

DIE
TECHNIK
IM ZWANZIGSTEN
JAHRHUNDERT



BAUINGENIEURWESEN
KÖSTENBEFEUERUNG
UND LUFTBILDERKUNDUNG

B.19
11/11/19

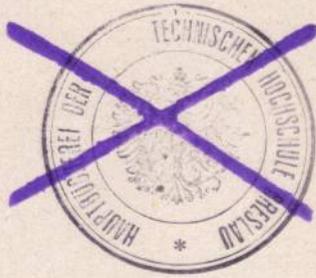
Archiwum



79

7/4 20 ad

42V —



PAK

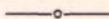


W. Maldin: Hubtor der Schleuse bei Klein-Machnow (Teltow-Kanal)

DIE TECHNIK IM ZWANZIGSTEN JAHRHUNDERT



UNTER MITWIRKUNG HERVORRAGENDER VERTRETER DER
TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN HERAUSGEGEBEN VON
GEH. REG.-RAT DR. A. MIETHE
O. PROFESSOR AN DER TECHNISCHEN HOCHSCHULE BERLIN



FÜNFTER (ERGÄNZUNGS-) BAND:
**BAUINGENIEURWESEN • KÜSTENBEFEUERUNG
LUFTBILDERKUNDUNG**

1920. VII.

4 Bilder Taf.

BRAUNSCHWEIG 1920 : VERLAG VON GEORG WESTERMANN

INHALTSVERZEICHNIS

Städtebau und Siedlungswesen. Von Professor Dr. Rudolf Eberstadt Seite 1—78

	Seite		Seite		Seite
Das Wesen des Städtebaues	1	Wasserläufe	19	Schwierigkeiten	56
Die Stadt als selbständiges Wesen	1	Anlage städtischer Brücken	22	Mißstände in den Industriestädten	57
Ländliche Bauweise	3	Geländeeinteilung und Bauweise	24	Wasserversorgung und Entwässerung	57
Siedlungszerteilung	3	Straßensystem	24	Anlage, Befestigung und Reinhaltung der Straßen	57
Grundlinien des Stadtbildes	4	Straßennetz	26	Baumpflanzungen in den Straßen	59
Stadtanlage	4	Anwendung des Baublocks	26	Anlage von Vorgärten	59
Altstädte	5	Verkehrsstraßen	27	Sanierung der Städte	60
Stadtkern	5	Wohnstraßen	29	Citybildung	62
Grundform der alten Stadtanlage	5	Bebauungsplan	30	Verkehrseinrichtungen	63
Innenstadt	5	Einzelhäuser	35	Stadtverkehr	63
Parzellierungs- und Planungstechnik	5	Bauordnung	35	Umkreisverkehr	63
Monumentalität und Siedlungsinteresse	7	Neubaubezirke	35	Wasserverkehr	63
Straßensystem	8	Monumentalbau	37	Straßenbahnen	63
Ringstraßen	8	Wirkungsbauten	39	Unterstraßenbahnen	65
Pariser Boulevards	8	Fabrikbau	41	Entwicklung und Bedeutung des großstädtischen Verkehrs	66
Ausstrahlungsstraßen	10	Geschäftshäuser, Kaufhäuser und Warenhäuser	42	Güterverkehr	68
Mannigfaltigkeit in der Straßenanlage	11	Straßenland	42	Regelung der gewerblichen Arbeitszeit	69
Blickpunkt (point de vue)	11	Krematorien	43	Inanspruchnahme der Verkehrsmittel	69
Öffentliche Plätze	11	Die Hausformen	43	Die Siedlungszerteilung (Dezentralisation)	70
Freilegungsmanie	14	Wohnhaus	44	Mustersiedelungen	70
Öffentliche Bauwerke	16	Behausungsziffern	46	Gartenstadtbewegung	71
Monumentalbauten	16	Mietskaserne	47	Rentengut	74
Grünflächen und Grünplantagen	17	Herrschaftliche Wohnung	47	Kleinstädte	75
Aufstellung von Denkmälern	19	Einfamilienhaus	51		
		Baugenossenschaften	53		
		Lehmfachwerksbau	55		
		Bewegung des Heimatschutzes	56		
		Bauberatung	56		
		Öffentliche Gesundheitspflege	56		

Kanal- und Hafenbau. Von Geh. Baurat Georg de Thierry Seite 79—128

	Seite		Seite		Seite
Einleitung	79	Die Speisung	88	Füllung und Entleerung	97
Die Kanäle für die Binnenschifffahrt in England, Frankreich, Belgien und Deutschland	80	Kanalbauwerke, Schleusen	90	Sparschleusen, Schleustreppen, Schachtschleusen	98
Wettbewerb zwischen Kanälen und Eisenbahnen	82	Dockschleusen	91	Schiffshebewerke	101
Seekanäle und Kanäle der Binnenschifffahrt	82	Kammerschleusen	91	Entlastungsvorrichtungen, Düker, Kanalbrücken, Tunnel, Sicherheitstore	104
Linienführung, Querschnitt	84	Schleusenabmessungen	92	Die Seehäfen	108
		Bestandteile der Schleusen	94	Anpassung des Hafens an den Zweck; Molen, Reede	110
		Tore	94		
		Notverschlüsse	96		
		Abfallmauer, Kammer, Vorhafen	97		

Seite		Seite		Seite
<p>Die Bedeutung des Eisenbetonbaues für das gesamte Bauwesen 192 Feuersicherheit 193 Unterhaltungskosten 195 Wirtschaftlichkeit 195 Anpassungsfähigkeit an die verschiedensten Bedürfnisse der Formgebung . . 196 Widerstandsfähigkeit gegen Stöße, Erschütterungen und sonstige gewaltsame Einflüsse 196 Reinlichkeit 197 Nachteile des Eisenbetons . 197 Schwierigkeit nachträglicher Änderungen und der Wiederbeseitigung 197 Befestigung der Transmissionen 197 Veränderung der Transmissionen 197 Fundamentplatten 201</p>	<p>Eisenbeton bei Gründung von Bauwerken 201 Spundwände und Pfahlgründungen 201 Hochbau 202 Speicherbau 203 Treppen und Treppenhäuser 204 Schornsteine in Eisenbeton 204 Äußeres von Gebäuden . . 205 Kuppelbauten 205 Kühltürme 206 Schwimmbäder u. Schwimmbecken 206 Ufer- und Seebauten 207 Kai- und Ufermauern 207 Untergrundbahnen u. Tunnels 207 Fernleitungen für elektrische Kraft 207 Leitungen für Telegraphie und Telephonie 207 Beleuchtungsmaste für Bogenlampen 207 Brückenbau 208</p>	<p>Plattenbalken- und Bogenbrücken 210 Bau von Straßenüberführungen 212 Bau gewölbter Brücken . . . 214 Stampfbetonbrücke 216 Spiralbewehrung 217 Hilfskonstruktionen 220 Silobau 221 Geschlossene Bauten 221 Zellsilos 223 Großräumige Silos 223 Getreide- und Mehlsilos . . 224 Zementsilos 225 Lagerung von Kohle 225 Erztaschenanlage 226 Schiffbau 227 Gewicht der Betonschiffe . . 228 Einfluß von Seewasser auf Beton 230 Schiffswiderstand 230 Schwimmdocks aus Eisenbeton 230</p>		

Die deutschen Leuchtfeuer. Von Dr. Georg Gehlhoff und Dipl.-Ing. Ferd. Thilo Seite 232—260

Seite		Seite		Seite
<p>Einleitung 232 Aufstellung und Sichtweite der Leuchtfeuer 235 Leuchtturm auf Helgoland . 235 Intensität und Tragweite Flächenhelligkeit der Lichtquelle 238 Wahl der Brennweite des optischen Systems 238 Öffnungswinkel des optischen Systems 238 Kennung 238 Festfeuer 238 Unterbrochene Feuer 238 Wechselfeuer 238</p>	<p>Blinkfeuer 238 Blißfeuer 238 Mischfeuer 238 Leiffeuer 238 Richtfeuer 238 Quermarkenfeuer 238 Optik der Leuchtfeuer . 240 Nachteile der Metallspiegel 240 Gürtel- und Scheinwerferlinsen 241 Glasparabolspiegel 246 Lichtquellen 247 Spiritus- und Petroleumglühlicht 247 Petroleumglühlichtanlage . 248</p>	<p>Flächenhelle und Brennstoffverbrauch 248 Azetylen 249 Azetylen-Leuchtboje 249 Öl- und Blaugas 250 Elektrisches Licht 251 Halbwattlampe 252 Elektrische Fokusglühlampe 252 Elektrisches Gleichstrombogenlicht 252 Feuerschiffe 255 Leuchtfeuer für die Luftschiffahrt 256 Markierungsscheinwerfer . . 260 Literatur 260</p>		

Das Fliegerbild als Aufklärungsmittel. Von Geh. Regierungsrat A. Miethe und Regierungsbaumeister Ewald Seite 261—317

Seite		Seite		Seite
<p>Allgemeines 261 Verwendung der Photographie als Meßmittel 261 Zentralperspektivische Ansicht 262 Farbenempfindliche Platten . 265 Sonderaufgaben 267 Geländeaufnahmen aus der Luft 267</p>	<p>Entwicklung der Flugzeugphotographie 268 Aufnahmekammern und Aufnahmearten 268 Entwicklung der Flugzeugphotographie 268 Die schräge Aufnahme 270 Vorteile 270 Nachteile 270</p>	<p>Senkrechte Aufnahme 270 Bildgerät 270 Reihenbildner 271 Plattenreihenbildner 271 Die Aufgaben der Flugzeugphotographie 271 Allgemeine Aufgaben der Kartographie 271 Aufgaben der Truppenführung 271</p>		

**BAUINGENIEURWESEN · KÜSTENBEFEUERUNG
LUFTBILDERKUNDUNG**

STÄDTEBAU UND SIEDELUNGSWESEN

VON PROFESSOR DR. RUDOLF EBERSTADT

1. DAS WESEN DES STÄDTEBAUES

Der Ausdruck Städtebau ist der weiteren Allgemeinheit erst in den letzten Jahren näher vertraut geworden. Während das Schlagwort „Wohnungsfrage“ längst jedermann geläufig war, blieb die Bezeichnung „Städtebau“ ein in der Hauptsache auf die Fachkreise beschränkter Terminus, der bei dem Nichtfachmann kaum eine lebendige Vorstellung auslöste oder ein allgemeines Interesse anklingen ließ. Dieser frühere Mangel der Anteilnahme und seine Wandlung zu interessierter Betrachtung unseres Gebietes ist von nicht geringer Bedeutung; wir dürfen sagen, er ist geradezu kennzeichnend für die Entwicklung des Städtebaues in der jüngsten Zeit.

In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, namentlich seit den 70er Jahren, nimmt das Wachstum der Städte einen ungewöhnlichen Umfang an. In Deutschland insbesondere ist mit dem Übergang vom Agrarstaat zum Industriestaat die Ausbreitung der Städte eine außerordentliche, und es ergibt sich die Richtung zur städtischen Konzentration und zur Großstadtbildung. Was aber in dieser Zeit raschen wirtschaftlichen Aufschwungs entstand, mochte den Beobachter schwerlich auf den Gedanken bringen, daß hier „Städte“ gebaut wurden; es war eine Anhäufung von Straßen und Häusern ohne Eigenart und ohne begriffliche Einheit. Wohl dehnten sich die Wohnzentren und neu angegliederten Stadtteile mächtig aus; aber ihre Anlage konnte in dem Bewohner nicht das Bewußtsein erwecken, daß dieses Konglomerat von Gebäuden eine zusammenhängende Schöpfung darstelle. Vom Städtebau war unter diesen Verhältnissen allerdings in der Allgemeinheit kaum die Rede.

Die Stadt aber ist nicht nur eine Vielzahl von Häusern; sie ist ein selbständiges Wesen, das man lieben oder auch hassen mag, das uns anzieht und fesselt oder auch gleichgültig läßt und abstößt. Wir mögen es formen, wie der Künstler den Marmor bildet, und es zu einem Werke hoher Kunst gestalten oder auch es rettungslos verderben.

Erst als die Öde und Gedankenarmut unserer neuen Städte in weiteren Kreisen empfunden wurde, begann man den in der älteren Zeit verbreiteten Begriff Städtebau wieder zu verstehen und den programmatischen Forderungen der Gestaltung des Stadtwesens Aufmerksamkeit zuzuwenden. Ein treffendes Wort unserer Sprache sagt von einem Menschen, der das Nächstliegende nicht zu erfassen vermag und der nicht abstrahieren kann: Er sieht den Wald vor lauter Bäumen nicht. So war es auch hier; man sah die Stadt vor lauter Häusern nicht. Der Städter unserer Zeit wußte wohl, daß man Häuser baut, aber daß man eine Stadt baut, das wußte er nicht und konnte es auch bei der angewandten Bauweise nicht fühlen. Die neuere Bearbeitung des Städtebaues hat hier Wandel geschaffen, indem sie in einer doppelten Richtung vorging: in kritischer Prüfung wurden die Mängel des herrschenden Systems aufgezeigt; zugleich wurde durch historische Forschung auf die städtebaulichen Anlagen

früherer Perioden hingewiesen. Eine Wissenschaft des Städtebaues entstand, die die Gesamtheit der bei der Durchführung städtischer Siedelungen zu erfüllenden Aufgaben zu behandeln strebt.

Der Ausdruck Städtebau umfaßt den Inbegriff der Maßnahmen und Einrichtungen, die sich auf die Stadtanlage selbst, die städtische Ausbreitung und die Errichtung von Gebäuden beziehen. Aufgabe der städtebaulichen Praxis ist es demnach, die die Entwicklung der Bauweise bestimmenden allgemeinen Grundlagen herzustellen und für die bauliche Tätigkeit des Einzelnen den Rahmen zu schaffen. Der Bereich des Städtebaues erstreckt sich auf das künstlerische, bautechnische, verwaltungstechnische und wirtschaftliche Gebiet. In künstlerischer Hinsicht obliegt es dem Städtebau, das Stadtbild zu gestalten. Maßgebend ist hierfür namentlich die Ausnutzung des Geländes, die Berücksichtigung der Bodengestaltung, der Wasserläufe; die Stellung und Gruppierung der öffentlichen Gebäude, die Verteilung der Grünflächen; die Darbietung der Möglichkeit für die Erzielung günstiger Wirkungen in der Anordnung der privaten Gebäude. Zu den bautechnischen Aufgaben zählen vor allem die Anlage und Führung der Straßen, aus denen sich die Aufteilung der Grundstücke ergibt, sowie die Vorkehrungen für die Bedürfnisse des Verkehrs und der Hygiene. Die Verwaltungstechnik hat die Grundsätze privaten und öffentlichen Rechts zu formulieren und anzuwenden. Wirtschaftliche Gesichtspunkte endlich sind nach jeder Richtung zu berücksichtigen, da die Maßnahmen des Städtebaues auf die Preisbildung der Bodenwerte und damit auf die Verwendungsweise der Grundstücke und der Bauformen — Anwendung des Eigenhauses bzw. Zwang der Stockwerkshäufung und die Einführung des Vielwohnhauses — entscheidend einwirken.

Der Städtebau, obwohl im obigen selbständig abgegrenzt, steht vielfach in Berührung mit den Gebieten der Wohnungsfrage und des Wohnungswesens. Wenn in der Öffentlichkeit die Wohnverhältnisse zumeist unter der Kennzeichnung der Wohnungsfrage behandelt wurden, so ist die Ursache auch hier in der Entwicklung der neueren Wissenschaft zu suchen. Die mächtige Ausbreitung der Industrie in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts war von schlimmen Zuständen auf dem Gebiete der Arbeiterwohnung begleitet. Die ersten Schriftsteller, die sich der Untersuchung des Kleinwohnungswesens widmeten, waren Nationalökonom und Sozialpolitiker; in den nachgewiesenen schweren Mißständen erkannten sie einen Teil — und gewiß einen der bedeutsamsten — der sozialen Frage; sie suchten die Abhilfe in der Anwendung von Mitteln aus dem Gebiete der Sozialpolitik. Erst als seit den 90er Jahren des letzten Jahrhunderts die bestimmenden Ursachen für die Gestaltung der Wohnungszustände systematisch untersucht wurden, gewann der Ausdruck „Wohnungswesen“ allgemeine Verbreitung. Die Wissenschaft des Wohnungswesens hat zum Ziel die Erkenntnis der besten Bedingungen für die Herstellung, die Benutzung und die Bewertung der menschlichen Wohnung. Sie geht notwendigerweise davon aus, daß diese Bedingungen erkennbar und erfüllbar sind; sie muß glauben, daß das wirtschaftsgemäße Handeln des Menschen hier wie auf allen anderen Wirtschaftsgebieten, wofern es richtig geleitet wird, zu befriedigenden Ergebnissen führt.

Wenn der Städtebau, den obigen Darlegungen gemäß, die allgemeinen Grundlagen der Bauweise zu schaffen hat, so ergibt sich die Frage: Sind diese Aufgaben, wie wir sie zuvor umgrenzten, lediglich auf die Städte beschränkt; treten sie nicht in gleicher Weise in den Siedelungen kleineren Umfangs hervor? Die Antwort kann nicht zweifelhaft sein; bei der halbländlichen und der ländlichen Siedelung ist ein großer Teil eben jener Gesichtspunkte zu beachten, die wir als Ziele des Städtebaues bezeichnet haben. Mehr als dies; während sich uns die neuere Stadt, namentlich die Großstadt, nicht ohne weiteres als ein einheitliches Gebilde darstellt, erkennen wir in den kleineren Ortschaften häufig geradezu die Verkörperung der siedelungstechnischen Gedanken. Die ländlichen Anlagen erscheinen uns vielfach in der Planung, der Geländeausnutzung, der Gebäudegruppierung als Vorbilder baulicher Gesamtwirkung; neuere Arbeiter-

Bedeutung entspricht, den Hauptraum einnehmen. Im übrigen ist das weitere Gebiet der Siedelung, soweit es der planmäßigen und organisierenden Behandlung unterliegt, zu berücksichtigen. —

Für die Entwicklung unserer Kulturzustände läßt sich der Satz aufstellen — dessen Richtigkeit uns die Ereignisse der letzten Jahre zur Genüge bestätigen —, daß die Gegenwart durch die Vergangenheit bestimmt wird. Im Bereich unseres heutigen Städtebaues zeigt sich uns die Geltung dieser Regel mit besonderer Eindringlichkeit. Wir arbeiten nicht auf Neuland, nicht auf einem jungfräulichen Boden. Täglich wird es uns vor Augen geführt, daß wir mit vorhandenen Schöpfungen, mit festgelegten Werten, mit fertigen Anlagen zu rechnen haben. Überliefert werden uns namentlich Verwaltung und Technik; überliefert wird uns das System der Bauweise; überliefert werden uns die wirtschaftlichen Verhältnisse, deren Einfluß sich bis zu einem Zwang in der Bodenverwertung steigert.

Zugleich aber tritt die neue Zeit mit ihren eigenen Forderungen gebieterisch hervor. Dieser Kampf der Richtungen und Interessen ist es, der den Städtebau der Gegenwart in allen seinen Teilen durchzieht. Versuchen wir die augenblickliche Lage in unserem Gebiet auf eine knappe Formel zu bringen, so wird sie etwa lauten: Kampf um die Erbschaft des 19. Jahrhunderts. Das 19. Jahrhundert hat im Bereich des Städtebaues gewaltige Leistungen vollbracht. Es war ihm beschieden, ein neues System zur Geltung zu bringen und in einem vielleicht beispiellosen wirtschaftlichen Aufschwung den Neubau der Städte durchzuführen. Die Lösung der Aufgabe indes ist, namentlich in Deutschland, eine wenig befriedigende gewesen. Der Städtebau des 19. Jahrhunderts stand — wie es dem Geiste des Zeitalters entsprach — unter der Herrschaft des Spezialistentums. Der Hochbauer und der Tiefbauer, der Hygieniker und der Verwaltungsjurist, der Bodeninteressent und der Wohnungsreformer, sie alle bearbeiteten ihre Spezialität; sie alle hielten ihr Teilgebiet für das Ganze und kamen der Reihe nach mit einem Schlagwort oder Modewort zu Gehör, das sich nach wenigen Jahren als wirkungslos erweist. Der Städtebau des 20. Jahrhunderts wird einer veränderten Auffassung folgen und den Blick wieder auf die Zusammenhänge richten müssen. Unsere Darstellung wird demgemäß, während sie die einzelnen Sondergebiete beschreibt, vor allem die Verknüpfungen und Gesamtwirkungen im Auge behalten.

Weit langsamer als auf anderen Gebieten der Technik können sich indes im Städtebau Neuerungen durchsetzen. Die allgemein zwingenden Einwirkungen der Überlieferung haben wir zuvor erwähnt; doch auch räumlich ist das Gebiet der Neuschöpfungen im Städtebau begrenzt. Die ältere Entwicklung mit ihren vorhandenen Gebäuden und Bauwerken nimmt den breitesten Raum ein, und nur auf einen Teil des Stadtwesens kann sich jeweils die Neubautätigkeit erstrecken. Das 20. Jahrhundert hat allerdings bereits nach den verschiedensten Richtungen in den Städtebau eingegriffen und vielfach die neuen Bahnen betreten, von denen wir im folgenden zu sprechen haben. Ein abgeschlossenes, durchaus selbständiges System zu finden, dürfen wir indes nicht erwarten. Im allgemeinen hat der Städtebau des 20. Jahrhunderts noch mit Einrichtungen zu wirtschaften, die einer älteren Periode angehören und zu denen er sich zudem häufig in einem Gegensatz der Ziele und Anschauungen befindet.

2. GRUNDLINIEN DES STADTBILDES **E**inen Gesamtüberblick der Stadtanlage werden wir am raschesten gewinnen, wo wir eine vollendete, abgeschlossene Entwicklung vor uns haben.

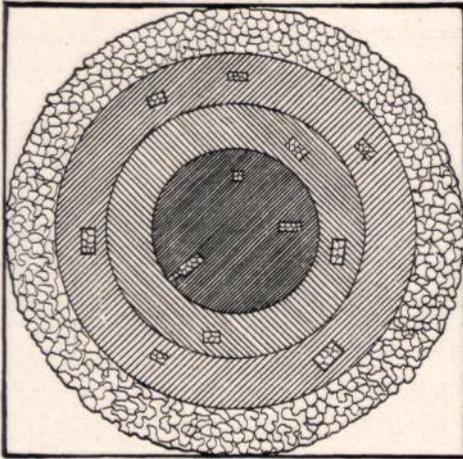


Abbildung 2. Konzentrische Stadtanlage. Stadterweiterung erfolgt durch Legung von Gürteln nach dem Grundsatz der Zentrumsnähe; begründet bei Mangel rasch fördernder Verkehrsmittel.

vollzieht. Die Umgürtelung ist uns, gleich manchen anderen festgewurzelten Anschauungen, durch die Übung und das Vorbild von Jahrhunderten überliefert und ist dem Städtebauer in Fleisch und Blut übergegangen. In der mittelalterlichen Stadt bildeten der Festungsring und die Umwallung die Grundfigur und den Umriß jeder Stadtanlage; die Stadterweiterungen bestanden jeweils in der Legung eines neuen Ringes. Wo unter dem Absolutismus die Stadtbefestigung fiel, entstand statt ihrer der Steuerring, d. i. der Gürtel der Akzisemauer oder der Steuerlinie. Nach der Beseitigung des Festungs- und Besteuerungsringes folgte der Straßenring und die Ringstraße. In gleicher oder ähnlicher Linienführung zieht häufig die Eisenbahn die Dämme und Anlagen ihres Bahnrings. Neuerdings fordert man als abschließenden Gürtel unserer Städte den Waldring. Stets war in unserem Städtebau der Begriff der Umgürtelung

unlöslich mit dem Stadtplan verbunden und beherrschte hierdurch die Stadtanlage, die Stadterweiterung, die Straßenführung und die Verkehrstechnik.

Jede Umgürtelung, sie nenne sich, wie sie wolle, muß indes nachteilig auf die bodenpolitische und verkehrstechnische Entwicklung der neuen Großstadt wirken. Als Grundform für den Gesamtplan der modernen Stadt werden wir vielmehr (gemäß der von mir in der Preisschrift Groß-Berlin 1910 gegebenen Formulierung), an Stelle des Systems der konzentrischen Stadtanlage die radiale fordern; an Stelle der Ringbildung die Ausstrahlung; ferner an Stelle der Gürtelführung der Freiflächen die Keilführung, die endlich die Wohltat der Freiflächen für die Bevölkerung zur Wirklichkeit macht und durch ihre Grundlinien eine naturgemäße Entwicklung und Gestaltung der Stadt ermöglicht. (Vgl. die schematische Darstellung Abbildung 2 und 3.)

Planung und Ausführung städtebaulicher Anlagen erklären sich vielfach durch Einreihung in das eine oder das andere der hier gekennzeichneten Systeme. Wenn wir in unseren folgenden Erörterungen die Einwirkung des konzentrischen Schemas, wie es dem geschichtlichen Hergang entspricht, noch als die stärkere finden werden, so werden uns doch in erheblicher Zahl Werke des Städtebaues begegnen, bei denen die Grundsätze der radialen Anordnung zur Geltung gelangen. Das hier gezeigte Kreisschema Abbildung 2 unterliegt übrigens im einzelnen den durch die örtlichen Verhältnisse gegebenen Abwandlungen. Wo ein bedeutender Wasserlauf die Grundlinie der Stadtanlage bildet, wird die Kreisfigur halbiert und ergibt einen Halbkreis, um dessen Kernstück sich die angesetzten Ringe legen, wie in den Stadterweiterungen von Köln, Wien, Ant-

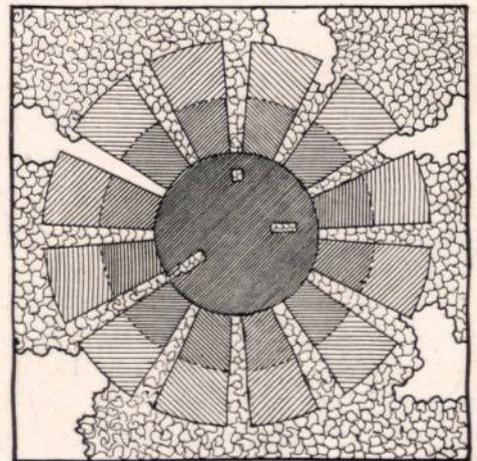


Abbildung 3. Radiale Stadtanlage. Stadterweiterung folgt der vom Zentrum ausstrahlenden und dorthin konvergierenden Verkehrslinie.



Abbildung 1.

Als Hauptstücke der Stadtplanung erkennen wir das Straßensystem, die Anlage der öffentlichen Plätze, die Verteilung der größeren Freiflächen, die Behandlung der Wasserläufe. Das Rückgrat des Bebauungsplanes wird hergestellt durch die Hauptstraßenzüge, die wir als die Kardinalstraßen bezeichnen können. Hierbei haben wir wiederum die Altstadt oder den Stadtkern zu unterscheiden von der später angefügten Stadterweiterung. Der Anlaß zur Anlegung von Straßenzügen stattlicher Breite bot sich vielfach, als in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts zahlreiche Städte ihre Festungseigenschaft verloren und die alte Umwallungslinie aufgehoben wurde. Aus dem ringförmigen Verlauf der ehemaligen Umwallung (vgl. Abbildung 1 und 2) ergab sich von selbst die nunmehr in Aufnahme gelangende Form der „Ringstraße“. Als eines der frühesten und zweifellos bestgelungenen Beispiele des aus dem Zug des alten Festungswalls entstandenen neuen Straßenrings ist der in Frankfurt a. M. durch Jakob Guiollet geschaffene Straßengürtel zu erwähnen, dessen einzelne Teile die bezeichnende Benennung „Anlage“ tragen. Der breite Festungstreifen wurde zu prächtigen Grünanlagen benutzt; an der Außenkante der Grünfläche wurde die die Altstadt umziehende Ringstraße geführt, der indes keine verkehrstechnische Bedeutung zukam; der Straßenzug, in dem Hauptteil seines Verlaufs nur einseitig bebaut, wurde mit Wohngebäuden besetzt. Ähnliche Anlagen entstanden in anderen Städten, so auf einem Teil des alten Festungsgeländes von Hamburg.

Eine zweite Grundform der Ringstraße wurde durch die im Jahre 1858 begonnene, am 1. Mai 1865 eröffnete Wiener Ringstraße geschaffen. Auf dem Gelände des ehemals den Stadtmauern vorgelagerten Glacis in einem Halbkreis von 4020 m und mit einer Breite von 57 m geführt, stellt diese großzügige Schöpfung eine Verbindung dar, die Grünflächen, Monumentalplätze und auf lange Teilstrecken stark benutzte Verkehrszüge und wichtige Verkehrsknotenpunkte vereinigt; siehe Abbildung 4.

Als eines der bedeutsamsten und einflußreichsten Vorbilder der Ringstraßenform sind endlich die Pariser Boulevards zu nennen. Der Ring der sogenannten inneren Boulevards war bereits 1720 — von Teilstrecken im Süden abgesehen — unter Einbebnung des früheren „Rempart“ fast vollständig ausgebaut. Das Boulevard bildete



Das Haupt der Hansa, die Stadt Lübeck, um das Jahr 1552.

den Abschluß der mittelalterlichen Innenstadt, jenseits deren sich schon im 18. Jahrhundert dichtbesiedelte Vorstädte ausbreiteten. Die breite Boulevard-Straße diente namentlich auf ihrer westöstlichen, nur durch wenig wahrnehmbare Bruchpunkte von der Geraden abgelenkten Strecke, ferner auf ihrer nordsüdlichen Linie einem wichtigen Verkehrszug; der prächtige, gemäß wiederholter königlicher Verordnungen gepflegte Baumbestand bot einen beliebten Spazierweg; Monumentalbauten, Geschäftsbauten und Vergnügungsstätten, stattliche Wohngebäude schufen hier einen glanzvollen Mittelpunkt großstädtischen Lebens. Während der Pariser Stadterweiterung des 19. Jahrhunderts unter Napoleon III. wurde das Boulevard in den Außenbezirken schematisch wiederholt. Der neue Ring der äußeren Boulevards legte sich konzentrisch in Gürtelform um die Stadt, wie denn das System der städtischen Ausbreitung jener Zeit allgemein darauf beruhte, daß innenstädtische Bauformen auf die Stadterweiterung übertragen wurden.

Die Ringstraße nach dem Wiener und Pariser Muster wurde zu einem Hauptbestandteil des Städtebaues in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, wogegen das Frankfurter Vorbild in den Hintergrund trat und zu wenig gedeihlichen Grasstreifen und Dekorationsstücken zusammenschrumpfte. In der nach 1882 ausgeführten Stadterweiterung von Köln erscheint die Ringstraße nach ihrer Linienführung immerhin noch im Zusammenhang mit ehemaligen Festungsanlagen, während sie ihrem Charakter nach im wesentlichen eine breite großstädtische Luxusstraße geworden ist.

Die überwiegende Mehrzahl der neuen Stadterweiterungen verwendet indes die Ringstraße ohne jede Beziehung zu geschichtlichen oder städtebaulichen Voraussetzungen, lediglich einer Auffassung folgend, die einen kostspieligen, breiten Straßenzug als für den Begriff der großstädtischen oder imponierenden Stadtanlage unentbehrlich ansieht. In der städtischen Ausbreitung wird die Ringstraße mit größtem Aufwand durch reine Wohnstadtteile durchgeführt. Die neue Prachtstraße hat zumeist keine ihren Abmessungen entsprechende verkehrstechnische Bedeutung; sie wird in kostspieligstem Straßenbau hergestellt mit der Wirkung, daß auf dem verteuerten Gelände Wohngebäude in pseudo-monumentalen Bauformen entstehen. Die übermäßige Straßen-

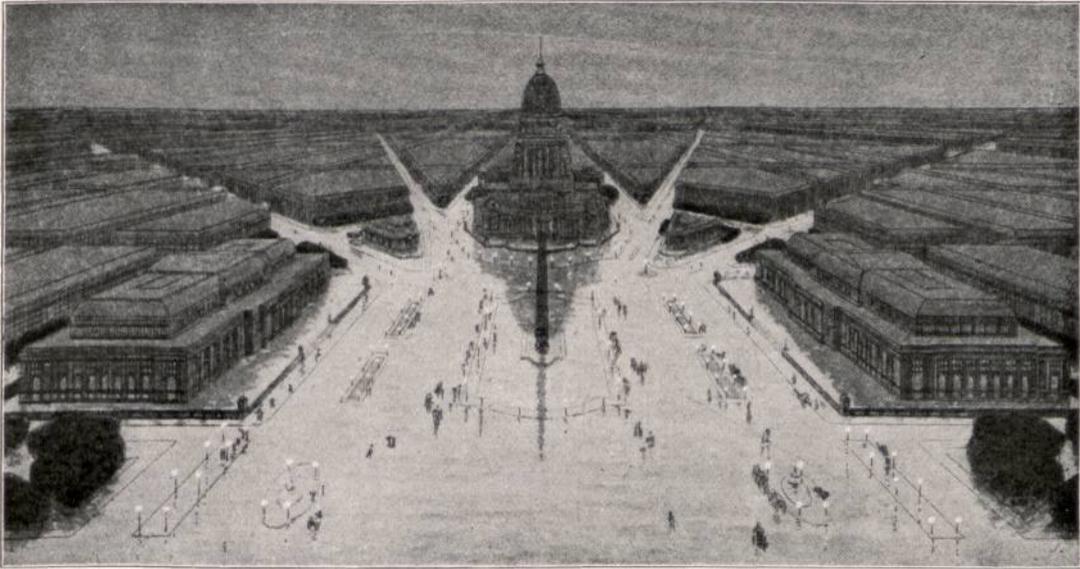


Abbildung 6.

D. H. Burnham. Civic Center, Chikago (Entwurf).

alter vertritt eine ästhetische Auffassung, die ich als den „Blickwechsel“ bezeichnen möchte; man erstrebe die Mannigfaltigkeit in der Straßenanlage, die dem Beschauer nicht eine weitgestreckte Perspektive, sondern ein auf Schritt und Tritt wechselndes Bild bieten soll. Diesem Zweck dient die Schweifung, die leichte Biegung oder die Versetzung in der Straßenführung, wobei die Gebäude abschnittsweise hervortreten. Gleichwohl ist der Straße eine straffe, zielgerechte Richtung zu geben (siehe die Hauptstraßenzüge der Abbildung 1). Der seit dem 16. Jahrhundert sich ausbildende landesfürstliche Städtebau dagegen führt die Straßen in gerader Richtung und betont den beherrschenden, weithin sichtbaren „Blickpunkt“ (point de vue). Den Monumentalgebäuden, namentlich den landesfürstlichen Bauten wird durch Geradeführung der auf sie gerichteten bedeutenden Straßenzüge die richtige Wirkung verliehen. Der neuere Städtebau hat — nach den Angriffen auf das öde Rechteckschema der Bebauungspläne — während einiger Jahrzehnte die absichtliche Krümmung der Straße bevorzugt, um hierdurch eine „Belebung“ in die starren Planfiguren zu bringen. Doch ist diese Moderichtung, durch die die Untauglichkeit des Baublocksystems eher gesteigert als gemildert wurde, in der jüngsten Zeit allgemein im Schwinden begriffen.

Eine unbedingte schablonenmäßige Regel kann, wie sich von selbst versteht, für die Straßenführung nicht gegeben werden. An erster Stelle ist die Geländegestaltung zu berücksichtigen, der sich die Straßenanlage anzupassen hat. Sind Höhenunterschiede vorhanden, so bedeutet es ebensosehr einen — nur allzu häufig anzutreffenden — Fehler, wenn die Straßen in geradem Zug den Abhang hinab- und hinaufgeführt werden, wie es in flachem Gelände sinnwidrig ist, die Straßen willkürlich gekrümmt in Form eines Zwiebelmusters anzulegen. Der Planbearbeiter muß in der Geländeaufteilung die Mittel finden, um in dem Bebauungsplan der wesentlichen Forderung zu genügen: Körperhaftigkeit der Struktur und Herrschaft über die Architekturmassen.

In der Anlage der öffentlichen Plätze unterscheiden wir Zweckplätze, die einem praktischen Gebrauch oder einer bestimmten Verwendung dienen, und Zierplätze, die

und die Freihaltung des Platzes unter Anlegung einer Grünfläche gefordert wurde. — Entwürfe für die Umbauung der freigelegten Teile der Hauptkirchen in Köln, Ulm und anderen Orten sind in der Ausarbeitung begriffen.

Hinsichtlich der Stellung der öffentlichen Bauwerke sind für jede Form der Gebäudeanordnung — Stellung am freien Platz, selbständiger Baublock, Einbauung in eine Häuserreihe — aus der Zeit nach 1900 treffliche Ausführungen in großer Zahl vorhanden;



Abbildung 11. Carl Hocheder. Verkehrsministerium, München.

eine Aufzählung liegt leider außerhalb des Bereichs der vorliegenden Erörterung, die sich vielmehr in den einzelnen Abschnitten auf die Angabe weniger erläuternder Beispiele beschränken muß. Nach den verschiedensten Richtungen erstrecken sich die städtebaulichen Wirkungen des Neubaus des bayrischen Verkehrsministeriums in München, dessen Gebäudemassen von freien Plätzen, breiten und schmaleren Straßen umzogen werden und das durch seine monumentalen Formen die umgebenden Bezirke weit hin beherrscht, siehe Abbildung 11. Das Bauwerk übt zudem eine bedeutende Fernwirkung aus, die an verschiedenen Stellen des Stadtbildes hervortritt. Die Lage am freien Platz finden wir in der Abbildung 12, eine kräftige und wohlhabgewogene Gliederung

der Baumassen aufweisend. Das Bauwerk der Abbildung 13, an einer Verkehrsstraße gelegen, entwickelt seine stattliche Front gegen die Straße und zeigt zugleich in dem vorgeschobenen Torhallenbau den in dem Gebäudezweck begründeten Abschluß gegenüber dem Straßenverkehr. Vgl. weiter die in Abschnitt III gegebenen Abbildungen.

Die Monumentalbauten erstrecken ihre Wirkung, wie erwähnt, im Stadtbild über ihren Standort hinaus und bringen in den einzelnen Bezirken einen bedeutsamen Eindruck hervor. Durch ihr Hineinragen in die Straßenzüge erscheinen die monumentalen Bauwerke gleichsam als die Verkünder großer über-alltäglicher Gedanken. Der

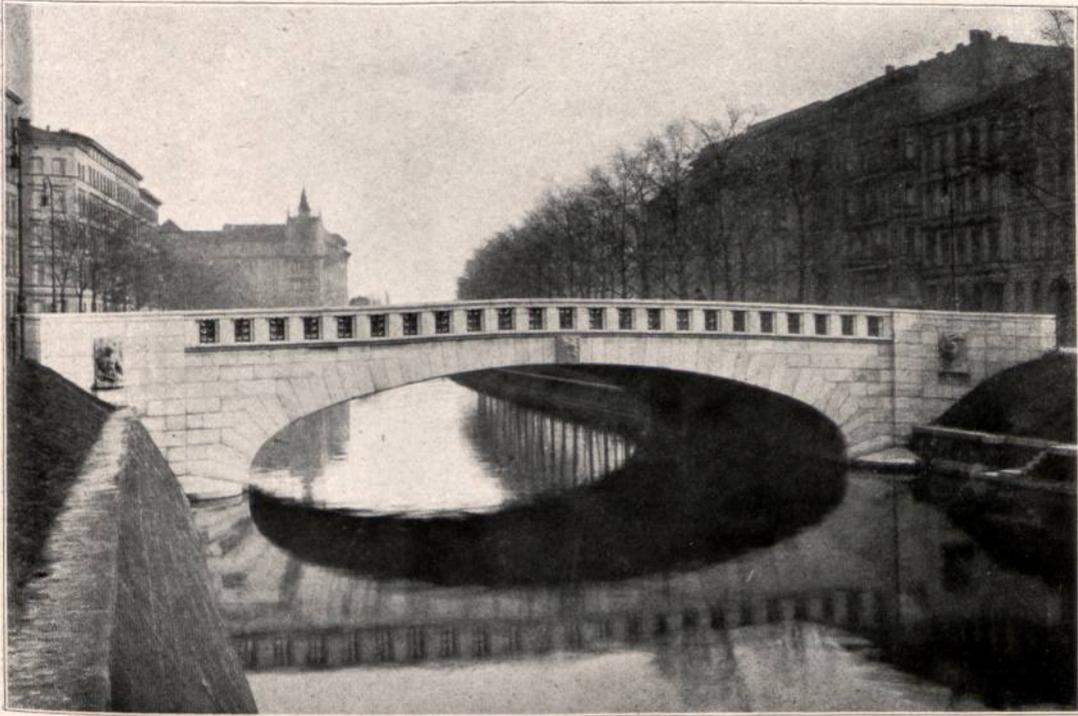


Abbildung 20.

Stadtbaurat Friedrich Krause. Zossener Brücke, Berlin.

Aufbauten als dekoratives Beiwerk beizufügen, das, namentlich in einer Reihe von Anlagen aus dem Anfang des 20. Jahrhunderts, nach Stilform und Motivierung mit der Eigenart des Brückenbaues wenig übereinstimmte. Die neue Ingenieurtechnik lehnt die in dem Bauwerk nicht begründeten Zutaten ab und sucht die ästhetischen Wirkungen aus der Konstruktion und der Behandlung des Materials zu entwickeln. Unsere Abbildungen 19 bis 22 geben einige Beispiele, bei denen die neueren Auffassungen



Abbildung 21.

Professor Karl Bernhard. Straßenbrücke Oberschöneeweide-Berlin.

geradlinig und gleichartig festgelegt; zwischen Hauptstraßen und Nebenstraßen besteht keine wahrnehmbare Scheidung. Die Stadtanlage ist hier vollständig identifiziert mit dem „Straßennetz“, das die Stadtfläche in Baublockfiguren aufteilt; aus jeder Einzelheit spricht die Freude an der Einheitlichkeit und der kunstgerechten Regelmäßigkeit der Straßenzeichnung; siehe Abbildung 23. Einem Zeitalter, das die Geometrie auf das höchste verehrte und mit jeder geometrischen Planfigur Sinn und Bedeutung verband, mußte in der Tat das Straßennetz eine ästhetische Befriedigung gewähren. Die selbständige Schönheit der Straße an sich war entdeckt. Den für die Folgezeit gültigen Kanon hat der französische Systematiker Daviler in die Formulierung gefaßt: *Les rues les plus belles sont les plus droites et les plus larges* — ein Satz, der in die deutsche Lehre vom Städtebau mit den Worten von Penther übernommen wurde: „Je breiter und gerader eine Straße, um so schöner ist sie.“

Der nächste städtebauliche Abschnitt, der sich um die Mitte des 19. Jahrhunderts entwickelte, hat die Bedeutung der Straße nochmals gesteigert; es entstand eine Auffassung, die ich als den „Kultus der Straße“ bezeichnet habe. Im Wetteifer suchten die Städte (siehe oben Seite 9 f.) einander zu überbieten durch den Aufwand, die Kostspieligkeit, die weiten Abmessungen in der Straßenanlage. Der neuere Städtebau ist in erster Linie nur Straßenbau gewesen. Die Wechselwirkungen, die sich zwischen dem System der Bodenerschließung und der städtischen Bauweise ergeben, wurden anfänglich nicht erkannt, späterhin nicht berücksichtigt. Der Straßenbau besitzt einen entscheidenden Einfluß auf die Wertbildung des städtischen Bodens und auf die Ausgestaltung der Haus- und Wohnformen.

