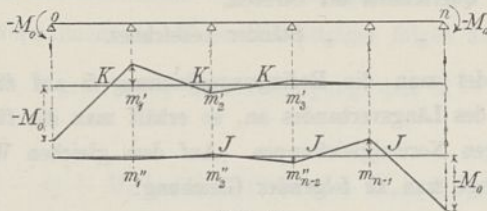


Abb. 7.

Aus Abb. 7 geht hervor, dass die Werthe von  $m'$  und  $m''$  mit der Entfernung von der betr. Endstütze rasch abnehmen. Bei grosser Felderzahl kann für die mittleren Stützen  $m'$  und  $m''$  gleich Null gesetzt werden; man erhält für dieselben  $N$  constant  $= M_0$ . Für die Stützen am linken Ende wird  $N = M_0 + m'$ , für die am rechten Ende  $N = M_0 + m''$ . An den Endstützen selbst ist selbstverständlich  $N = 0$ .

### 3. Durchgehende Fachwerkbrücken unter dem Einfluss wagerechter Querbelastungen.

In Abb. 8 sei der Querschnitt einer Fachwerkbrücke mit zwei Hauptträgern und einem Längsverband dargestellt. Die wagerechte Windbelastung betrage  $w$  kg für 1 m und greife um  $t$  oberhalb des Längsverbandes an. Durch Versetzung der Belastung  $w$  an den Längsverband entsteht ein Kräftepaar  $w t$ , durch welches der äussere

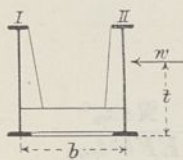


Abb. 8.

Träger I um  $q = \frac{wt}{b}$  mehr, und der Träger II um den gleichen Betrag weniger belastet wird. Die Momente und Querkräfte, die in den Hauptträgern bei freier

Auflagerung (nach Aufhebung der Continuität) entstehen würden, seien mit  $\mathfrak{M}$  und  $\mathfrak{N}$  bezeichnet, die entsprechenden Gröfsen des Längsverbandes mit  $\mathfrak{R}$  und  $\mathfrak{S}$ . Die Normalmomente (Stützenmomente), welche durch die Continuität hervorgerufen werden, seien bezüglich der Hauptträger mit  $M_1 M_2 M_r \dots$ , bezüglich des Längsverbandes mit  $N_1 N_2 N_r \dots$  bezeichnet.

Die Normalgleichungen zur Bestimmung der Normalmomente  $M_r$  und  $N_r$  fallen im vorliegenden Falle etwas verwickelter aus als bei gewöhnlichen durchgehenden Balken, da die unteren Gurtstäbe sowohl den Hauptträgern wie dem Längsverband angehören und hierdurch das gleichzeitige Eintreten der Momente  $M_r$  und  $N_r$  in jede der Normalgleichungen bedingen. Damit Hauptträger I, auch nach eingetretener Formänderung

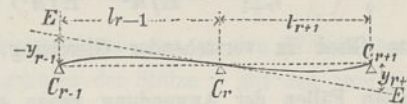


Abb. 9.

mit sämtlichen Stützen in Berührung sei, muss nach Abbildung 9 für je drei aufeinanderfolgende Stützen die Bedingung

$$\frac{y_{r-1}}{l_r} + \frac{y_{r+1}}{l_{r+1}} = 0 \text{ erfüllt sein. } \dots \dots \dots (5)$$

$y_{r+1}$  bedeutet hierin die Hebung des Endpunktes  $C_{r+1}$  gegenüber der Tangente  $EE$  an der mittleren Stütze  $C_r$ ,  $y_{r-1}$  die Hebung des Endpunktes  $C_{r-1}$  gegenüber  $EE$ .

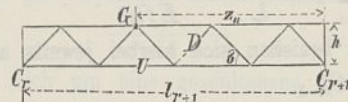


Abb. 10.