Eine Folge des Schemas der gleichwertigen Straßen ist die Anwendung des Baublocks als einer Grundform der Geländeaufteilung. Der Baublock, hier genauer zu bezeichnen als der Baustellenblock, ist eine von gleichwertigen oder gleichartigen Straßen umschlossene Baustelleneinheit. Die Vorstellung, daß eine Stadtplanung aus einem System von Baublöcken zu bestehen habe, gehörte seither zu dem eisernen Bestand der Technik unserer Bebauungspläne. Sachlich macht es bei dieser Übung keinen Unterschied, ob der Planbearbeiter die einzelnen Blockfiguren als quadratische Schachbrettfelder oder als langgezogene Rechtecke verwendet und ob er in neudeutscher Manier die Dominosteine, die sich Bebauungsplan nennen, verzerrt, krümmt und einschneidet. Die Bebauungspläne sind vom städtebaulichen Gesichtspunkt durchaus mangelhaft.

Die weiteren Zusammenhänge zwischen Straßenbau und städtischer Bauweise

beherrschen die gesamte Bodenentwicklung von der Geländeerschließung bis zu dem Haustypus und der Mietpreisbildung. Die beifolgende Abbildung 24 zeigt einen Ausschnitt aus der neueren Berliner Stadterweiterung, Aufnahme von 1902. Zur Grundlage des Bebauungsplanes ist das System der kostspieligen, imposanten Straße angenommen, die ihrerseits wieder die Stockwerkshäufung, das Vielwohnungshaus und die Mietskaserne erzwingt. Die hierdurch bedingte Bauweise wurde zur Schablone des neueren Städtebaus

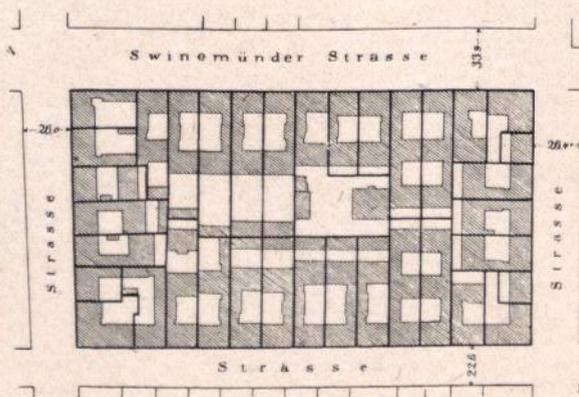


Abbildung 24.

Berliner Baublock von 1902.

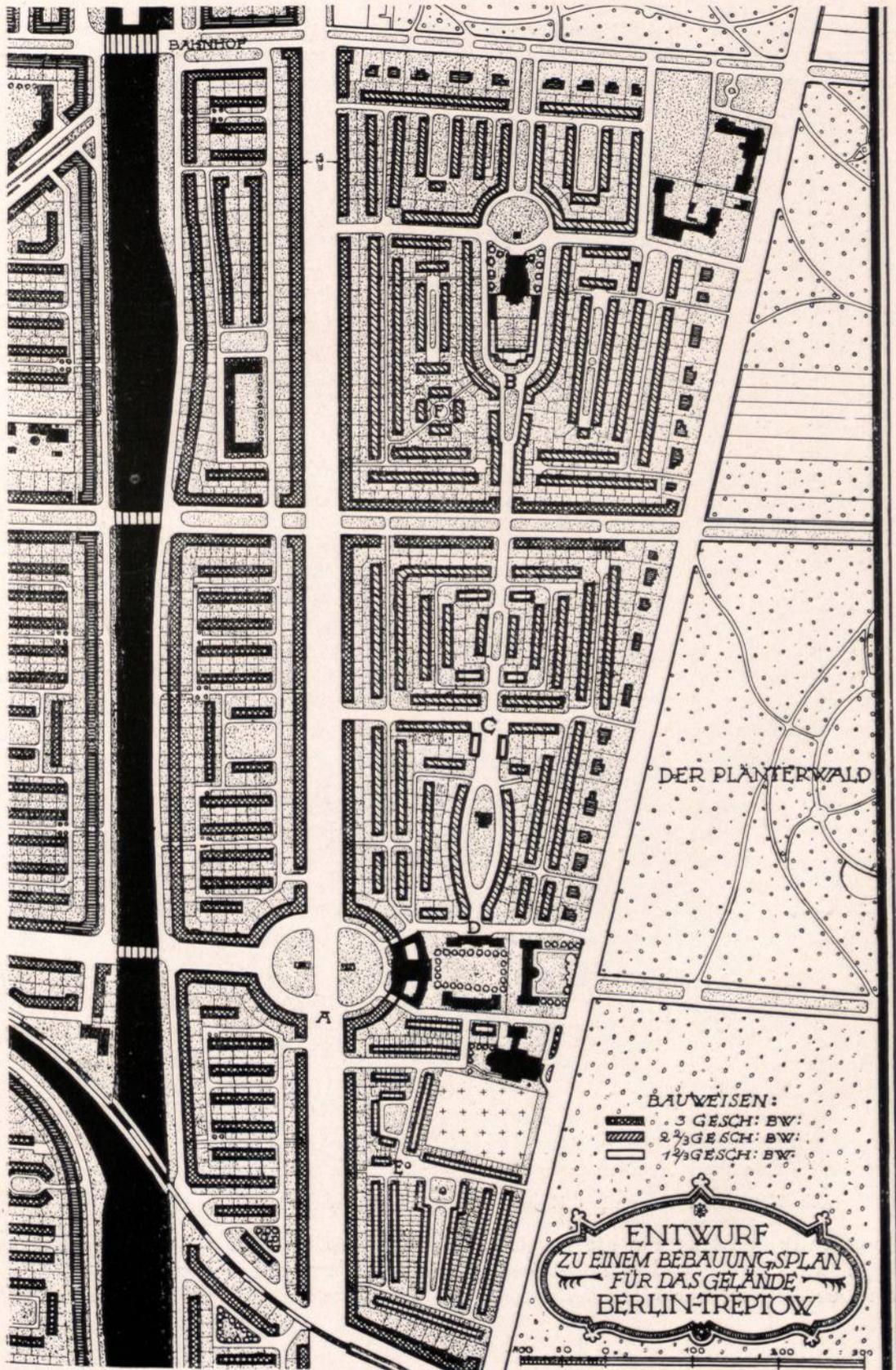


Abbildung 32.

Rudolf Eberstadt und Bruno Möhring. Bebauungsplan für Berlin-Treptow.

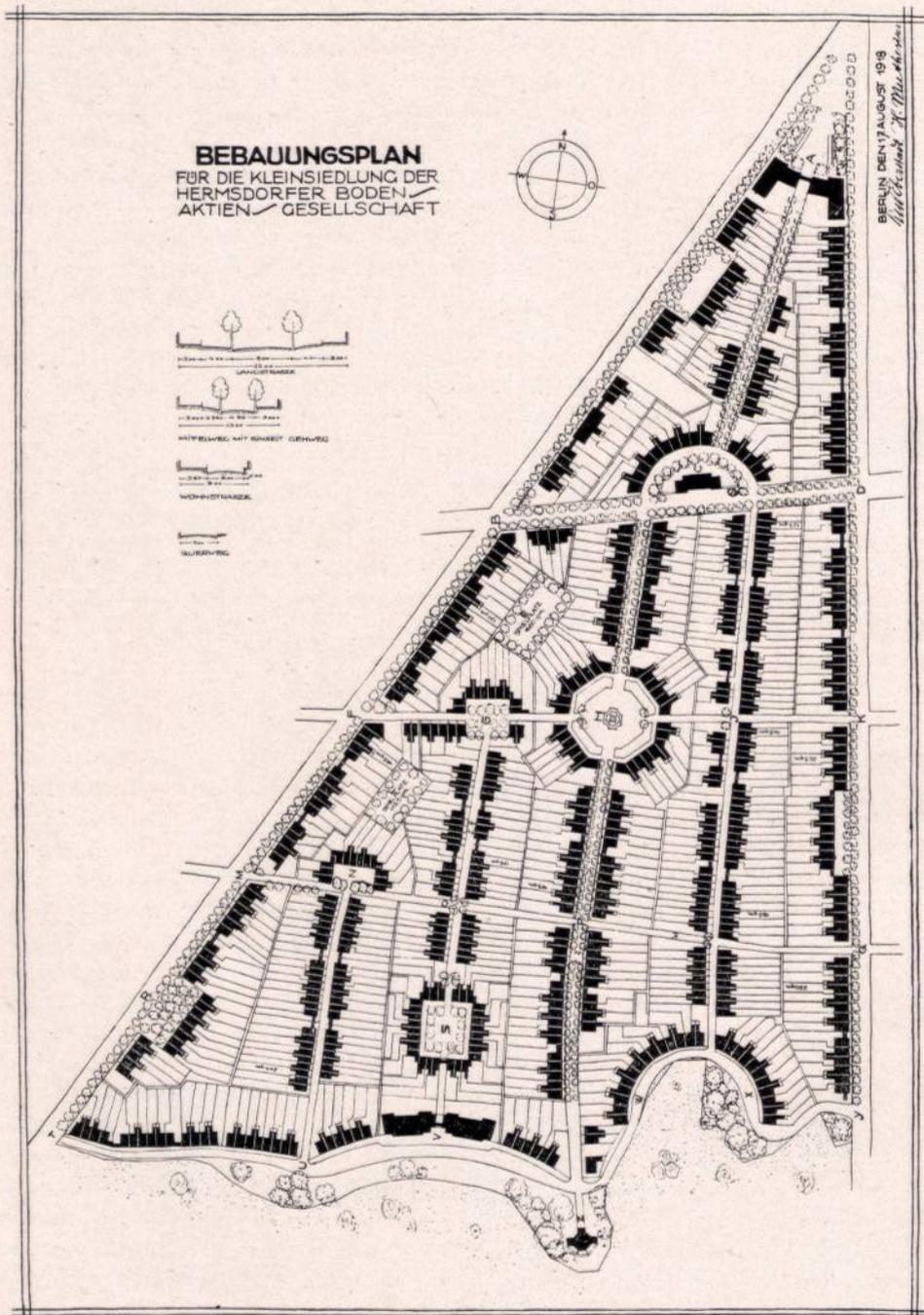


Abb. 33. Rudolf Eberstadt u. Herm. Muthesius. Bebauungsplan für Berlin-Hermsdorf.

die gerade Richtung für die Aufteilungsstraßen gewählt, die sich wirtschaftlich als vorteilhaft erweist und die Anbringung guter städtebaulicher Wirkungen gestattet. Die Durchlüftung der Wohnviertel und die ausgiebige Zufuhr von Licht und Luft ist

Baupolizei vor schwere Aufgaben. Unsolides Bauen, Verwendung schlechten Materials nahmen überhand; die Bauunfälle mehrten sich. Es ist gewiß verständlich, wenn auch bedauerlich, daß unter diesen Verhältnissen die Baupolizei als ihr einziges und erstes Ziel ansah: die notwendige Standfestigkeit, die Solidität des Bauens und gewisse Vorkehrungen gegen Feuersgefahr im Aufsichtswege vorzuschreiben, und zwar wurden allgemein gleichartige Anforderungen aufgestellt, die für jede Bauform ausreichend sein sollten und deshalb auf die größte berechnet waren. Der Städtebau jener Zeit vertrat im übrigen die früher erörterten Anschauungen, die Forderung der breiten Straße und der kostspieligen Pflasterung, die das Großhaus und die Stockwerkshäufung zur notwendigen Folge hatten. Unter solchen Voraussetzungen entstanden somit die Bauordnungen, die die großen Hausformen und die Stockwerkshäufung zur Grundlage nahmen und auf das wirksamste beförderten.

In den achtziger Jahren begann unter dem Druck der wohnungspolitischen Mißstände der Abschnitt der baupolizeilichen Eingriffe, die sich das Ziel setzten, das Vielwohnungshaus und die Mietskaserne „hygienisch zu verbessern“, während sie den fehlerhaften Bautypus selber als unabänderlich hinnehmen. Selbst die wenigen Beschränkungen der Bodenausnutzung, die die Bauordnungen (wie z. B. die Berliner von 1887) vorschlugen, stießen damals auf heftigen Widerstand der Gemeindeverwaltungen. Seit den neunziger Jahren gelangt der Grundsatz der Abstufungen in den Bauordnungen zur Aufnahme. Innenstadt und Stadterweiterung werden geschieden, während für das städtische Ausbreitungsgebiet eine Reihe von verschiedenen Baubezirken, Bauklassen, Staffeln usw. angeordnet wird, deren Zahl sich durch Unterteilungen und Ausnahmebestimmungen nochmals stark vermehrt. Die abgestuften Bauordnungen brachten bei richtiger Handhabung manchen Fortschritt. Die Vermehrung der Bauklassen an sich, die in einzelnen Städten bis auf 20 Abstufungen stieg, ergab allerdings keine wesentliche Verbesserung der Bautätigkeit.

Weitere Versuche der Regelung und der Eingriffe treten seit 1900 hervor. Die Verhältnisse im Kleinwohnungswesen gestalteten sich dauernd unbefriedigend; es wurde demgegenüber die Forderung aufgestellt, das Kleinwohnungswesen — das tatsächlich den Hauptteil und damit die Regel der Wohnungsproduktion zu bilden hat — durch Ausnahmebestimmungen zu begünstigen; das System der baupolizeilichen Erleichterungen kam in Aufnahme. Somit standen sich vier Grundanschauungen gegenüber, deren Folgerungen sich gegenseitig durchkreuzten und zu einem fortwährenden Wechsel und steigenden Umfang der baupolizeilichen Anordnungen führten: 1. das System der Stockwerkshäufung, das die großen Hausformen zur allgemeinen Grundlage nimmt; 2. die Ermäßigung der baupolizeilichen Anforderungen für kleine Bauformen; 3. die Aussonderung geschützter Baugebiete mit stark herabgesetzter Ausnutzung; als Gegensatz endlich 4. die Steigerung der vertikalen Ausnutzung bei Errichtung von Kleinwohnungen.

Eine Wendung trat mit dem Jahre 1918 ein, indem das preußische Wohnungsgesetz — die Auffassung des ersten Entwurfs von 1904 verlassend — die von mir aufgestellte Forderung der selbständigen Behandlung gegensätzlicher Bauformen — Kleinhaus und Großhaus — sich zu eigen machte. Die gesonderte Regelung der verschiedenartigen Bauformen bildet die begrifflich notwendige Ergänzung zu der oben Seite 29 erörterten wohnbaumäßigen Parzellierung. In Preußen wie in einer Reihe von Bundesstaaten sind seitdem neue Bauordnungen teils veröffentlicht worden, teils in der Ausarbeitung begriffen. Diese neuen Bauordnungen unterscheiden nunmehr 1. Einfamilien-Haus und Kleinhaus, 2. Mittelhäuser und 3. Großhaus oder Vielwoh-

nungshaus als getrennte Gattungen, für die jeweils die ihrer Eigenart entsprechenden Vorschriften gegeben werden. Hiermit ist die vorerwähnte Auffassung verlassen, die das Großhaus und die Stockwerkshäufung zur Schablone annahm und damit die Bauformen der Mietskaserne und des Vielwohnhauses begünstigte. Nach den von Geh. Baurat Paul Fischer dargelegten Grundsätzen soll eine Norm der Bodenausnutzung festgesetzt werden, die auf die verschiedenen Baugebiete, Innenstadt und Stadterweiterung anwendbar ist. Für die Wohnsiedelung sind als Norm im Ausbreitungsgelände das Kleinhaus und die Bebauung mit zwei Geschossen anzusehen.

In der Zeit des landesfürstlichen Städtebaues, namentlich während des 17. und 18. Jahrhunderts, wurde die Bauordnung genutzt, um die äußere Gestaltung der Bauwerke zu beeinflussen und insbesondere die für die städtebauliche Wirkung wesentliche symmetrische Linienführung der Fassaden zu erzielen. Der Städtebau unserer Tage erkennt die Bedeutung solcher Vorschriften; in unserer Abbildung 10 oben Seite 15 haben wir eines der ersten Beispiele der durch die Bauordnung verfügten neueren Fassadenregelungen, die mit unzweifelhaftem Erfolg die Bauhöhe wie die Dachlinien der den Platz umsäumenden Gebäude festlegt.

Auf dem Gebiet des Monumentalbaues hat das 20. Jahrhundert ein weites Feld der Betätigung gefunden. Landesfürstliche Schlösser, die dem Stadtbild früherer Zeiten häufig das Gepräge verleihen, gab es zwar nur in wenigen Fällen zu errichten; um so umfassender dagegen war das bauliche Schaffen im Bereich des Kirchenbaues und auf den verschiedensten Gebieten des Profanbaues. Der Städtebau verdankt diesen Anlagen eine große Bereicherung. Der Zeitabschnitt war der auf das Monu-



Abbildung 34. Geh. Hofrat Littmann (München). Hoftheater-Gebäude Stuttgart und Stadtbild.

nur einen geringen Prozentsatz im Gesamtbestand ausmacht und kaum 10 % der Bevölkerung umfaßt. Noch geringer ist der Anteil der meistbegüterten Klasse, die in der Lage ist, den Aufwand einer von der typischen Bauweise abweichenden Hausform zu leisten, wenn auch ihre Bauten in einzelnen Bezirken bedeutsam hervortreten. Die für den Städtebau kennzeichnende Hauptmasse der Gebäude entfällt vielmehr auf die Klein- und Mittelwohnungen, die wir insgesamt als die Volkswohnung bezeichnen.

Das normale städtische Wohnhaus ist nicht, wie man vielleicht annehmen dürfte, die freie Schöpfung des Baumeisters oder des Bauunternehmers, der etwa den ihm geeignet scheinenden Haustyp ausführt. Der einzelne Unternehmer hat im Regelfall keineswegs eine freie Wahl; es steht nicht in seinem Belieben, ob er auf einem bestimmten Gelände ein Einfamilienhaus oder eine vielstöckige Mietskaserne errichten mag. Entscheidend ist vielmehr das herrschende System der Stadterweiterung und der örtliche Bodenpreis — Vorbedingungen, die eine Hausform erzwingen oder auch schlechthin verbieten.

Die beifolgende Abbildung 46 zeigt uns die Behausungsziffer, d. h. die auf ein Gebäude entfallende Bewohnerzahl bei den verschiedenen Völkern; sie gewährt uns die Möglichkeit, in einem Gesamtüberblick die städtebauliche Gestaltung während des jüngsten Zeitabschnitts zu betrachten. Die Ausbildung der auffälligen Abstände unserer Abbildung gehört in der Hauptsache der neuesten Zeit, vornehmlich seit 1860—70 an. Bei einem Teil der Völker herrscht in der städtischen Bebauung heute allgemein das Vielwohnungshaus und die Mietskaserne, bei anderen dagegen ebenso entschieden das Individualhaus, ohne daß wir für diese Scheidung eine nach Rasse, Nation oder Klima begründete Abgrenzungslinie angeben können. Auf der einen Seite stehen die Städte von Deutschland, Osterreich, Frankreich, denen die Großstädte von Holland, Dänemark, Schweden, Norwegen und ein Teil von Neuyork hinzutreten; auf der Gegenseite finden wir den Hauptteil Belgiens und der Niederlande, England, Nordamerika. Weder aus bevölkerungstechnischen, noch aus volkswirtschaftlichen, noch aus entwicklungsgeschichtlichen Ursachen können wir die Entstehung dieser Gegensätze erklären. Gerade die Länder der fortschreitenden Industrialisierung und der rasch wachsenden städtischen Konzentration haben während des jüngsten Zeitabschnitts die Form des Einfamilienhauses festgehalten und sie in einem mit jeder Zählperiode steigenden Verhältnis durchgeführt. Mit der Hausform aber hängt jedes der wohnungspolitischen Einzelgebiete, gleichviel welches es sei, unlösbar zusammen. Es sei nur erwähnt, daß der Bodenpreis durch die Bauweise bestimmt wird; er erreicht in Deutschland bei Mietskasernenbebauung das Sechsfache bis Zehnfache der in den Flachbauländern üblichen Baustellenpreise. Für die Gestaltung des Realkredits und des Bodengeschäfts ist die Parzellierungsform entscheidend. Wohnungspolitische Mißstände besonderer Art finden sich oder fehlen je nach dem angewandten Bausystem.

Aus unserer Abbildung 46 ergibt sich der Grundsatz, daß wir allgemeine Entwicklungsgesetze, die bei gleichen Voraussetzungen allen Kulturvölkern gemeinsam sind, auf unser Gebiet nicht oder nur mit Vorbehalt anwenden dürfen. Die Gestaltung des Städtebaues beruht vielmehr auf der Grundlage der nationalen Institutionen, und aus deren Verschiedenheit erklärt sich die verschiedene Ausgestaltung in Ländern, die unter sonst gleichartigen Kulturbedingungen stehen. Eine Behausungsziffer von 66,13 Bewohnern in Charlottenburg und von 4,93 in Groß-London; ein Bodenpreis von 40 M. für den Quadratmeter in Düsseldorf und 5 M. in Gent stellen

	0	10	20	30	40	50	60	70	80		0	10	20	30	40	50	60	70	80	
BRADFORD	288505	4,08								ZÜRICH	190733	17,26								
LEEDS	445568	4,37								GENÈVE	58337	23,43								
NOTTINGHAM	259942	4,38								PARIS	2659128	38,00								
SHEFFIELD	454653	4,65								KOPENHAGEN	403472	26,60								
BIRMINGHAM	525960	4,79								JÖNKÖPPING	25141	9,00								
MANCHESTER	714427	4,86								NORRÖPPING	42781	14,00								
CROYDON ¹⁾	169559	4,93								GOETEBORG	162776	23,00								
BRISTOL	357059	5,30								MALMÖ	90771	29,00								
HORNSEY ²⁾	84602	5,48								STOCKHOLM	331272	32,00								
EAST HAM ³⁾	133504	5,50								BERGEN	75888	15,97								
LIVERPOOL	746566	5,57								CHRISTIANIA	242850	29,21								
LONDON ^{insv. v. Bez.}	4522961	7,89								BREMEN	247437	7,83								
NEWCASTLE u. T.	266671	8,13								CREFELD	129406	12,59								
ENGLD. KGREICH	520	5,05								FRANKFURT ⁴⁾	414576	17,09								
städt. Bez.	540	5,23								ESSEN	294653	17,61								
Ländl. Bez.	460	4,51								ELBERFELD	170195	18,02								
GENT	167477	4,48								CÖLN	516527	18,05								
LÜTTICH	170346	6,74								STRASSBURG	178891	18,25								
ANTWERPEN	312884	8,11								STUTT GART	286218	18,61								
BRÜSSEL ^{2,3)}	177078	8,53								DÜSSELDORF ⁵⁾	358728	19,11								
BELGIEN KGREICH	7423784	4,83								HANNOVER	302375	20,04								
ALKMAAR	20467	4,28								NÜRNBERG	333142	20,48								
LEEUWARDEN	33631	4,76								MANNHEIM ⁵⁾	193902	22,27								
UTRECHT	115382	5,56								LEIPZIG	589850	27,39								
GRÖNINGEN	68591	5,65								CHEMNITZ	287807	30,35								
HAAG	265900	6,52								MAGDEBURG ³⁾	279629	31,08								
ARNHEIM	61330	6,69								DRESDEN	548308	34,56								
ROTTERDAM	406907	10,90								MÜNCHEN	596467	36,59								
AMSTERDAM	550547	13,44								HAMBURG	931035	38,66								
HOLLAND KGREICH	5667088	5,58								BRESLAU ⁶⁾	512105	51,97								
PHILADELPHIA	1293697	5,4								POSEN	156691	51,80								
BALTIMORE	508957	5,7								CHARLOTTENB.	305978	66,13								
CLEVELAND	381768	6,0								BERLIN	2071257	75,90								
MILWAUKEE	285315	6,2								KRONSTADT	41056	8,47								
BUFFALO	352387	7,1								HERMANNSTADT	33489	10,58								
CINNCINNATI	325902	8,0								REICHENBERG	34790	16,49								
BOSTON	560892	8,4								TRIEST	226458	19,89								
CHICAGO	1698575	8,8								SALZBURG	34176	19,96								
NEW-YORKMANHATTAN	2050600	20,4								LINZ	61197	25,00								
YORK (BROOKLYN)	166582	10,2								GRAZ	145338	25,59								
SCHAFFHAUSEN	18101	11,19								INNSBRUCK	50389	26,24								
BASEL	132276	12,92								BRÜNN	122114	35,58								
BERN	85651	14,63								PRAG	218573	40,92								
ST. GAILLEN ⁴⁾	123153	15,18								BUDAPEST	880371	41,28								
CHAUX DE FONDS	37751	16,24								WIEN	2004939	50,74								

Abbildung 46.

Die Wohnweise der Völker.

Aus: Rudolf Eberstadt, Handbuch des Wohnungswesens, 4. Aufl. 1919.

brauchbarer Ersatz- und Behelfsstoffe wie durch den Hinweis auf ältere, während der neueren Bautätigkeit zurückgedrängte Formen der Bauweise. Durch Vorführung von Probearbeiten und von Abbildungen älterer Gebäude hat die Ausstellung namentlich die Aufmerksamkeit auf den früher vielfach verbreiteten Lehm-fachwerksbau gelenkt. Während des Krieges mußten die rund 17 000 Ziegelbrennereien Deutschlands bis auf die geringe Zahl von 700 Betrieben stillgelegt werden, teils aus Mangel

WALDSTEDTLING „BRAUNHALDE“
BEI ZSCHORNEGOSDA

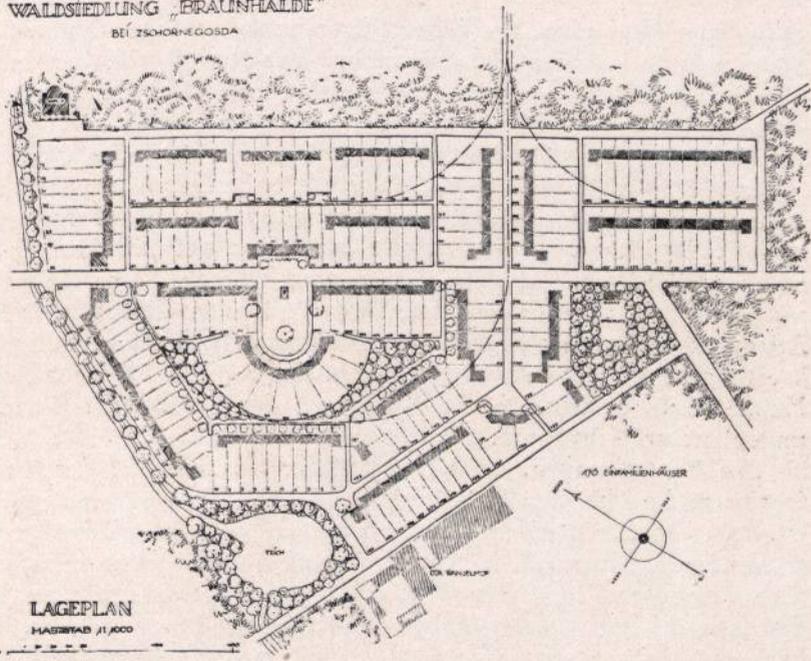


Abbildung 59.

Rudolf Eberstadt und B. Möhring.
Kleinhausiedelung Zschornegosda bei Ruhland.

anArbeitskräften, hauptsächlich aber wegen der Unmöglichkeit der Belieferung mit Kohle; ein Mißstand, der auch nach Kriegsabschluß nicht oder nicht in zureichender Weise behoben werden konnte. Der Lehm bietet demgegenüber ein fast allgemein beschaffbares Material, das auf der Baustelle selbst zu Luftziegeln geformt oder unter Anwendung ver-



Abbildung 60.

Wohnhof, Kleinhausiedelung Emanuelgrube-Bockwitz.

schiedener Methoden, wie Stampfbau, Einziehung von Drahtgeflecht u. a. m. verarbeitet werden kann. Allerdings stehen der Verwendung des Lehmbaues, insbesondere bei städtischen Mietwohnungen, noch erhebliche Bedenken entgegen. Eine Reihe von Kleinbauten ist indes in der jüngsten Zeit aus Lehmfachwerk errichtet worden, während im einzelnen der Lehmbau auch zur Ausführung größerer Villenbauten benutzt wurde.

In der künstlerischen und bautechnischen Behandlung der Hausformen betätigt sich die Bewegung des Heimatschutzes, der die Pflege des überlieferten Land- und Stadtbildes zum Gegenstand hat. Der neuzeitlichen Entwicklung sollen hierbei keine willkürlichen Hindernisse bereitet werden. Der Heimatschutz fordert vielmehr nur die Fernhaltung störender Eingriffe in das Gesamtbild, auf dessen Wahrung die Allgemeinheit ein Recht hat und durch dessen Zerstörung hohe ideelle und materielle Werte geschädigt werden. Auf dem Gebiet des Städtebaues haben die Vereine für Heimatschutz namentlich für die Pflege des heimischen Baustils und für die Abwehr ungeeigneter Bauformen gewirkt.

Die Bestrebungen, die wir unter der Bezeichnung der Bauberatung zusammenfassen, suchen bei der Errichtung von Neubauten einzugreifen. Zweck der Bauberatung ist, den Bauherrn oder Bauunternehmer auf die Mängel eines zur Ausführung bestimmten Bauentwurfs hinzuweisen und solche Abänderungen anzuraten, die sowohl eine Bessergestaltung des zu errichtenden Bauwerks wie auch seiner Beziehungen zu den benachbarten und umliegenden Grundstücken bewirken. Der Ursprung der Bauberatung liegt in der Erkenntnis, daß unter Aufwendung der gleichen oder sogar geringerer Mittel und unter Erzielung wirtschaftlicher Vorteile sich eine befriedigendere Wirkung in der Bauausführung erzielen läßt, als sie die Mehrzahl der während der letzten Bauperiode errichteten Bauten aufzuweisen hat.

5. ÖFFENTLICHE GESUNDHEITSPFLEGE

Der Städtebau hat Aufgaben zu bearbeiten, die zu den unbedingten, begrifflich feststehenden Grundlagen des Gebietes gehören und, wenn auch unter wesentlichen Umänderungen, in jedem Zeitabschnitt wiederkehren; es obliegen ihm aber auch besondere Aufgaben, die nur in einem einzelnen Zeitalter hervortreten und, zum mindesten in ihrer Eigenart und Größe, nur von einer bestimmten Periode zu behandeln sind. Zu den besonderen Problemen, denen der sich im 19. Jahrhundert entwickelnde Abschnitt des Städtebaues gegenübergestellt war, zählen namentlich die neue Technik der öffentlichen Gesundheitspflege und die Schaffung der modernen Verkehrsmittel. Beide Gebiete stehen innerlich in einem engeren Zusammenhang, als es auf den ersten Blick scheinen mag; denn beide nehmen ihren Ursprung in der sich im 19. Jahrhundert ausbildenden Bewegung der Zusammenballung der Bevölkerung und der Konzentration des Erwerbslebens in den Städten.

Seit Anfang des 19. Jahrhunderts zieht die Industrie mit ihrer Produktionssteigerung fortgesetzt neue Arbeitermassen heran. Zu Zehntausenden, bald zu Hunderttausenden strömten die Arbeiterscharen in die Städte und Fabrikorte, deren Bevölkerung in einem vorher nicht gekannten Maßstab zunahm. Die Schwierigkeiten für die damalige Zeit lagen in einer doppelten Richtung: einmal in der absoluten Größe der Aufgaben, ferner in der vollständigen Neuheit der Entwicklung, auf die man unmöglich vorbereitet sein konnte. Die Industriestädte und die neuen, rasch emporschießenden Industriedörfer waren in keiner Weise darauf angelegt, eine Massenbevölkerung aufzunehmen; Jahrzehnte mußten darüber hingehen, bevor man die notwendigen Erkenntnisse und Erfahrungen auf dem Gebiet der städtischen Bevölkerungs-

licher Art, die topographischen Verhältnisse für die Wahl des angewandten Systems — Kläranlage, Fortleitung nach einem Flußlauf, Berieselung auf hierfür hergerichteten Feldern usw. — bestimmend waren. Die Wirkung der kostspieligen Anlagen machte sich in den Gemeindefinanzen, in den Bodenpreisen und namentlich in der Einführung bestimmter Hausformen geltend.

Die Technik des 20. Jahrhunderts brachte in der Behandlung der Abwässer und der Abfallstoffe wesentliche Fortschritte. Zunächst erwies sich die überlieferte Form der Kanalisation im einzelnen wegen der hohen Kosten als ein schweres städtebauliches Hindernis. Auch waren die üblichen Systeme in manchen Siedelungen infolge örtlicher Voraussetzungen nicht oder nur unter Schwierigkeiten anwendbar. Die Tiefbautechniker und Hygieniker wurden durch beide Umstände zu neuen Lösungen angespornt. In der Gegenwart verfügt der Städtebau in der Abwässer- und Abfallbeseitigung über eine Reihe von Methoden — zum Teil aus gemischten Systemen der Ableitung bestehend —, die auch für Städte und Siedelungen kleineren Umfangs durchführbar sind.

Aus einer zweiten Richtung fand indes das seitherige System der Kanalisation Widerstand infolge der neueren Bestrebungen, die auf eine Auflockerung der dichten Bebauung und auf die Zuteilung von Produktivland abzielen. Zu diesen Formen der Siedelungszerteilung zählen sowohl die Gartenstädte wie auch allgemein die Stadterweiterungen, die die Bauweise des Einfamilienhauses mit Landzulage anwenden. Die Grundstücksbesitzer lehnen vielfach in solchen Siedelungen die Kanalisation ab, nicht allein der hohen, die Baustelle verteuernenden Kosten wegen, sondern weil der Besitzer die Dungstoffe in seinem eigenen Garten- oder Landwirtschaftsbetrieb gebraucht. Die beiden vorerwähnten Erwägungen haben eine Wandlung in der Stellungnahme der Behörden bewirkt. Die jüngsten Ministerialverordnungen in Preußen bestimmen, daß künftig nur in Bezirken, in denen beiderseitig geschlossene Bauweise vorgeschrieben ist, bei ungünstigen Verhältnissen und sehr dichter Besiedelung, die Anbaufähigkeit der Wohnstraßen in Kleinsiedelungen davon abhängig gemacht werden darf, daß die Straßenentwässerung an ein unterirdisches Kanalnetz angeschlossen wird.

Bezüglich des Straßenbaues gilt es zunächst festzustellen, daß die städtische Straße eine doppelte Aufgabe zu erfüllen hat. Die Straße hat dem allgemeinen Verkehr und der Zugänglichkeit der einzelnen Grundstücke zu dienen; zugleich aber bildet die Straße als öffentliche Fläche in der Stadt einen der vornehmsten Zubringer von Licht und Luft. In der Straßenanlage ist deshalb nicht nur die verkehrstechnische, sondern auch die hygienische Bedeutung zu berücksichtigen. Der kontinentale Städtebau des 19. Jahrhunderts glaubte der Straße eine große Breitenabmessung und eine kostspielige Ausstattung geben zu sollen; daß hierdurch die hygienischen Interessen nicht gefördert, sondern im Gegenteil die den stärksten Einwendungen unterliegenden Hausformen zur Einführung gebracht wurden, haben wir zuvor gesehen. Der Städtebau unserer Tage hat die verkehrstechnischen Leistungen von den gesundheitlichen zu scheiden. Für den eigentlichen Straßenkörper sind die Aufwendungen auf dasjenige Maß zu beschränken, das den Anforderungen des allgemeinen Verkehrs und der Zugänglichmachung der angrenzenden Grundstücke entspricht. Die übrige Fläche dagegen kann zu Grünstreifen oder Vorgärten genutzt werden. Diese Bestrebungen haben zu den oben S. 27 f. erörterten Neuerungen in den Bebauungsplänen geführt.

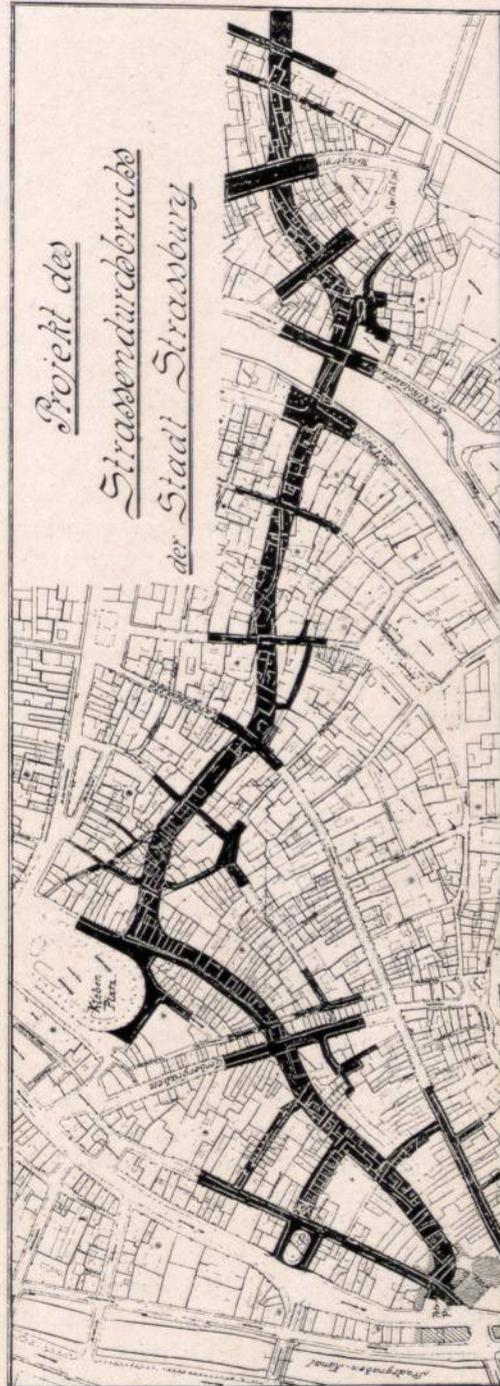
Die seither maßgebenden Grundsätze der Bauordnungen hatten das Höhenmaß von der Straßenbreite abhängig gemacht, so daß in der Stadterweiterung zumeist die zulässige Gebäudehöhe an die Breite der Straße gebunden war. In neueren Ver-

den Stadtkern zu einem erheblichen Teil umgeschaffen. In Berlin, Wien, Elberfeld, Darmstadt, Mainz, Hannover, Königsberg, Posen u. a. m. wurde die Sanierung einzelner innenstädtischer Bezirke vorgenommen.

In der 1910 vollendeten Altstadtsanierung von Stuttgart tritt das Bestreben hervor, die Wiederbebauung der niedergelegten Bezirke planmäßig nach einheitlichen Gesichtspunkten zu behandeln. Die Leitung des ganzen Unternehmens, das im Stadtmittelpunkt nächst dem Rathause belegene Gebiet umfassend, wurde in die Hand des im Bauwesen bewährten „Vereins für das Wohl der arbeitenden Klassen“ gelegt. Die Bebauung des neu eingeteilten Bezirks erfolgte mit Gebäuden, die, der innenstädtischen Lage entsprechend, teils Geschäftsräume und Läden, teils Wohnungen enthalten. In den Bauformen wurde eine Anlehnung an die heimatische Bauweise gewählt, während zugleich mit Rücksicht auf die örtlichen Verhältnisse der Fernwirkung der Gebäude — Blick von den umgebenden Höhen — besondere Aufmerksamkeit gewidmet wurde. Die Straßenführung ergibt ansprechende Bilder, von denen Abbildung 61 ein Beispiel zeigt.

Eine städtebauliche Aufgabe weitreichender Bedeutung wurde mit der Altstadtsanierung von Straßburg i. Els. im Jahre 1907 in Angriff genommen. In der seit Jahrhunderten durch den Festungsring eingeschlossenen Innenstadt, die erst im Jahre 1875 mit Kanalisation ausgestattet wurde, hatten sich seit geraumer Zeit unbefriedigende Zustände entwickelt. Die Stadtverwaltung entschloß sich auf Anregung von Bürgermeister Schwander zu einer eingreifenden Regelung, die sich das dreifache Ziel setzte, neue leistungsfähige Verkehrswege durch den Stadtkern zu legen, günstige Geschäftslagen in der Innenstadt zu schaffen und die hygienischen Mißstände in den altstädtischen Bezirken zu beseitigen. Der Zug der Sanierung durchquert die ganze Altstadt und bietet eine gutgeführte, leistungsfähige Verkehrsstraße für die Innenstadt selbst wie für die Verbindung mit der Stadterweiterung; siehe Abbildung 62. Die

Durchführung des Unternehmens erfolgte in der Weise, daß die Stadt die in das



Altstadtsanierung, Straßburg i. Els.

Abbildung 62.

Sanierungsgebiet fallenden Häuser ankaupte und niederlegte. Die Verwertung und Wiederbebauung des freigelegten Geländes wurde indes nicht von der Stadt selber übernommen, sondern einer Privatgesellschaft (unter Führung der Süddeutschen Disconto-Gesellschaft) übertragen. Die Grundstücke werden an die Erwerber entweder endgültig verkauft oder gegen ein auf 65 Jahre laufendes Erbbaurecht abgegeben, dessen Zins allmählich von 2% bis auf 5% des Baustellenwertes steigt; die Stadt gelangt in solchem Fall nach Ablauf der Erbbaufrist in den Besitz hochwertiger innenstädtischer Grundstücke. Der gemeindliche Zuschuß des Gesamtunternehmens ist auf 3½ bis 4 Millionen Mark veranschlagt. Bei der Bebauung der Grundstücke ist Vorsorge getroffen, daß die geschichtliche Eigenart des Stadtbildes erhalten bleibt. Das Unternehmen war im Jahre 1919 in seinem ersten Abschnitt im wesentlichen vollendet.

Die Sanierung der altstädtischen Bezirke bringt einen tiefgehenden Eingriff in das Wohnungswesen mit sich. Das vielgebrauchte Schlagwort der „Citybildung“ hat uns lange Zeit über die wohnungspolitische Bedeutung der Altstadt getäuscht. Nur ein Bruchteil der Innenstadt wird, selbst in unseren bedeutendsten Großstädten, zur reinen Geschäftsstadt umgewandelt, in der eine an Zahl geringe Wohnbevölkerung zurückbleibt. Unmittelbar aber an die reinen Geschäftsbezirke und Geschäftsstraßen schließen sich dichtbevölkerte, engbewohnte innenstädtische Bezirke an, engbesiedelte Quartiere mit einer Bevölkerung der verschiedensten Bestandteile, den guten sowohl wie den unerwünschten Elementen der städtischen Einwohnerschaft angehörend. Überall ist der Stadtkern von Bezirken und Zonen minderwertiger Gebäude umgeben, und gerade der hochwertigste, bestbezahlte Boden ist durchsetzt von Bezirken, die die billigsten Wohnungen der Stadt enthalten.

Das Schicksal und die Bedeutung der älteren Wohngebäude sind sehr verschieden. Bei guter Instandhaltung bilden die Wohnbauten älterer Jahrgänge einen wichtigen, man darf sagen unentbehrlichen Teil des Gesamtbestandes der städtischen Wohnungen; denn hier finden die an den innenstädtischen Beschäftigungsort gebundenen Arbeiter und Angestellten, ferner die auf eine billigere Miete angewiesenen (namentlich die kinderreichen) Familien Unterkunft. Wird dagegen die Instandhaltung vernachlässigt oder nistet sich eine schlechte Mieterschaft ein, so geraten die Wohnungen rasch in Verfall und Verruf; in den verwahrlosten Gebäuden entsteht die unternormale oder Verfallswohnung, in England als „Slum“ bezeichnet.

Die Sanierungstätigkeit des 19. Jahrhunderts hat sich zunächst um die wohnungspolitischen Folgewirkungen wenig gekümmert. Man glaubte den gestellten Aufgaben genügt zu haben, wenn man verwahrloste, gesundheitsschädliche oder verkehrshinderliche Bezirke ausgeräumt hatte. Bald zeigten sich jedoch die nachteiligen Erscheinungen, die in einer wesentlichen Schädigung des Wohnungsmarktes bestanden und ferner im einzelnen die völlige Vergebllichkeit des kaum durchgeführten Sanierungsunternehmens bekundeten. Durch die Niederlegung älterer Gebäude geriet ein großer Teil billiger Kleinwohnungen in Fortfall, für die weder in gleicher Stadtlage noch in der gleichen Mietpreisklasse Ersatz geschaffen wurde. Die aus den Verfallswohnungen ausgetriebene Bewohnerschaft der untersten Stufen dagegen ließ sich regelmäßig in einem benachbarten, bis dahin mittelguten Bezirk nieder und brachte hier alsbald die schlechten Wohnungszustände hervor, die man kurz zuvor in dem gesäuberten Bezirk mit großen Kosten beseitigt hatte.

Die neuere Auffassung im Städtebau geht deshalb dahin, daß die Sanierungstätigkeit Hand in Hand gehen müsse mit der Darbietung neuer zweckentsprechender Wohnungen. In England verpflichtet die Gesetzgebung bereits seit einer Reihe von



Abbildung 63. Geschäftsstadt Neuyork (aus Kemmann, Zeitschrift „Der Städtebau“ 1911 S. 26).

gemeindliche Unternehmung zeigt namentlich in Deutschland, Holland, Skandinavien, England größere Verbreitung. Weitergehende Sozialisierungsbestrebungen sind seit 1919 im Gange. Vielfach befinden sich noch heute der Stadtverkehr und der Umkreis- und Fernverkehr in der Hand verschiedener Unternehmungen, wenn auch im einzelnen (wie in London) eine Vereinheitlichung des Betriebes und der Fahrtausweise durchgeführt worden ist.

Ein neuer Abschnitt in der Entwicklung des städtischen Verkehrs beginnt mit der elektrischen Betriebskraft, die eine Reihe bedeutsamer Vervollkommnungen für das städtische Verkehrswesen brachte, wie Fortfall der Rauchtentwicklung, schnelleres Anfahren und Anhalten, Möglichkeit, größere Steigungen und engere Kurven zu nehmen. Eine weitere Umbildung vollzieht sich neuerdings in dem Verkehrswesen der Städte Englands und Amerikas, indem der Grundsatz des „rapid transit“ weiter durchgeführt wird. Der Verkehr von den Außenbezirken nach dem Stadttinnern soll allgemein (auf zahlreichen Einzelstrecken ist dies schon jetzt erreicht) als Schnellverkehr organisiert werden, indem die örtlichen Verkehrslinien, ganz abgesehen von dem gesondert geführten Betrieb der Fernlinien, viergleisig ausgebaut werden. Auf dem einen örtlichen Gleispaare verkehren die Züge, die jede einzelne Stadtbahnstation bedienen; auf dem zweiten Paar laufen die örtlichen Schnellzüge, die den Schnellverkehr von der Stadtmitte nach den Außenbezirken besorgen. Die neue Stadtlängsbahn von Neuyork ist bereits nach diesem System angelegt. In London sind die Vorortslinien der Eisenbahnen längst viergleisig ausgebaut. Vorortsschnellzüge, für das Wohnungswesen von höchster Bedeutung, laufen auf allen Vorortslinien bis zu den Endbahnhöfen in der Stadtmitte. Die Meinung der maßgebenden technischen

Für die Erklärung der trotzdem eingetretenen großen Verkehrssteigerung bei Straßenbahn und Hochbahn ist eine Reihe von Umständen heranzuziehen. Einen entsprechenden Zuwachs hat zunächst der Rückgang des Omnibusverkehrs gebracht, wenn auch nicht mit der vollen Ziffer des hier entstandenen Ausfalls. Von der Stadt- und Ringbahn ist ferner infolge der Verkehrsbeschränkungen eine gewisse Abwanderung nach den anderen Verkehrsmitteln erfolgt. In der Hauptsache dürfte indes die starke Verkehrszunahme bei Straßenbahn und Hochbahn durch die Umstellung des gewerblichen Lebens zu erklären sein. Die männlichen Arbeitskräfte sind durch weibliche ersetzt worden; der Beschäftigungsort (Übergang zur Kriegs- und Rüstungsindustrie) hat gewechselt, während die Wohnung zumeist die alte geblieben ist. Ferner hat sich allgemein die Beteiligung der Bevölkerung am Verkehr infolge der Notwendigkeit der Fahrten für die Besorgung von Lebensmitteln und Haushaltsbedürfnissen gesteigert. Die gleichen Einwirkungen auf den Betrieb der Verkehrsmittel hat sich im Gefolge der Kriegereignisse auch in anderen Großstädten eingestellt. Aus London wird noch nach Kriegsende in Berichten vom Februar 1919 über das Versagen und die Unzulänglichkeit der Verkehrsmittel geklagt; die Ursachen sind die gleichen wie die obengenannten: vermehrte Teilnahme der Bevölkerung am Verkehr und Mangel an geschulten Arbeitskräften für die Instandhaltung des Verkehrsmaterials.

Die Friedenswirtschaft wird zweifellos den Ausbau der Verkehrsmittel alsbald wieder aufnehmen und fördern müssen. Hinsichtlich des städtischen Schnellverkehrs wurde seither anscheinend in der Praxis die Anschauung vertreten, daß besondere schnellfahrende Stadtbahnen erst bei einer städtischen Bevölkerung von 1 Million Einwohnern lohnend werden. Die Grenze bedarf heute einer wesentlichen Herabsetzung. In Liverpool wurden städtische Schnellbahnen erbaut, als die Bevölkerung erst 750000 Einwohner zählte. Auch die Stadt Hamburg hatte, als der Bau der Hochbahn unternommen wurde, die Einwohnerzahl von 800000 nicht erheblich überschritten. Für die Anlegung städtischer Schnellbahnen mit eigenem Bahnkörper ist bereits bei einer Großstadtsiedelung von weniger als $\frac{3}{4}$ Million Einwohnern das Bedürfnis und die Ertragsmöglichkeit gegeben, namentlich wo die Verbindung auf Nachbarstädte ausgedehnt werden kann. Für die Einträglichkeit des Unternehmens sind die Kosten des angewandten Bausystems von wesentlichem Einfluß, wobei in der Wahl der Bauform die Aufgabe der Durchleitung durch den Stadtkern in Betracht zu ziehen ist. Der Bau von Untergrundbahnen ist so kostspielig, daß niedrige Tarife, wie sie im Interesse der Bevölkerung und des Wohnungswesens erwünscht sind, hier kaum oder nur unter Gewährung von Zuschüssen möglich sind.



Abbildung 64. Hochbahn, Berlin. Oberbaumbrücke für Straßenverkehr u. Hochbahn.

Wenn die Einrichtungen des Personenverkehrs im Stadtbild augenfällig hervortreten und sich der Beobachtung von selbst aufdrängen, so kommt den Anlagen für den städtischen Güterverkehr, obwohl sie im einzelnen weniger wahrnehmbar sind, eine wesentliche Bedeutung für den Städtebau zu. Die Güterbahnhöfe und ihr Zubehör an Gleis- und Verschubanlagen nehmen allgemein einen breiten Raum ein; in den Städten mit Wasserverkehr bilden die Hafengebäude und Ladestellen einen der Mittelpunkte des gewerblichen Lebens. Endlich wird die Verteilung der Gewerbe- und Handelsbetriebe und damit die bauliche Entwicklung einer Stadt durch die örtliche Verteilung der Einrichtungen für den Güterverkehr erheblich beeinflusst.

Die Güterbewegung einer Groß- oder Industriestadt verlangt umfangreiche Flächen, geeignete Straßenanlagen für die Anfuhr und Abfuhr und die Leitung des Güterverkehrs, Verbindungen mit den Großbetrieben — Voraussetzungen, die auf die planmäßige Bearbeitung und auf die Schaffung von Industrievierteln in Verbindung mit den Güterbahnhöfen hinweisen. Eine allzu große Zentralisierung der Güterbahnhöfe und Ladestellen führt zu einer Überlastung der städtischen Straßen durch die die An- und Abfuhr besorgenden Fuhrwerke, wie sie in London vielfach wahrnehmbar ist. Die gleiche Wirkung tritt ein, wenn den Güterbahnhöfen eine von den Industrie- und Arbeitsbezirken übermäßig entfernte Lage gegeben wird. Eine besondere Einrichtung für die innenstädtische Beförderung wurde in Chicago durch die Anlegung einer „Güteruntergrundbahn“ geschaffen, die seit 1903 ein Netz unterirdischer schmalspuriger Güterbahnen von 97 km Gleislänge herstellte. Der Tunnel der Güterbahn verzweigt sich durch die hauptsächlichen Geschäftsviertel der Stadt und besitzt Anschlüsse mit den großen Güter- und Personenbahnhöfen sowie mit den einzelnen bedeutenden Geschäftsbetrieben der Stadt. Das finanzielle Ergebnis des Unternehmens ist indes ein ungünstiges.

Die Ausgestaltung der städtischen Verkehrsmittel ist während des jüngsten Abschnitts des Städtebaues stückweise erfolgt, und keine Stadt hat hierbei ein von Anfang an feststehendes Programm durchgeführt. Eine planmäßige Einheitlichkeit des städtischen Verkehrswesens ist unter diesen Voraussetzungen bisher nur in beschränktem Umfang erreichbar gewesen. Durch Verschmelzung verschiedener Gesellschaften, durch Vereinbarungen und öffentliche Organisationen sind allerdings große Fortschritte im Betrieb erzielt worden; die Eingliederung der Verkehrseinrichtungen in die Ziele des Städtebaues und des Siedelungswesens bleibt indes in vielen Beziehungen noch eine unerfüllte Forderung. Schon die äußere Behandlung der Verkehrsanlagen läßt vielfach die notwendige Übereinstimmung mit den städtebaulichen Aufgaben vermissen. Die Stadtplanung findet heute allgemein wesentliche Hindernisse in den Eisenbahnanlagen, deren Dämme, Fahrgleise und Bahnhöfe häufig rücksichtslos das Stadterweiterungsgelände sperren und zerschneiden. Das Gelände der Stadterweiterung wird hierbei durch Bahndämme und Bahnanlagen in einer Weise zerteilt, daß die Entwicklung der Städte schweren Schaden leidet und namentlich die Angliederung von Wohngelände und neuen Stadtteilen unterbunden wird.

In der Behandlung des städtischen Planwesens selbst bedarf die Einfügung der Verkehrseinrichtungen systematischer Berücksichtigung, und für die Anlage von Verkehrsmitteln ist durch Freihaltung der Flächen für die Linienführung in vorbeugender Weise zu sorgen. Die Ausstattung mit rasch fördernden Verkehrsmitteln endlich ist in den Großstädten, namentlich in Deutschland, noch eine unzureichende; auch ist die Wirkung der Verkehrspolitik auf das Siedelungswesen bisher keine allgemein befriedigende gewesen. Nach zwei Richtungen sind hier bestimmte Grundsätze aufzustellen.

Hermann Muthesius und eine Reihe anderer Künstler beteiligt. Dem Jahre 1910 gehört die Gründung einer ganzen Anzahl von Gartensiedelungen an, unter denen



Abbildung 65. Stadtbaurat Strobel, Bauräte Weidenbach und Tschammer. Gartenvorstadt Leipzig-Marienbrunn, Straße am Denkmalsblick.

Stockfeld-Straßburg, Neumünster, Hüttenau a. d. Ruhr (Entwurf von Georg Meßendorf), Magdeburg, Wandsbeck, Riederwald (Frankfurt a. M.) genannt seien; in den folgenden Jahren entstanden Gartenstädte und Gartenvorstädte in Karlsruhe, Nürnberg, Stettin, Dortmund, Leipzig-Marienbrunn (siehe Abbild. 65), Steenkamp-Bahrenfeld b. Altona (Neugebauer und Schmidt), Emst bei Hagen, Gera, Berlin - Falkenberg

(Bruno Taut), Mannheim (Abbildung 66), während die von Richard Zanders (Berg-Gladbach) begründete Siedlung Gronauerwald im Jahre 1913 in eine gemeinnützige Gartengesellschaft umgewandelt wurde.

Neben den auf genossenschaftlicher Grundlage stehenden Gartenstädten verfolgt eine große Zahl von Siedelungen mit erwerbsmäßigen Zwecken das Ziel, eine gartenstadtgemäße Bebauung zu bieten. Der Bau des Kleinhauses tritt bei diesen Unternehmungen mehr zurück; die Mittelwohnung wird vielfach angelegt, während häufig bei geeigneter Lage die teure Wohnung (Landhaussiedelung) zur Ausführung gelangt. Eine Reihe dieser Siedelungen ist in vorhandene Wälder unter Erhaltung des Waldbestandes eingebaut worden. Bei der Aufteilung fiskalischen Grundbesitzes in dem Außenbezirk von Großstädten wurde gleichfalls in der Bebauung mehrfach der Charakter der Gartenstadtanlage gewahrt. Weiträumige Siedelungen von Großindustriellen und Bodengesellschaften, deren Planung reichliche Zuteilung von eigenen Freiflächen aufweist, haben wir in vorausgehenden Abschnitten kennengelernt.



Abb. 66. Esch u. Anke. Gartenvorstadt Mannheim, Reihenhäuser.

ländeerschließung in der Stadterweiterung und den Ausbau von Straßen unternommen, teils auch Rentengüter angelegt, wie Forst, Schwiebus, Wittenberge, Fürstenwalde, Kalau, Sorau, Neustadt a. S., Mühlheim a. d. Ruhr u. a. m. Eine weitgehende Förderung erfuhr die Ansiedelung im Seebad Zoppot b. Danzig. Auf einem von der Gemeindeverwaltung erschlossenen Gelände wurde für die durch die Entwicklung des Seebades verdrängte Fischereibevölkerung eine neue Niederlassung angelegt, während in geeigneter Lage eine Siedelung für die Aufnahme von Kriegerheimstätten und den allgemeinen Wohnungsbau geschaffen wurde. Das Vorgehen der Kleinstädte ist für das Siedelungswesen von erheblicher und zweifellos steigender Bedeutung.

Ein allgemeines Fortschreiten der Siedelungstätigkeit zeigt sich etwa seit dem Jahre 1910 mit dem Ausbau örtlicher und provinzialer Organisationen. Wirkungsvolle

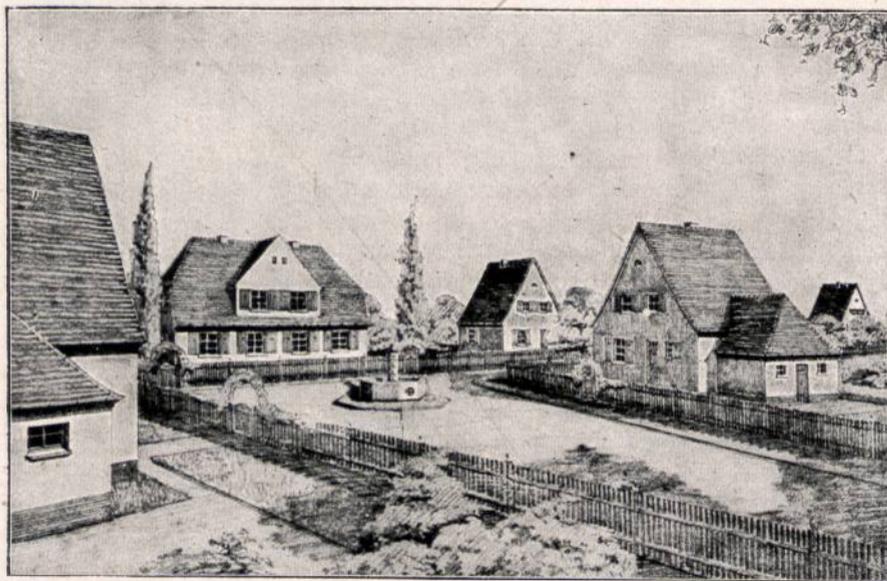


Abbildung 70.

Siedelungsgesellschaft Sachsenland.
Kleinsiedelung bei Grube Michael, Plaßanlage.

Anregungen kamen hierfür aus den skandinavischen Ländern Schweden, Norwegen und Dänemark, wo Staat und Gemeinden durch Maßnahmen der Gesetzgebung und Bereitstellung von Geldmitteln die Ansiedelung in den Städten und auf dem Lande wirksam gefördert hatten. Die deutschen Einrichtungen erstreckten sich namentlich auf die

Begründung und Förderung gemeinnütziger Siedelungsunternehmen, die — neben der landwirtschaftlichen Stellenbildung — insbesondere das Siedelungswesen im Bereich der Städte und der Industriebevölkerung in den Kreis ihrer Tätigkeit einbezogen.

Provinzielle Siedelungsunternehmen sind seitdem in Preußen bis zum Jahre 1916 in den meisten Provinzen errichtet worden, wobei sich der Staat bei den einzelnen Unternehmen mit $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ des Kapitals beteiligte. Die in Brandenburg tätige Siedelungsgesellschaft „Eigene Scholle“ hat eine Reihe städtischer Siedelungen in Klein- und Mittelstädten angelegt. Der Bautätigkeit der Gesellschaft Sachsenland in Halle a. d. S. ist die Abbildung 70 mit ihrer hübschen Gebäudegruppierung entnommen. In Bayern wurde im Juli 1917 als Mittelpunkt des Siedelungswesens die Bayerische Landessiedelungsgesellschaft begründet. Im Königreich Sachsen hat die im Jahre 1914 errichtete Heimstättengesellschaft in der kurzen Zeit ihres Bestehens eine Reihe von Siedelungen erbaut, die teils in der Stadterweiterung von Klein- und Mittelstädten, teils in dem Außengebiet der Großstädte angelegt wurden. In Württemberg, Baden, Hessen, Oldenburg und anderen Bundesstaaten finden wir gleichartige

Unternehmungen am Werk. — Betrachten wir die Zahl dieser tatkräftig und erfolgreich vorschreitenden Bestrebungen, so ergibt sich, daß bereits vor dem Weltkrieg und bis zum Kriegsabschluß eine starke Strömung sich entwickelt hatte, die auf die Schaffung verbesserter, von dem Städtebau des 19. Jahrhunderts wesentlich abweichender Siedlungsformen abzielte. Der Förderung dieser Bewegung dient eine Reihe von Maßnahmen, die dem Jahre 1919 angehören. Durch Verordnung der Reichsregierung vom 15. Januar 1919 wurden die Landeszentralbehörden verpflichtet, Bezirkswohnungskommissare zu bestellen, denen weitgehende Befugnisse beigelegt werden hinsichtlich der Enteignung von Baugelände, der Inbetriebsetzung von Ziegeleien und der Beschaffung von Bauholz und sonstigen Baumaterialien. Um gegenüber den auf das Vierfache der Preise vor dem Kriege gestiegenen Baukosten die Errichtung von Neubauten zu ermöglichen, werden durch Reich, Staat und Gemeinde Zuschüsse für Wohnungsbauten gewährt. Eine Verordnung vom 29. Januar 1919 schreibt die Begründung gemeinnütziger Siedlungsunternehmungen allgemein vor, denen wiederum für die Beschaffung des erforderlichen Siedlungsgeländes sogenannte „Landlieferungsverbände“ an die Seite treten. Zugleich wurde gemäß einem von dem Reichs- und Staatskommissar für das Wohnungswesen, Staatssekretär Scheidt, ausgearbeiteten Entwurf eine Reichsverordnung erlassen, die gesicherte Grundlagen für das Erbaurecht bringt. Den Abschluß dieser Maßnahme bildet ein unter Mitwirkung von Professor Sering entstandener Gesetzentwurf, der für die Durchführung der inneren Kolonisation Teilstücke des Großgrundbesitzes abzweigt und sie zur Schaffung von Siedlungen zur Verfügung stellt.

Zweifellos hat auf unserem Gebiet eine bedeutsame Bewegung eingesetzt, die zu neuen Formen des Städtebaues und der Ansiedelung zu gelangen strebt. Karl Scheffler hat in seinem „Geist der Gotik“ die großen Fortschritte wie die Einseitigkeit der uns voraufgehenden Zeit zusammenfassend gekennzeichnet; ein weiter Abstand trennt uns bereits von dieser Periode. Die Liquidation der Erbschaft des 19. Jahrhunderts hat auch im Bereich des Städtebaues begonnen. Wir haben alle Ursache, uns der neuen Richtung zu freuen; gleichwohl wäre es voreilig, zu glauben, daß die Bedingungen für eine sozial, künstlerisch und wirtschaftlich befriedigende Entwicklung unseres Siedlungswesens bereits hergestellt seien.

Das uns überlieferte System des Städtebaues ist nicht in einer freien, naturgemäßen Entwicklung von selbst entstanden. Es beruht, wie wir gesehen haben, von der Bodenparzellierung bis zu den Bauformen auf einem fest verbundenen Kreis zusammenhängender Einrichtungen, aus denen die vorhandene Ausgestaltung mit Notwendigkeit hervorgehen mußte. Nicht durch Einzeleingriffe, nicht durch Begünstigungen und Erleichterungen kann der Zustand gebessert werden. Aus der Regelung des 19. Jahrhunderts haben wir ein altes Inventarstück beibehalten; es ist die Künstlichkeit der Mittel und das Übermaß des Verwaltungsapparats. Eine Erfahrung von vier Jahrzehnten hat uns gezeigt, daß hierbei nur die Sonderinteressen — sie mögen rechts oder links stehen — fortentwickelt werden, während für die Allgemeinheit kein befriedigender Erfolg erreicht wird.

Für die Allgemeinheit aber, nicht für die Fachkreise allein, muß eine neue Auffassung vom Städtebau gewonnen werden. Vieles hat sich hierin, wie wir zu Eingang unserer Darlegung hervorheben konnten, gewandelt; aber wir sind noch lange nicht am Ziel. Die Schwierigkeit einer zureichenden Beurteilung unseres Gebietes mag zu einem großen Teil darin begründet sein, daß unser Städtebau vor allem das

Reich der Umkehrungen und der Paradoxen ist, in dem sich hinter der äußerlich erkennbaren Form eine völlig gegensätzliche Wirklichkeit verbirgt. In großer Zahl sind uns hierfür die Beispiele in unserer Erörterung begegnet: die Errungenschaft der neuen Städtehygiene brachte uns die schlechtesten Bauformen und die Mietskaserne; die „Wohltat“ der breiten Straße führte zu der schlimmsten Zusammenpressung der Bevölkerung; aus dem Aufwand der größten Mittel folgte die künstlerische Armut des Straßennetzes und des Baublockschemas; der Reichtum der gesteigerten Grundrente bekundet sich in der erdrückenden Milliardenlast der Bodenverschuldung. Welche Beugungen aller natürlichen Entwicklung kennzeichnen sich endlich in dem einen Punkt, der oben Seite 44 besprochenen Umformung der Parzellierung und der Wohnweise!

Das Wort unseres Altmeisters Vitruv gilt noch für unsere Tage: „Encyclopaedeos enim est architectura“ — Allumfassend ist der Städtebau. In einem anderen Sinne allerdings, als der römische Schriftsteller ihn anwandte, müssen wir den Ausspruch verstehen. Wir wissen heute, daß es kein Gebiet unserer inneren Zustände gibt, das nicht durch den Städtebau berührt wird. In der Erkenntnis der inneren Zusammenhänge, in der Ablehnung der Sonderinteressen und der dekorativen Kunstgriffe bietet sich der Weg, der zu einer befriedigenden Gestaltung des Städtebaues führt.

KANAL- UND HAFENBAU

VON GEORG DE THIERRY

1. EINLEITUNG

Die ersten Straßen, die den Verkehr zu Lande ermöglichten, sollen, nach griechischen Quellen, unter den Regierungen des Cyrus und des Darius von den Persern im 6. und 5. Jahrhundert angelegt worden sein. Lange vor dieser Zeit trat das Bedürfnis nach Umtausch von Gütern hervor, das nur durch die Schifffahrt befriedigt werden konnte. Es ist bekannt, daß die Ägypter im 24. Jahrhundert v. Chr. auf dem Nil und dem Roten Meer, die Babylonier etwa vier Jahrhunderte später auf Euphrat und Tigris und die Chinesen etwa um dieselbe Zeit Schifffahrt getrieben haben. Bis zur Erfindung der Kammer- schleuse, die zeitlich mit der Entdeckung Amerikas und des Seeweges nach Ostindien zusammenfällt, waren die natürlichen Ströme fast die alleinigen Träger der Schifffahrt. Nur im Flachland, wo es keine Höhenunterschiede zu überwinden gab, war es möglich, Kanäle zu bauen. Der erste Kanal dürfte der Ticinello sein, der, in der zweiten Hälfte des 12. Jahrhunderts angelegt, vom Tessin bei Tornavento abzweigte und in das Flößchen Olona bei Abbiategrosso einmündete. Dieser Kanal diente zunächst nur der Bewässerung und wurde von den Mailändern im Jahre 1257 schiffbar gemacht und durch einen zweiten Kanal mit dem Hafen der Stadt Mailand (Darsena di Porta Ticinese) verbunden. Damit war eine Kanalverbindung zwischen Mailand und dem Lago Maggiore geschaffen.

In den Niederlanden waren die beiden Kanäle Delftsche Schie und Rotterdamsche Schie Ende des 13. und um die Mitte des 14. Jahrhunderts schon schiffbar.

Neben den Zöllen waren es die Mühlenstaue, die auf den Flüssen die Entwicklung der Schifffahrt hemmten. In vielen Stauwerken wurden zwar Schiffsdurchlässe angeordnet, und auf Kanälen fand man vielerorts Überzüge, um die Schiffe von einer Haltung in die andere über den trennenden Damm zu befördern. Aber erst die Kammerschleuse, deren Erfindung den Italienern zugeschrieben wird, schuf die Möglichkeit, Wasserspiegel von verschiedener Höhe miteinander zu verbinden, und beseitigte die zeitraubende und teure Umladung der auf den natürlichen und künstlichen Wasserstraßen beförderten Güter.

Die Erfindung der Dampfmaschine rief eine vollständige Umwälzung der Gewerbetätigkeit in der ganzen Welt hervor. Der Maschinenbetrieb veränderte aber nicht nur die Produktions-, sondern auch die Transportverhältnisse zu Wasser und zu Lande von Grund aus. Die gewaltigen Fortschritte im Schiff- und Schiffsmaschinenbau haben nach verschiedenen Richtungen hin die Güterbeförderung zur See beeinflußt. Die Verringerung der Gewichte des Schiffskörpers, der Kessel und Maschinen haben, mit der Herabsetzung des Kohlenverbrauchs, die Möglichkeit geschaffen, einen größeren Raum für die Güterbeförderung zu erzielen. Damit ging eine Verbilligung der Frachten vor sich, die es erst ermöglichte, Rohstoffe und Lebensmittel aus Überseeländern nach Europa zu befördern, deren Bezug wegen der hohen Transportkosten früher unwirtschaftlich war. Die Entwicklung im Schiff- und Schiffsmaschinenbau führte aber auch dazu, daß, namentlich im Überseeverkehr, immer größere Dampfer in Fahrt gestellt wurden, weil bei großen Entfernungen der Dampfer von 20000 t, beispiels-

durch Druckwasser, welches in Assuan auch zur Bewegung der Klappbrücke dient. In Zeebrügge, Emden, Brunsbüttel und Holtenau dagegen werden die Rollpontons elektrisch betrieben. Die Bewegung der Stemmtore erfolgt nur bei kleineren Schleusen durch Hand. Bei größeren Schleusen hat der maschinelle Betrieb (Elektrizität oder Druckwasser) den großen Vorteil, außer der Ersparnis an Löhnen, daß die Öffnung und Schließung der Tore in kürzerer Zeit erfolgen kann, wodurch die Leistungsfähigkeit der Anlage gesteigert wird. Aus diesem Grunde wendet man mehr und mehr, auch bei Fluß- und Kanalschleusen, die Elektrizität an, um die Tore und die Verschlusvorrichtungen der Umlaufkanäle zu bewegen.

Bei Fluß- und Kanalschleusen werden vielfach Klapp-tore im Oberhaupt angewandt. Die wagrechte Drehachse dieser Tore liegt über der Sohle des Tor-kammerbodens, auf welchen das Tor bei geöffneter Schleuse sich niederlegt. Bei geringer Höhe des Tores und großer Schleusenbreite hat diese Konstruktion neben der Materialersparnis, die durch die größere statische Klarheit der Torkonstruktion ermöglicht wird, den Vorteil einer nicht unwesentlichen Ersparnis an Schleusenlänge gegenüber dem Stemmtor.

Eine noch geringere Länge des Schleusenkörpers nehmen Hubtore ein, die in einer senkrechten Ebene bewegt werden. Das Oberhaupt der Schleuse in Machnow (im Teltowkanal) ist mit einem derartigen Hubtor versehen. (Vgl. Einschaltbild Abbildung 6.) Bei den im Wasser bewegten Toren wird durch Anordnung von mit Luft gefüllten Kammern eine Gewichtsverminderung erzielt, die weniger für die Bewegung der Tore von Bedeutung ist als zur Entlastung der Befestigung des Tores im Spurzapfen und der Halsverankerung von Stemmtoren beiträgt.

Bei den Rollpontons bewirkt der durch die Schwimmkörper erzielte Auftrieb eine Verminderung des Druckes auf Rollen und Laufschienen. Bei den Hubtoren wird die zur Bewegung des Tores erforderliche Kraft durch ein Gegengewicht vermindert. (Vgl. Einschaltbild Abbildung 6. Hubtore der Machnower Schleuse [Teltowkanal]). Bei Hubtoren muß das Tor in geöffnetem Zustand so hoch gehoben werden, daß die geringste erforderliche Durch-fahrtshöhe unter dem Tor gewahrt bleibt. Es sind da-her Bauwerke notwendig, die in architektonischer Hin-sicht reizvoll wirken können, wie es bei der Machnower Schleuse des Teltowkanals zweifellos der Fall ist; die Kosten dieser Bauten können jedoch unter Umständen die Ersparnisse an Schleusenlänge mehr als ausgleichen. Aus diesem Grunde ist die Anwendung der Hubtore, von Ausnahmen abgesehen, auf Schleusen von großem Gefälle (Schacht- oder Speicherschleusen) beschränkt, bei welchen das Unterhaupt mit einer Abschlußmauer versehen ist, in welcher die Durchfahrtsöffnung nur die für die ein- und ausfahrenden Schiffe notwendigen

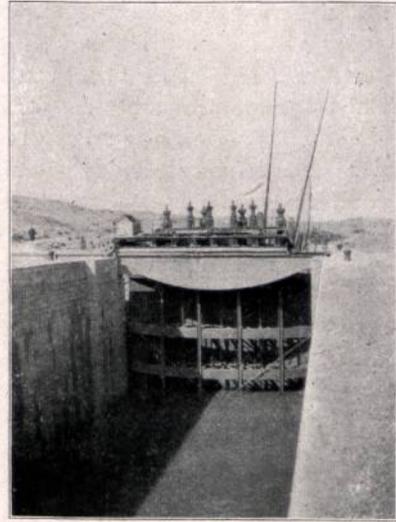


Abbildung 5a. Schiebetor in der Schleusentreppe bei Assuan.

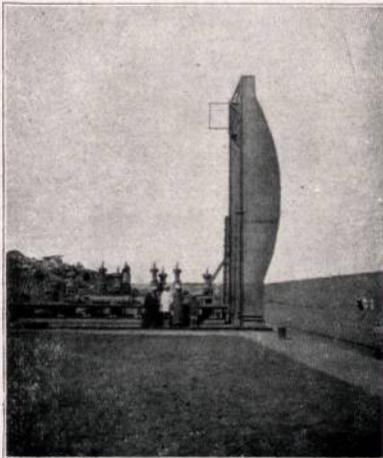
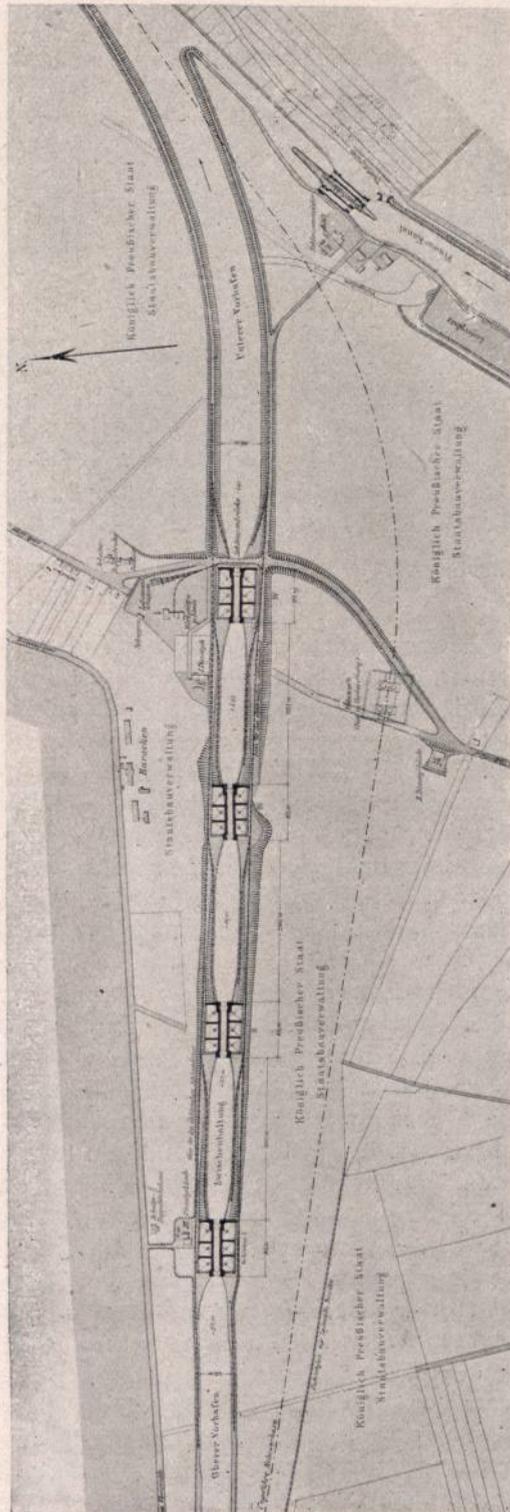


Abbildung 5b. Geöffnetes Schiebetor in der Schleusentreppe bei Assuan.

gewisser Prozentsatz jeder Schleusenfüllung bei jeder Entleerung der Schleuse fließt, um bei der nächsten Füllung daraus wieder entnommen zu werden. Je nach der Anzahl der Sparbecken kann der Wasserbedarf einer Schleuse bis zu etwa 75% des Schleuseninhalts verringert werden, so daß bei jeder Schließung nur etwa ein Viertel des Inhalts der Schleuse aus der oberen Haltung entnommen zu werden braucht.

Der Hohenzollernkanal von Berlin nach Stettin steigt bei Niederfinow ins Oderthal hinab, wobei ein Gefälle von 35,7 m überwunden werden muß. Dieser Höhenunterschied wird in vier Stufen geteilt, so daß jede mit drei Sparbeckenpaaren versehene Schleuse ein Gefälle von 8,93 m überwindet. Zwischen den Schleusen sind kurze Zwischenhaltungen von 260 m Länge eingeschaltet, auf welchen die auf- und abwärts gehenden Schiffe sich begegnen. (Vgl. Abbildung 9.) Dadurch, daß die Schleusen als Verbundschleusen betrieben werden, d. h. daß der in die kurze Zwischenhaltung abgelassene Teil der Schleusenfüllung zum Füllen der nächsten tieferliegenden Schleuse verwendet wird, erreicht man, daß der Wasserverbrauch der ganzen vier Schleusen der Schleusentreppe nicht größer wird als bei einer einfachen Schleuse von 8,93 m Gefälle, und durch die Sparbecken eine Ersparnis von 60% der ganzen Schleusenfüllung. Die Ein- und Ausfahrt in und aus den Vorhöfen der obersten und untersten Schleuse und die Durchfahrt der drei Zwischenhaltungen erfolgt mit Hilfe von elektrischen Treidellokomotiven vom Ufer aus. In der Abbildung 10 ist die Anordnung der Sparbecken, deren Zu- und Ablauf durch hohe Zylinderventile geregelt wird, und die elektrische Treidellokomotive erkennbar.

Beim Hohenzollernkanal konnte der Kanal in eine Schlucht verlegt werden, deren Länge es ermöglichte, zwischen den einzelnen Schleusen die 260 m langen Zwischenhaltungen einzuschalten. In man-



Schleusentreppe bei Niederfinow (Hohenzollernkanal).

Abbildung 9.

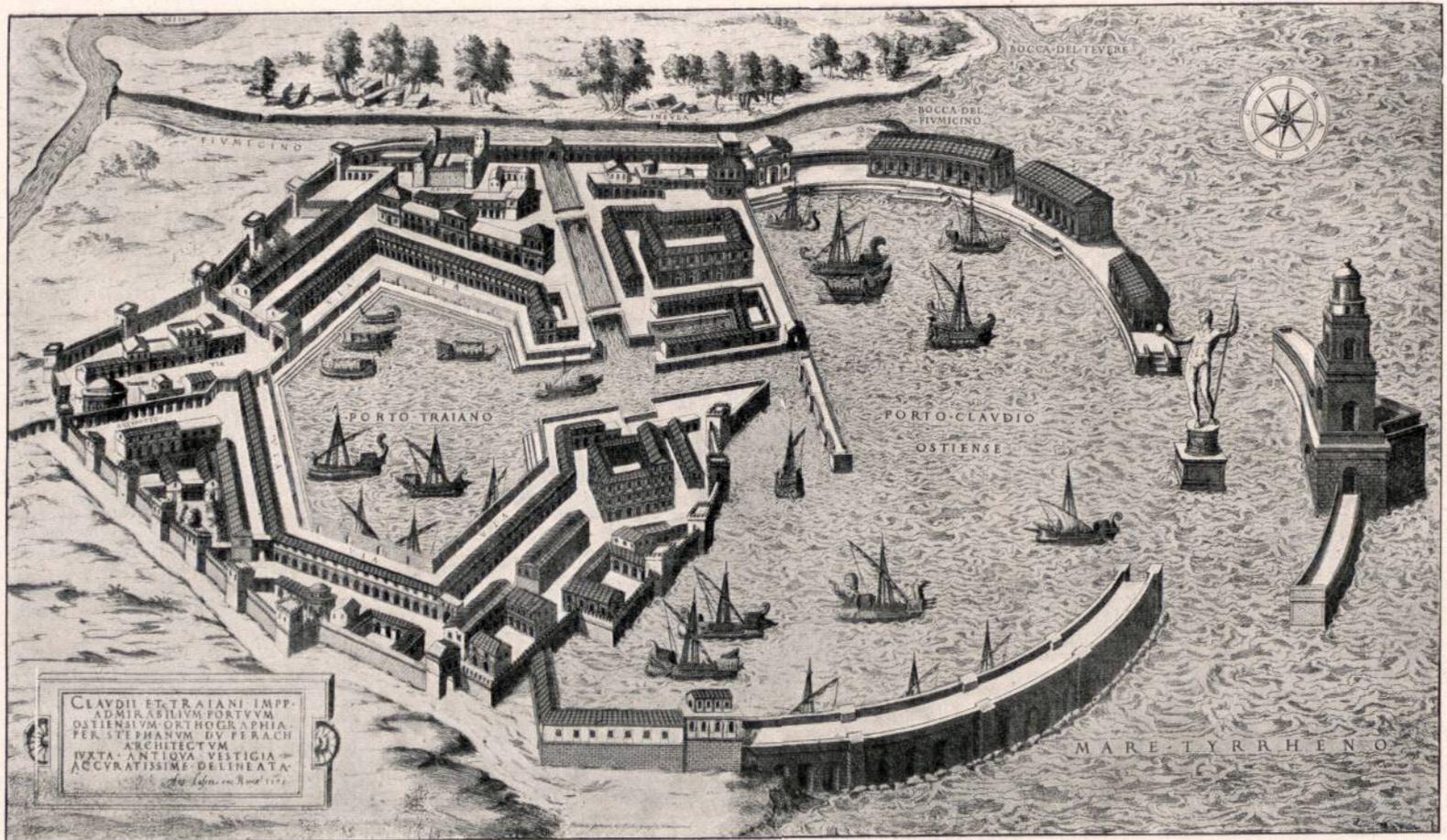


Abbildung 14.

Der Hafen von Ostia.