Die Gröfse  $y_{r+1}$  ist eine Function sämtlicher Stabkräfte der Oeffnung  $l_{r+1}$ .

$$y_{r+1} = - \sum_0^{r+1} \frac{O s}{E F h} x + \sum_0^{r+1} \frac{U s}{E F h} x - \sum_0^{r+1} \frac{D d}{E f \sin \delta}$$

Hierin bezeichnet

- $O$  die Kraft eines obren Gurtstabes,
- $U$  " " " untern "
- $x$  die Entfernung des zu  $O$  oder  $U$  gehörigen Gegenpunktes  $G$  vom Endpunkt  $C_{r+1}$ ,
- $F$  den Querschnitt eines Gurtstabes,
- $s$  die Länge eines Gurtstabes,
- $D$  die Kraft einer Strebe,
- $d$  die Länge " "
- $f$  den Querschnitt einer Strebe,
- $\delta$  den Neigungswinkel einer Strebe, positiv wenn die Strebe von links nach rechts fällt,

$$\sin \delta = \pm \frac{h}{d}$$

Nun ist

$$\begin{aligned} O &= - \frac{M}{h} = - \frac{M_r x_0 + M_{r+1} (l - x_0)}{l_{r+1} h} - \frac{\mathfrak{M}}{h}, \\ U &= \frac{M_r x_u + M_{r+1} (l - x_u)}{l_{r+1} h} + \frac{\mathfrak{M}}{h} \\ &+ \frac{N_r x_u' + N_{r+1} (l - x_u')}{l_{r+1} b} + \frac{\mathfrak{R}}{b}. \end{aligned}$$

Die Momente  $\mathfrak{M}$  und  $\mathfrak{R}$  beziehen sich hierin stets auf den Gegenpunkt des betr. Gurtstabes; der untere Gurtstab hat zwei

Gegenpunkte, einen im Hauptträger mit der Abscisse  $x_u$  und einen im Längsverband mit der Abscisse  $x_u'$ .

Die Diagonalkraft  $D$  ist  

$$D = \frac{Q}{\sin \delta} = \left( \frac{-M_r + M_{r+1}}{l_{r+1}} + \Omega \right) \frac{1}{\sin \delta}.$$

Nach Einsetzen der vorstehenden Werthe in den Ausdruck von  $y_{r+1}$  ergibt sich

$$y_{r+1} = \sum_0^{r+1} \left( \frac{M_r x_0 + M_{r+1} (l - x_0)}{l_{r+1} h^2} \cdot \frac{x_0 \cdot s}{EF} + \frac{\mathfrak{M} s x_0}{EFh^2} \right) + \sum_0^{r+1} \left( \frac{M_r x_u + M_{r+1} (l - x_u)}{l_{r+1} h^2} \cdot \frac{x_u \cdot s}{EF} + \frac{\mathfrak{M} s x_u}{EFh^2} \right) + \sum_0^{r+1} \left( \frac{N_r x_u' + N_{r+1} (l - x_u')}{l_{r+1} bh} \cdot \frac{x_u s}{EF} + \frac{\mathfrak{N} s x_u}{EFhb} \right) - \sum_0^{r+1} \left( \frac{M_{r+1} - M_r}{l_{r+1}} \frac{d^3}{EFh^2} + \frac{\Omega d^3}{EFh^2} \right) \dots \quad (6)$$

Das letzte Glied in vorstehender Gleichung,  $\sum_0^{r+1} \frac{\Omega d^3}{EFh^2}$  läßt sich in allen Fällen der Anwendung genau genug gleich Null setzen. \*)

In ähnlicher Weise erhält man die Hebung  $y_{r-1}$  zu

$$y_{r-1} = \sum_0^r \left( \frac{M_r x_0 + M_{r-1} (l - x_0)}{l_r h^2} \cdot \frac{x_0 s}{EF} + \frac{\mathfrak{M} s x_0}{EFh^2} \right) + \sum_0^r \left( \frac{M_r x_u + M_{r-1} (l - x_u)}{l_r h^2} \cdot \frac{x_u s}{EF} + \frac{\mathfrak{M} s x_u}{EFh^2} \right) + \sum_0^r \left( \frac{N_r x_u' + N_{r-1} (l - x_u')}{l_r bh} \cdot \frac{x_u s}{EF} + \frac{\mathfrak{N} s x_u}{EFhb} \right) - \sum_0^r \frac{M_{r-1} - M_r}{l_r} \frac{d^3}{EFh^2} \dots \quad (7)$$

Die Abscissen  $x$  beziehen sich hierbei jeweils auf den linkseitigen Endpunkt  $C_{r-1}$ .