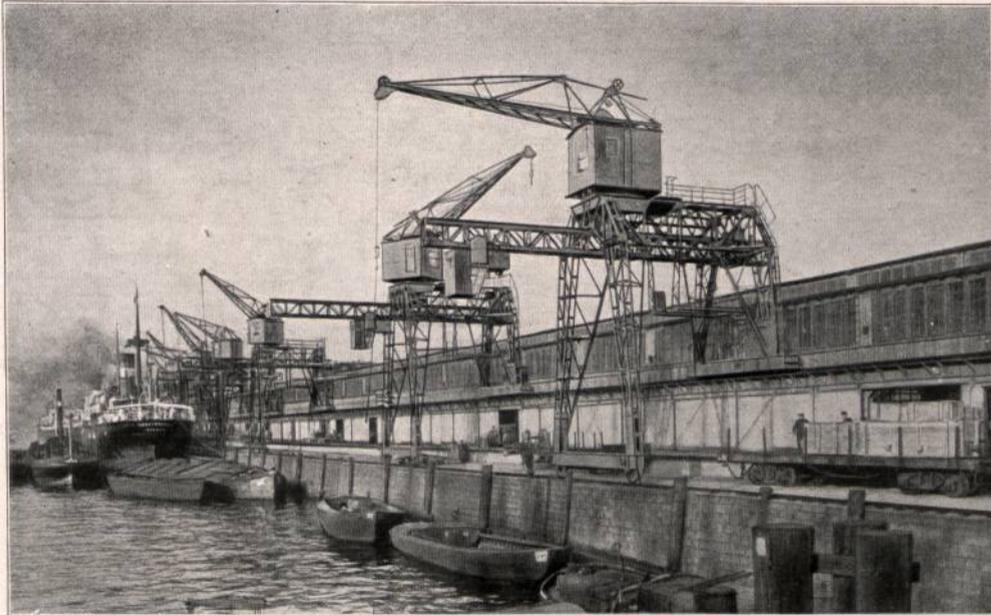


Abbildung 16. Halbportaldrehkräne mit Laufkatzenkränen im Hamburger Hafen.

Krans ist durch den Laufkatzenkran wesentlich erhöht. Die Abbildung 16 zeigt, wie die Wasserfront des Schuppens aus übereinanderschiebbaren Rollloren besteht.

b) Die Kaischuppen. Die Uferkräne müssen ihre Lage nach den Schiffsluken einrichten; die Möglichkeit, an jeder beliebigen Stelle der Schuppenwand die erforderliche Öffnung für das Ein- und Ausbringen der Güter zu schaffen, bietet daher den Vorteil, daß unnötige Wege vermieden werden. Die Unterbringung der Güter im Schuppen selbst und die Entleerung der Schuppen ist durch die Zunahme der Schuppenabmessungen wesentlich erschwert. Da es wünschenswert ist, die Ladung eines Schiffes im Schuppen so unterzubringen, daß die Lagerfläche die Länge des

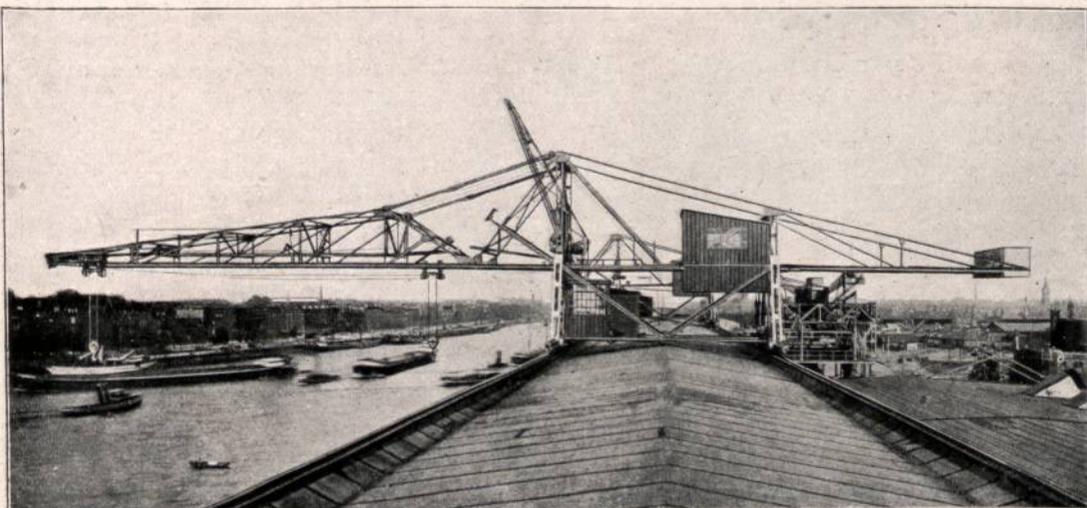


Abbildung 17.

Laufkatzenkräne im Rotterdamer Hafen (Photogr. der Demag).

Im Durchschnitt der Jahre 1905—1909 haben 40,1 Millionen Tonnen die Schleusen von Sault St. Mary auf der Fahrt nach Osten und 10,6 Millionen Tonnen auf der Fahrt nach Westen passiert. Der Hauptanteil an dem Verkehr nach dem Osten fällt den Erzladungen zu. Die Verladung erfolgt in der Hauptsache in den drei Häfen: Two Harbors, Duluth und Superior. Auf Ladezungen von $\frac{3}{4}$ km Länge fahren die Erzzüge und entladen ihren Inhalt in Behälter aus Eisen oder Eisenbeton. Ein solches Erzdock kann zwischen 25 und 120000 t Erz fassen, so daß in den 27 Erzdocks, die vorhanden sind, etwa $1\frac{1}{2}$ Millionen Tonnen lagern können. Die Dampfer, die auf den nordamerikanischen Seen verkehren, sind, allerdings unter Preisgabe einer bei europäischen Schiffsbauten als durchaus notwendig anerkannten Längensteifigkeit des Schiffskörpers, für eine rasche Beladung und Entladung außerordentlich geeignet. Selbst die größten Dampfer, die bis zu 14000 t laden, haben einen durchgehenden Laderaum und sind als Eindeckschiffe gebaut. Kessel und Maschine sind im Achterschiff untergebracht, und statt der meist vorhandenen 2 Luken im Vorder- und 2 im Achterschiff kann der ganze Laderaum, der nur durch eine große Anzahl von Querriegeln überbrückt wird, freigelegt werden. (Vgl. Abbildung 10, S. 66 des vierten Bandes der Techn. im XX. Jahrhundert.) Hierdurch ist sowohl das Beladen wie auch das Entladen dieser Schiffe außerordentlich erleichtert. Ein derartiges Schiff, das zur Beladung an ein Erzdock legt und nun durch Entleerung der gefüllten Silotaschen seine Ladung empfängt, kann in 25 Minuten 10000 t Erz einnehmen. (Vgl. Abbildung 11 des vierten Bandes.) Bei Beladung von Getreide aus Getreidespeichern können 320000 Bushels (1 Bushel = 36,35 l) in 2 Stunden 40 Minuten eingenommen werden. Da bei der Beladung Erz und Getreide lediglich durch das eigene Gewicht in das Schiff rutschen, hängt die Geschwindigkeit, mit der die Beladung erfolgt, lediglich von der zweckmäßigen Anordnung der Silozellen, von ihrer Lage zum Schiff und von der Verbindung zwischen beiden ab. Es ist daher begreiflich, daß das Entladen, das nur unter Zuhilfenahme mechanischer Einrichtungen vor sich gehen kann, längere Zeit als

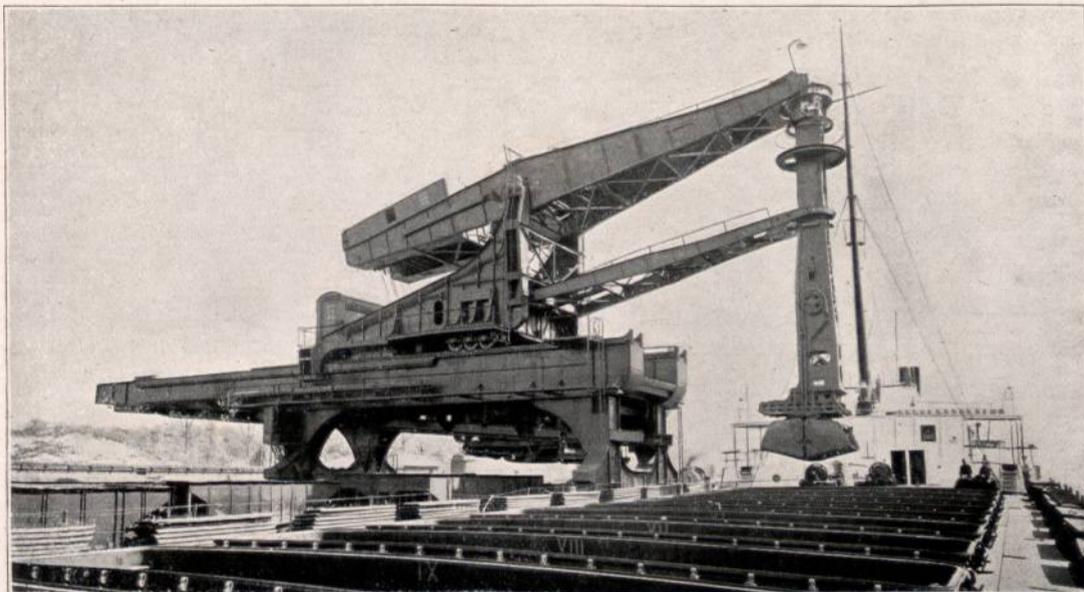


Abbildung 21.

Hulett's Erzentrader im Hafen von Cleveland (Nordamerika).

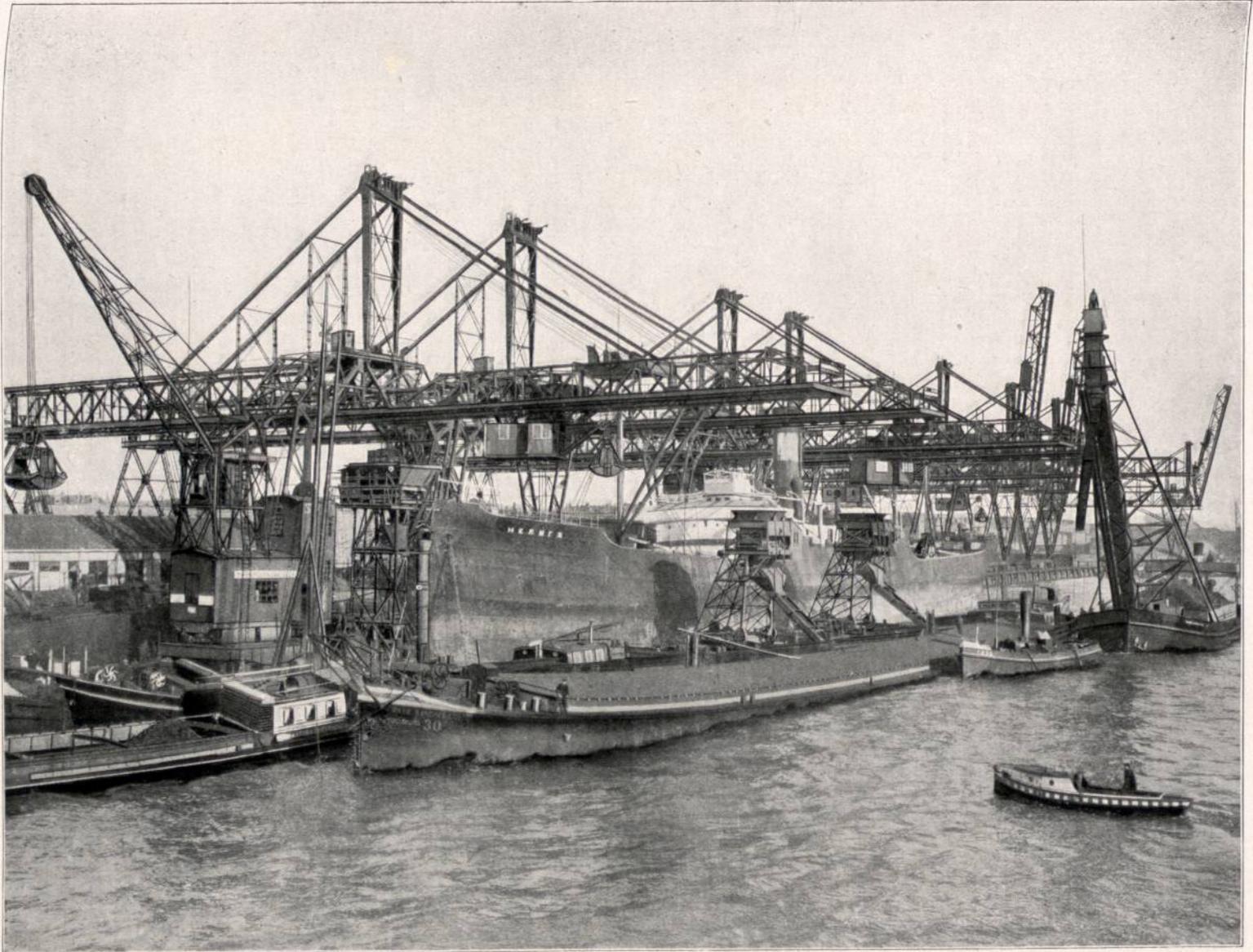


Abbildung 23.

Erzentladung mittels Greifer und Verladebrücken im Rotterdamer Hafen (Photogr. der Demag).



E. Kolbe: Oberschöneweider Brücke

Zu Czech: Der Eisenbau



1. EINLEITUNG

BEGRIFFSBESTIMMUNG. Im Gegensatz zum Maschinenbau, dessen Erzeugnisse dem Umformen gebundener Energien und dem Übertragen und Fortleiten der so gewonnenen Kräfte dienen, beschäftigt sich der Eisenbau mit der Herstellung von in sich ruhenden Tragwerken, die den auftretenden Kräften (der Belastung) das Gleichgewicht halten sollen. Die Tragwerke des Eisenbaues sind ausgesprochene Baukonstruktionen, auch in solchen Fällen, wo sie, wie bei Dreh- und Klappbrücken oder als Bestandteile von Hubwerken und Transportvorrichtungen, eine erteilte Bewegung vollführen.

Durch diese Zweckbestimmung seiner Erzeugnisse allein ist der Eisenbau noch nicht genügend gekennzeichnet. Es müssen aus Walzeisen zusammengesetzte und mit Nieten oder Schrauben verbundene Tragkonstruktionen sein, wenn sie als Eisenkonstruktionen in der heutigen Wortbedeutung gelten sollen. Der glatte, allenfalls auf Maß geschnittene Deckenträger erfüllt diese Bedingungen nicht; was ihn in das Gebiet des Eisenbaues oder wenigstens Trägerbaues einhebt, das ist die Niet- oder Schraubenverbindung.

KUNSTAUFFASSUNG, TECHNIK UND EISENBAU. Die Geschichte des Eisenbaues führt uns eiserne Tragwerke vor Augen, die in bezug auf den Baustoff, seine Formgebung und Verbindung als Eisenkonstruktionen im heutigen Sinne des Wortes nicht angesprochen werden können, andere wiederum, denen die Bezeichnung wohl zukommt, die aber nicht die Merkmale des Gegenwärtigen tragen. Wie alle Gebiete der Technik hat auch der Eisenbau seine geschichtliche Entwicklung, die aufs engste mit derjenigen des Eisenhüttenwesens der Bearbeitungs- und Montagetechnik und nicht zuletzt mit den wissenschaftlichen Fortschritten des eigenen Fachgebietes zusammenhängt. Daß die Eisenbauten der Vergangenheit schon rein äußerlich, also auch ohne Berücksichtigung der zunächst im Gesamtbilde verschwindenden Einzelheiten, so grundverschieden von denjenigen der Gegenwart aussehen, ist nicht wie bei der Steinbaukunst eine Frage der Stilentwicklung, sondern geschichtlich begründeten technischen Unvermögens. Ein Warenhaus nach dem Entwurf Messels oder Olbrichs oder ein Krematorium nach dem Entwurf Schumachers ist, von geringfügigen Einzelheiten abgesehen, zur Zeit der Renaissance nicht nur denkbar, sondern auch technisch ausführbar — nicht dagegen eine der neueren Rheinbrücken auch nur 50 Jahre vor ihrer Bauzeit.¹

Kunsthistoriker und Architekten haben es immer wieder versucht, den Eisenbau als Ausdruck eines Formwillens der allgemeinen Kunstgeschichte anzugliedern und seine Werke künstlerisch zu werten. Daß sie sich dabei die Steinarchitektur und ihre Formensprache zum Maßstab nahmen, sich also am Material vergriffen, wäre noch

¹ Näheres über die technische Bedingtheit der Formen des Eisenbaues wie auch den ersten Versuch, für Eisenbauten von denjenigen der Steinarchitektur unabhängige Stile aufzustellen, bringt der Aufsatz des Verfassers: „Stile und Kunstformen des Eisenbaues“, Technik und Wirtschaft 1912.

in der Längsrichtung:

Zugfestigkeit 37—44 kg/qmm, Bruchdehnung mindestens 20 %,

in der Querrichtung:

Zugfestigkeit 36—45 kg/qmm, Bruchdehnung mindestens 17 %;

b) bei Material von 4 bis unter 7 mm Dicke und mindestens 200 qmm Querschnitt der Probe:

in der Längsrichtung:

Zugfestigkeit 37—46 kg/qmm, Bruchdehnung mindestens 18 %,

in der Querrichtung:

Zugfestigkeit 36—47 kg/qmm, Bruchdehnung mindestens 15 %;

c) für Niet- und Schraubenmaterial:

Zugfestigkeit 36—42 kg/qmm, Bruchdehnung mindestens 22 %.

Außerdem sind in den Normalbedingungen Vorschriften über Biege-, Rotbruch- und bei Niet- und Schraubenmaterial auch noch über Stauchproben vorgesehen.

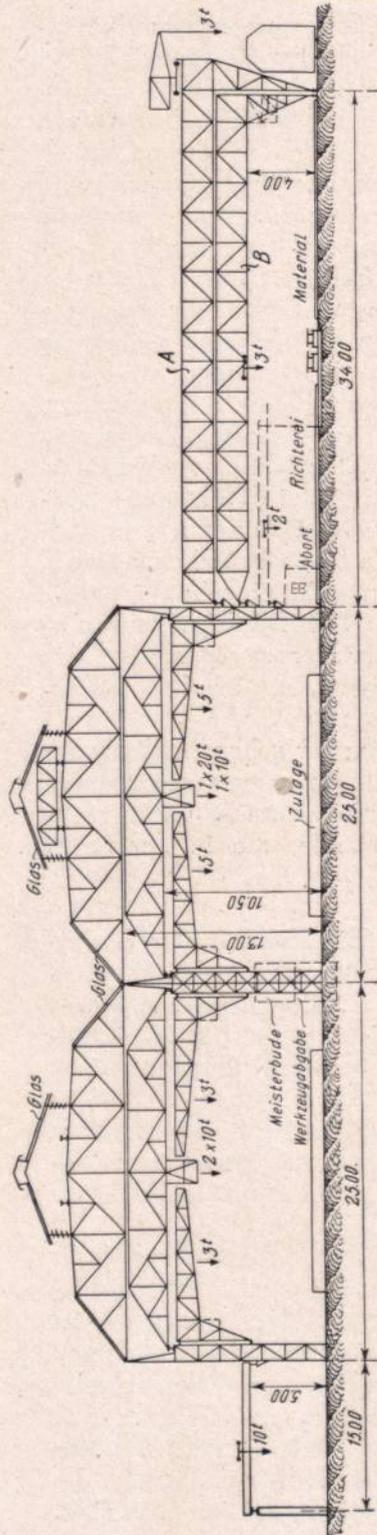
2b. STAHLFORMGUSZ (STAHLGUSZ). In Formen gegossener Flußstahl mit einer nach den „Normalbedingungen“ zwischen 45—60 kg/qmm liegenden Festigkeit und einer Dehnung von 10 %. Findet Verwendung für: Lagerplatten, Lageroberteile, -Unterteile und -Stühle.

2c. SCHMIEDESTAHL. Geschmiedeter Flußstahl oder nach dem Tiegelfverfahren durch Umschmelzen des Rohstahls fertiggestellter Tiegelflußstahl. Wird verwandt für: Lagerrollen, Kippstöcke, Gelenkbolzen, Königszapfen und Keile. — Der zur Herstellung der Drahtkabel der Hängebrücken verwendete Tiegelflußstahl besitzt eine Festigkeit von 12000—15000 kg/qcm bei 3—4 % Dehnung.

3. HOCHWERTIGES KONSTRUKTIONSMATERIAL. Unter hochwertigem Konstruktionsmaterial versteht man im allgemeinen jeden Flußstahl, der neben einer hohen Festigkeit auch eine entsprechend hohe Dehnung aufzuweisen hat. Im engeren Sinne bezeichnet man damit den hochwertigen Siemens-Martin-Kohlenstoffstahl und gebraucht für andere Stähle nach Herstellung oder Legierung näherliegende Bezeichnungen, als da: Elektro Stahl (im elektrischen Lichtbogen- oder Induktionsofen hergestellt), Nickelstahl, Vanadiumstahl, Chromstahl, Titanstahl u. a. m. Als Werkzeugstähle sind sie alle bekannt, als Konstruktionsmaterial vorwiegend der hochwertige Kohlenstoffstahl und der Nickelstahl.

3a. KOHLENSTOFFSTAHL. Der Anlaß zur Verwendung hochwertigen Materials im Brückenbau geht von den Amerikanern aus, die im Brückenbau in bezug auf Stützweite und Ausbildung der Fahrbahn (Etagenfahrbahn mit mehreren neben- und übereinanderliegenden Verkehrswegen) vor Aufgaben gestellt sind, wie sie Europa mit seinen Stromläufen bescheidener Breite und seinen weniger stark ausgeprägten Verkehrsbedürfnissen nicht in annähernd gleichem Maße kennt. Die Verwendung hochwertigen Materials ist auf das Bestreben zurückzuführen, das schon bei mäßigen Spannweiten die Verkehrslast überholende Eigengewicht der Brücke herabzudrücken. So ist denn auch das im amerikanischen Brückenbau verwendete Material fast durchgängig ein Kohlenstoffstahl von 42,5—48 kg/qmm Festigkeit bei 22 % Dehnung. — In Europa setzten Vorschläge und auch Ausführungen zunächst bei Kettengliedern der Hängebrücken ein. Zu den letzteren gehören die Kettenglieder der Elisabeth-Brücke in Budapest, deren Kohlenstoffstahl bei einer Festigkeit von 50—55 kg/qmm eine Dehnung von 20 % aufzuweisen hat.

3b. NICKELSTAHL. Im ausgedehnten Maße haben vom Nickelstahl die Amerikaner beim Bau der Blackwellsinsel-Brücke und der Manhattan-Brücke über den East-



Die Forderung, das lange Material, ohne es schwenken oder quer überreichen zu müssen, bis an die Maschinen heranzuschaffen und von Maschine zu Maschine durchzutreiben, ist nicht leicht zu erfüllen.

Bei der Austeilung der Gebäude innerhalb des Fabrikgeländes muß auf die Lagerplätze und deren Lage zur Bearbeitungswerkstätte besondere Rücksicht genommen werden. Das einlaufende Material wie das versandfertige Gut erfordert im Verhältnis zur bebauten Fläche große Lagerplätze. Soweit zugänglich, liegen die Lagerplätze für das einlaufende Konstruktionsmaterial vor Kopf der Bearbeitungswerkstätte. Schmalspur- und Normalspurgleise, bzw. auf diesen laufende Wagen oder Drehkrane, oder aber auf hochliegenden Kranbahnen fahrende Laufkrane vermitteln die Materialzufuhr nach der Werkstatt. Der Ausbau weitgestreckter, vor Kopf der Bearbeitungswerkstatt liegender Lagerplätze hat ein langgestrecktes, selten zur Verfügung stehendes Fabrikgelände zur Voraussetzung. Bei

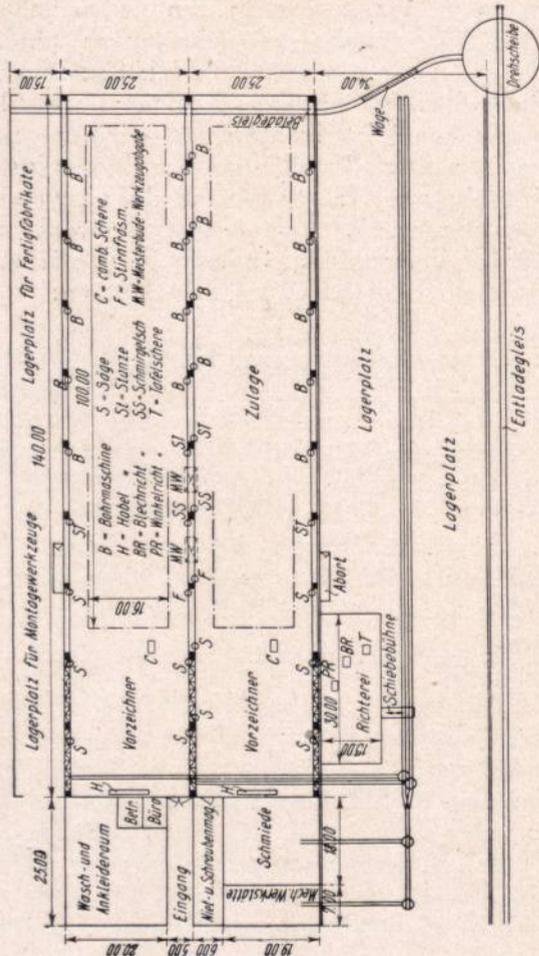
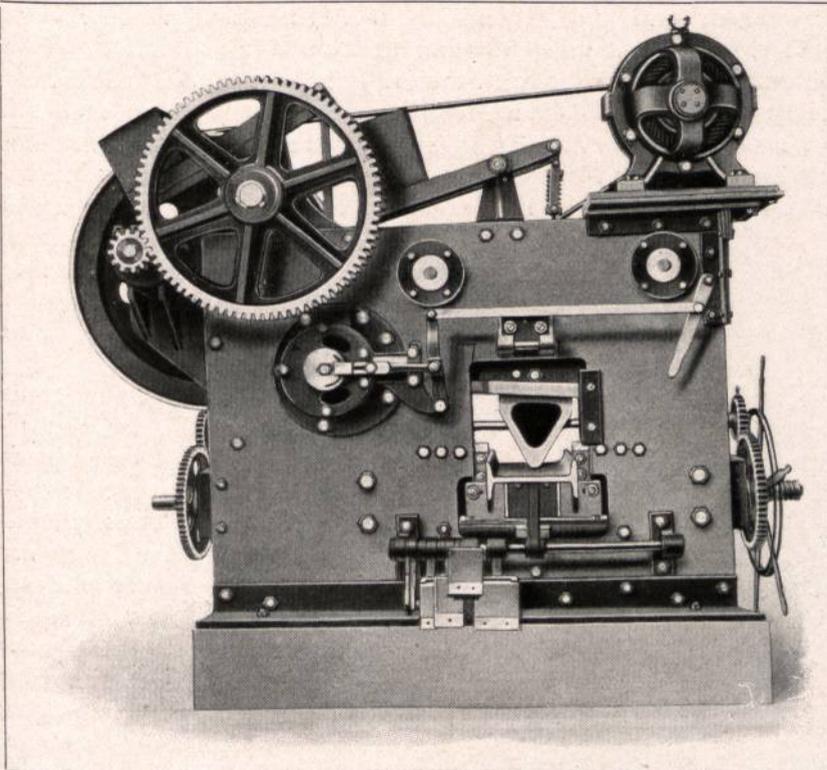


Abb. 8. Querschnitt und Grundriß einer Eisenbauwerkstätte. (Entw. Ing. Buck, Kaiserslautern.)

längsseits der Werkstatt liegenden Lagerplätzen nimmt man die Quereinführung des Materials mit in Kauf oder schafft es vor Kopf der Werkstatt.

Die Lagerung des Materials erfolgt nach Kommissions- und Lagermaterial, zudem nach Eisensorten (Träger, Stabeisen, Bleche) und weitergehend nach Profilen. Mitunter sind die Lagerplätze mit einzelstehenden Maschinen (Blech- und Profilrichtmaschinen,



Zu den Neben-
anlagen, die unmittel-
bar seitlich an die
Bearbeitungswerk-
statt stoßen, gehören
Räume für die Be-
triebsbureaus und die
Vorzeichner, Lager
für Verbrauchs- und
Betriebsstoffe, Werk-
zeuge, Schrauben
und Niete. Sofern
nicht für den Betrieb
elektrischer Strom
zur Verfügung steht,
kommt auch noch ein
entsprechend ausge-
bautes Maschinen-
haus in Frage. Auf
alle Fälle muß ein
Luftkompressor zur
Erzeugung der Druck-
luft für die mit dieser
betrieblenen Werk-
zeuge untergebracht
werden und nötigen-

Abb.11. Henry Pels & Co., Berlin u. Erfurt. Trägerschere in einem Schnitttrennd.

falls auch noch ein Gebläse zur Versorgung der Schmiedefeuer und Nietwärmöfen mit Gebläsewind, sofern diese nicht von der Preßluftanlage aus versorgt werden.

MASCHINEN.

Bereits im Zusammenhange mit dem Lagerplatz sind einzelne in seinem Bereiche anzutreffende Maschinen erwähnt worden. Blechrichtemaschinen haben fünf Walzen, zwei Ober- und drei Unterwalzen mit Ballenlängen von etwa 2 m. Blechbiegemaschinen haben

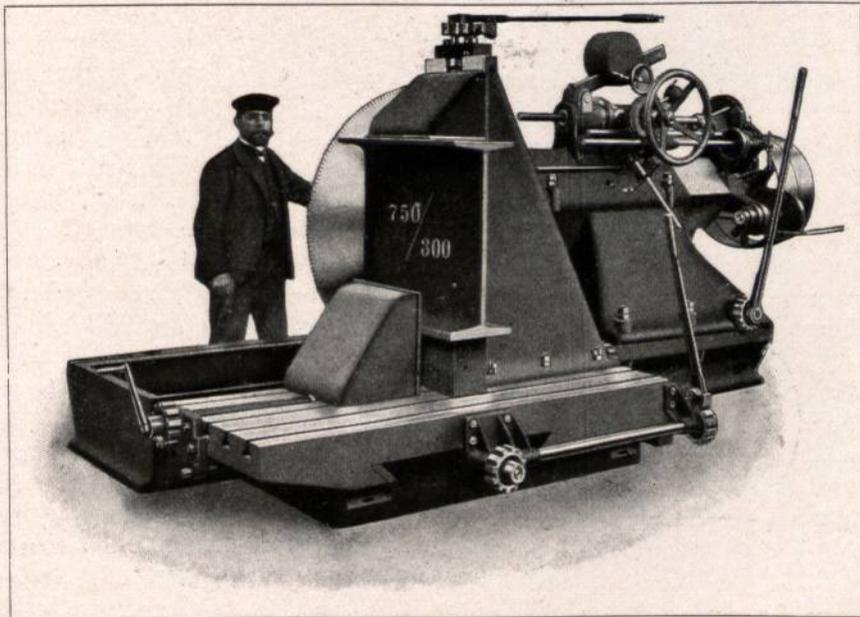


Abbildung 12.

Gustav Wagner, Reutlingen (Württbg.).

Zahn-Kreissäge.

drei Walzen, zwei Unterwalzen und eine Oberwalze. Profilrichtmaschinen sind ein- oder zweimäulige Exzenterpressen mit verstellbarem Hub.

Die in Eisenbauwerkstätten anzutreffenden Scheren haben in einem Ständer geführte, über einem Maul entsprechender Tiefe niedergehende, in die Maulebene fallende oder zu dieser winklig stehende verhältnismäßig kurze Messer (Maulscheren) oder aber zwischen zwei Ständern geführte Messer bis zu 2 m Länge (Tafelscheren). Die weiteste Verbreitung haben die Maulscheren im Zusammenhange mit Profilscheren und

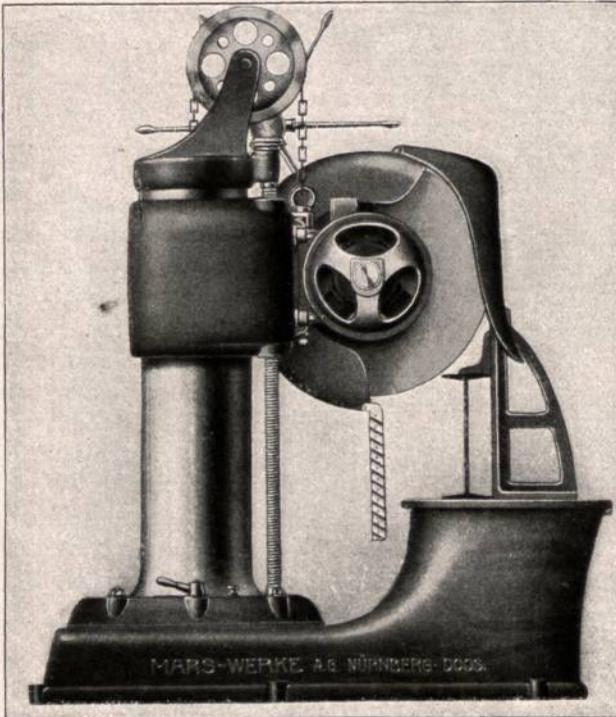


Abbildung 13. Mars-Werke, Nürnberg. Reibungssäge.

Stanzen aufzuweisen (kombinierte Blech- und Profilschere und Stanze). Schwere Profilscheren für L-Eisen bis 200×200 Schenkelbreite sind als Einzelmaschinen ausgebildet, leichtere mit Blechscheren oder Schnittmäulern für L-, kleinere □-Eisen, Rundeisen und Vierkanteisen als kombinierte Maschinen. Trägerscheren sind in zwei Bauarten anzutreffen: solche, die den Träger mit zwei Schnitten (der Träger wird gekantet) und solche, die ihn mit einem Schnitt trennen. Den Trägerscheren verwandt sind die Ausklinkmaschinen, von jenen sich meist nur durch den Messereinsatz unterscheidend. Vereinzelt sind auch schnelllaufende Reibungssägen (amerikanische Frik-tionssägen) anzutreffen, die zwar das Eisen sehr rasch trennen, aber keinen genauen und scharf begrenzten Schnitt liefern. Wieweit das auf den bisher genannten Trennmaschinen geschnittene Eisen einer Nachbearbeitung des Schnittes (Fräsen, Hobeln, Schleifen) bedarf, hängt von den Anforderungen ab, die an die Eisenkonstruktion und, zusammenhängend damit, an die Werkstattarbeit gestellt werden. Einen in jeder Hinsicht einwandfreien Schnitt liefern die Zahnsägen. Sägeblätter bis 1500 mm Durchmesser, mit meist eingesetzten Zähnen, und für Schrägschnitte verstellbare Tische kennzeichnen die schwersten und vollkommensten dieser Maschinen.

Zum Nacharbeiten der geschnittenen oder Abgleichen der in ungleichmäßigen Höhen angelieferten Bleche und Universaleisen bedient man sich der Blechkantenhobelmachine. Stirnfräser mit radial oder am Umfang ausgeteilten Messern benutzt man zum Nacharbeiten der geschnittenen Einzelprofile und zum Abfräsen der Köpfe und Stoßstellen fertig genieteteter Verbundkonstruktionen. Dem Nacharbeiten und Abgraten der Schnittstellen dient auch die Schmirgelscheibe, darüber hinaus auch zum Abnehmen kleinerer Ecken und Rundungen, soweit diese Arbeit nicht in einer Masse auftritt, daß sie eine besondere Zurichtung auf anderen Maschinen rechtfertigt.

Eine der wichtigsten Maschinengruppen bilden die Stanzen und Bohrmaschinen. In größerer Anzahl als die mit Blech- und Profilscheren kombinierten trifft man

Stanzen aufzuweisen (kombinierte Blech- und Profilschere und Stanze). Schwere Profilscheren für L-Eisen bis 200×200 Schenkelbreite sind als Einzelmaschinen ausgebildet, leichtere mit Blechscheren oder Schnittmäulern für L-, kleinere □-Eisen, Rundeisen und Vierkanteisen als kombinierte Maschinen. Trägerscheren sind in zwei Bauarten anzutreffen: solche, die den Träger mit zwei Schnitten (der Träger wird gekantet) und solche, die ihn mit einem Schnitt trennen. Den Trägerscheren verwandt sind die Ausklinkmaschinen, von jenen sich meist nur durch den Messereinsatz unterscheidend. Vereinzelt sind auch schnelllaufende Reibungssägen (amerikanische Frik-tionssägen) anzutreffen, die zwar das Eisen sehr rasch trennen, aber keinen genauen und scharf begrenzten Schnitt liefern. Wieweit das auf den bisher genannten Trennmaschinen geschnittene Eisen einer Nachbearbeitung des Schnittes (Fräsen, Hobeln, Schleifen) bedarf, hängt von den Anforderungen ab, die an die Eisenkonstruktion und, zusammenhängend damit, an die Werkstattarbeit gestellt werden. Einen in jeder Hinsicht einwandfreien Schnitt liefern die Zahnsägen. Sägeblätter bis 1500 mm Durchmesser, mit meist eingesetzten Zähnen, und für Schrägschnitte verstellbare Tische kennzeichnen die schwersten und vollkommensten dieser Maschinen.

Lager. Von der Einspannung abgesehen, die in der Ausführung als Flächenlagerung mit Verankerung erscheint, unterscheidet man feste und bewegliche Lager,

beide in ihrer theoretischen Voraussetzung gleichzeitig als Gelenke wirkend, die der Formänderung (Durchbiegung) des Tragwerks in den Grenzen der statischen Voraussetzungen freies Spiel lassen. Unmittelbare Lagerung ohne zwischengeschaltete Stahlgußkörper gehört selbst bei

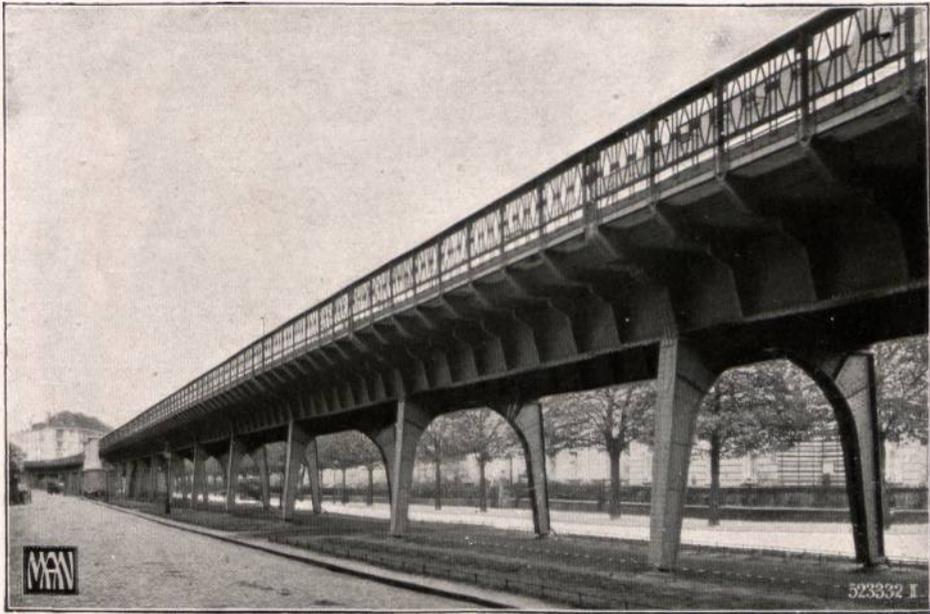


Abbildung 25.

Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, Gustavsburg b. Mainz.
Viadukt der elektrischen Hochbahn in Hamburg.

kleinen Überbauten zu den Seltenheiten. Bei der geringen Bewegung (Durchbiegung und durch Wärmeschwankung bedingte Längenänderung) solcher Überbauten genügen schwachgewölbte Platten mit seitlichen Führungsleisten oder -nocken. Dorne oder Nocken, die in Aussparungen der untergenieteten Zwischenplatte eingreifen, bilden den Unterschied des festen vom beweglichen Lager. Rippen oder an den Ecken angeordnete Stöckel sichern die in den Auflagerstein eingelassene Platte und damit den Überbau gegen Verschieben in der Längs- und Querrichtung.

Den theoretischen Voraussetzungen besser angepaßt werden die Auflager schwerer Brücken. Feste Lager bestehen in der Regel aus drei Teilen: dem Lagerstuhl, dem Gelenk und dem Lageroberteil. Das Gelenk wird durch einen Zylinderzapfen oder durch einen in den Lagerstuhl eingesetzten Kippstock mit kugelförmiger, zylinderförmiger oder nur schwachgewölbter Oberfläche gebildet. Das zugehörige bewegliche Lager besteht dann aus vier Teilen: der Grundplatte, den Rollen oder Stelzen, der Kipp-Platte mit angesetztem Gelenk (Halbkugel oder schwachgewölbter Kippstock) und der oberen Lagerplatte mit angesetzter Lagerschale. Mit Rücksicht auf die Eindeutigkeit der Kraftübertragung und die Abmessungen des Lagers sucht man mit möglichst wenigen Rollen auszukommen; soweit möglich sogar mit einer im Durchmesser bis zu 400 mm. Statt vollwandiger Rollen verwendet man bei Lagern, die mehr als vier Rollen erfordern, Stelzen, die weniger Platz beanspruchen und dementsprechend eine geringere Baulänge der Grund- und Kipp-Platte erfordern. Die seitlich flach oder auch hohlförmig abgesetzten Stelzen wie auch die vollen Rollen sind durch Flacheisenrahmen miteinander verbunden, und der ganze Satz ist durch Knaggen, die in Aussparungen der Grund- und Kipp-Platte eingreifen, in seiner Lage gesichert.

Linie die Wirkung der Fläche zum Ausdruck bringt, als allgemeine Konstruktion des gegliederten Trägers einbürgern wird, ist noch nicht abzusehen. Die konstruktiven Schwierigkeiten dieser Trägerart sind noch nicht restlos überwunden; jedenfalls werden sie mit der Zeit schneller überwunden als die Hindernisse, die auf Konto des allen Neuerungen im Wege stehenden Beharrungsvermögens zu setzen sind. Noch fehlen einwandfreie Vergleichsversuche, die zu erweisen hätten, wie sich der Vierendeelträger im Vergleich zum Dreieckfachwerk unter der bis zum Bruch durchgeführten Belastung verhält.

Deutschland hat das Vierendeelsystem aufgegriffen und es gleich ohne jeden Übergang und Vorversuch in konstruktiven Einzelheiten wie in unvergleichlicher Schönheit bedeutender Bauwerke der Vollendung entgegengeführt (Festhalle Frankfurt a. M., Straßenbrücke über die Hafeneinfahrt in Gelsenkirchen, Bellevue- und Jungfernstieg in Berlin).

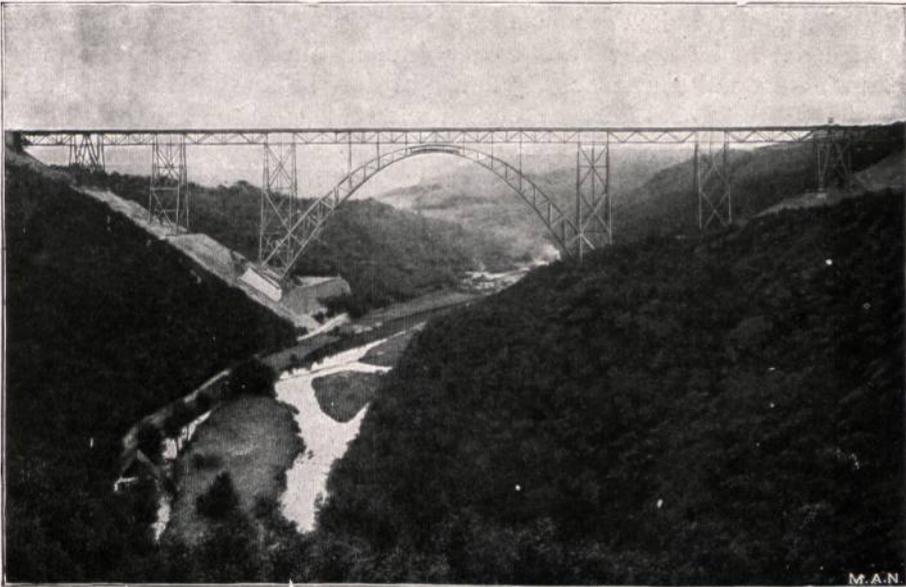


Abbildung 31.

Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, Gustavsburg b. Mainz.
Eisenbahnbrücke über die Wupper bei Müngsten.

Linienführung der Gurtungen. Ob das Auge die Gliederung der Wand oder die Linienführung der Gurtungen stärker aufnimmt, hängt wesentlich von dem durch diese oder jene eingeleiteten Maß der Bewegung ab. Soweit es überhaupt zugänglich ist, den Linienverlauf der Gurtungen den sogenannten Körperformen gleicher Festigkeit anzupassen, wird diese Annäherung angestrebt. Ein solches Verfahren ist aber nicht, wie in Laienkreisen fälschlich angenommen wird, Sache der Rechnung, sondern Sache des Auges. Wesentlich beeinflusst wird die durch den Verlauf der Gurtungen gegebene Trägerform durch die dritte Gurtung (Sprengbogen oder Hängegurtung). Auch die Gliederung der Wand tritt bei solchen Systemen gegenüber der dritten Gurtung stark zurück (vgl. Tafelbild).

BALKEN- UND AUSLEGERBRÜCKEN. Parallelträger. Zumal bei obenliegender Fahrbahn gehört der Parallelträger in der einzelnen Öffnung wie in ganzen Brückenzügen, einheitlich durchgeführt und im Zusammenhange mit anderen Trägerformen, zu den häufigsten Ausführungen. Nach den Widerlagern zu auf halbe oder auf ganze Trägerhöhe eingezogene Parallelträger sind bei obenliegender Fahrbahn verhältnismäßig seltener anzutreffen, um so häufiger trifft man diese Lösung bei untenliegender Fahrbahn, zumal bei hohen Trägern. Ähnlich wie das Einziehen des Trägers

steifungsträger ohne sprunghafte Übergänge in gleicher oder annähernd gleicher Höhe auch über die kleineren Seitenöffnungen als Hauptträger hinweggeführt werden kann.

BOGENBRÜCKEN. Zwickelbogen. Der Untergurt der unter der Fahrbahn liegenden Hauptträger verläuft in Bogenform, während der Obergurt mit der Fahrbahn zusammenfällt; die von den Gurtungen begrenzte zwickelförmige Scheibe ist ausgefacht (Abbildung 30, Seitenöffnung). Der im flachen Bogen und als einzelner Überbau weniger wirksame Zwickelbogen kommt erst im Zusammenhange mehrerer Öffnungen und bei entsprechender Höhenentwicklung über den Mittelpfeilern voll zur Geltung.

Rahmenbogen. Ausführungen dieser Art, die nicht nach wirtschaftlichen, sondern nach ästhetischen Erwägungen gewertet werden müssen, ermöglichen es, bei beschränkter Konstruktionshöhe die Hauptträger unter Wahrung des vollen Lichtraumprofils unter der Fahrbahn zu halten. Den gestellten Forderungen wie der

Baufgabe nach ist der Rahmenbogen auf Überbrückungen städtischer Straßenunterführungen beschränkt (Abbildung 32).

Paralleler Flachbogen. Wie die vorhergehenden unter der Fahrbahn liegend und häufig in mehr als zwei Hauptträgern auf die Fahrbahnbreite ausgeteilt. Der Stich des Bogens ist meistens flach, bei kleineren Stützweiten die Trägerhöhe im Scheitel



A. Druckenmüller, Berlin-Tempelhof. Bellevuesteg über die Spree in Berlin.

Abbildung 33.

Abbildung 34.

Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, Gustavsburg b. Mainz.

Eisenbahnbrücke über den Rhein unterhalb Mainz.



etwas größer als an den Kämpfern. Im Scheitel berührt die Fahrbahn den Bogen, im übrigen stützt sie sich auf ihn mittels entsprechend abgelängter Pfosten. Der gedrungenen Trägerform und schlanken Linienführung des Bogens wegen findet dieses System auch bei denjenigen Anklagen, die an steinernen Vorbildern den Maßstab aller Schönheit suchen (Abbildung 26).

Eingespannter Bogen. Die technisch-wirtschaftlichen Voraussetzungen des eingespannten Bogens sind bei Überbrückungen tiefer und weiter Täler gegeben: großer Bogenstich und guter (felsiger) Baugrund in geringer Tiefe. Des gleichmäßigen Bildes wegen läßt man die Parallelträger der kleineren Seitenöffnungen über den Bogen hinweglaufen und stützt sie in angemessenen Abständen. Die durch einen weitgespannten Bogen unterbrochenen Viadukte kommen dem Bauwerk wie der Landschaft stets zugute (Abbildung 31).

Sichelbogen. Der Sichelbogen unter Fahrbahn steht im Aussehen dem parallelen Flachbogen nach; auch völlig über Fahrbahn liegend, löst er nicht das Gefühl ästhetischer Befriedigung aus. Seine Form kommt am besten zur Geltung, wenn er unter der Fahrbahn einsetzt und zu etwa zwei Drittel seiner Stützweite die Fahrbahn überschneidet (Abbild. 33).

Deutscher Bogen. Unter den deutschen Bogenbrücken die häufigste Ausführung, daher auch der Name. Der Bogen liegt ausnahmslos über der Fahrbahn, höchstens auf die Höhe der Endvertikale unter die Fahrbahn geführt. Einer besonderen Vorliebe erfreut sich der Bogen mit Zugband, der wie kein anderes Bogensystem im Zusammenhange mehrerer Öffnungen nach dem Auslegersystem untergeteilte Bogenstützweiten nahelegt. So häufig auch das Auge der im Diagonalsystem ausgefachten Trägerart begegnet, dem Eindruck, den der in seinen Verhältnissen abgewogene Bogen auslöst, kann es sich nicht verschließen (Abbildung 30 u. 35).

HÄNGEBRÜCKEN. Hängegurtung. Ein den Hängebrücken eigentümlicher Konstruktionsteil bildet die Hängegurtung, deren Ausführungsarten zum Teil außerhalb des Bereiches des Eisenbaues liegen. Nach der Ausführungsart der Hängegurtung unterscheidet man unter den Hängebrücken: Kettenbrücken und Kabelbrücken. Eine weitere Unterscheidung nach versteiften und unversteiften Hängebrücken hat für die Gegenwart weniger Bedeutung, da unversteifte Hängebrücken, das sind solche, deren Fahrbahn unmittelbar an der Hängegurtung hängt, nicht mehr ausgeführt werden. Das

Kennzeichen der versteiften Hängebrücke ist der die Fahrbahn zunächst tragende Aussteifungsträger, der die schlaffe Kette bei ungleichmäßiger Verkehrsbelastung gegen unzulässige Formänderungen und damit die Brücke gegen Schwankungen sichert.



Abb. 35. Dortmunder Union, Dortmund. Straßenbrücke üb. d. Hafeneinfahrt i. Gelsenkirchen.

Man unterscheidet in bezug auf Ausführung der Hängegurtung:

Stabketten, ein- und zweiwandigen Querschnitts, in der Ausführung und Zusammensetzung den Fachwerkstäben gleichend;

Flachketten, flachliegende aus einzelnen Lamellen zusammengenietete Bänder, in mehrschenkliger Ausführung in geringen Abständen neben- und übereinanderliegend;

Gelenkketten mit hochkantig in mehreren Lagen nebeneinanderliegenden, durch Gelenkbolzen verbundenen Augenstäben;

Paralleldrahtkabel aus einzelnen, auf der Baustelle nach einem Leitdraht verlegten, genau abgelängten Drähten, zu einem Kabel zusammengefaßt und mit einer Wickelage umspinnen (amerikanisches Luftspinnverfahren);

Runddrahtspiralkabel folgender Ausführung: um einen Seeldraht im Kreuzschlag gewundene Drahtlagen geben ein Seil, die ebenso gruppierten und gewundenen Seile endlich das Kabel (Abbildung 36);

Patentverschlossene Spiralkabel, in der Ausführung wie voriges, jedoch mit verschiedenen Drahtquerschnitten in den einzelnen Lagen des Seiles: Seeldraht und die ersten Lagen runden, die mittleren Lagen trapezförmigen, die Schlußlagen z-förmigen (verschlossenen) Querschnitts (Abbildung 37).

Formen des Versteifungsträgers. In den Systemen der Hängebrücken kehren alle Formen des Balkenträgers und des Bogens in sinngemäßem Zusammenhange

Wenn es die Verhältnisse gestatten, wird der Versteifungsträger wegen der freien Durchsicht und des ungehinderten Querverkehrs zwischen Fahrbahn und Fußwegen unter die Fahrbahn gedrückt. Parallele oder in der Untergurtung schwach gebogene Träger kommen den Forderungen der Zweckmäßigkeit und des Auges am weitesten entgegen. Auch bei halbversenkter Fahrbahn kann man mit vollwandigen, außen-

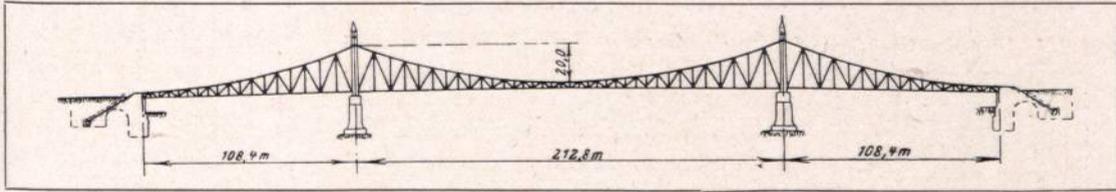


Abbildung 38. Küblers Entwurf für die Rheinbrücke in Bonn (Hängedachwerk).

liegenden und in Geländerhöhe abschließenden Aussteifungsträgern beiden Forderungen gerecht werden (Hängebrücke in Köln). Über der Fahrbahn liegende Parallelträger mit Diagonalen nehmen sich zwar im Bilde auch ganz gut aus, beeinträchtigen aber den freien Ausblick und, wenn nicht außenliegend, auch den Querverkehr. In beiden Richtungen und nicht zuletzt im Gesamtbilde der Brücke zeigt sich der Vierendeelträger entgegkommend.

Versteifungsträger in der Hängegurtung. Ausführungen dieser Art, bei denen der Obergurt des dem Linienzuge der Hängegurtung folgenden Versteifungsträgers mit dieser zusammenfällt, verfolgen den Zweck, freien Durchblick und freien Querverkehr auf der Fahrbahn zu schaffen und gleichzeitig die eine Gurtung des Versteifungsträgers zu sparen. Obschon es im Entwurf an ästhetisch befriedigenden Lösungen wie an dem Gegenteil davon nicht fehlt, hat dieses System im Vergleich zu dem vorhergehenden verhältnismäßig wenige Ausführungen aufzuweisen.

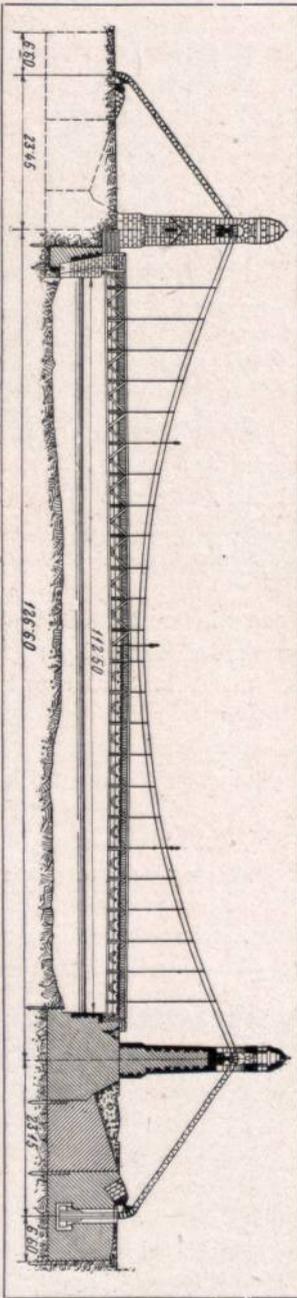
LANDUNGSBRÜCKEN, SCHIFFSBRÜCKEN UND SCHWEBEFÄHREN. Kurze, die Landungsstellen in schiffbaren Flüssen kennzeichnende Landungsbrücken, meist aus einem Ponton und einem nach dem Lande reichenden Überbau bestehend, sind in beiden Teilen Elemente der Schiffsbrücken. Wesentlich längere, auf mehrere hundert Meter in die offene See hinausgebaute Landungsbrücken unterscheiden sich von den festen Landbrücken nur durch die Art der Pfeilerausführung — Schraubpfähle oder Betonpfähle — und allenfalls noch durch die Laderampe am Brückenkopf und mit dieser zusammenhängende Verladeeinrichtungen.



Abbildung 39. Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, Gustavsburg b. Mainz. Hängebrücke in Köln (Stabkette).

Die aus verankerten Pontons und darüber liegenden Überbauten bestehenden Schiffsbrücken sind ein Notbehelf und Ersatz für feste Brücken, die in vielen Fällen nach Lage der Bauaufgabe nur nach Überwindung großer Schwierig-

Abbildung 40.



Hängebrücke über die Oder in Breslau (Flachkette).

keiten und mit hohem Kostenaufwand möglich wären. Für den Durchgang des Wasserverkehrs sind bei den Schiffsbrücken ausfahrbare Öffnungen vorgesehen.

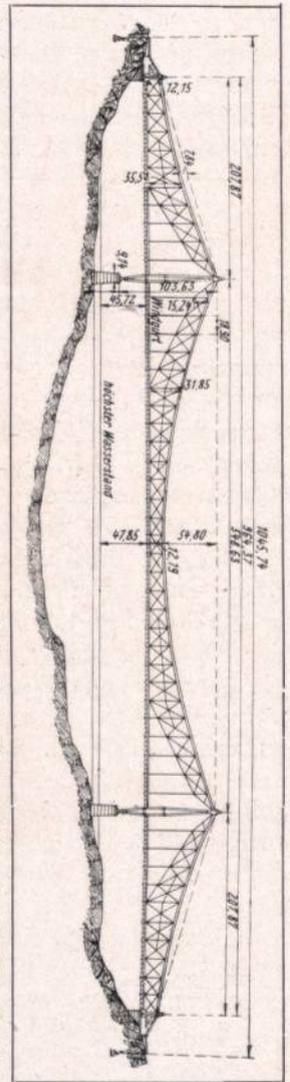
Wie die Schiffsbrücken, sind auch die Schwebefähren ein Notbehelf und Ersatz für feste Brücken über schiffbaren Wasserstraßen. Den Anfang mit ihnen haben die Franzosen gemacht, die auch die meisten Ausführungen zu verzeichnen haben. In sich stand-sichere rahmenartige Fahrgerüste oder Ausführungen nach Art der versteiften Kabelbrücken sind die äußeren Merkmale des die Fähre tragenden Überbaues.

BEWEGLICHE BRÜCKEN.

Soweit für das Überqueren einer mit hochragenden Fahrzeugen befahrenen Wasserstraße feste Hochbrücken der schwierigen Rampenzuführung wegen nicht in Frage kommen können, wird die gestellte Bauaufgabe am vollkommensten durch bewegliche Brücken gelöst. Zugbrücken gehören ohnehin der Vergangenheit an, Hubbrücken und Schiebebrücken haben nur wenige in das Entwicklungsstadium des modernen Brückenbaues fallende Ausführungen aufzuweisen. Drehbrücken und Klappbrücken sind in der Gegenwart bis zur Alleinherrschaft vorherrschend. —

Drehbrücken. In bezug auf die Lagerung und Führung des drehbaren Überbaues unterscheidet man zwei verschiedene Anordnungen: in einem Falle stützt sich die in Königszapfen geführte Brücke mittels Rollen auf einen in Kronenhöhe des Drehpfeilers liegenden Laufkranz, im anderen Falle umfaßt die

Abbildung 42.



Linden-thals Entwurf für die Quebec-Brücke.

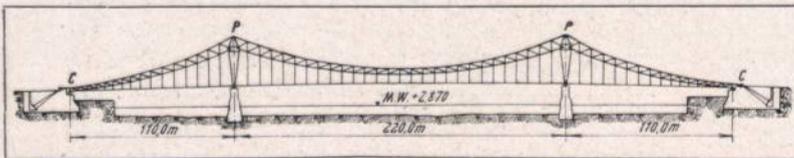


Abb. 41. Entwurf der Gesellschaft Harkort für die Straßenbrücke in Köln.

im Königszapfen geführte und gestützte Brücke nach Art der Turmdrehkrane den Drehpfeiler mit einem Druckring, der im Verein mit der

Wie diese Art Rahmen gehören auch eisenversteifte Zwischenwände zu den Seltenheiten. Und wo diese vorkommen, handelt es sich nicht um die Queraussteifung des Gebäudes, vielmehr um einen die Geschoßhöhe einnehmenden Unterzug, der in Ermangelung einer darunterliegenden Zwischenwand (freizuhalten-

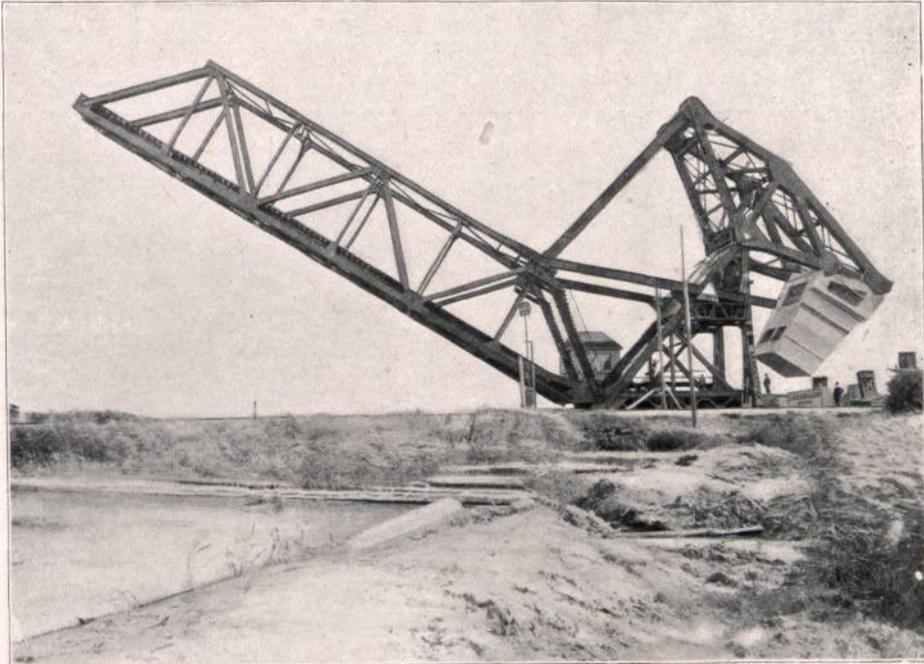


Abbildung 47. J. Gollnow & Sohn, Stettin. Klappbrücke in Wenersburg (Schweden).

der Saal) die darüberliegenden Zwischenwände und die Saaldecke trägt. Der freizulassenden Türöffnungen wegen sind für diese Art Konstruktionen Vierendeelträger am besten geeignet. — Die Deckenplatte der Trägerdecken ist ihrer Zusammensetzung

und statischen Wirkungsweise nach in der Regel eine sogenannte Steineisendecke. Die zwischen den Deckenträgern, meist unmittelbar auf dem Unterflansch liegende, bei hohen Deckenträgern auch voutenförmig angezogene (gestelzte), plane Tragplatte besteht in diesem Falle aus gebrannten Voll- oder Hohlsteinen oder auch aus Schwemmsteinen, die, quer zur Trägerrichtung verlegt, mit Bandeisen zwischen den Fugen armiert und mit Mörtel vergossen, eine starre Platte bilden. Auffüllungen aus Schlacke oder Sand mit eingelegten Lagerhölzern für Riemen- und Parkettfußboden oder aber eine die Auffüllung überdeckende Schlackenbetonschicht für Estrich und Linoleum oder Steinfliesen vervollständigen die in ihrer Zusammensetzung neben bautechnischer Zweckmäßigkeit Schalldämpfung und Isolierung erstrebende Deckenplatte. Für Fabrikbauten kommen neben dieser Art

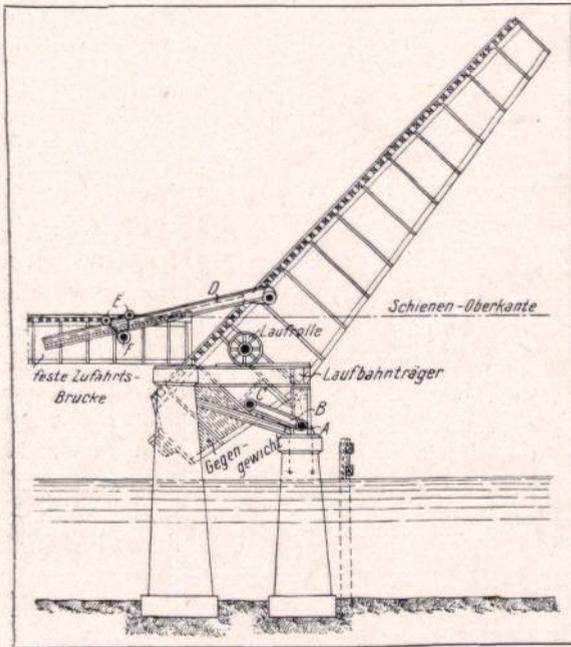


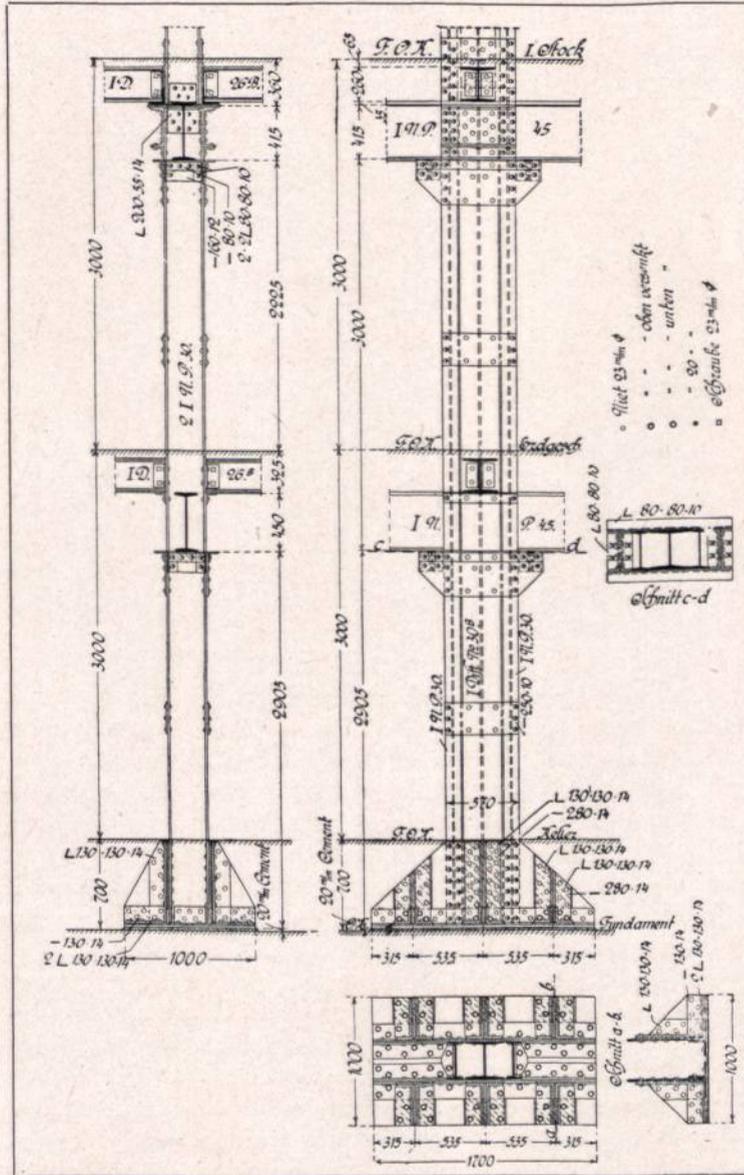
Abbildung 48.

Rall-Klappbrücke.

Fenster- und Schaufenster-, Tür- und Toröffnungen in Frage, daneben die mehr oder minder ins Kunstschmiedefach schlagenden Ladenausbauten und Treppen.

Dächer. Aus dem Bestreben heraus, auch die Dachräume der Geschäfts-, Bureau- und Fabrikhäuser nutzbar zu machen, wird im Zusammenhange mit dem inneren Ausbau häufig auch das Dachgestühl in der Trägerbauweise ausgeführt. Dächer dieser Art, flach oder steil, freitragend oder zwischen- gestützt, bestehen in der Regel aus vollwandigen Rahmen (einfache Walzträger oder Blechträger), im übrigen sind sie für jede Art Dacheindeckung geeignet. Einen in jeder Hinsicht vollwertigen Dachraum gibt die Dacheindeckung, wie sie bei dem in Abbildung 51 dargestellten Dachgestühl ausgeführt worden ist. Zwischen den rahmenartigen Trägersparren ist eine regelrechte Hohlsteindecke eingebaut, darüber liegt auf Holzlatten die Eindeckung in Biberschwänzen.

Dacheindeckungen. In ihrer Zusammensetzung ist die tragende Dachplatte der untergeschalteten Eindeckungen (Teer- oder Asphaltpappe, Holzzement, glattes Eisen-, Zink- oder Kupferblech, Natur- und Kunstschiefer) die nämliche: 2–2,5 cm starke Holzschalung auf hölzernen Sparren. Hölzerne Pfetten sind im Zusammenhange mit dieser Eindeckung und eisernen Dachbindern verhältnismäßig selten anzutreffen; es sei denn, daß die Holzschalung ohne Sparren unmittelbar auf die Holzpfetten verlegt wird — eine Ausführung, die ihrer Billigkeit und doch ausreichenden Zweckdienlichkeit wegen bei untergeordneten Industriebauten häufiger anzutreffen ist. — Falzziegeleindeckungen werden im Zusammenhange mit eisernen Pfetten und Bindern folgerichtig auf L-Eisen-Latten und eiserne Sparren verlegt. — Die nämliche Unter-



Deckenstützen der Druckerei der Herderschen Verlagshandlung in Freiburg i. Br.

Abbildung 50.

blech gedeckten Hallen üblichen querliegenden Kastenoberlichte mit Ventilationshauben und einzelnen Entlüftern haben, abgesehen davon, daß sie die geschlossene Linie des Daches nach innen wie nach außen zersplittern, ihren Zweck nur ungenügend erfüllt. Neuere Ausführungen zeigen vorwiegend durchgehende Firstoberlichte mit seitlichen Jalousien oder drehbaren Fensterflügeln und, soweit diese Dachbelichtung nicht ausreicht, in der Ebene der Dachhaut



Abbildung 55. Breest & Co., Berlin. Automobil-Ausstellungshalle, Berlin.

liegende, durchgehende Glasflächen. Breite, nur durch die Pfeilervorlagen unterbrochene Glasflächen in den Längswänden und die Bahnsteighallen vor allen Bauwerken kennzeichnende Glasschürzen in den Einfahrtsgiebeln sorgen für eine gleichmäßige Streuung des Lichtes. — Was bei den Bahnsteighallen immer unangenehm auffällt, das sind die die Längssteifigkeit des Gebäudes sichernden Diagonalverbände in den Längswänden und bei mehrschiffigen Hallen auch noch zwischen den Stützen. Auch diesem scheinbar Unabänderlichen versucht man bei neueren Ausführungen durch Rahmenkonstruktionen zu begegnen.

Zu den Verkehrsbauten gehören auch die Luftschiffhallen. Da diese außerhalb des Stadtbildes liegen, ist bei ihnen das Streben nach innerer und äußerer architektonischer Wirkung lange nicht so ausgeprägt wie bei den Bahnsteighallen. Was diese Bauten von den weitgespannten Hallen ähnlicher Abmessungen unterscheidet, das sind die beweglichen Giebelverschlüsse und bei neueren Ausführungen auch die Drehbarkeit der ganzen Halle — beides Lösungen, die zu den schwierigsten des Eisenhochbaues gehören.



Abbildung 56. Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, Gustavsburg b. Mainz. Festhalle Frankfurt a. Main.

Der größte Teil der Ausstellungshallen bewegt sich, was Abmessungen und den Aufbau anbelangt, im Rahmen dessen, was dem Industriebau zugehört; mit dem Unterschiede höchstens, daß man bei ihnen auf die architektonische Wirkung etwas mehr bedacht ist. Wie die allgemeinen Weltausstellungen, haben auch die Riesenhallen an Zugkraft verloren; man bevorzugt Sonderausstellungen und hier wiederum nach Gruppen getrennte, siedlungsartig zusammen-

ten Stützen. Diese Anordnung, gleich vorteilhaft für ein- und mehrschiffige Hallen beliebiger Dachform, Spannweite und von Schiff zu Schiff wechselnder Gebäudehöhe, ist ebenso einfach in den technischen Vorarbeiten wie in ihrer Ausführung in der Werkstatt und auf der Baustelle. Da die eingespannten Stützen außer den vertikalen Lasten auch noch den auf das Dach und die Längswände entfallenden Wind zu tragen haben, sind auch Fundamente und Verankerung dieser Beanspruchung entsprechend bemessen. In der Regel liegen die Stützen im Gebäudeinnern; nach außen strebepfeilerartig vorgebaute Stützen gehören zu den Ausnahmen und sicherlich nicht zu den geschmackvollen. Zur Aufnahme von Kranbahnen sind die nach innen liegenden parallelwandigen Fachwerkstützen abgesetzt und gegen das Binderauflager zu angezogen. Auch doppelt abgesetzten Stützen kann man bei übereinanderliegenden Kranbahnen begegnen; daneben freilich auch solchen, bei denen der Kranträger auf entsprechend weit ausladenden Konsolen aufsitzt — eine Ausführung, wie sie bei bis auf Fundamenthöhe herabreichenden Bogenbindern üblich ist.

Eine andere Möglichkeit, den Gebäudequerschnitt steif zu gestalten, liegt in der Anwendung des bis auf Fundamenthöhe herabgeführten Bogenbinders. Die ausgesprochene Bogenform — in der Herstellung nicht die billigste — gehört im Industriebau zu den Seltenheiten; meist sind es rahmenartige, dem Umriß der gebrochenen Dachlinie auch in der Untergurtung mehr oder minder scharf folgende Gebilde, für die die Bezeichnung Bogenbinder nur als statische Charakteristik gilt.

Seitdem das Wellblech als Dach- eindeckung ins Hintertreffen geraten ist, begegnet man den Bogenbindern

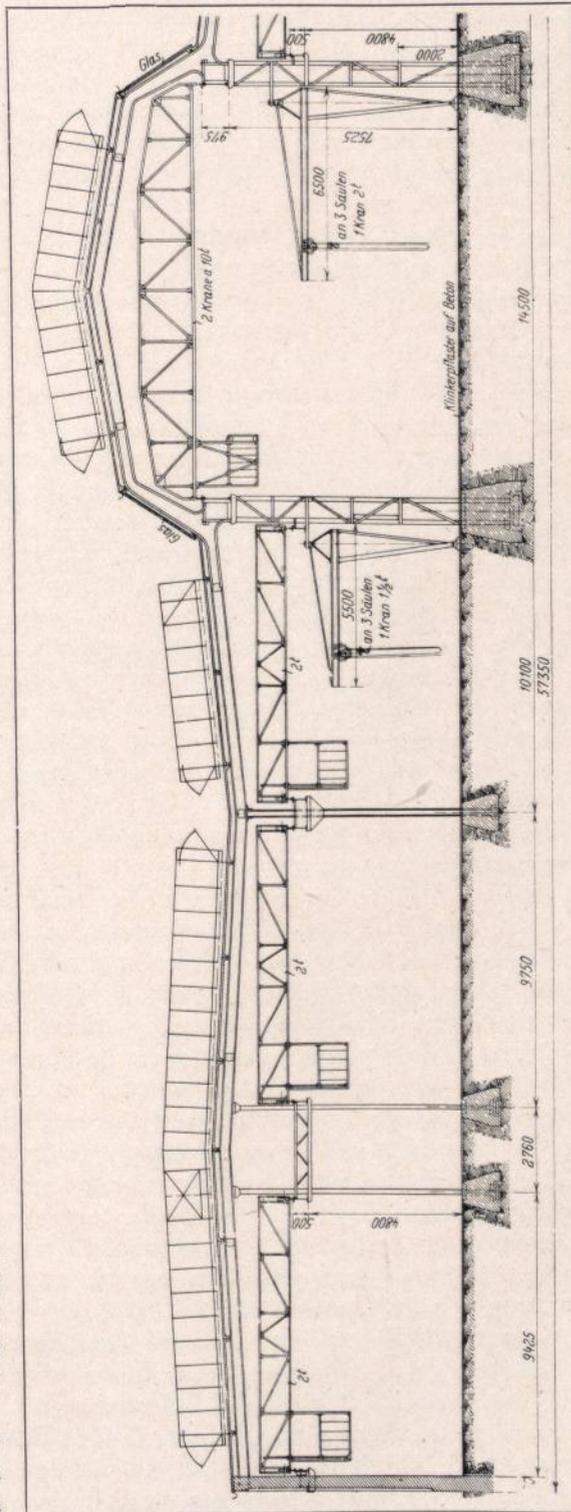


Abbildung 58. Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, Gustavsburg b. Mainz. Werkstätte des Eisenwerks Wülfel, Wülfel b. Hannover.

EISENBETONBAU

VON PROFESSOR DR.-ING. A. KLEINLOGEL, DARMSTADT

1. ALLGEMEINES

Im Jahre 1906 starb in Paris im hohen Alter von 83 Jahren der ehemalige Gärtner Joseph Monier. Ein Erfinderschicksal hatte damit seinen Abschluß gefunden: verbittert und kaum mit des Lebens Notdurft versehen, hatte der alternde Mann zusehen müssen, wie andere die Früchte pflückten, die mit zum großen Teil in seinem Garten gewachsen waren. Allerdings hatte er damals, als er das junge Reis pflanzte, keine Ahnung davon, was für ein mächtiger Baum daraus hervorzunehmen würde; die eigentliche Bedeutung seiner Erfindung ist ihm zeitlebens fremd geblieben. Aber einerlei — Monier hat das unbestreitbare geschichtliche Verdienst, einem an sich guten, aber noch nicht genügend durchdachten Gedanken durch Verkauf seiner Patente Eingang in die Technik des Bauwesens verschafft und so die Möglichkeit dazu gegeben zu haben, daß der wissenschaftliche und praktische Ausbau des Gedankens in der Hand von Sachverständigen zu dem geführt hat, was heute unter dem Namen „Eisenbeton“ verstanden wird.

Gewiß, Monier war zeitlich nicht der erste, der Beton und Eisen miteinander in bauwerkmäßige Verbindung gebracht hat. Es bedarf zwar noch eingehender ge-

schichtlicher Forschung, um die ersten Anfänge genügend klarzulegen, aber es steht immerhin so viel fest,¹ daß der Amerikaner Hyatt bereits im Jahre 1855 Versuche mit Eisenbetonbalken durchgeführt hat, und heute noch ist auf dem Teiche von Miraval in Frankreich ein Ruderboot (Abbildung 1) im Betrieb, das von dem Franzosen Lambot schon auf der Pariser Weltausstellung von 1854 vorgezeigt worden war. Ferner gehört vor allem

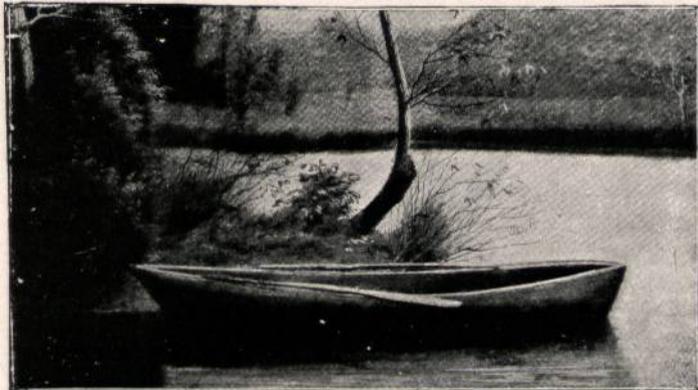


Abbildung 1. Ruderboot aus Eisenbeton vom Jahre 1854.²

auch der Name von François Coignet zu denjenigen, die mit den ersten Anfängen des Eisenbetonbaues eng verbunden sind. Seine ebenfalls schon vor 1860 in die Er-

¹ Näheres siehe „Handbuch für Eisenbetonbau“, 2. Aufl., I. Band: Die Grundzüge der geschichtlichen Entwicklung des Eisenbetons, von Prof. M. Foerster, Dresden.

² Mit Erlaubnis des Verlages W. Ernst & Sohn, Berlin, aus: „Handbuch für Eisenbetonbau“, 2. Aufl., Bd. I, S. 12.

die er zusammen mit den obengenannten Unternehmungen durchführte, bestätigten ihm, sowie den zahlreich geladenen und erschienenen Vertretern des Staates, der Stadt und der Industrie die Richtigkeit seiner Gedanken.

Bekanntlich wird die noch weiche oder die erhärtete Mischung eines Bindemittels mit Sand als Mörtel bezeichnet. Je nachdem das Bindemittel beispielsweise Zement oder Kalk ist, spricht man im Bauwesen von Zement- oder Kalkmörtel. Aus solchem Zementmörtel bestanden die ersten Behälter Moniers und auch viele der ersten deutschen Ausführungen. Da nun Mörtel, wie gesagt, nur aus Zement und Sand besteht, letzterer aber nur eine „Korngröße“ von Mehlfeinheit bis zu 7 mm besitzt, so ergab sich bei Ausführung größerer Wandstärken bald eine wirtschaftliche Schwierigkeit insofern, als reiner Mörtel verhältnismäßig teuer ist. Es erschien daher geboten, dem Mörtel zwecks Erzielung von mehr Masse, also zwecks Kostenersparnis, sogenannte „Magerungsmittel“ hinzuzufügen oder, mit anderen Worten, den Mörtel zu „strecken“. Solche Magerungsmittel sind in der Hauptsache Kies und Schotter, ferner etwa Hochofenschlacke und in besonderen Fällen das Leichtgestein vulkanischer Tuffablagerung, der Bims Kies. Alle diese Magerungsmittel nennt man „Zuschlagmaterialien“ — und aus dem feinkörnigen Mörtel wird dadurch der grobkörnigere Beton. Zement, Sand und Kies oder Zement, Sand und Schotter, von Hand oder besser in Mischmaschinen unter Zugabe von Wasser in einem bestimmten gegenseitigen Raum- oder Gewichtsverhältnis gemischt, sind somit die Bestandteile des Betons, dem äußerlich allein in die Erscheinung tretenden und der Masse nach hauptsächlich einen Bestandteil des als Eisenbeton bekannten Verbundkörpers.

Der erhärtete Beton ist ein sehr druckfester Baustoff. Von einem im Mischungsverhältnis von 1 Raumteil Zement zu 2 Raumteilen Sand zu 2 Raumteilen Kies (Schreibweise 1:2:2) hergestellten Betonwürfel von 20 cm Seitenlänge kann man bei laboratoriumsmäßiger Behandlung nach einer Erhärtungsdauer von 28 Tagen eine „Würfelfestigkeit“ von mindestens 250 kg für 1 qcm erwarten. Ein derartig zusammengesetzter Betonwürfel von 20 cm Seitenlänge, also mit 400 qcm Druckfläche, wird somit erst bei einem axialen Druck von $400 \cdot 250 = 100\,000$ kg = 100 Tonnen auseinanderbrechen — das ist die Nutzladung von 10 Eisenbahnwagen!

Die Zugfestigkeit des Betons ist aber nur sehr gering: ein Betonbalken bricht schon unter kleinen Lasten infolge baldiger Überwindung seiner Zugfestigkeit, die, beiläufig gesagt, nur etwa den 15. bis 10. Teil seiner Druckfestigkeit beträgt!

Im Bauwesen ist nun aber der Fall einer rein „axialen“ Druckbeanspruchung, wie z. B. bei dem vorerwähnten Würfel, außerordentlich selten; man kann sagen, er ist so gut wie nie vorhanden. Wenn auch z. B. bei den Säulen eines Warenhauses oder Fabrikgebäudes es äußerlich so scheinen mag, als ob diese nur senkrecht von oben belastet würden, so ist in Wirklichkeit fast immer infolge einseitiger Mehr-

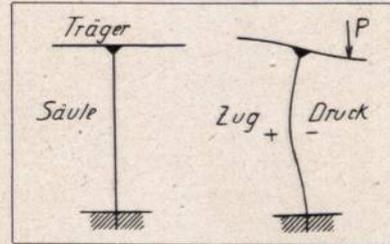


Abb. 4. Formänderung einer Säule.