Unter Berücksichtigung der Gl. 6 und 7 geht die Bedingungsgleichung über in

$$M_{r-1} \sum_0^r \left( \frac{(l - x_0) x_0 s}{EFh^2 l_r^2} + \frac{(l - x_u) x_u s}{EFh^2 l_r^2} - \frac{d^3}{EFh^2 l_r^2} \right) + M_r \left[ \sum_0^r \left( \frac{x_0^2 s}{EFh^2 l_r^2} + \frac{x_u^2 s}{EFh^2 l_r^2} + \frac{d^3}{EFh^2 l_r^2} \right) + \sum_0^{r+1} \left( \frac{x_0^2 s}{EFh^2 l_{r+1}^2} + \frac{x_u^2 s}{EFh^2 l_{r+1}^2} + \frac{d^3}{EFh^2 l_{r+1}^2} \right) \right] + M_{r+1} \sum_0^{r+1} \left( \frac{(l - x_0) x_0 s}{EFh^2 l_{r+1}^2} + \frac{(l - x_u) x_u s}{EFh^2 l_{r+1}^2} - \frac{d^3}{EFh^2 l_{r+1}^2} \right) + N_{r-1} \sum_0^r \frac{(l - x_u') x_u s}{EFbh l_r^2} + N_r \left[ \sum_0^r \frac{x_u' x_u s}{EFbh l_r^2} + \sum_0^{r+1} \frac{x_u' x_u s}{EFbh l_{r+1}^2} \right] + N_{r+1} \sum_0^{r+1} \frac{(l - x_u') x_u s}{EFbh l_{r+1}^2} = - \sum_0^r \frac{\mathfrak{M} s x_0}{EFh^2 l_r} - \sum_0^r \frac{\mathfrak{M} s x_u}{EFh^2 l_r} - \sum_0^{r+1} \frac{\mathfrak{M} s x_0}{EFh^2 l_{r+1}} - \sum_0^{r+1} \frac{\mathfrak{M} s x_u}{EFh^2 l_{r+1}} - \sum_0^r \frac{\mathfrak{N} s x_u'}{EFhb l_r} - \sum_0^r \frac{\mathfrak{N} s x_u''}{EFhb l_r} - \sum_0^{r+1} \frac{\mathfrak{N} s x_u'}{EFhb l_{r+1}} \quad (8)$$

Vorstehende Gleichung 8 stellt die Normalgleichung für die Hauptträger dar. Sie läßt sich mit geringen Vernachlässigungen für den praktischen Gebrauch wesentlich vereinfachen. An-

\*) Für symmetrische Belastung und Stabanordnung ist dies mathematisch genau; desgl. bei unveränderlichem  $f$  und  $d$  für beliebige Belastung, da hierfür  $\sum_0^{r+1} \Omega \cdot d = \Sigma \Omega \cdot Ax \cdot \cos \delta = \Sigma \frac{\mathfrak{M}}{Ax} \cdot \frac{Ax}{\cos \delta} = \frac{1}{\cos \delta} \left( \mathfrak{M} \right)_0^{r+1} = 0.$

nähernd kann man die Querschnitte  $F$  der Gurtstäbe und  $f$  der Streben unveränderlich annehmen. Es läßt sich ferner setzen

$$\Sigma (l - x_0) x_0 s = \Sigma (l - x_u) x_u s = \int_0^l (l - x) x dx = \frac{l^3}{6};$$

$$\Sigma (l - x_0) x_0 s = \Sigma (l - x_u) x_u s = \frac{l^3}{6};$$

$$\Sigma x_0^2 s = \Sigma x_u^2 s = \int_0^l x^2 dx = \frac{l^3}{3}; \quad \Sigma x_0^2 s = \Sigma x_u^2 s = \frac{l^3}{3};$$

$$\Sigma \frac{d^3}{l^2} = \frac{nd^3}{l^2} = \frac{nl}{m^3}, \quad \text{wenn } \frac{l}{d} = m, \text{ und } n = \text{Zahl der Streben.}$$