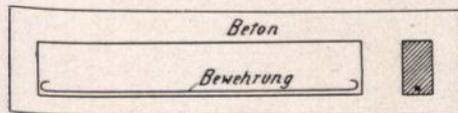


Abbildung 5. Eisenbewehrter Betonbalken.

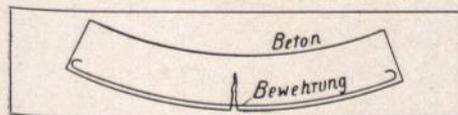


Abbildung 6. Gerissener Eisenbetonbalken.

und vor allem Menschenleben in bisher un-
übertroffenem Grade vor
Feuersgefahr zu schützen.

2. Ein weiterer günstiger
Umstand betrifft den Weg-
fall fast sämtlicher Unter-
haltungskosten. Eine
gut ausgeführte Eisenbeton-
brücke bedarf nach ihrer In-
betriebnahme längere Zeit gar
keiner Über-

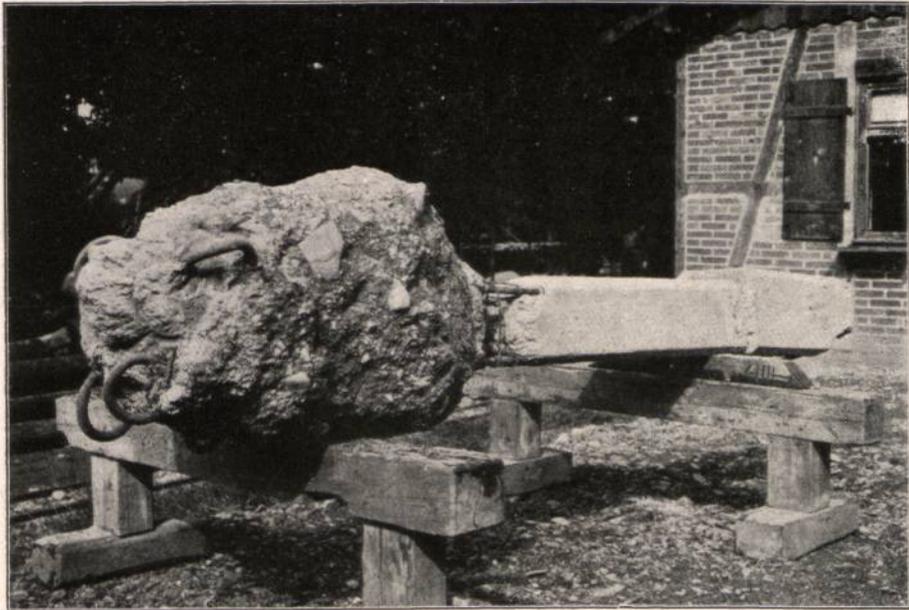


Abbildung 18. Beim Rammen zusammengestauchter Eisenbetonpfahl. (Mit Erlaubnis des Verlages der „Deutschen Bauzeitung“.)

wachung, sie muß nicht, wie namentlich die eisernen Brücken, ständig, sondern dann nur in größeren Zwischenräumen nachgesehen werden. Nur in Fällen, in denen z. B. die Rauchgase von Lokomotiven die untere Leitung und die Stirnen von Überführungen ständig umspülen, ist, wie es sich gezeigt hat, eine besondere Sorgfalt und Überwachung am Platze, die aber bei entsprechend vorbeugenden Maß-

nahmen auf einen Kleinstwert beschränkt werden kann. Eine dieser Maßnahmen ist wiederum eine genügend tiefe Einbettung der Eiseneinlagen und überhaupt eine in allen Teilen sachgemäße und sorgfältige Ausführung.

3. Einer der hauptsächlichsten Vorzüge der Eisenbetonbauweise ist aber ihre in ständigem Wettbewerb mit anderen Bauweisen bewiesene Wirtschaftlichkeit. Die fast beispiellose Verbreitung des Eisenbetons auf allen Gebieten des Bauwesens über und unter Tage im Hoch-, Tief- und Wasserbau hängt mit in erster Linie damit zusammen, daß sich sehr bald gezeigt hat, daß der neue Baustoff außerordentlich preiswürdig ist. Zement, Sand, Kies und Schotter sind fast überall zu haben, die Menge des benötigten Eisens ist verhältnismäßig gering, und so hat die Wirtschaftlichkeit des Eisenbetons nur dort ausge-



Abb. 19. Bruchbild einer nichtbewehrten Betonsäule. (Aus den Versuchen der Firma Joh. Odorico, Dresden, und des Verfassers.)



Abb. 20. Eisenumschnürte Betonsäule. (Aus Versuchen mit ringbewehrten Säulen der Firma Joh. Odorico, Dresden, und des Verfassers.)

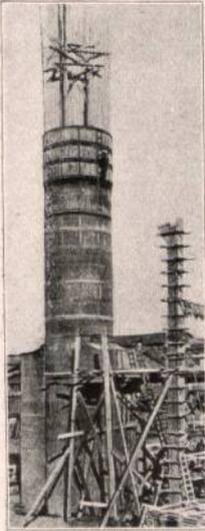


Abb. 28. Schornstein in Eisenbeton. (Hüser & Co., Oberkassel.)

einwandfrei festzustellen — dies ist annähernd nur dann möglich, wenn von den ursprünglich verwendeten Grundstoffen seinerzeit Proben sorgfältig in luftdicht verschlossenen Gefäßen aufbewahrt worden sind.

Aus alledem geht klar hervor, daß das Gelingen eines Eisenbetonbaues, seine Tragfähigkeit, Haltbarkeit und Widerstandsfähigkeit in der Hauptsache mit von der Güte der Ausführung abhängig ist. Die Herstellung der ständig allen Witterungseinflüssen ausgesetzten Eisenbetonbauten erfordert daher in allen Teilen vom Vorarbeiter bis zum leitenden Ingenieur ein besonderes Maß von Aufmerksamkeit und Sorgfalt. Die Übertragung von Eisenbetonarbeiten an Unternehmungen ist in erster Linie eine Vertrauenssache.

Es ist bereits in der Einleitung erwähnt worden, daß schon der Ingenieur Gustav Adolf Wayß die praktische Bedeutung des Zusammenbaues von Beton und Eisen durch eine größere Anzahl von Versuchen in baumäßigen Abmessungen dargelegt hat. Auf der Grundlage dieser Versuche

stellte der damalige Regierungsbaumeister M. Koenen in Berlin das erste Berechnungsverfahren für Platten auf, das bis zum Jahre 1900 im Gebrauch war. Während die ersten Anfänge des Eisenbetonbaues in Amerika und Frankreich zu suchen sind, dort aber die Entwicklung längere Zeit durch die einseitige Bevorzugung verschiedener „Systeme“ gehemmt wurde, hat sich Deutschland zuerst von jedem System frei gemacht und dadurch einer großzügigen wissenschaftlichen Erforschung des Eisenbetons die Wege gebnet.

Keine andere Bauweise darf sich rühmen, eine so gründliche und bis in die kleinsten Einzelheiten reichende Erforschung ihrer Eigenart auf dem Versuchswege erfahren zu haben.

Zuerst war es die Industrie, die damit begann, für ihre Ausführungen immer wieder die versuchsweise Erprobung heranzuziehen. Manche Fir-



Abbildung 29. Eisenbeton-Rahmenkonstruktion für eine Halle. (Allgemeine Hochbau-Gesellschaft Düsseldorf.)

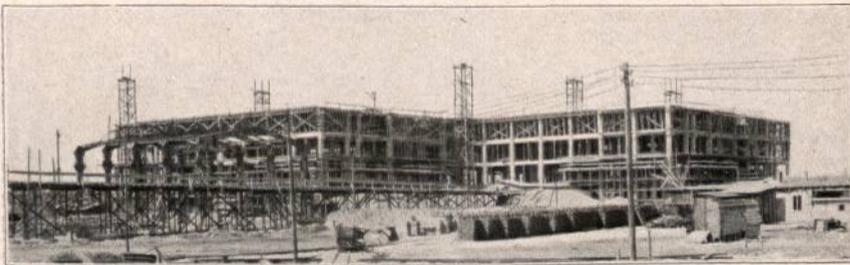


Abbildung 30.

Hauptbau für die Firma C. P. Goerz, Berlin. (Rudolf Wollé, Leipzig.)

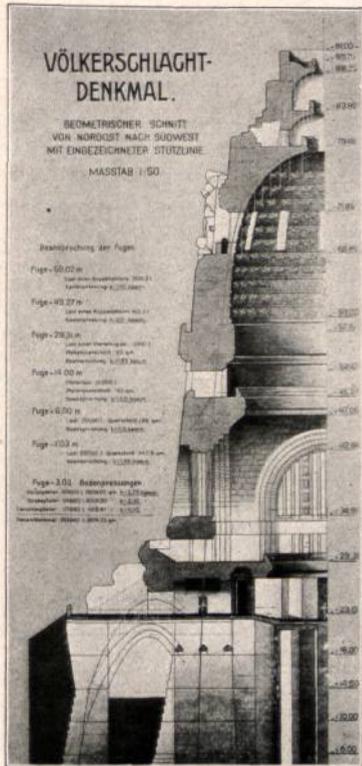
men sind darin vorbildlich geworden und haben auch zum Teil nicht gezögert, ihre dabei mit vielen Kosten gewonnenen Erfahrungen und Einblicke der breiten Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Ein solch uneigennütziges Vorgehen ist um so mehr

werke, die in ständigem Wettbewerb mit anderen Bauweisen allmählich immer mehr das gesamte Bauwesen beeinflussen und von denen die nachfolgenden Darstellungen einen gedrängten Überblick geben sollen.

*

Die Anwendung des Eisenbetons spielt schon bei der Gründung von Bauwerken aller Art eine große Rolle. Gerade im Boden, welcher doch meistens mehr oder weniger Feuchtigkeit besitzt, und in welchem bei wechselndem Wasserstand ungeschützte Holz- oder Eisenteile einer raschen Zerstörung unterliegen, ist der Beton ein willkommener Baustoff.

Es handelt sich hier nicht nur um die Ausführung von Fundamentplatten (Abbildung 13), welche die Aufgabe haben, die mehr oder weniger ungleich verteilten Lasten eines Gebäudes möglichst gleichmäßig auf den Baugrund zu übertragen, sondern der Eisenbeton hat sich insbesondere auf dem Gebiet der Spuntwände und der Pfahlgründungen raschen Eingang verschafft und hat hier nennenswerte Erfolge aufzuweisen. Es ist an sich gewiß eine merkwürdige Tatsache, daß der so spröde Beton den mit der Rammung eines Pfahles verbundenen Beanspruchungen gewachsen ist. Statt in Splitter zu fliegen, dringen die entsprechend bewehrten Eisenbetonpfähle unter den Schlägen von schweren Rammhären in das Erdreich ein und gestatten, große Lasten auf sie aufzupacken. Um dies zu ermöglichen, mußten die sogenannten Schlaghauben eine besondere Ausbildung erfahren, damit der Schlag des Rammhärens nicht unmittelbar den Pfahlkopf trifft, und außerdem erhalten die Eisenbetonpfähle neben der Längsbewehrung vor allem eine starke Querbewehrung, welche namentlich in der Sonderart der ringbewehrten und spiralumschnürten Pfähle eine sehr zweckmäßige Lösung gefunden hat.



reits abgefallen ist und die Ringbewehrung ihre Leistungsfähigkeit erschöpft hat. Die ringbewehrten und spiralumschnürten Säulen (Abbildung 21 und 22) ermöglichen eine nennenswerte Verringerung des Querschnitts und eignen sich also namentlich für solche Räume, wie z. B. in Warenhäusern und Theatern, bei welchen es darauf ankommt, den vorhandenen Raum und das einfallende Licht möglichst wenig durch Säulen zu beeinträchtigen. Die Bauart solcher Säulen ist aus den beiden Abbildungen 21 und 22 in allen Einzelheiten zu entnehmen.

Es ist klar, daß die Einführung des Eisenbetons in das Bauwesen zunächst im Hochbau mit einfachen Überdeckungen kleinerer Spannweiten und für die Aufnahme geringer Lasten stattgefunden hat. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen jedoch, in welchem Umfange diese Anwendungen zugenommen haben, und es gibt innerhalb der Bedürfnisse des Hochbaues nahezu keine Grenze mehr hinsichtlich der Spannweiten und der Auflasten, welchen der Eisenbeton nicht gewachsen wäre. Die massiven Eisenbetonplatten, welche sich in der Hauptsache für die Aufnahme größerer Lasten eignen, werden im Wohnhaus- und teilweise auch im Fabrikbau häufig durch sogenannte Hohlkörperdecken ersetzt, bei welchen die statisch nicht notwendigen Teile entweder durch Aussparung von Hohlräumen oder durch Einfügung von Hohlkörpern geringeren Gewichts ersetzt werden. Eine derartige Ausführung ist aus Abbildung 23 zu entnehmen; die dort ersichtlichen Kästchen bestehen aus einzelnen dünnen Beton-



Abbildung 37. Evangelische Kreuzkirche in Görlitz. (Hoch- und Tiefbau A.-G., Breslau.)

platten, welche auf den untergelegten Schalungsstreifen an Ort und Stelle verlegt und zusammengebaut werden. Zwischen diesen Kästchen verbleiben stegartige Hohlräume, welche die tragenden Eiseneinlagen aufnehmen und nachher die sogenannten Rippen der Träger bilden. Durch senkrechte Bügel und Quereisen wird der Verbund mit der darübergespannten Deckenplatte gewährleistet.

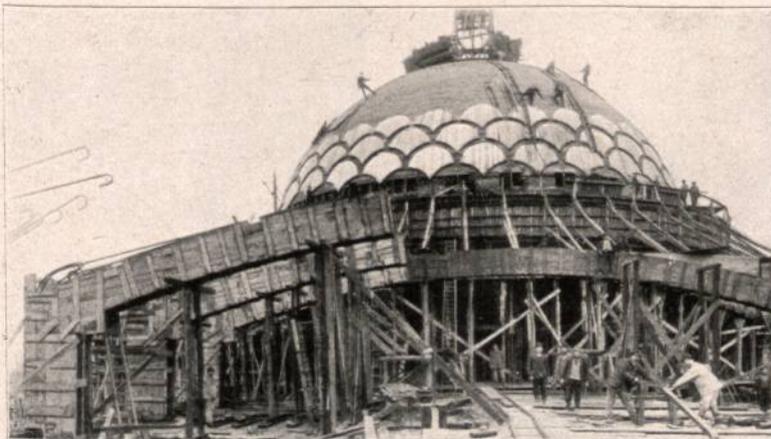


Abbildung 38. Kuppel der Betonhalle auf der Baufachausstellung in Leipzig 1913. (Rudolf Wölle mit Kell & Löser, Dresden.)

Die Ausführung einer Massivkonstruktion für einen Speicherbau, also mit verhältnismäßig großen Lasten, zeigt Abbildung 24. Das ganze Gerippe des Gebäudes und die gesamte Innenkonstruktion besteht aus vollwandigem Eisenbeton, und nur die Ge-

Im Kriege sind namentlich auch für die chemische Industrie große Anlagen entstanden, welche vielfach in Eisenbeton erstellt wurden (Abbildung 29 und 30), woraus hervorgeht, daß man es verstanden hat, den Eisenbeton auch gegen die Einwirkung von Dämpfen und Säuren aller Art widerstandsfähig zu machen.

Daß auch das Äußere von Gebäuden aus Eisenbeton durchaus nicht mehr tot und ausdruckslos sein muß, beweisen die zahlreichen, architektonisch durchaus befriedigenden Ausführungen von Warenhäusern und sonstigen Zweckgebäuden (Abbildung 31), besonders nachdem man gelernt hat, den Beton seiner Eigenart entsprechend durch steinmetzmäßige Bearbeitung und durch geschickte Formgebung auch äußerlich als Baumaterial in die Erscheinung treten zu lassen.¹

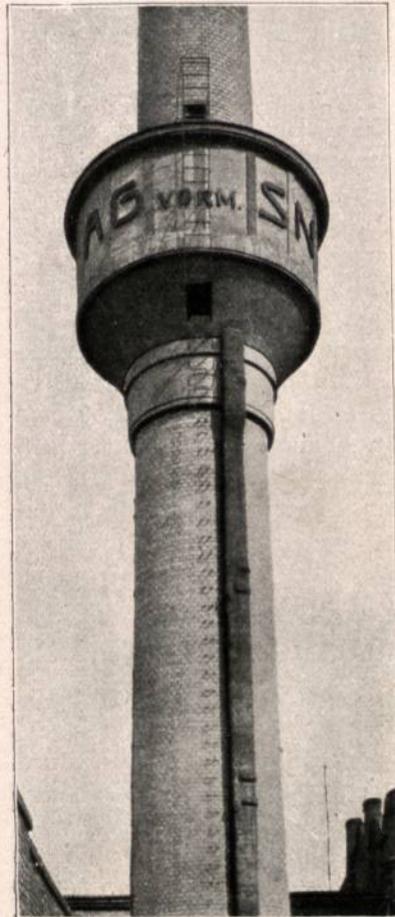


Abbildung 43. An den Schornstein angebauter Hochbehälter aus Eisenbeton. (Kell & Löser.)

Von den größeren Monumentalbauten der Neuzeit seien insbesondere erwähnt: das Völkerschlachtdenkmal in Leipzig (Abbildung 32 und 33), bei welchem 120000 cbm Beton und Eisenbeton sowie 20000 cbm Granitverkleidung verwendet wurden; der Neubau des Stuttgarter und des Leipziger Hauptbahnhofs (Abbildung 34); die Jahrhunderthalle in Breslau (Abbildung 35); die Markthalle am Ritterplatz zu Breslau (Abbildung 36), sowie ferner z. B. eine Reihe von Kirchenbauten, für welche als Beispiel die Evangelische Kreuzkirche in Görlitz (Abbildung 37) hier wiedergegeben ist.

Das Gebiet der Kuppelbauten ist besonders interessant, da hier der Eisenbeton mit seinen geringen Materialstärken und der Anpassung an jede gewünschte Form Vorzügliches leistet. Die große Kuppel in St. Blasien und diejenige der Betonhalle auf der Ausstellung in Leipzig 1913 (Abbildung 38) sind hiervon besonders bemerkenswerte Beispiele.



Abbildung 41. Wasserturm des Rangierbahnhofs in Nürnberg. (Nußberger & Held, Nürnberg.)

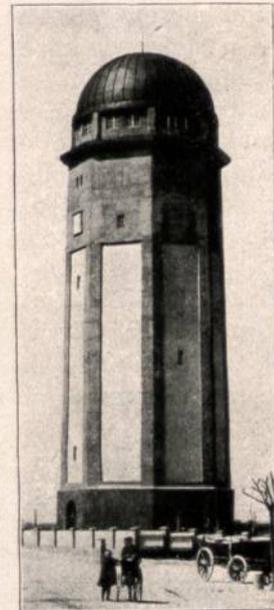


Abb. 42. Wasserturm bei Seckenheim. (Brenzinger & Co., Freiburg i. Br.)

¹ Siehe hierzu auch das schöne Werk des Deutschen Beton-Vereins: „Betonwerkstein und künstlerische Behandlung des Betons“.

solche mit ebener Untersicht. Die bekannten Betonkappen zwischen eisernen Trägern sind Nachahmungen alter Vorbilder; sie sind aber auch zugleich die Anfänge der ersten Gewölbekonstruktionen im Betonbau, wie sie heute noch im Hochbau häufig Anwendung finden. Das Gewölbe ist somit in jeder Hinsicht eine ältere Bauform, die viel häufiger angewendet wird als die gerade Tragkonstruktion. Der Eisenbeton ist auf beiden Gebieten nahezu gleichmäßig vorangeschritten, und er hat ebenso Eingang in das Gebiet der Brücken mit ebener Untersicht, den sogenannten Plattenbalkenbrücken, gefunden, als in dasjenige der gewölbten Brücken. Da Holz nur bis zu

kleineren Spannweiten in Betracht kommen kann, da ferner Steine und auch unbewehrter Beton in der Hauptsache nur für gewölbte Konstruktionen Verwendung finden können, so war zunächst das Eisen derjenige Baustoff, welcher im Bauwesen eine ausgedehnte Verwendung fand. Aber die leidige Eigenschaft des Eisens, an der Luft zu rosten, und die nur geringe Feuer-sicherheit erfordern stets besondere Maßnahmen zur Sicherstellung gegen Rost und Brandwirkung.

Die daraus entstehenden Unterhaltungskosten sind nicht unbedeutend; sie sind aber noch verhältnismäßig gering, wenn die Brücke lediglich den bekannten Witterungseinflüssen ausgesetzt ist. Wenn jedoch in industriereichen Gegenden, in gewissen Fabrikbetrieben oder gar auf Bahnhöfen, in Lokomotivschuppen, bei Über-



Abbildung 50. Bewehrungseinzelheiten vom Bau der Leipziger Untergrundbahn. (Kell & Löser, Leipzig.)

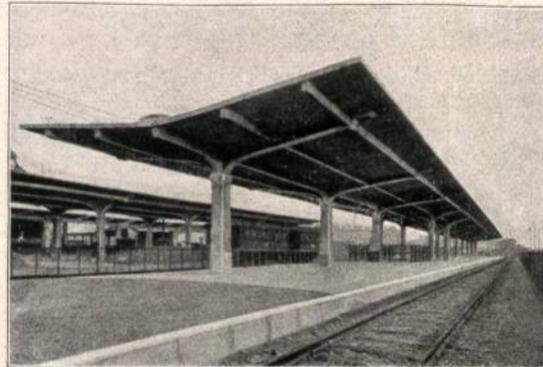


Abbildung 51. Bahnsteigdächer aus Eisenbeton auf dem Hauptbahnhof in Nürnberg. (Dyckerhoff & Widmann A.-G.)

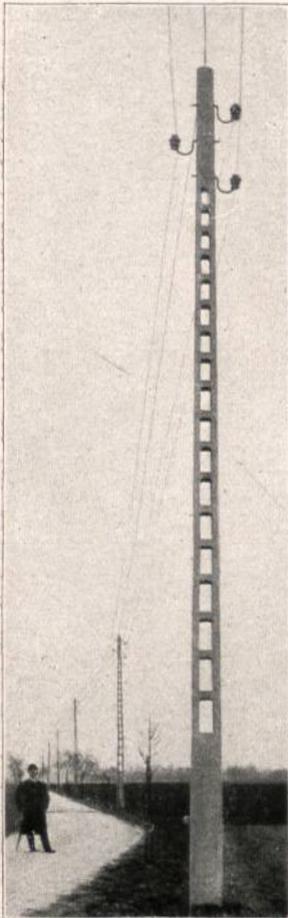


Abbildung 52. Saxoniamast der Firma Rudolf Wolle, Leipzig.

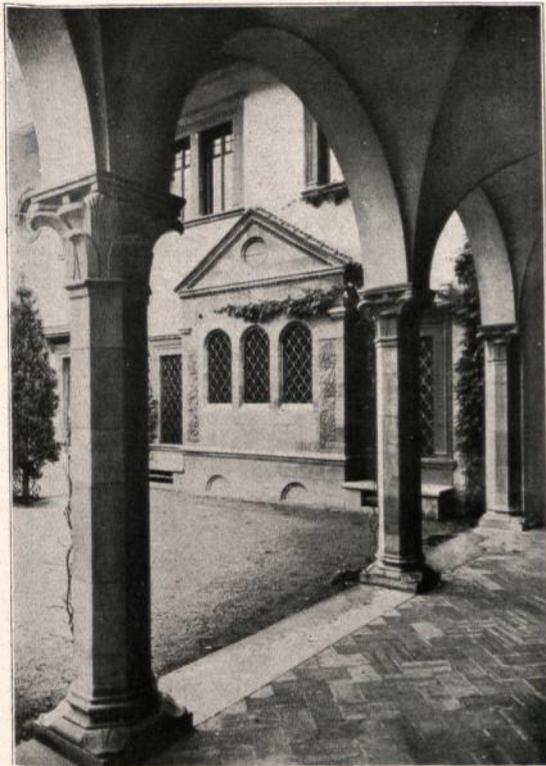


Abbildung 55. Künstlerische Bearbeitung und Formgebung des Betons. (Aus dem Eigenhaus des Herrn Oberamtsrichters a. D. Wohlgemuth in Günterstal bei Freiburg i. Br. Ausführung: Brenzinger & Co., Freiburg i. Br.)



Abbildung 57. Erker am Schulhaus in Konstanz-Petershausen. Als Beispiel für die im Beton liegenden Ausdrucksmöglichkeiten. (Dyckerhoff & Widmann A.-G., Dresden.)

brücken. Die Balkenbrücke übt bei statisch bestimmter Auflagerung der Träger auf die Widerlager nur senkrechte Kräfte aus, während das Merkmal der Bogenbrücken darin besteht, daß diese außerdem einen mehr oder weniger großen seitlichen Schub auf die Zwischenpfeiler und Widerlager ausüben.

Ausgehend von den im Hochbau gemachten Erfahrungen mit der einfachen Platte, hat im Brückenbau der sogenannte Plattenbalken,



Abbildung 56. Künstlerische Formgebung und Bearbeitung des Betons. (Aus dem Eigenhaus des Herrn Oberamtsrichters a. D. Wohlgemuth in Günterstal bei Freiburg i. Br. Ausführung: Brenzinger & Co., Freiburg i. Br.)

selben und beim Betonieren vorgegangen werden muß, zeigt Abbildung 60, eine Wiedergabe der Brücke über die Breg für die Gemeinde Wolterdingen (Baden). Das Bild zeigt die Eiseneinlage eines Hauptträgers mit Ausleger, wobei also das Gewicht des letzteren und der auf demselben bewegten Lasten dazu benutzt wird, um die Biegemomente der Hauptöffnungen entsprechend zu verringern. Eine besondere Art von Plattenbalkenbrücken sind die fischbauchartigen

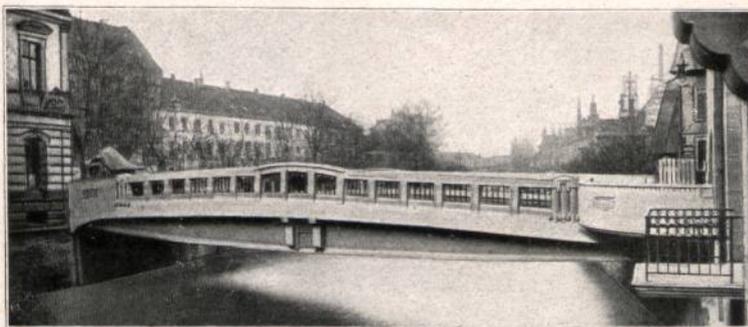


Abbildung 61. Roßbrücke in Pforzheim, System Möller. (Rudolf Wolle, Leipzig.)



Abbildung 62. Viktoriabrücke über die Brahe in Bromberg. Plattenbalkenbrücke. (Windschild & Langelott, Dresden.)

Andererseits treten gegen die Auflager hin bei frei aufliegenden Trägern die Biegemomente zurück gegenüber dem Einfluß der Schubkräfte, welche im Eisenbetonbau bei allen Konstruktionen einer ganz besonderen Beachtung bedürfen. Das System Möller begegnet diesen Notwendigkeiten dadurch, daß der Untergurt in einzelne Eisenbetonrippen aufgelöst ist, welche, dem Verlaufe der Momentenlinie entsprechend, eine parabel- oder kettenförmige Begrenzung haben. Andererseits nimmt die verbindende Deckenplatte gegen die Auflager hin voutenartig zu. Im Gegensatz zu dem sonst allgemein verwendeten Rundeseisen besteht die Bewehrung aus starken Flacheisen, deren zuverlässige Befestigung an ihren Enden mittels aufgenieteter Winkeleisenstücke gewährleistet ist; auch innerhalb der Spannweite sind

Träger nach System Möller. Die Zunahme des Biegemomentes nach der Mitte der Spannweite erfordert dort eine größere Bauhöhe oder eine vermehrte Eiseneinlage.

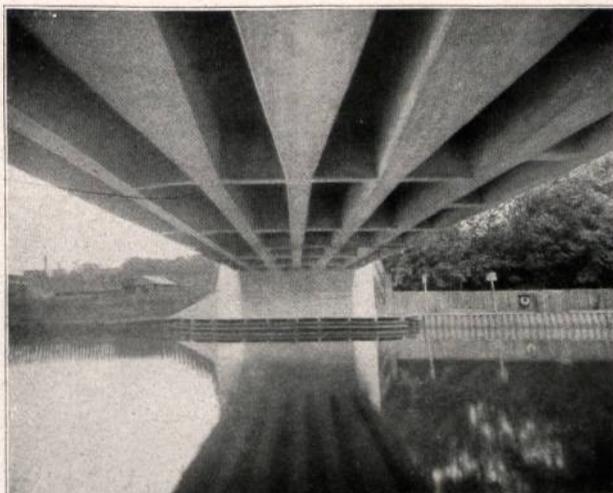


Abbildung 63. Untersicht der Viktoriabrücke in Bromberg. (Windschild & Langelott, Dresden.)

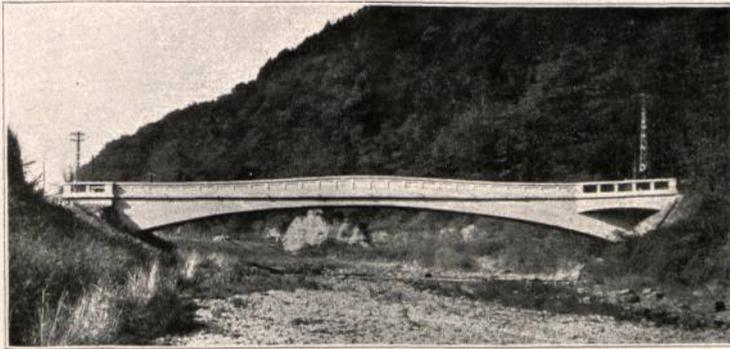


Abbildung 67. Die Wiesenbrücke bei Schopfheim (Baden).
(Brenzinger & Co., Freiburg i. Br.)

der ganzen Gegend. Ein kühn geschwungener Brückenbogen macht ohnedies stets auch auf den Laien den Eindruck verkörperter Geistesarbeit des Ingenieurs, und es sind auf diesem Gebiet Schöpfungen entstanden, welche die Eignung des Eisenbetons als Baumaterial auch äußerlich ganz besonders hervortreten lassen.

Der Ausgangspunkt für die gewölbten Tragkonstruktionen aus Eisenbeton ist wohl in den sogenannten Stampfbetongewölben zu suchen — Gewölbe ohne Eiseneinlagen, bei welchen der Verlauf der Stütze so gewählt ist, daß in dem verwendeten Baustoff nur Druckspannungen, ungünstigenfalls nur ganz geringe Zugspannungen auftreten können. Die Vorläufer für die Stampfbetongewölbe waren die Bruchsteingewölbe, für deren Eigenart der Beton als druckfester Baustoff ohne weiteres geeignet erschien. Auch der Dreigelenkbogen als statisch bestimmte Konstruktion verdankt der Möglichkeit der mit ziemlicher Sicherheit vorzubestimmenden Führung der Drucklinie seine Entstehung. Er findet heute noch mit oder ohne Eiseneinlagen in denjenigen Fällen Anwendung, in welchen große Wärmeschwankungen oder ein Ausweichen der Widerlager zu befürchten ist.

Die Bewehrung des Betons mit Eisen hat aber gerade auch im Brückenbau deshalb zu großen Fortschritten geführt, weil die Eiseneinlagen den Ingenieur von den vorerwähnten Verhältnissen einerseits unabhängig machen und weil dadurch gegenüber dem unbewehrten Beton eine ganz bedeutende Material- und Gewichtsersparnis herbeigeführt wird. Es wäre unmöglich, derartig weitgespannte Brücken, wie sie in der

Neuzeit ausgeführt werden, in Stampfbeton herzustellen. Erst die Beschränkung der Querschnitte und die Erhöhung der zulässigen Spannung, wie sie der Eisenbeton mit sich bringt, ergeben in

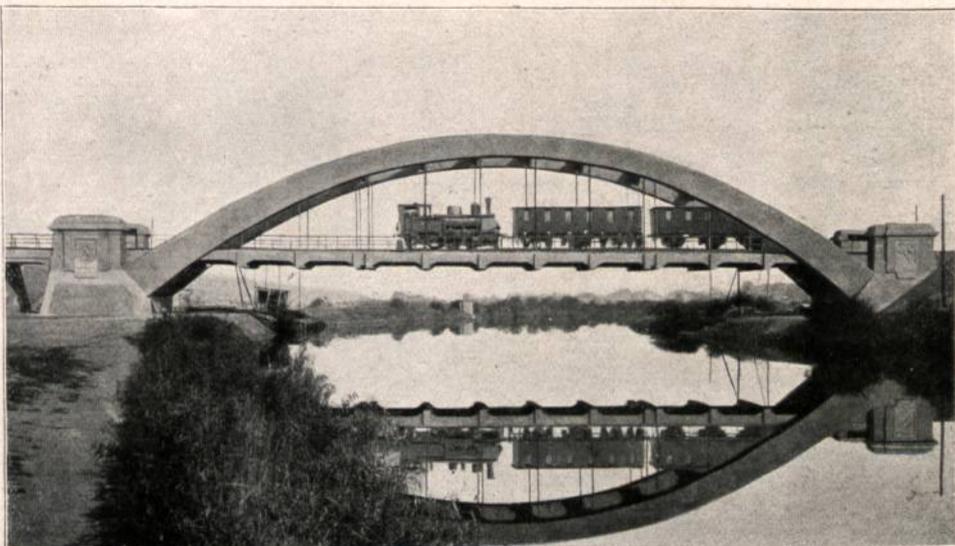


Abbildung 68. Werrabrücke in Thüringen. (Christiani & Nielsen, Hamburg.)

scheinung ein besonderes Gepräge gibt.

Auch die Wiesenbrücke bei Schopfheim, ein Zwei-Gelenkbogen von 34,8 m

Spannweite, ist

konstruktiv interessant und wirkt landschaftlich außerordentlich befriedigend (Abb. 67).

Bis jetzt war es lange Zeit dem Eisen vorbehalten geblieben, dann als Baustoff gewählt zu werden, wenn es infolge sehr beschränkter Bauhöhe nicht möglich war, unterhalb der Fahrbahn einen Bogen zu spannen oder die für eine ebene Konstruktion nötige Bauhöhe herauszubekommen. In solchen Fällen geschah die Lösung meistens mittels eines über der Fahrbahn gespannten Bogens, an welchen die erstere angehängt ist. Aber auch für derartige Lösungen hat der Eisenbeton bereits verschiedentlich Verwendung gefunden. Die aus Abbildung 68 ersichtliche Werrabrücke in Thüringen stellt eine solche Ausführung dar, ein eingespannter, in zwei Tragrippen aufgelöster Bogen mit angehängter Fahrbahn, wobei die Hängestangen zwecks stetiger Untersuchungsmöglichkeit vom Beton freigelassen werden. Die Bauart der Brücke ist aus Abbildung 69 zu entnehmen, aus welcher die Verbindung der beiden Bogenträger und die dadurch erzielte Versteifung des Ganzen zu ersehen ist.

Zu der gleichen Gattung von Brücken gehört die Hindenburgbrücke in Breslau, bei welcher jedoch die Hängestangen vom Beton umkleidet sind und bei der die Bogenträger etwas über die Fahrbahn hinausführen (Abbildung 70).

Eine sehr interessante Ausführung ist diejenige der Eschholzstraßenbrücke über die Dreisam in Freiburg i. Br. Die Gelenkkörper des beweglichen Auflagers, die unter jedem Hauptträger angeordnet sind, sollten zunächst in reinem Eisenbeton zur Ausführung kommen. Mit Rücksicht auf die Nebenspannungen wurde jedoch davon abgesehen, und es wurden Gelenkkörper aus spiralbewehrtem Beton mit oberen und

unteren Stahlplatten ausgeführt. Die Gelenkkörper der neun mittleren Träger haben bei einer Breite von 45 cm und bei 75 cm Länge eine Auflast von je 220 t aufzunehmen. Die aus Abbildung 71 zu entnehmende Spiralbewehrung wurde außerordentlich genau ausgeführt und besteht aus mehreren in-

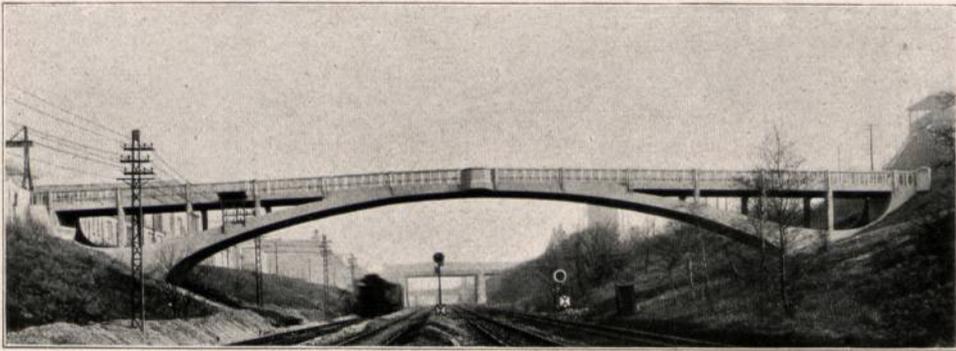


Abbildung 72. Schwarzenbergbrücke von der Baufach-Ausstellung in Leipzig. Umschnürtes Gußeisen, System Oberbaurat Dr.-Ing. v. Emperger, Wien. (Kell & Löser, Leipzig.)

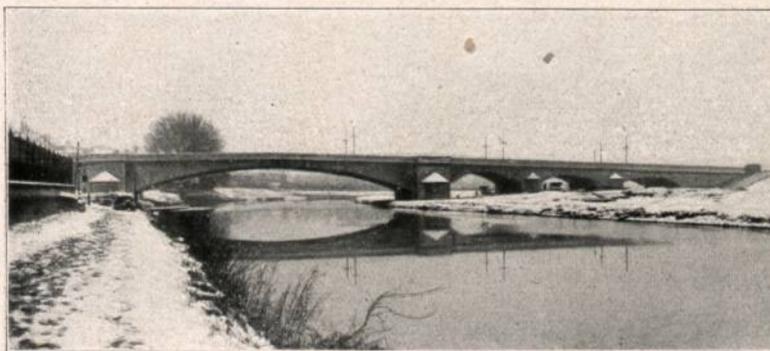


Abbildung 73. Bismarckbrücke in Saarbrücken. (Dyckerhoff & Widmann A.-G.)

Es ist die nach den Plänen von Professor Dr.-Ing. Mörsch erbaute Brücke über den Gmündertobel mit 79 m Spannweite und 26,5 m Pfeilhöhe. Der große Bogen ist ebenfalls ein eingespanntes Gewölbe ohne Gelenke.

SILOBAU

Die fortschreitende Entwicklung der Verkehrs- und der Verständigungsmittel, die Ausdehnung und der Zusammenschluß industrieller Unternehmungen, sowie die Notwendigkeit, den fortlaufenden Betrieb durch Anhäufung großer Mengen

von Rohmaterialien zu sichern, haben es mit sich gebracht, daß für die Lagerung von Massengütern aller Art entsprechende Vorkehrungen getroffen werden mußten. Da es nur für wenige Materialien zulässig ist, dieselben im Freien zu lagern, so handelt es sich bei der Aufspeicherung solcher Stoffe in der Hauptsache um geschlossene Bauten, welche den nötigen Schutz gegen den Einfluß der Witterung sowie die Mög-

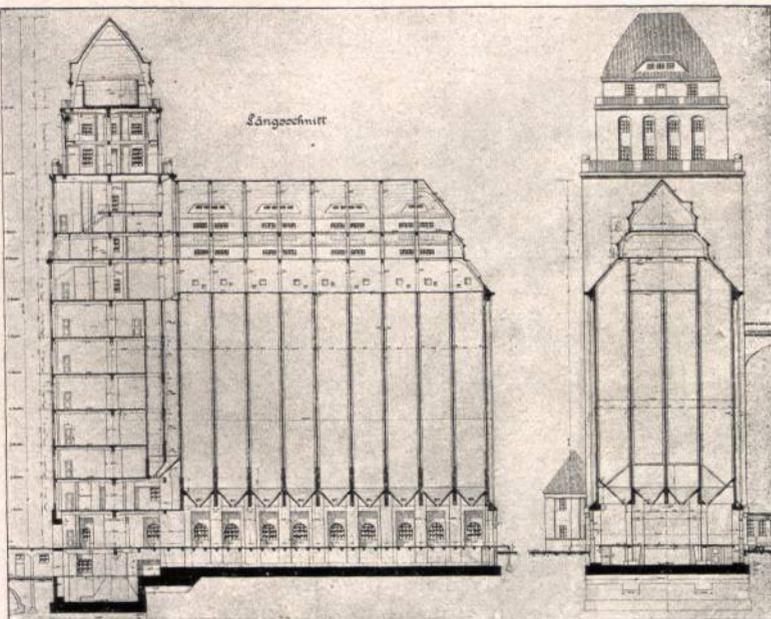


Abbildung 82. Schnitte durch den Getreidesilo für die Hafemühle P. Bienert in Dresden. (Joh. Odorico, Dresden.)



Abbildung 81. Getreidesilo für die Walzmühle Mühlendorf a. Inn. (Gebr. Rank, München.)

lichkeit gewähren, die aufgespeicherten Materialien mit möglichst wenig Kosten den Speichern wieder entnehmen zu können. In den letzten zwei Jahrzehnten wurden derartige Bauten, welche im allgemeinen unter der Bezeichnung „Silo“ zusammengefaßt werden, für die verschiedensten Zwecke des Handels und der Industrie erbaut. Man versteht unter einem „Silo“ vor allem einen Behälter für trockene Materialien. Die Silos dienen nicht nur als Vorratslager und als Ausgleichsbehälter zwischen Anlieferung und Entnahme, sondern auch als



Abbildung 83. Getreidesilo im Osthafen Frankfurt a. M. (Wayß & Freytag A.-G.)

kommen. Es gibt Eisenbetonsilos für Getreide, Mehl, Zement, Sand, Kies, Steinschlag, Kalkstein und Klinker — für Futtermittel, Sämereien, Salze, Holzschnitzel u. dgl. — ferner für Kohle und namentlich für Erze aller Art.