Nach entsprechender Vereinfachung ergibt sich

$$M_{r-1} l_r (1 - \alpha) + M_r [l_r (2 + \alpha) + l_{r+1} (2 + \alpha)] + M_{r+1} l_{r+1} (1 - \alpha) + \frac{N_{r-1} l_r h}{2b} + \frac{N_r (l_r + l_{r+1}) h}{b} + \frac{N_{r+1} l_{r+1} h}{2b} = - \int_0^{l_r} \frac{6 \mathfrak{M} x dx}{l_r} - \int_0^{l_{r+1}} \frac{6 \mathfrak{M} x dx}{l_{r+1}} - \frac{h}{b} \int_0^{l_r} \frac{3 \mathfrak{N} x dx}{l_r} - \frac{h}{b} \int_0^{l_{r+1}} \frac{3 \mathfrak{N} x dx}{l_{r+1}} \dots \quad (9)$$

Zur Abkürzung wurde hierbei  $\alpha = \frac{3nF}{m^3f}$  gesetzt.

Für den Fall, das man es nach Abb. 11 mit einem Ständerfachwerk statt mit dem in Abb. 10 dargestellten Strebenfachwerk zu thun hat, geht der Werth von  $\alpha$  über in

$$\alpha = \frac{3F}{n^2 \cos^3 \delta} \left( \frac{1}{f} + \frac{\sin^3 \delta}{f_1} \right),$$

wo  $f$  den Querschnitt der Streben,  $f_1$  " " " Ständer bezeichnet.

Wendet man die Bedingungsgleichung 5 auf die Formänderung des Längsverbandes an, so erhält man die für letzteren gültigen Normalgleichungen. Auf dem gleichen Wege wie oben gelangt man zu folgender Gleichung:

$$N_{r-1} \sum_0^r \left( \frac{(l - x_u') x_u' s}{EFb^2 l_r^2} + \frac{(l - x_u'') x_u'' s}{EFb^2 l_r^2} - \frac{d^3}{E\varphi b^2 l_r^2} \right) + N_r \left[ \sum_0^r \left( \frac{x_u'^2 s}{EFb^2 l_r^2} + \frac{x_u''^2 s}{EFb^2 l_r^2} + \frac{d^3}{E\varphi b^2 l_r^2} \right) + \sum_0^{r+1} \left( \frac{x_u'^2 s}{EFb^2 l_{r+1}^2} + \frac{x_u''^2 s}{EFb^2 l_{r+1}^2} + \frac{d^3}{E\varphi b^2 l_{r+1}^2} \right) \right] + N_{r+1} \sum_0^{r+1} \left( \frac{(l - x_u') x_u' s}{EFb^2 l_{r+1}^2} + \frac{(l - x_u'') x_u'' s}{EFb^2 l_{r+1}^2} - \frac{d^3}{E\varphi b^2 l_{r+1}^2} \right) + M_{r-1} \sum_0^r \left( \frac{(l - x_u) x_u' s}{EFbh l_r^2} + \frac{(l - x_u) x_u'' s}{EFbh l_r^2} \right) + M_r \left[ \sum_0^r \left( \frac{x_u x_u' s}{EFbh l_r^2} + \frac{x_u x_u'' s}{EFbh l_r^2} \right) + \sum_0^{r+1} \left( \frac{x_u x_u' s}{EFbh l_{r+1}^2} + \frac{x_u x_u'' s}{EFbh l_{r+1}^2} \right) \right] + M_{r+1} \sum_0^{r+1} \left( \frac{(l - x_u) x_u' s}{EFbh l_{r+1}^2} + \frac{(l - x_u) x_u'' s}{EFbh l_{r+1}^2} \right) = - \sum_0^r \frac{\mathfrak{N} s x_u'}{EFb^2 l_r} - \sum_0^r \frac{\mathfrak{N} s x_u''}{EFb^2 l_r} - \sum_0^{r+1} \frac{\mathfrak{N} s x_u'}{EFb^2 l_{r+1}} - \sum_0^{r+1} \frac{\mathfrak{N} s x_u''}{EFb^2 l_{r+1}} - \sum_0^r \frac{\mathfrak{M} s x_u'}{EFhb l_r} - \sum_0^r \frac{\mathfrak{M} s x_u''}{EFhb l_r} - \sum_0^{r+1} \frac{\mathfrak{M} s x_u'}{EFhb l_{r+1}} - \sum_0^{r+1} \frac{\mathfrak{M} s x_u''}{EFhb l_{r+1}} \dots \quad (10)$$



Hierin beziehen sich die Abscissen  $x_u'$  bzw.  $x_u''$  auf die Gegenpunkte der Stäbe der unteren Gurtung I, die Abscissen  $x_u''$  bzw.  $x_u''$  auf die zur unteren Gurtung II gehörigen Gegenpunkte. Die Abscissen  $x$  werden jeweils vom linken Endpunkt  $C_{r-1}$  aus, die Abscissen  $z$  vom rechten Endpunkt  $C_{r+1}$  aus gerechnet. Mit  $q$  werden die Querschnitte der Streben des Längsverbandes bezeichnet.

Für unveränderliches  $F$  und  $q$  geht Gleichung 10 näherungsweise über in

$$\begin{aligned} &N_{r-1} l_r (1 - \beta) + N_r [l_r + l_{r+1}] (2 + \beta) + N_{r+1} (1 - \beta) l_{r+1} \\ &+ M_{r-1} l_r \frac{b}{h} + M_r 2(l_r + l_{r+1}) \frac{b}{h} + M_{r+1} l_{r+1} \frac{b}{h} \\ = & - \int_0^{l_r} \frac{6 \mathfrak{M} x dx}{l_r} - \int_0^{l_{r+1}} \frac{6 \mathfrak{M} z dx}{l_{r+1}} - \frac{b}{h} \int_0^{l_r} \frac{6 \mathfrak{M} x dx}{l_r} \\ & - \frac{b}{h} \int_0^{l_{r+1}} \frac{6 \mathfrak{M} z dx}{l_{r+1}} \dots \quad (11) \end{aligned}$$

Der Beiwerth  $\beta$  ist hierbei

$$= \frac{3 n F}{m^3 q} \quad \text{oder} \quad = \frac{3 F}{n^2 \cos^3 \delta} \left( \frac{1}{q} + \frac{\sin^3 \delta}{q_1} \right)$$

zu setzen, je nachdem es sich um Strebenfachwerke oder Ständerfachwerke (Querschnitt der Ständer =  $q_1$ ) handelt.

Mit Hilfe der Normalgleichungen 8 und 10 bzw. 9 und 11 können nun die Normalmomente  $M$  und  $N$  bestimmt werden.

Sind die Querschnitte  $q$  der Längsverbandstreben sehr klein gegenüber den Gurtquerschnitten  $F$  (theoretisch = unendlich klein), so folgt aus Gleichung 10 oder 11,  $N = 0$ , d. h. der Längsverband wirkt nicht wie ein durchgehender Träger, sondern wie eine Reihe von Einzelträgern.

Die Normalmomente  $M$  der Hauptträger folgen aus Gl. 8 bzw. 9. Gl. 9 geht, unter Berücksichtigung, dass  $\mathfrak{N} = \mathfrak{M} \cdot \frac{b}{t}$ , über in

$$\begin{aligned} &M_{r-1} l_r (1 - \alpha) + M_r 2(l_r + l_{r+1}) (2 + \alpha) + M_{r+1} l_{r+1} (1 - \alpha) \\ = & \left[ - \int_0^{l_r} \frac{6 \mathfrak{M} x dx}{l_r} - \int_0^{l_{r+1}} \frac{6 \mathfrak{M} z dx}{l_{r+1}} \right] \left( 1 + \frac{h}{2t} \right) \dots \quad (12) \end{aligned}$$

d. h. die Normalmomente der Hauptträger werden  $\left( 1 + \frac{h}{2t} \right)$  mal größer, als sie unter dem alleinigen Einfluss der eigenen Belastung  $q$  bzw. von deren Momenten  $\mathfrak{M}$  werden würden.

Wenn die Strebenquerschnitte der Hauptträger (=  $f$ ) und des Längsverbandes (=  $q$ ) sehr groß sind, sodass deren Einfluss auf die Formänderung bzw. auf die Normalmomente vernachlässigt werden darf, d. h. wenn die Beiwerthe  $\alpha$  und  $\beta$  gleich Null gesetzt werden können, so lassen sich die Normalgleichungen 9 und 11 in folgende einfachere auflösen:

$$\begin{aligned} &M_{r-1} l_r + M_r 2(l_r + l_{r+1}) + M_{r+1} l_{r+1} \\ = & - \int_0^{l_r} \frac{6 \mathfrak{M} x dx}{l_r} - \int_0^{l_{r+1}} \frac{6 \mathfrak{M} z dx}{l_{r+1}} \dots \quad (13) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &N_{r-1} l_r + N_r 2(l_r + l_{r+1}) + N_{r+1} l_{r+1} \\ = & - \int_0^{l_r} \frac{6 \mathfrak{N} x dx}{l_r} - \int_0^{l_{r+1}} \frac{6 \mathfrak{N} z dx}{l_{r+1}} \dots \quad (14) \end{aligned}$$

Es ist unmittelbar ersichtlich, dass sich für  $\alpha$  und  $\beta = 0$  die Gleichungen 9 und 11 aus den Gleichungen 13 und 14 zusammensetzen lassen.