Rein äußerlich kann man bei den meisten Silobauten, abgesehen von den maschinellen Vorrichtungen, unterscheiden: den Aufbau für die Einfüllvorrichtungen im höchsten Teile des Silos, meistens unter dem Dache — den eigentlichen Silobehälter, welcher nach Länge, Breite und Höhe den hauptsächlichsten Raum des ganzen Baues in Anspruch nimmt und dem Bau äußerlich das Gepräge gibt — und schließlich den Raum für die Abfüllung oder Entleerung in den unteren Räumen des Gebäudes.

Je nach der Natur der in Betracht kommenden Stoffe unterscheidet man verschiedene Konstruktionen, und zwar:

Zellensilos für die mehlartigen und feinkörnigen Materialien, wie z. B. Getreide, Mehl und Zement, bei welchen der Querschnitt der einzelnen Zellen klein ist im Verhältnis zur Höhe dieser Zellen. Der ganze Silo besteht dann aus einer dem Grundriß angepaßten Aneinanderreihung einer Anzahl von Zellen, deren Querschnitt kreisförmig, mehreckig oder rechteckig sein kann.

Die großräumigen Silos kommen in Betracht für grobstückige Materialien, wie Bruchsteine, Grobkohle u. Erze. Es sind dies im allgemeinen einfache große kastenförmige Behälter mit mehr oder weniger ebenen oder mit Rutschflächen versehenen Böden, ohne oder mit nur wenigen Zwischenwänden.

Ein Mittelding zwischen Zellen- und großräumigen Silos sind die sogenannten Erztaschen, bei welchen die Unterteilung in einzelne Ge-

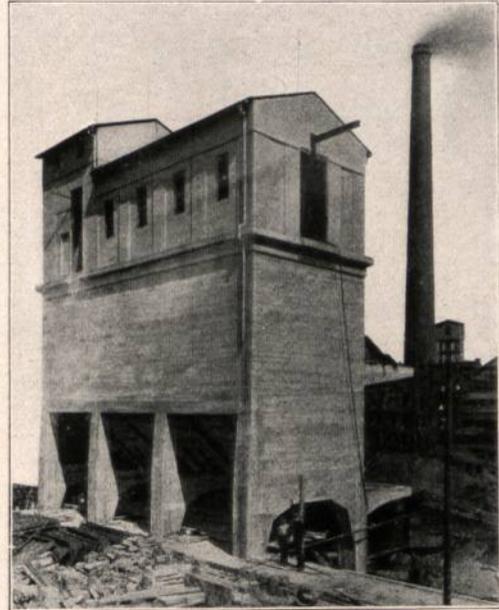


Abbildung 86. Kohlenturm für eine Zeche im Erzgebirge. (Rudolf Wolle, Leipzig.)

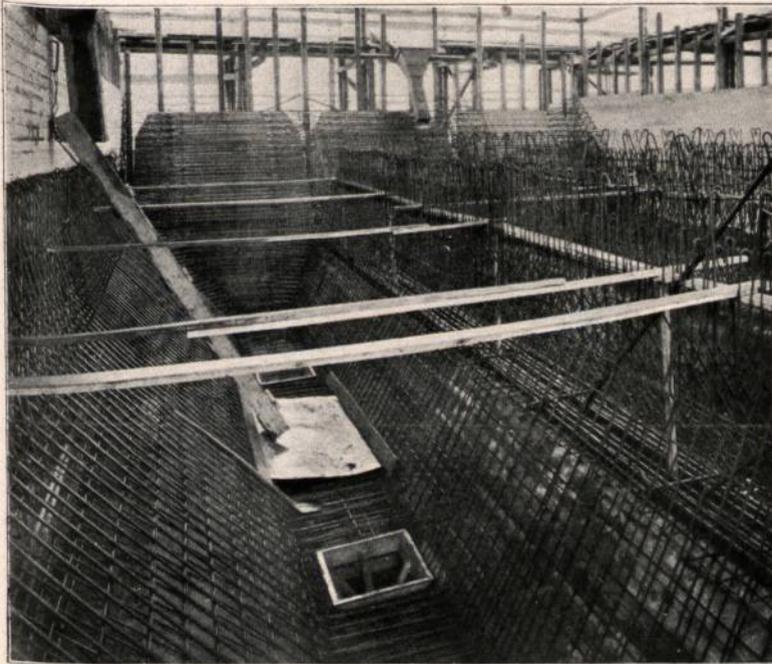


Abbildung 87. Anordnung und Einzelheiten der Bewehrung für die unteren Teile des Kohlenturms. (Rudolf Wolle, Leipzig.)



Abbildung 88. Kohlensilo für 18 000 t
Nutzinhalt. (Gebr. Rank, München.)

wieder. — Unter Berücksichtigung der verschiedenen Unterteilungen hat das Silogebäude 48 Zellen, so daß es möglich ist, das Getreide nach den verschiedensten Bedürfnissen, nach Erzeugungsort, Güte, Alter, Beschaffenheit und Gesundheit zu trennen. Auch können in diesen Zellen mittels der mechanischen Einrichtungen die Umlagerung und etwaige Mischung mit Leichtigkeit vorgenommen werden. Der ganze Silo hat 150 000 Sack Fassungsraum, wovon 30 000 Sack im Sacklager unter den Zellen und im Erdgeschoß untergebracht werden können.

Eine besonders reizvolle äußere architektonische Lösung bietet der für die Vereinigten Kunstmühlen A. G., Landshut a. I., ausgeführte Getreidesilo für 4000 t Nutzinhalt, dessen äußere Erscheinung aus Abbildung 80 zu entnehmen ist. Die ausführende Firma hat es hier vorzüglich verstanden, die praktischen Bedürfnisse mit dem umgebenden Städtebild in besten Einklang zu bringen. Dasselbe gilt von dem von derselben Firma für die Walzmühle Mühlendorf erstellten Getreidesilo in Mühlendorf a. Inn (Abb. 81).

Ebenfalls zu den neueren Ausführungen auf dem

fache zwar nicht so weit getrieben ist, wie bei den Zellsilos, bei welchen aber gegenüber den großräumigen Silos immerhin eine gewisse Zwischenteilung vorhanden ist. Infolge des großen Gewichtes der Erze handelt es sich hier nicht um hohe Silos; bemerkenswert sind bei den Erztaschen vor allem die Anordnung der Rutschböden und der Abfüllvorrichtungen, welche letztere seitens verschiedener Firmen in den letzten Jahren mit Rücksicht auf die Eigenart des großstückigen Füllgutes eine ganz besondere Ausbildung erfahren haben.

*

Die Eigenart der Getreide- und Mehlsilos kommt vor allem in den meistens sehr hohen Zellen zum Ausdruck, so daß derartige Bauten ganz besonders im Landschaftsbild hervortreten. Die Zeichnung Abbildung 78 sowie das Lichtbild Abbildung 79 geben den im Jahre 1907/08 erbauten Getreidesilo für die Illkircher Mühlenwerke A. G., Straßburg i. E.,

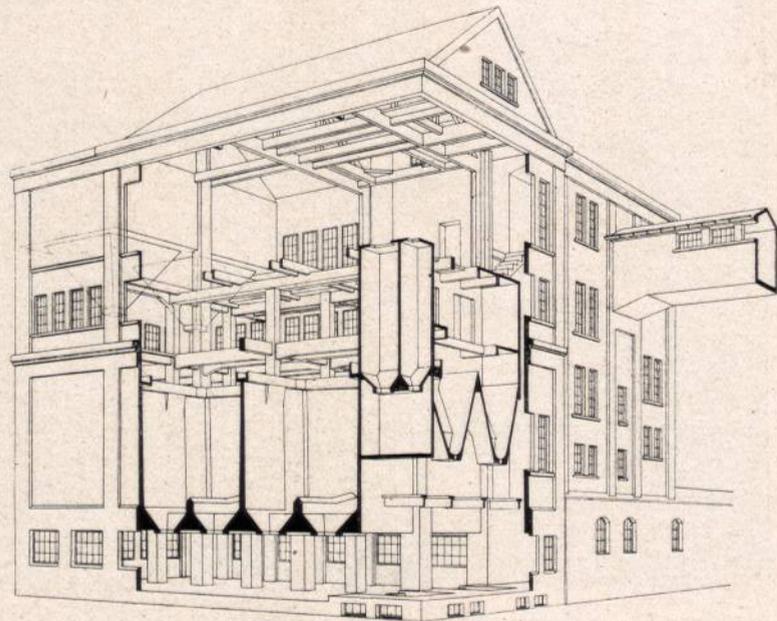


Abbildung 89. Kohlenwäsche für eine Zeche. (Carl Brandt, Düsseldorf.)

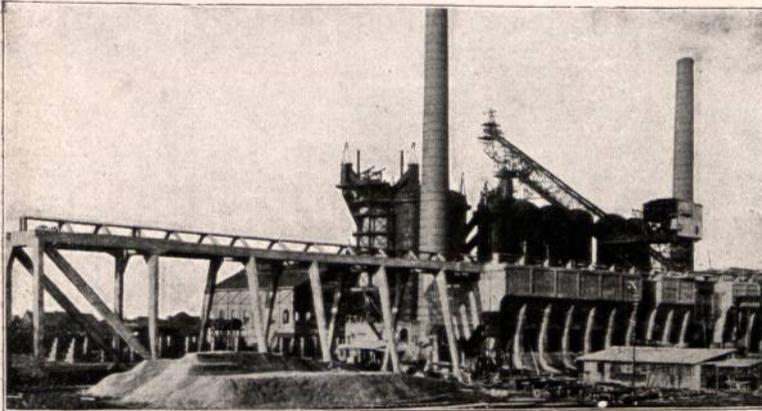


Abbildung 90. Verladebrücke und Erzbunkeranlage für ein Stahlwerk in Flandern. (Züblin & Co., Straßburg i. E.)

Gebiete der Getreidesilos gehört einerseits der für die Hafenmühle des Herrn P. Bienert in Dresden erstellte Silo, dessen innerer Aufbau aus Abb. 82 hervorgeht, sowie der Silo für die Hafenmühle Osthafen in Frankfurt a. M. Bei dem letzteren kommt die Formgebung der Zellen auch in der äußeren Erscheinung zum Ausdruck, die sehr bemerkenswert ist (Abb. 83).

Die Zementsilos

haben im großen ganzen Ähnlichkeit mit denjenigen für Getreide und Mehl, auch kommen für die Trockenhaltung des Zements dieselben Bedürfnisse und Grundsätze in Betracht, so daß besonders auffallende Unterscheidungsmerkmale nicht vorhanden sind.

Die Lagerung von Kohle im Freien ist wegen der ungünstigen Beeinflussung des Heizwertes nicht ratsam. Andererseits hat die Erfahrung gezeigt, daß bei Schütthöhen von 5 m an, je nach der Herkunft, die Gefahr der Selbstentzündung vorliegt, weshalb die Einlagerung von Kohle in Silos der Höhe nach gewissen Grenzen unterworfen ist. Kohle kann also nicht etwa, wie Getreide und Zement, in beliebig hohen Zellen untergebracht werden; man muß entweder in die Breite und Länge gehen, oder es müssen Vorkehrungen getroffen werden, um durch besondere Anordnungen die Schütthöhe zu begrenzen. Derartige Lösungen sind z. B. in den sogenannten Schrägtaschensilos der Firma Gebrüder Rank, München (Abbildung 84 und 85) verkörpert. Die Konstruktion erlaubt, den zur Verfügung stehenden Raum auch der Höhe nach auszunutzen, ohne daß die Schütthöhe der Kohle über ein bestimmtes Maß steigen kann. Die geneigten Taschen oder Schrägböden können stets bis oben hin gefüllt werden; das Material böschet sich in der aus den Lichtbildern zu entnehmenden Weise, und der Druck in den unteren Lagerschichten ist erheblich kleiner als in senkrechten Zellen.

Für den in Abbildung 86 wiedergegebenen Kohlenturm für den Erzgebirgischen

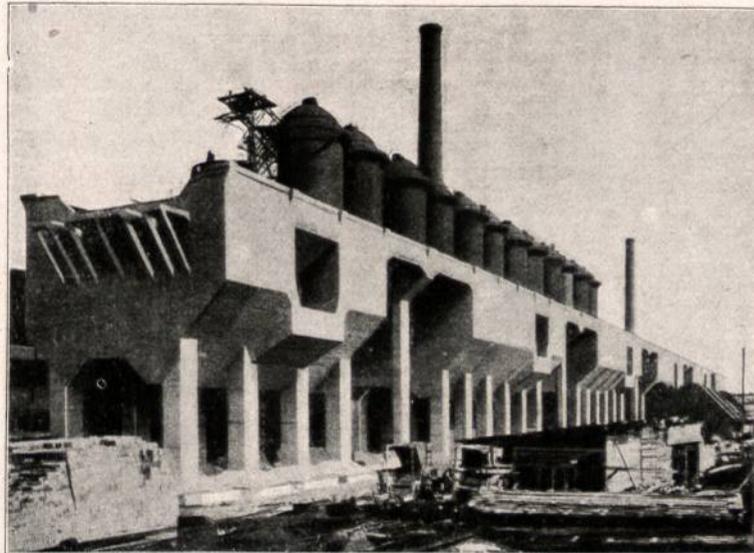


Abbildung 91.

Erzsilo Valenciennes. (Wayß & Freytag A.-G.)

zweite eine solche der Firma Wayß & Freytag, A. G.

Das Einschalen und Einrüsten des unteren Teiles und der Schrägaufzugtunnel für die Erzaschenanlage der Gutehoffnungshütte, Aktienverein für Bergbau und Hüttenbetrieb, Oberhausen i. Rhld., zeigt Abb. 96. Das Bild läßt deutlich den Holzaufwand sowie die Einzelheiten der Rüstung und Schalung erkennen.

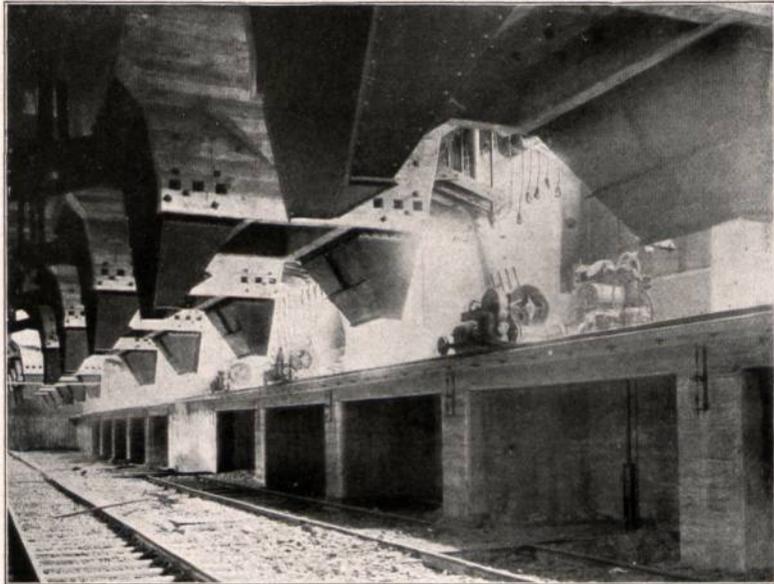


Abbildung 94. Ausfüllvorrichtung für Erzsilos. (Züblin & Co., Straßburg.)

SCHIFFBAU

Das bereits in der geschichtlichen Einleitung erwähnte Boot von Lambot aus dem Jahre 1854 war nur eine harmlose Spielerei,

und es hat auch lange Jahre hindurch niemand daran gedacht, die Eisenbetonbauweise auch auf den Schiffbau auszudehnen. Namentlich in dem ersten Jahrzehnt des eigentlichen Aufschwungs war man mehr mit den Fragen des Hoch- und Brückenbaues beschäftigt, und es lag auch keinerlei wirtschaftliche Veranlassung vor, sich mit dem Bau

von Wasserfahrzeugen aus Beton und Eisenbeton zu beschäftigen. Immerhin ist es interessant, daß die Firma Gabellini in Rom schon vor 1900 mehrere kleinere Schiffe zum Dienst auf dem Tiber aus Eisenbeton herstellte und daß seither im Bau solcher Schiffe nennenswerte Fortschritte gemacht wurden. Holz für Schiffbauzwecke ist in Italien seltener, und die südliche Wärme fördert den Verfall des Holzes im Wasser rascher als in den nördlicheren Gegenden. Man hatte auch schon früh gelernt, verschiedene Verfahren zur Herstellung der Wasserdichtheit des Betons zu erproben, und so sind aus diesen Zeiten schon einige recht beachtenswerte Beispiele vorhanden.

Aber erst der Verlauf und vollends der Ausgang des großen Krieges haben den Eisenbeton mit einem Schlage



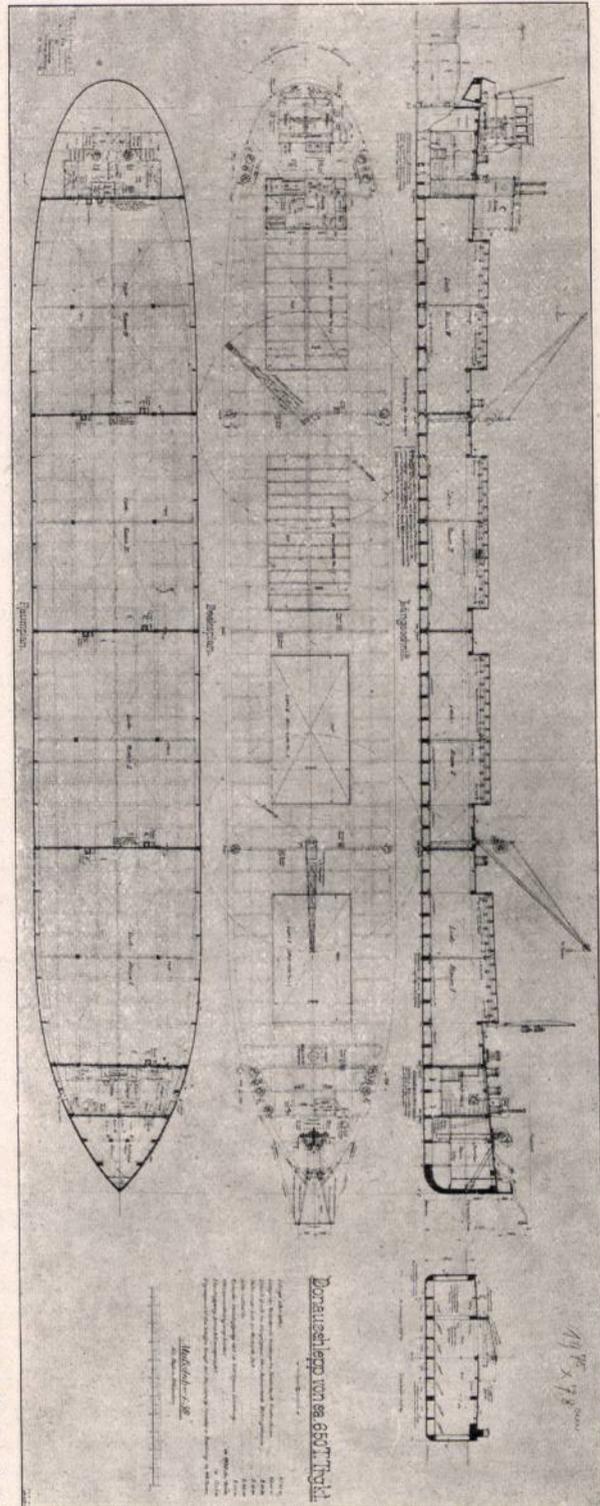
Abb.95. Ausfüllvorrichtung für Erzsilos. (Wayß & Freytag A.-G.)

men, waren bereits anderweitig Gegenstand eingehendster Untersuchung und Klärung. Die Notwendigkeit, gleichzeitig wasserdicht und fest zu bauen bei möglichst geringem Eigengewicht, erfordert allerdings besondere Maßnahmen, die Auswahl der Materialien muß eine sehr sorgfältige sein und die Zusammensetzung des Betons muß nach besonderen Grundsätzen erfolgen. Vor allen Dingen ist der Frage der Rostsicherheit die größte Beachtung zu schenken, da gerade hier ein besonderer Gegensatz zum Hochbau besteht. Es gehört daher zur Eigenart der Bewehrung von Eisenbetonschiffen, daß die Eiseneinlagen reichlich und im Querschnitt möglichst verteilt angeordnet sind. — Die beigegebenen Abbildungen ermöglichen immerhin einen gewissen Einblick in das heutige Schaffen der schiffbauenden Unternehmungen, wobei natürlich zu beachten ist, daß in Anbetracht der Neuheit des Arbeitsgebietes noch vielfach große Zurückhaltung geübt wird. Die Abbildungen 97 und 98 zeigen eine Eisenbeton-Schute von 67 t Tragfähigkeit, eine Ausführung der Firma Wayß & Freytag A.-G., Schiffbautechnische Abteilung in Berlin, während der Seeleichter in Abbildung 99, der Fischkutter in den Abbildungen 100 und 101 sowie die Motorbarkasse in Abbildung 102 von der Eisenbeton-Schiffbau-A.-G. in Hamburg gebaut worden sind. Sehr interessant ist ferner der in Abbildung 103 in seinen konstruktiven Einzelheiten wiedergegebene Donauschlepp, ein Schiff von 650 t Tragfähigkeit, das auf Anregung des Kapitanleutnants Dr.-Ing. Foerster von der Werft der Firma Wayß & Freytag A.-G. ausgeführt worden ist. — In Anbetracht der großen Vielseitigkeit der Bauweise war es nur möglich, einige Bauformen herauszugreifen, um wenigstens diese dem Leser etwas näher zu bringen.

Abbildung 103.

Donauschlepp für 650 t.

(Wayß & Freytag A.-G.)



DIE DEUTSCHEN LEUCHTFEUER

VON DR. GEORG GEHLHOFF UND DIPL.-ING. FERD. THILO

EINLEITUNG Nach der Einigung des Deutschen Reiches ging mit dem Aufblühen von Handel und Industrie die Entwicklung der Handelschiffahrt Hand in Hand.

Dem steigenden Warenaustausch entsprechend wuchsen die Abmessungen der Schiffe, die Fahrzeiten der Überfahrten wurden durch Steigerung der Schiffsgeschwindigkeiten ständig verkürzt, um den Verkehr immer reger zu gestalten.

Für die Schiffahrt sind die deutschen Küsten und Strommündungen, besonders an der Nordsee, sehr ungünstig, da die Ufer flach ins Meer einfallen und die ständiger Änderung unterworfenen Versandungen außerordentlich groß sind. Erschwerend kommt noch hinzu, daß infolge von Ebbe und Flut die Wassertiefen wechseln.

Der Schiffahrt, insbesondere den größeren transatlantischen Dampfern mit großem Tiefgang stehen daher nur verhältnismäßig schmale Fahrrinnen in den Strommündungen zur Verfügung.

Diese ungünstigen geographischen Verhältnisse und der zunehmende Verkehr ergaben das Bedürfnis, die Schiffahrt längs der deutschen Küsten, die Einfahrten in die Strommündungen und Häfen sicher zu gestalten, d. h. die Schiffahrtszeichen für die Tages- und Nachtfahrt planmäßig auszubauen, die bereits vorhandenen Einrichtungen zur Sicherung des Seeverkehrs zu verbessern bzw. durch neue zu ersetzen.

Obwohl wir im folgenden im wesentlichen die deutschen Leuchtfeuer behandeln wollen, müssen wir daneben auch der übrigen Schiffahrtszeichen kurz Erwähnung tun, da sie für die Sicherung der Schiffahrt ein einheitliches Ganzes bilden und sich mit den Leuchtfeuern ergänzen.

Als prägnantes Beispiel einer vollständigen und mustergültigen Leuchtfeuer- und Seezeichenanlage wählen wir das des Mündungsgebiets der Jade und Weser (Abbildung 1).

Für die Tagesfahrt dienen von See her als Hauptanseglungspunkte die beiden Leuchttürme von „Wangeroog“ und „Roter Sand“ sowie die beiden Feuerschiffe „Weser“ vor der Wesermündung und „Außen-Jade“ vor der Einfahrt zur alten Jade. Der Leuchtturm „Roter Sand“ ist einer der interessantesten Bauten unserer deutschen Küste, da er weit ins Meer vorgeschoben, nicht auf felsigem Untergrund erbaut, sondern im „Roten Sand“ gegründet worden ist. Verschiedene Leuchttonnen zwischen beiden Leuchttürmen dienen der Anseglung für die Einfahrt in die Mündungsgebiete.

In den Strommündungen selbst sind flußaufwärts Tonnen verankert, welche die Fahrstraßen eingrenzen, und zwar wird die rechte Seite durch große aus dem Wasser herausragende Spierentonnen, welche rot gemalt und flußaufwärts mit Buchstaben versehen sind, gebildet, während die linke Seite mit kleineren spitzen Tonnen, welche schwarz gemalt und numeriert sind, gekennzeichnet ist. In der Mitte des Fahrwassers werden auch Kugeltonnen vorgesehen. Für nebensächliche Fahrrinnen werden statt der langen Spierentonnen stumpfere, wenn nötig ebenfalls mit Buchstaben versehene Tonnen gewählt.

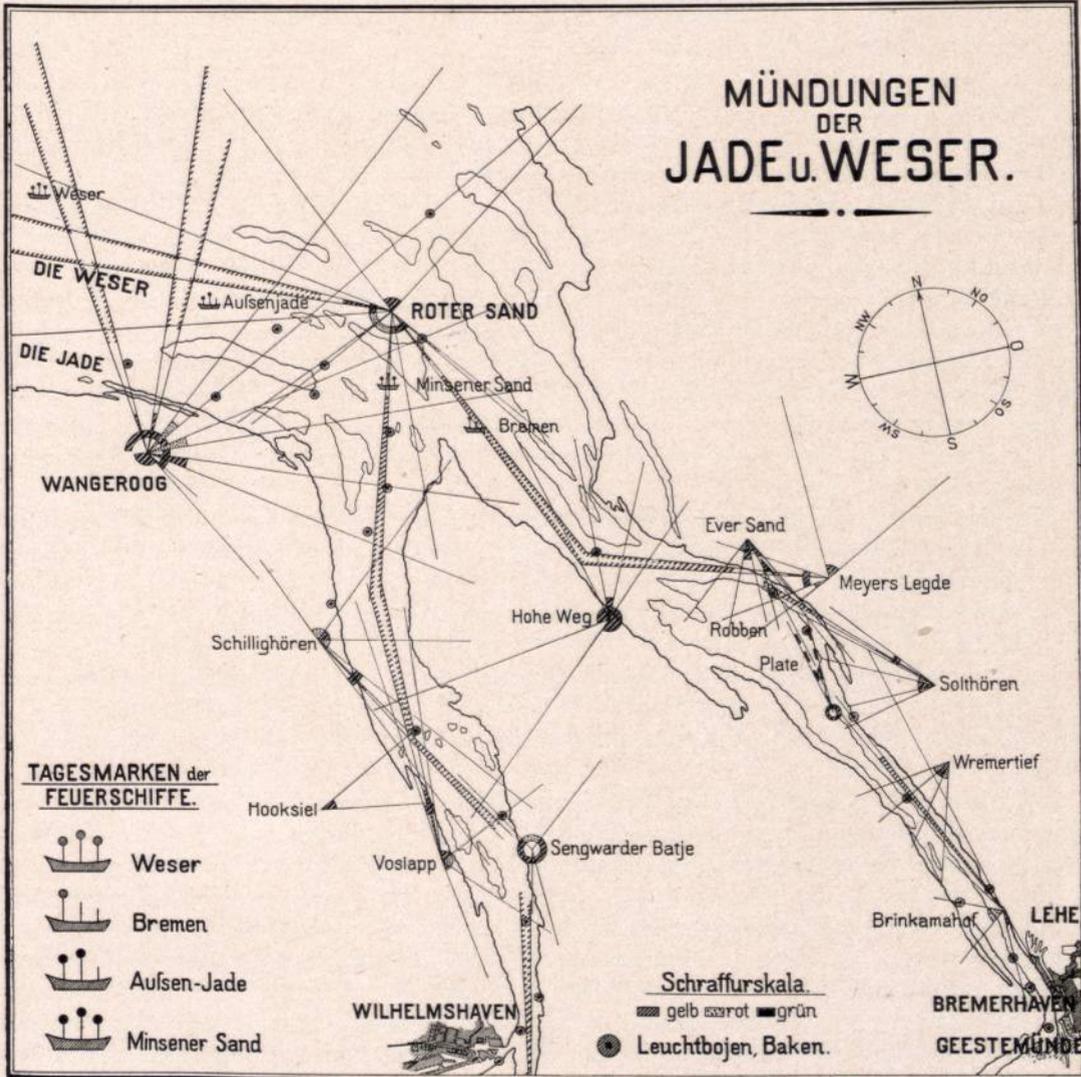


Abbildung 1.

Mündungen der Jade und Weser.

Untiefen und Klippen werden durch schwarz und rot gestreifte Bakentonnen, Wracks durch grüne Faßtonnen mit weißer Aufschrift bezeichnet.

Für die Tagesfahrt dienen als Seezeichen noch die Baken; ferner werden Türme oder sonstige hervorragende Gebäude, Bäume usw. als Ansteuerungsmarken benutzt und auf den Seekarten kenntlich gemacht.

Für die Nachtfahrt geben die beiden Leuchttürme den von See kommenden Schiffen die Wegweiser durch die weißen Lichtsektoren, und zwar „Wangeroog“ den von Norden kommenden und „Roter Sand“ den von Westen kommenden Schiffen.

Neben den festen weißen Sektoren zur Fahrrinnenbezeichnung sind Warnungssektoren mit Blitzen angeordnet, welche den Fahrzeugen als Anhalt dienen sollen, wenn sie aus dem Bereich der ständig leuchtenden Lichtsektoren, d. h. aus der sicheren Fahrinne herausgekommen sind.

Der „Roter-Sand“-Leuchtturm gibt ferner zwei feste Leitsektoren für die Fahrinnenbezeichnung der Weser und Jade.

Der Sektor der Weser geht am Feuerschiff „Bremen“ vorbei und wird in Höhe des Feuers „Hohe Weg“, das gegenüber der Westeinfahrt des „Dwars Gat“ aufgestellt ist, von dem Leitsektor „Meyers Legde“ abgelöst. Zur Bezeichnung des unteren Teiles des „Wurster-Fahrwassers“ dient das Richtfeuer von „Ever Sand“ mit Ober- und Unterfeuer, das auch den Übergang aus dem Leitsektor des „Meyers-Legde“-Feuers in den Leitsektor des „Solthörn“-Feuers und umgekehrt bestimmt. Vor der Annäherung an die „Robbenplate“ wird durch eine besondere Bake mit unterbrochenem Feuer, und zwar mit grünen Unterbrechungen, gewarnt. Das Feuer „Solthörn“ kennzeichnet den Übergang aus der „Ever-Sand“-Richtfeuerlinie in den Leitsektor des „Brinkamahof“-Feuers und ferner den Übergang aus dem Leitsektor des „Meyers-Legde“-Feuers in die „Ever-Sand“-Richtfeuerlinie. Es ist ein festes Feuer mit weißen und roten Blitzgruppen. Weiter südlich begegnen wir einem Feuer „Wremer-tief“, welches den Übergang vom Leitsektor „Brinkamahof“ in die Bremerhavener Richtfeuerlinie übernimmt.

„Brinkamahof“ ist gleichzeitig Quermarkenfeuer zur Kennzeichnung des Überganges aus der Bremerhavener Richtfeuerlinie in die Linie der „Reede-Feuer“ am Fischereihafen Geestemünde.

Bremerhaven und Geestemünde besitzen noch weitere Richtfeuer, welche der Einfahrt in die Häfen dienen.

Die ganze Strecke vom „Roter-Sand“-Leuchtturm aus ist noch mit einer Reihe von Leuchtonnen, zum Teil vereinigt mit Heulern und Glocken, gekennzeichnet.

In analoger Weise ist auch die Fahrstraße der Jade für die Schifffahrt gesichert worden.

Die wichtigsten Leuchtfeuer, z. B. „Wangeroog“, sind mit Nebelhorn oder Sirenenanlagen, welche Gruppen von rasch aufeinander folgenden Tönen nach längeren Wiederholungspausen als Warnsignale bei Nebel geben, ausgerüstet.

Funkentelegraphische Einrichtungen dienen dazu, im Falle der Not oder zur Aufnahme und Weitergabe wichtiger Nachrichten direkt mit dem betreffenden Schiff in Verbindung treten zu können. Längs der Küsten aller Staaten mit geregelter Seeverkehr sind noch außer den Leuchtfeuern Signalstationen, zum Teil mit jenen vereinigt, zur Abgabe von Warnungszeichen bei Eisgefahr und Sturm, bei Störungen im Fahrwasser durch Wracks, zur Angabe der Wasserstände usw. vorgesehen. Als Hilfsmittel dienen schwarze Bälle, Kegel, Zylinder, Flaggen und Wimpel, welche einzeln und in Kombinationen die verschiedenen Signale ergeben. Semaphore zeigen die Stärke und Richtung des Windes sowie Sturmgefahr besonders für die auslaufenden Schiffe an.

Ein wichtiges Signalmittel bilden endlich die Unterwasser-Schallsignalanlagen, die bei starkem Nebel Schiffsunfälle verhüten sollen. Die wichtigsten Feuerschiffe und einige Bojen sind mit solchen Unterwasserglocken ausgestattet, die ein vorzügliches Orientierungsmittel bilden, da das Wasser ein guter Schalleiter ist. Die Glockensignale werden von den Empfangsapparaten auf den Schiffen aufgenommen.

Wir sehen also, daß zur Sicherung der Schifffahrt ein vielgestaltiges System der verschiedensten Seezeichen und Signalmittel entwickelt worden ist.

Die wichtigsten sind die Leuchtfeuer. Dankbar begrüßt der Schiffer, der lange Zeit einsam auf hoher See abgeschnitten von aller Welt auf sich allein angewiesen war, die Lichtsignale eines Leuchtturms, das sichere Zeichen, daß er endlich der er-

scheinbar am Horizont steht, infolge der Strahlenbrechung in der Luft unvergleichlich viel größer als bei Leuchtfuern, und schließlich muß unter allen Umständen bei nicht allzu dickem Nebel ein Feuer besser zu sehen sein, wenn man zu seinen eventuell durch ein Filter rotgefärbten Strahlen noch seine gelben, grünen und blauen Strahlen dazugibt.

In der Scheinwerfertechnik hat sich überdies gezeigt, daß Scheinwerfer, deren Licht durch Anwendung vergoldeter Spiegel gefärbt wurde, die Sichtweite nicht größer wird als bei normalen Scheinwerfern, da eine möglicherweise vorhandene bessere Durchdringungsfähigkeit durch den Verlust der grünen und blauen Strahlen überkompensiert wird. Aber auch eingehende Versuche mit Scheinwerfern mit weißem Licht resp. mit im Kontrast hierzu stark blau erscheinendem Licht (Goerz-Scheinwerfer, System Beck) haben keinen bemerkbaren Unterschied in der Absorption ergeben.

Aus diesen und anderen Messungen geht hervor, daß durch Abfangen der blauen und grünen Strahlen zugunsten der roten und gelben eine größere Reichweite des Leuchtfuers mit Sicherheit nicht erzielt wird. Zum mindesten werden die Verhältnisse sehr stark durch die Größe der absorbierenden resp. lichtbeugenden Dunst- und Nebelteilchen beeinflusst, worüber Sicheres nicht bekannt ist. Dagegen ist wohl zu berücksichtigen, daß jedes buntfarbige Licht gegenüber der Dunkelheit etwas Unbestimmtes annimmt, während das weiße Licht die größere Kontrastwirkung erzeugt und es in erster Reihe auf scharfes Erkennen der Lichtsignale ankommt, mithin das bunte Licht weniger in der Leuchtfuerteknik brauchbar ist als das weiße Licht.

2. INTENSITÄT UND TRAGWEITE

Formel

$$J = 0,35 T^2 \sigma^{-T}$$

Die Helligkeit, die für ein Feuer zu wählen ist, wird errechnet aus der

worin T die Tragweite in Seemeilen, σ der Durchlässigkeitskoeffizient der Luft auf 1000 m bedeutet, und zwar wird dieser für kleine Tragweiten zu 0,6, für mittlere zu 0,8 pro km angenommen.

Die folgende Tabelle für verschiedene Tragweiten gibt an, welche Lichtstärken bei klarem und bei dunstigem Wetter notwendig sind.

Erforderliche bei sichtigem Wetter	Lichtstärke HK.		Tragweite		Erforderliche bei sichtigem Wetter	Lichtstärke HK.		Tragweite	
	bei sichtigem Wetter	bei dunstigem Wetter	sm	km		bei dunstigem Wetter	sm	km	
14	43	4	7,4	2240	168000	15	27,8		
27	113	5	9,3	3180	318000	16	29,6		
48	270	6	11,1	4490	498000	17	31,5		
82	613	7	13	6290	1120000	18	33,3		
134	1330	8	14,8	8770	2070000	19	35,2		
211	2810	9	16,7	12100	3830000	20	37		
326	5790	10	18,5	16700	7040000	21	38,9		
493	11700	11	20,4	23000	12870000	22	40,5		
733	23200	12	22,2	31400	23450000	23	42,6		
1080	45300	13	24,1	42700	42550000	24	44,4		
1560	87500	14	25,9	57900	76950000	25	46,3		

Die Tabelle läßt erkennen, welche enorme Steigerung an Leuchtkraft das Feuer erfahren muß, um die gleiche Tragweite bei dunstigem Wetter zu ergeben wie bei sichtbarem Wetter, bzw. umgekehrt, wie rasch bei gegebener Lichtstärke die Tragweite bei dunstigem Wetter abnimmt.

Welches sind nun die Mittel zur Steigerung der Intensität des Leuchtfeuers?

Die Steigerung kann nicht durch die Vergrößerung der Helligkeit der Lichtquelle infolge größerer Dimensionierung erzielt werden, da dadurch lediglich die Streuung,

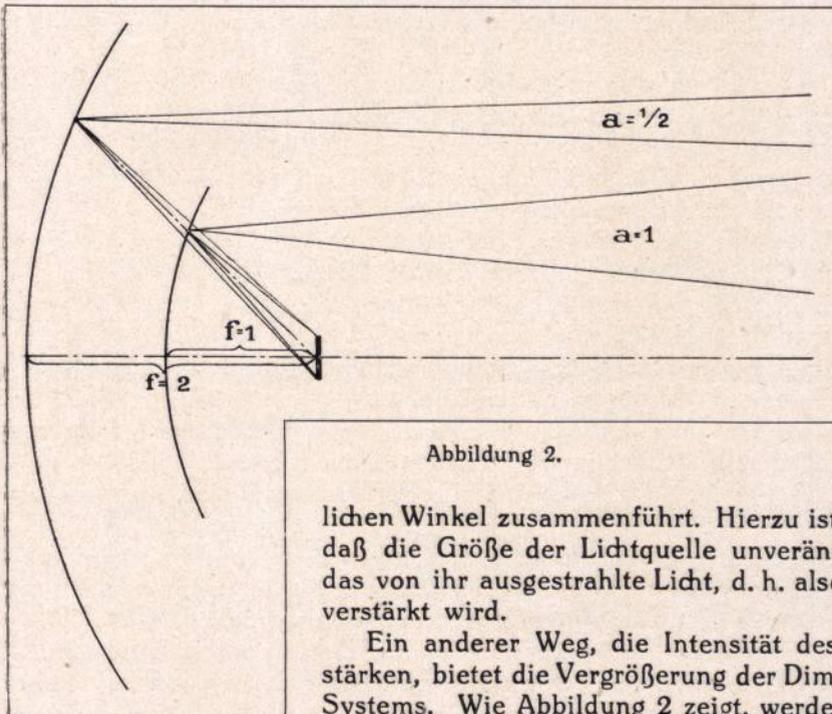


Abbildung 2.

d. h. der Winkel des Lichtbündels vergrößert wird. Will man die Intensität des Leuchtfeuers auf dem Wege über die Lichtquelle verstärken, so kann dies nur dadurch geschehen, daß man das von der Lichtquelle ausgestrahlte und von dem optischen System aufgefangene Licht stärker macht und in demselben räumlichen Winkel zusammenführt. Hierzu ist einerseits erforderlich, daß die Größe der Lichtquelle unverändert bleibt, dafür aber das von ihr ausgestrahlte Licht, d. h. also ihre Flächenhelligkeit verstärkt wird.

Ein anderer Weg, die Intensität des Leuchtfeuers zu verstärken, bietet die Vergrößerung der Dimensionen des optischen Systems. Wie Abbildung 2 zeigt, werden bei Vergrößerung der Brennweite auf das Doppelte die von der Lichtquelle ausgehenden

Strahlenbüschel im Falle eines Spiegels so reflektiert, daß die Größe des Streuwinkels der Strahlen sich im umgekehrten Verhältnis der Brennweiten ändert. Hat beispielsweise die beleuchtete Fläche im ersten Falle in 1000 m Entfernung einen Durchmesser von 40 m, so hat sie im zweiten Falle nur einen solchen von 20 m, und die Helligkeit im zweiten Falle mit einer viermal kleineren beleuchteten Fläche ist demgemäß viermal so groß. Ist andererseits eine bestimmte Streuung des Lichtkegels vorgeschrieben, so muß diese durch entsprechende Dimensionierung der Lichtquelle erreicht werden, so daß der Durchmesser der Lichtquelle und die Brennweite des optischen Systems in einem bestimmten Verhältnis zueinander stehen.

Eine dritte Möglichkeit, die Intensität eines Leuchtfeuers zu vergrößern, besteht darin, den räumlichen Winkel des optischen Systems und damit das von ihm aufgefangene und in dasselbe Lichtstrahlenbündel zusammengeschnürte Licht zu vergrößern.

Die Intensität des Leuchtfeuers hängt also von drei wesentlichen Punkten ab, auf die bei der Wahl der Lichtquelle und bei Berechnung und Konstruktion der Optik Rücksicht genommen werden muß:

Die Intensität des Leuchtfeuers hängt also von drei wesentlichen Punkten ab, auf die bei der Wahl der Lichtquelle und bei Berechnung und Konstruktion der Optik Rücksicht genommen werden muß:

1. von der Flächenhelligkeit der Lichtquelle,
2. von der geeigneten Wahl der Brennweite des optischen Systems,
3. von dem Öffnungswinkel des optischen Systems.

Den maximalen Effekt wird man natürlich bei gleichzeitiger Ausnutzung dieser drei Möglichkeiten erzielen.

3. KENNUNG

Alle Feuer erhalten zur Unterscheidung eine bestimmte Charakteristik oder Kennung, welche eindeutig und von gleicher Schärfe bleiben muß.