Aus der Form der Gleichungen 13 und 14 geht hervor, dass sich die Normalmomente  $M$  und  $N$  wie die Momente  $\mathfrak{M}$  und  $\mathfrak{N}$  bzw. wie die Belastungen  $q$  und  $w$  verhalten, d. h.  $M_r : N_r = q : w = t : b$ .

Die Gleichungen 13 und 14 stimmen mit den gewöhnlichen Normalgleichungen vollwandiger Träger vollständig überein.

Soll außer den Querbelastungen  $q$  auch noch der Einfluss von Stützensenkungen  $\delta$  (in lothrechter) und  $\Delta$  (in wagerechter Beziehung) in Betracht gezogen werden, so ist der rechten Seite der Gleichung 8 noch ein Glied =  $\frac{\delta_r - \delta_{r-1}}{l_r} + \frac{\delta_r - \delta_{r+1}}{l_{r+1}}$  bzw. =  $\gamma_r$  hinzuzufügen, wo  $\gamma_r$  den Winkel bezeichnet, den die Verbindungslinien der Stütze  $r$  mit den zwei Nachbarstützen mit einander bilden. Für die Gleichung 9 nimmt das Zusatzglied die Form  $3 E F h^2 \gamma_r$  oder  $6 E J \gamma_r$  an, wenn man mit  $J$  das Trägheitsmoment der beiden Gurtquerschnitte bezüglich der Trägerachse bezeichnet.

Das Zusatzglied auf der rechten Seite der Gleichung 10 ist gleich  $\frac{\Delta_r - \Delta_{r-1}}{l_r} + \frac{\Delta_r - \Delta_{r+1}}{l_{r+1}}$  bzw. gleich  $\Gamma_r$  zu setzen, das der Gleichung 11 gleich  $3 E F b^2 \Gamma_r$  oder gleich  $6 E Y \Gamma_r$ , wo  $Y$  das Trägheitsmoment der beiden Gurtquerschnitte bezüglich der Achse des Längsverbandes bezeichnet.

Handelt es sich um eine geschlossene Brücke mit zwei Hauptträgern und zwei Längsverbänden, die nach Angabe der

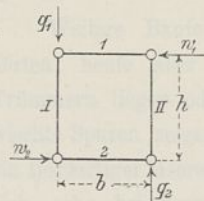


Abb. 12.

Abb. 12 in allgemeiner Weise durch lothrechte und wagerechte Kräfte belastet ist, so kommen viererlei Arten von Normalmomenten  $M', M'', N', N''$  in Betracht, zu deren Bestimmung für jeden der vier Einzelträger (Hauptträger I und II, Längsverband 1 und 2) die Normalgleichungen in ähnlicher Weise, wie oben bezüglich der offenen Brücke geschehen, aufzustellen sind. Für den Hauptträger I lautet die abgekürzte Normalgleichung

$$\begin{aligned} &M_{r-1}' l_r (1 - \alpha') + M_r' (l_r + l_{r+1}) (2 + \alpha') + M_{r+1}' l_{r+1} (1 - \alpha') \\ & - (N_{r-1}' + N_{r-1}'') \frac{l_r h}{2b} - (N_r' + N_r'') (l_r + l_{r+1}) \frac{h}{b} \\ & - (N_{r+1}' + N_{r+1}'') \frac{l_{r+1} h}{2b} \\ = & - \int_0^{l_r} \frac{6 \mathfrak{M}' x dx}{l_r} - \int_0^{l_{r+1}} \frac{6 \mathfrak{M}' z dx}{l_{r+1}} + \frac{h}{b} \int_0^{l_r} \frac{3 \mathfrak{N}' x dx}{l_r} \\ & + \frac{h}{b} \int_0^{l_{r+1}} \frac{3 \mathfrak{N}' z dx}{l_{r+1}} + \frac{h}{b} \int_0^{l_r} \frac{3 \mathfrak{N}'' x dx}{l_r} + \frac{h}{b} \int_0^{l_{r+1}} \frac{3 \mathfrak{N}'' z dx}{l_{r+1}} \dots \quad (15) \end{aligned}$$

In ähnlicher Weise ergeben sich die Normalgleichungen für die übrigen drei Träger.

Für sehr schwache Längsverbandstreben ( $q = 0$ ) werden die Normalmomente  $N'$  und  $N''$  gleich Null. Die Normalmomente  $M'$  und  $M''$  sind mit Hilfe der Normalgleichungen für Träger I und II zu bestimmen.

0 = Sind sämtliche Streben sehr stark, sodafs deren Formänderung gegenüber denen der Gurtstäbe vernachlässigt werden dürfen, so lassen sich die Normalgleichungen (nach Art der Gl. 15) in einfachere Gleichungen von folgender Form auflösen:

$$M_{r-1}'l_r + 2M_r'(l_r + l_{r+1}) + M_{r+1}'l_{r+1} = - \int_0^{l_r} 6M'x dx - \int_v^{l_{r+1}} 6M'x dx \quad (16)$$

Es sind das die gewöhnlichen Normalgleichungen vollwandiger Träger. Soll auch noch der Einfluss von Stützen-Senkungen berücksichtigt werden, so ist der rechten Seite der Gleichung 15 noch das Glied  $6EJ\gamma_r'$  hinzuzufügen. Wie früher angegeben, bezeichnet hierbei  $\gamma_r'$  den Winkel, den die Verbindungslinien der Stütze  $r$  mit den beiden Nachbarstützen mit einander bilden.

Auf den Fall von Stützen-Senkungen ist in bekannter Weise der Fall ungleicher Erwärmung einzelner Trägertheile zurückzuführen. Ist beispielsweise die obere Gurtung des Trägers I um  $t$  Grad wärmer als die übrigen Theile, so ist zu setzen

$$\text{für Träger I} \quad \gamma_r = \frac{(l_r + l_{r+1})\omega t}{2h},$$

$$\text{für Längsverband 1} \quad \Gamma_r' = - \frac{(l_r + l_{r+1})\omega t}{2b}.$$

Für Träger II und Längsverband 2 ist  $\gamma_r''$  und  $\Gamma_r'' = 0$ .

Es ist vorstehend vorausgesetzt, dass sich über den Pfeilern starre Querverbände befinden, sodafs der obere Längsverband an diesen Stellen seitlich vollkommen festgehalten ist.

Karlsruhe. Fr. Engelfser.

Handelt es sich um eine geschlossene Brücke mit zwei Hauptträgern und zwei Längsverbänden, die nach Angabe der Abb. 12 in allgemeiner Weise durch



wie oben bezüglich der offenen Brücke geschrieben, aufzustellen sind. Für den Hauptträger I lautet die abgeleitete Normalgleichung

In ähnlicher Weise ergeben sich die Normalgleichungen für die übrigen drei Träger.

Der Beweis 8 ist hierbei

an dessen je nachdem es sich um Stützensenkungen oder Stützerbewegungen (Gurtweite  $q$ ) handelt.

Mit Hilfe der Normalgleichungen 8 und 10 bzw. 9 und 11 können nun die Normalmomente  $M$  und  $N$  bestimmt werden.

Sind die Querschnitte  $q$  der Längsverbände sehr klein gegenüber den Gurtquerschnitten  $h$  (höchstens  $\frac{1}{10}$  endlich klein), so folgt aus Gleichung 10 oder 11  $\gamma = 0$ , d. h. der Längsverband wirkt nicht wie ein durchgehender Träger, sondern wie eine Reihe von Einzelträgern.

Die Normalmomente  $M$  der Hauptträger folgen aus Gl. 8 bzw. Gl. 9 nach Berücksichtigung, dass  $M = M_1 - M_2$  über in

$$M_{r-1}(1-\alpha) + M_r(l_r + l_{r+1})(2+\alpha) + M_{r+1}l_{r+1}(1-\alpha) = \dots \quad (13)$$