Jedem Leuchtfeuer, welches an der deutschen Küste aufgestellt wird, zur Unterscheidung von allen übrigen eine andere Kennung zu geben, ist praktisch nicht durchführbar. Man beschränkt sich daher darauf, innerhalb eines größeren Abschnittes die Feuer unterschiedlich zu machen. Die Abbildungen 3 bis 8 zeigen die verschiedenen Leuchtfeuerarten in der vom Reichsmarineamt gewählten Darstellung:

FESTFEUER, welche weißes oder farbiges Licht entweder über den ganzen Horizont oder in gewissen Zonen dauernd von gleichbleibender Stärke zeigen.

UNTERBROCHENE FEUER mit weißen oder farbigen Scheinen, einzeln oder in Gruppen, zwischen kurzen Verdunklungen.

WECHSELFEUER, bei denen weiße Scheine mit anderen Farben (in der Abbildung gestrichelt) einzeln oder in Gruppen abwechseln.

BLINKFEUER, mit weißen oder farbigen Blinken. Das Aufleuchten erfolgt aus verhältnismäßig langer Dunkelheit oder aus schwachem Licht heraus.

BLITZFEUER, bei denen der Lichtschein von sehr kurzer Dauer, weniger als zwei Sekunden, plötzlich auftritt.

Die Blink- und Blitzfeuer können einzelne Lichterscheinungen und auch Gruppen von Lichterscheinungen zeigen, so daß also deren Zahl die Grundlage der Kennung ist. Außerdem werden sie in Kombination mit Festfeuern ausgeführt.

Auf die Blitzdauer kommen wir im Abschnitt über die Optik noch zu sprechen.

MISCHFEUER haben Kennungen, die aus den verschiedenen vorgenannten Lichterscheinungen und Farben gebildet werden.

Je nach dem Verwendungszweck werden folgende Feuer unterschieden:

LEITFEUER sind feste Feuer, die einen gewissen Winkel (Leitsektor) zur Kennzeichnung der Fahrinne abgrenzen. Das Überschreiten dieses Winkels wird durch weiße oder rote Blinke (Warnungssektoren) gekennzeichnet.

Als **RICHTFEUER** dienen zwei Feuer, welche hintereinander angeordnet werden, von denen das seewärtsliegende „Unterfeuer“ tiefer als das landeinwärtsliegende „Oberfeuer“ angeordnet wird. Dem Schiffer wird also eine Linie für seine Fahrt gekennzeichnet. Das Unterfeuer ist meist ein Blink- oder Blitzfeuer.

QUERMARKEFFEUER sind Feuer, die den Übergang von einer Kennung in eine andere angeben.

Außerdem kommen noch in Frage zeitweilige Feuer zur Bezeichnung von Baustellen oder zum Ersatz von außer Betrieb gesetzten Feuern und Wrackfeuer zur Bezeichnung von Wracken.

Die Leuchtfeuer können entweder unter ständiger Aufsicht oder unbewacht sein. In Rücksicht auf die große Wichtigkeit und die von der Schiffahrt erwartete absolute Zuverlässigkeit der Leuchtfeuer muß von ihnen, ganz besonders von den unbewachten, absolute Betriebssicherheit gefordert werden.

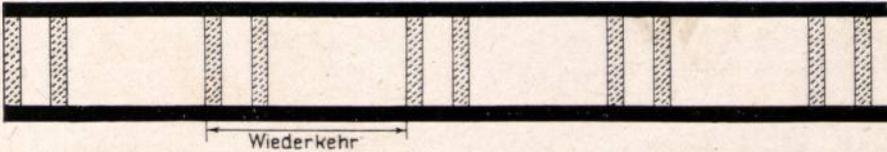
Festfeuer weiß.



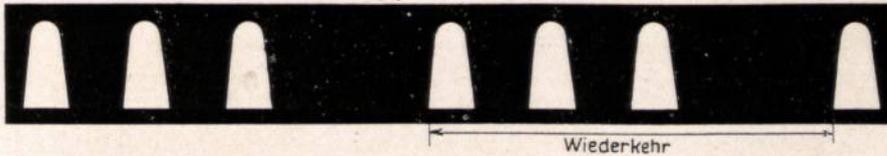
Unterbrochenes Feuer mit Einzelunterbrechungen, weiß.



Wechselfeuer mit Gruppen von 2 Wechseln, weiß grün.



Blinkfeuer mit Gruppen von 3 Blinken, weiß.

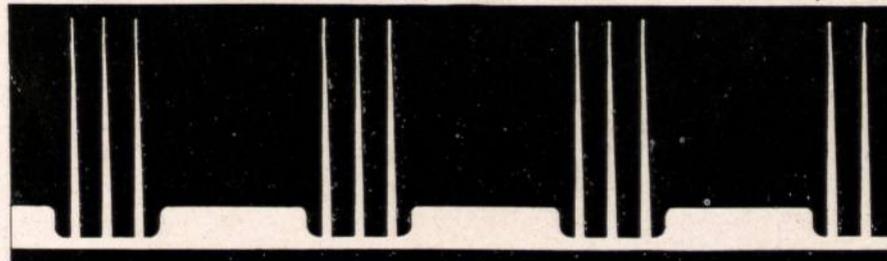


Blitzfeuer mit Gruppen von 2 Blitzen, weiß.



Mischfeuer

Gruppen von 3 Blitzen aus schwachem Lichte abwechselnd mit Scheinen, weiß.



Abbildungen 3 bis 8.

Die verschiedenen Leuchtfeuerarten.

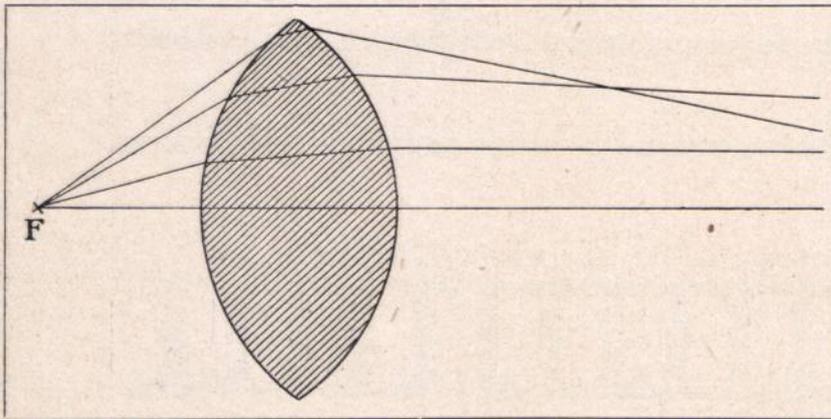


Abbildung 9.

Aus diesen allgemeinen Erörterungen lassen sich die Anforderungen für den Entwurf eines Leuchtfuers wie folgt formulieren:
 Nach der Wahl der Tragweite des Fuers und der danach zu errechnenden Helligkeit muß dafür gesorgt sein, daß das Licht stets in gleichbleibender

Stärke und die Kennung eindeutig scharf gezeigt wird. Auch bei diesiger und nebliger Luft soll es noch auf weite Entfernung erkennbar sein.

Der Aufbau des Fuers — Optik, wie vor allem Lichtquelle — muß mit möglichst einfachen Mitteln erreicht werden, um Betriebsstörungen auszuschließen.

4. OPTIK DER LEUCHTFEUER

Die Entwicklung der modernen Leuchtfuer-Optik setzte mit den Arbeiten des französischen Physikers Fresnel ein. Vordem waren als optische Mittel Metallparabolspiegel üblich, die in einfachem Handprozeß nicht übermäßig genau hergestellt werden konnten. Der große Nachteil dieser Spiegel ist ihre Empfindlichkeit gegen Witterungseinflüsse und gegen die Abgase der Lichtquellen. Sie beschlagen schnell, so daß das Reflexionsvermögen in kurzer Zeit nachläßt, die Spiegel erblinden. Beim Putzen der Spiegel ist auch bei sorgfältigster Handhabung ein Zerkratzen der spiegelnden Oberfläche nicht zu vermeiden. Als Lichtquellen wurden Öllampen verwandt; nur ein Teil ihres Lichtes fiel auf den Spiegel und wurde reflektiert, während der andere Teil unbenutzt nach allen Richtungen frei ausstrahlte. Hierzu kam, daß man eine ganze Reihe der-

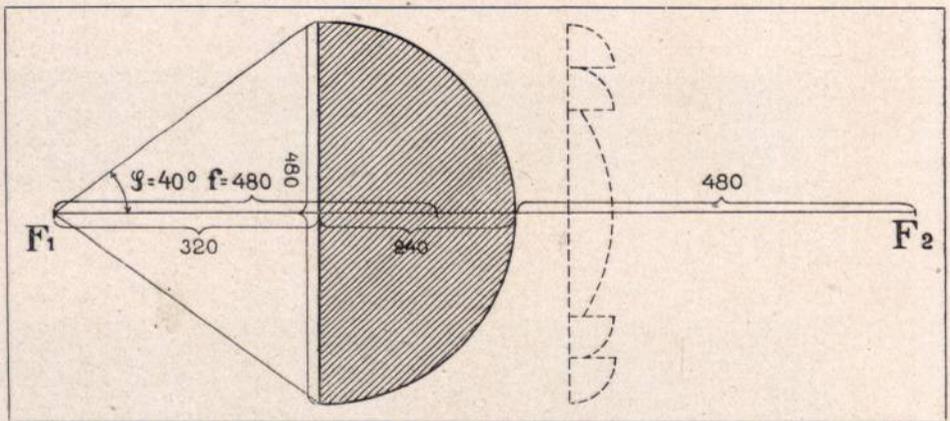
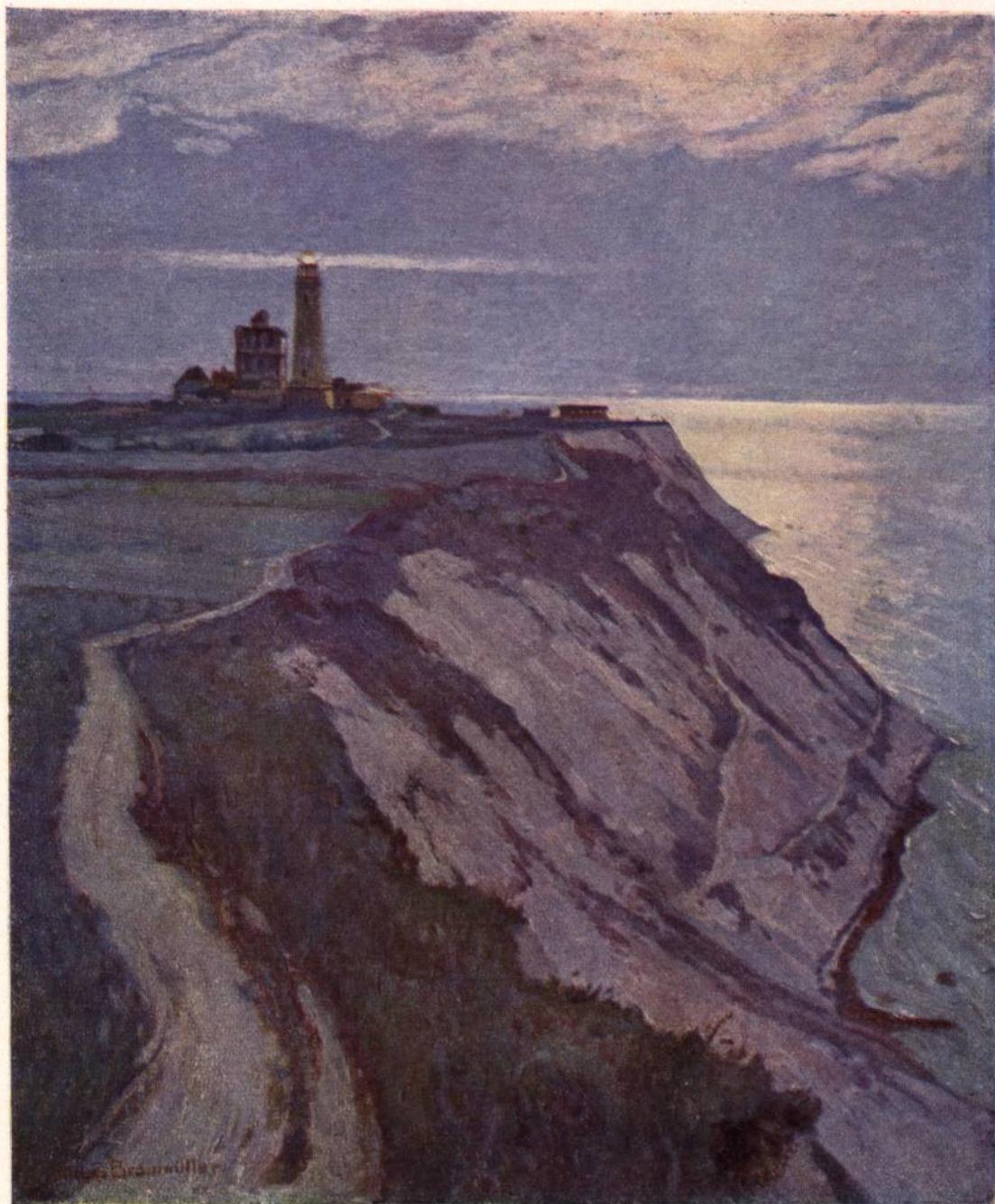


Abbildung 10.

artiger Parabolspiegel mit ebenso vielen Lichtquellen zu einem Apparat zusammensetzen mußte, um die beabsichtigten Wirkungen zu erzielen.

Um die Nachteile der Metallspiegel zu vermeiden und die Ausnutzung der Licht-



Philipp Braumüller: Leuchtturm auf Arkona



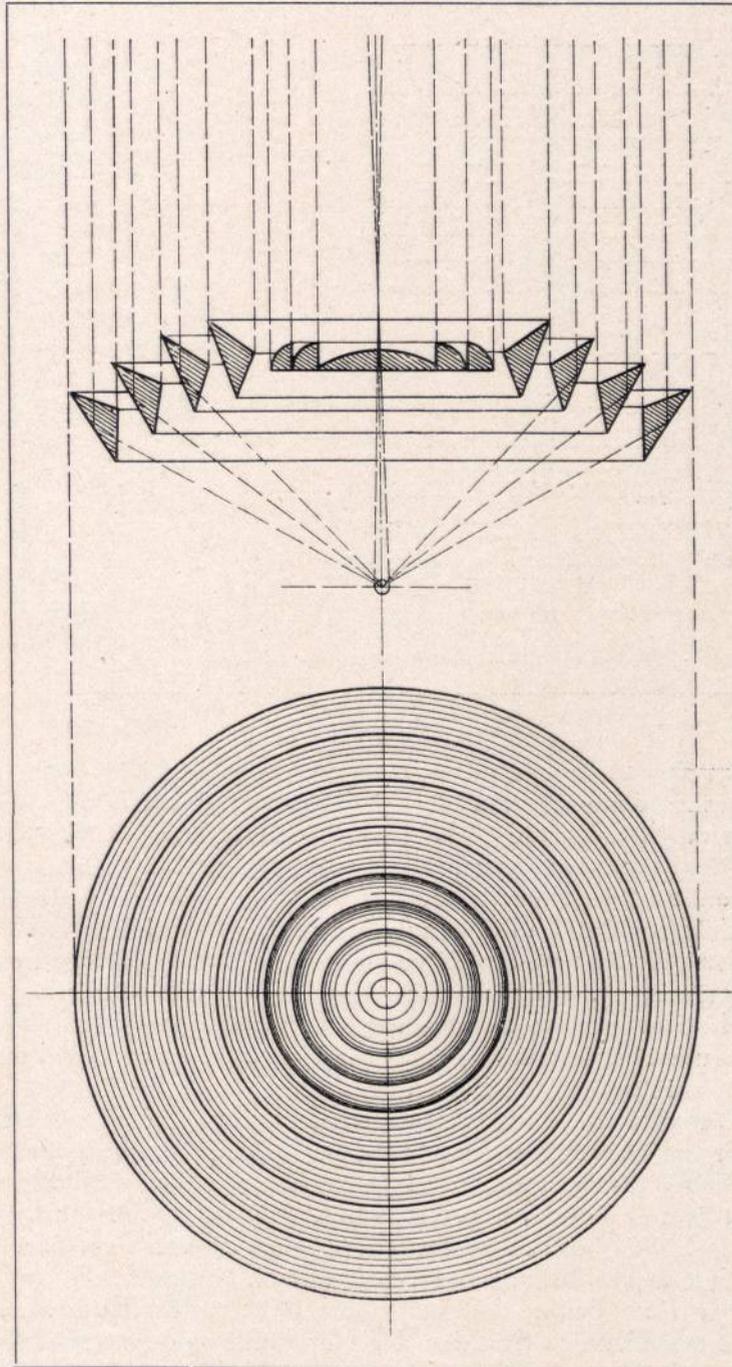
quelle zu steigern, führte Fresnel die Gürtel- und Scheinwerferlinsen ein, welche auch jetzt noch in der Leuchtfeuertechnik allgemein angewandt werden.

Die einfachste Methode der optischen Abbildung einer Lichtquelle besteht in der Verwendung einer Linse.

Will man jedoch die ausgestrahlte Lichtenergie in einem möglichst großen Öffnungswinkel auffangen, so kommt man zu Linsendimensionen, die abgesehen von ihrem großen Gewicht auch sonst noch große Nachteile bieten. Zunächst trifft es nur für Linsen mit kleinem „Öffnungsverhältnis“, d.h. solche Linsen, deren Durchmesser verhältnismäßig klein gegenüber der Brennweite ist, zu, daß die vom Brennpunkt ausgehenden Lichtstrahlen so gebrochen werden, daß sie hinter der Linse nahezu parallel zur Achse austreten. Je größer das Öffnungsverhältnis (Durchmesser zur Brennweite der Linse) wird, um so größer wird die Abweichung der gebrochenen Strahlen von der Parallelität (Abbildung 9). Dazu kommt, daß der bei großen Linsen dicke Glaskörper Lichtverluste durch Absorption und

Farbenzerstreuung bewirkt und durch die sehr starke einseitige Erwärmung seitens der Lichtquelle sehr leicht der Gefahr des Springens ausgesetzt ist.

Abbildung 10 gibt die Verhältnisse einer Linse mit der Brennweite 480 mm und



Fresnelsche Scheinwerferlinse.

Abbildung 11.

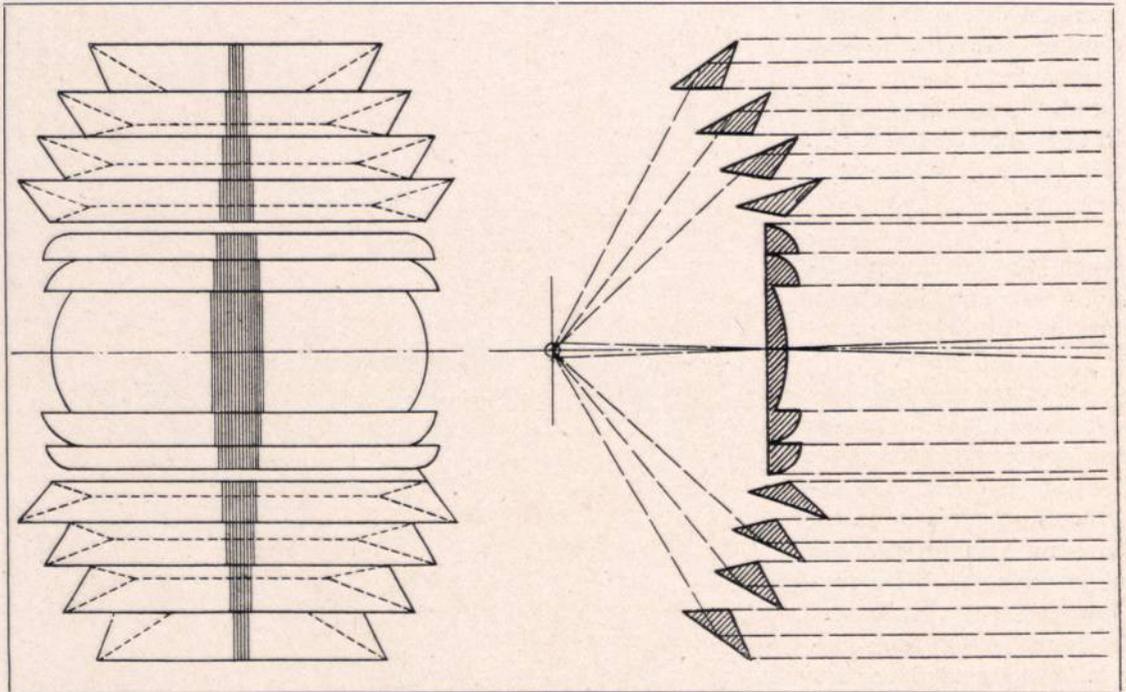


Abbildung 12.

Fresnelsche Gürtellinse.

einem Durchmesser von nur 480 mm wieder. Die Dicke dieser Linse wäre bereits 240 mm; dabei ist bei der gewählten Brennweite ein größerer Linsendurchmesser nicht möglich, da die Linse bereits eine Halbkugel ist.

Diese Schwierigkeiten überwand Fresnel, indem er die nach ihm benannten Linsen aus einzelnen konzentrischen Ringen zusammensetzte, wodurch die Dicke des Glaskörpers beträchtlich verringert wurde (Abbildung 11). Um die Lichtquelle noch besser auszunutzen, umgab er die Linsen bzw. die Linsenringe mit total reflektierenden Prismenringen. Was man bei gleicher optischer Leistung bei obiger Linse mit für Leuchtf Feuer kleinerem Öffnungswinkel an Glasweg und Material sparen und damit an Bruchsicherheit und Licht gewinnen kann, zeigt die in der Abbildung 10 neben der Linse skizzierte Fresnellinse.

Diese Fresnelschen Linsensysteme wurden für alle weittragenden Feuer eingeführt. Naturgemäß verlassen nur die vom Brennpunkt kommenden Strahlen die Linse als paralleles Strahlenbündel. Infolge der räumlichen Ausdehnung der Lichtquelle entsteht jedoch nicht ein zylindrisches, sondern ein kegelförmiges Bündel. Der Winkel dieses Lichtkegels, „die Streuung“, hängt ab von dem Verhältnis der Ausdehnung der Lichtquelle zur Brennweite des optischen Systems.

Für feste Feuer, die nach allen Seiten strahlen sollen, genügt es, die nach der Höhe ausgehenden Strahlen der Lichtquelle zusammenzufassen und in die Horizontale zu konzentrieren. Für diesen Fall führte Fresnel die sogenannte Gürtellinse (Abbildung 12) ein, die aus einem zylindrischen lichtbrechenden Glaskörper und total reflektierenden Prismen besteht, welche ober- und unterhalb des Zylinders angeordnet sind. Die Lichtstrahlen werden nur bezüglich der vertikalen Ebene durch die Linse konzentriert, während sie bezüglich der horizontalen Ebene nach allen Richtungen

austreten. Die vertikale Streuung hängt, abgesehen von der Brennweite, von der vertikalen Ausdehnung der Lichtquelle ab.

Bei der Gürtellinse ist die Lichtstärke, abgesehen von dem Wirkungsgrad des optischen Systems, bestimmt durch das Produkt aus der Breite b der Flamme, der Höhe h der Optik und der Flächenhelligkeit der Lichtquelle, also $b \cdot h \cdot HK$ pro qmm. Bei der kreisförmigen Scheinwerferlinse mit einem Außendurchmesser d wird sie dagegen $\frac{d^2 \pi}{4} \cdot HK$ pro qmm. Die Intensität und damit die Tragweite eines Feuers

mit einem durch eine Scheinwerferlinse verdichteten Lichtstrahl ist also ganz wesentlich größer als bei der Gürtellinse, bei der die Verdichtung des Lichtbündels nur in einer Richtung erfolgt, gleiche Flächenhelligkeit vorausgesetzt.

Auf die Intensität und die Gleichförmigkeit des Lichtstrahls ist die richtige Wahl der Brennpunkte der einzelnen Prismen von wesentlichem Einfluß. Bei Lichtquellen mit kleiner räumlicher Ausdehnung, z. B. beim Bogenlicht, bei welchem der Krater der positiven Kohle im wesentlichen allein der lichtpendende Teil ist, müssen die Brennpunkte für die lichtbrechenden und für die total reflektierenden Prismen zusammengelegt werden. Anders muß bei den Lichtquellen mit großer räumlicher Ausdehnung verfahren werden. Bei diesen Flammen besteht ein Optimum an Intensität in gewisser Höhe über dem Brenner, und man ist bei dem Entwurf der Optik gezwungen, auf die Lage dieses Optimums Rücksicht zu nehmen.

Technisch bietet die Fresnellinse große Schwierigkeiten, denn

1. ist es sehr schwierig, die einzelnen Teile so genau zu schleifen und zusammenzustellen, daß die Brennpunkte sämtlicher Ringsysteme genau zusammenfallen,

2. an jeder Fläche und Kante finden unregelmäßige Reflexionen und Brechungen der Lichtstrahlen statt, wodurch vagabundierende Strahlen entstehen,

3. bei einer Verschiebung der Lichtquelle aus dem Brennpunkt f nach einem anderen Punkt f_1 (Abbildung 13) werden die in den Linsenringen gebrochenen Strahlen

in entgegengesetzter Richtung abgelenkt wie die von den Prismenringen reflektierten Strahlen, wodurch störende Schattenringe im Scheinwerferkegel entstehen.

Der gleiche Fall tritt ein, wenn f nicht nach f_1 in horizontaler, sondern in vertikaler Richtung verschoben wird, wie dieses z. B. beim Auf- und Niederschrauben einer Öllampe eintritt. Man sieht hieraus, daß Berechnung und Schleifen der Linsen, Aufbau und Justierung des ganzen

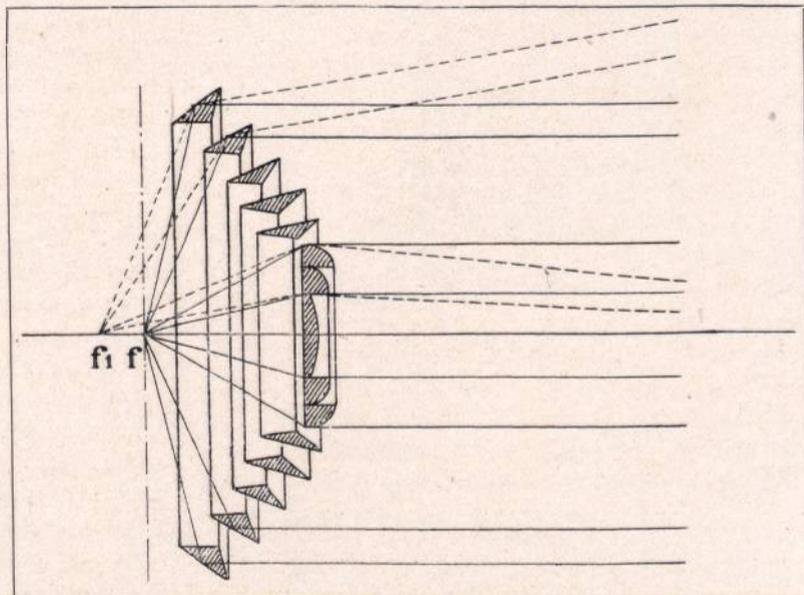
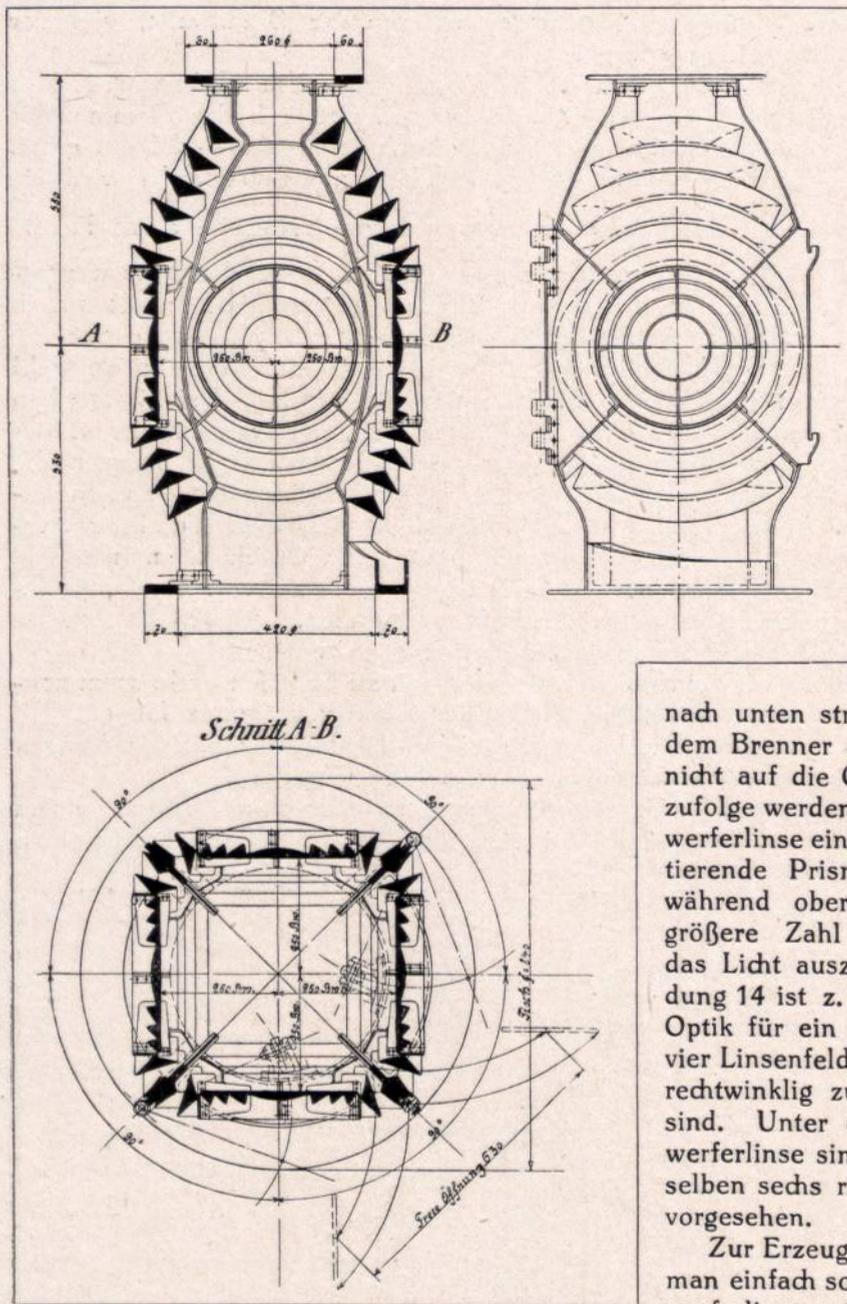


Abbildung 13.



Systems sowie Einstellung der Lichtquelle mit außerordentlicher Sorgfalt erfolgen muß und die größten Schwierigkeiten bietet.

Für den Aufbau der Optik ist von wesentlichem Einfluß die Art der Lichtquelle. Die Entwicklung der Lichtquellen vollzog sich nämlich in der Art, daß die Brenner stets unterhalb der Flamme angeordnet wurden. Hierdurch wird ein Teil des

nach unten strahlenden Lichtes von dem Brenner abgefangen und kann nicht auf die Optik strahlen. Demzufolge werden unterhalb der Scheinwerferlinse einige wenige total reflektierende Prismenringe angeordnet, während oberhalb derselben eine größere Zahl vorgesehen ist, um das Licht auszunutzen. — In Abbildung 14 ist z. B. eine Scheinwerfer-Optik für ein einblitziges Feuer mit vier Linsenfeldern dargestellt, welche rechtwinklig zueinander angeordnet sind. Unter der mittleren Scheinwerferlinse sind vier und über derselben sechs reflektierende Prismen vorgesehen.

Zur Erzeugung der Blitze verfährt man einfach so, daß man die Scheinwerferlinse mit der Lichtquelle rotieren läßt. Immer dann, wenn der Lichtkegel über das Auge streicht,

Abbildung 14. Scheinwerferoptik mit vier Linsenfeldern, 250 mm Brennweite. Julius Pintsch A.-G., Berlin.

sieht man einen Lichtblitz, d. h. Lichterscheinung und Dunkelpause wechseln miteinander ab, wobei die Dunkelpause wesentlich größer ist als die Blitzdauer.

Will man mehrere Blitze (Gruppenblitzfeuer) bei einer Umdrehung erzeugen, so muß man zwei oder mehrere optische Systeme anordnen, welche um die gleiche

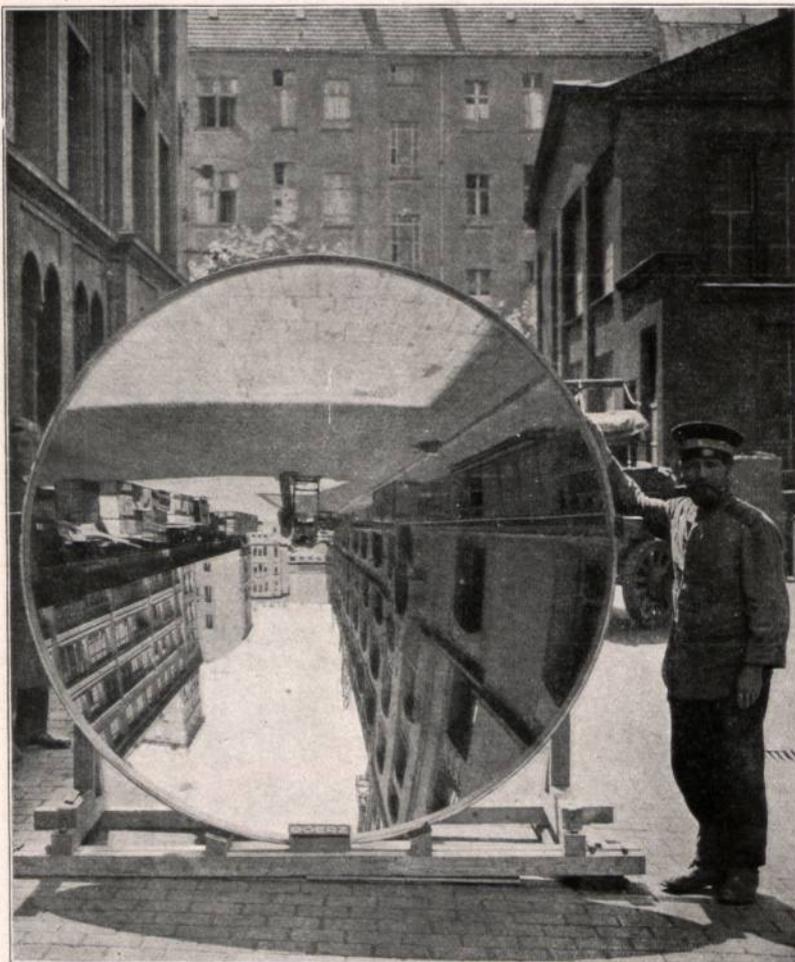


Abbildung 16. Glasparabolspiegel von 2 m Durchmesser der Optischen Anstalt C. P. Goerz A.-G., Berlin-Friedenau.

der Insel Neufundland an der Küste des Atlantischen Ozeans darstellt. Es ist ein einblitziges Feuer, das durch Anordnung von vier rechtwinklig zueinanderstehenden Linsensystemen erzeugt wird. Über der mittleren Scheinwerferlinse eines jeden Feldes befinden sich 22 und unter derselben 13 total reflektierende Prismenringe. Die Brennweite eines jeden Linsenfeldes beträgt 1330 mm und das Gewicht der sämtlichen Glasteile etwa 2,7 t. Die Optik hat eine Höhe von etwa 3,6 m. Als Lichtquelle wird Petroleumglühlicht verwandt. Die Lichtstärke eines jeden Linsenfeldes beträgt etwa 1000000 HK.

In neuerer Zeit ist es gelungen, die Nachteile des Metallspiegels durch Herstellung rückseitig versilberter Glasparabolspiegel, die mit

fast mathematischer Genauigkeit hergestellt werden, zu beseitigen. Man hat daher den Gedanken aufgegriffen, den Glasparabolspiegel für die Leuchtf Feuer zu verwenden. Eine derartige Anlage ist für das Leuchtf Feuer Helgoland zur Ausführung gelangt, auf das wir später noch näher eingehen werden.

Die außerordentliche Exaktheit des Glasparabolspiegels, der bis zu Größen von 2 m Durchmesser, Abbildung 16, ausgeführt wird, kommt nur dann voll zur Geltung, wenn es sich um die Abbildung einer Lichtquelle mit möglichst kleiner, intensiv strahlender Fläche handelt, wie das bei der Bogenlampe der Fall ist.

Der Krater der positiven Kohle als hauptsächlich lichtpendender Teil der Bogenlampe ist dem Spiegel direkt zugekehrt und strahlt sein ganzes Licht auf den Spiegel, welcher sie in einem eng konzentrierten Lichtbündel nach außen wirft. Die Streuung des Lichtkegels ist wiederum abhängig von dem Verhältnis zwischen dem Durchmesser des Kraters und der Brennweite des Spiegels.

Die Verwendung des Glasspiegels vereinfacht den Aufbau des optischen Systems ganz außerordentlich, da der Spiegel aus einem Stück geschliffen wird; das Zusammen-

Anwendung kommt. Das Petroleum, dessen Entflammungspunkt 30—40° C betragen soll, muß möglichst rein sein, da alle Verunreinigungen und die beim Verdampfen unvermeidlichen Rückstände leicht zu einem Verstopfen der Brennerdüsen führen können.

Die Glühstrümpfe werden stehend oder hängend benutzt und derart angeordnet, daß das Licht unbehindert der Optik zustrahlen kann.

Abbildung 17 zeigt einen modernen Brenner für Petroleumglühlicht mit stehender Strumpfanordnung und unter dem Brenner befindlichem Vergaser. Das Anheizen erfolgt mittels Spiritus, der durch den auf der linken Seite sichtbaren Trichter in eine Anheizschale gegossen und dann entzündet wird. Bei hängendem Glühlicht wird der Verdampfer oberhalb des Strumpfes angeordnet, wobei das Anheizen in der gleichen Weise wie bei der stehenden Strumpfanordnung erfolgt.

Interessant ist ein Vergleich zwischen dem Petroleumglühlicht und dem früher verwendeten Petroleumdochtbrenner.

Glühkörper, Durchmesser bzw. Anzahl der Döchte	stündl. Petroleum- verbrauch kg	Gesamt- Leuchtkraft HK	Leuchtkraft auf 1 qcm	Petroleum- verbrauch für 1 HK und Stunde in g
4 Döchte	0,645	210	4,7	3,07
Stehender Glühstrumpf, 60 mm Durchmesser .	0,655	1430	34,0	0,458
Hängender Glühstrumpf, 60 mm Durchmesser .	0,580	1850	46,0	0,314

Bei annähernd gleichem stündlichem Petroleumverbrauch von 0,65 kg geht beim Glühlicht die Flächenhelle auf das Achtfache in die Höhe, während der spezifische Petroleumverbrauch, d. h. bezogen auf 1 HK und Stunde, auf ein Siebentel sinkt.

Bei der hängenden Glühstrumpfanordnung wird trotz eines 10% geringeren stündlichen Petroleumverbrauchs die Flächenhelle fast um das Zehnfache gesteigert. Der spezifische Petroleumverbrauch sinkt fast bis auf den zehnten Teil.

Dieser Vergleich läßt den Fortschritt, der durch die Einführung des Petroleumglühlichts erzielt wurde, deutlich erkennen.

Eine komplette Petroleumglühlichtanlage für einen Blitzfeuerapparat mit drei Linsenfeldern von 250 mm Brennweite ist in Abbildung 18 dargestellt. Jedes Linsenfeld ergibt mit einem Petroleumglühlichtbrenner mit Unterheizung und einem selbstformenden Glühkörper von 40 mm Durchmesser im Mittel 98000 HK.

Links neben dem Apparat befinden sich die Luft- und Petroleumbehälter. Mittels der Handpumpe, die auf der Abbildung links zu sehen ist, wird Luft in den daneben befindlichen Behälter gepreßt, die über einen Druckregler — der kleine Behälter zwischen den beiden großen — in den Petroleumbehälter mit einem Druck von etwa 2,75 Atmosphären eintritt und das Petroleum nach dem Brenner drückt. Die beiden Druckmesser geben den Druck im Luftbehälter und hinter dem Druckregler an.

Die außerordentlich günstigen Verhältnisse hinsichtlich Flächenhelle und Brennstoffverbrauch beim hängenden Gasglühlicht haben dessen vermehrte Einführung zur Folge gehabt.

Da bei dieser Ausführungsform der Vergaser über dem Glühstrumpf angeordnet wird, so mußte auch die Optik eine Änderung erfahren. Aus der Abbildung 18 des Blitzfeuerapparates mit stehendem Brenner sehen wir, daß über der dioptrischen

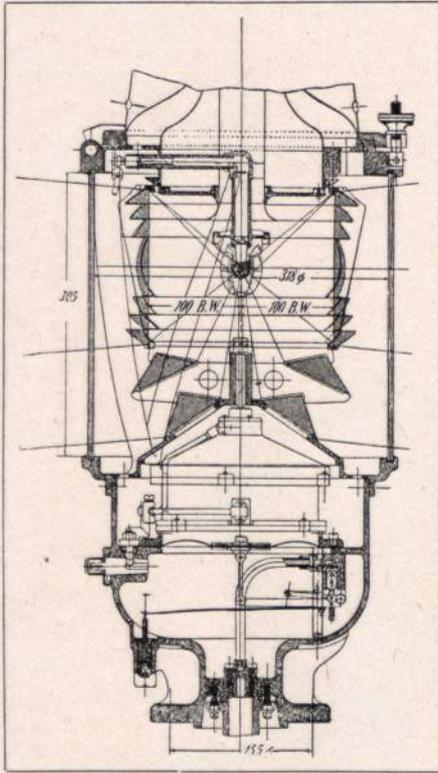


Abbildung 19. Seelaterne mit Linse,
100 mm Brennweite.
Julius Pintsch A.-G., Berlin.

Glocke ist unterhalb des Gegengewichtes angeordnet.

ÖL- UND BLAUGAS. Eine außerordentliche Verbreitung hat das Ölgas und das nach seinem Erfinder Blau genannte Blaugas gefunden, das jetzt fast ausschließlich für den Betrieb der Baken und Bojen verwandt wird.

Das Ölgas wird aus Fett, Ölrückständen oder Paraffinöl gewonnen und unter Druck in eiserne Zylinder gefüllt, von welchen das Gas unter Verwendung von Druckminderern dem Brenner des Leuchtfuers zugeführt wird. Es ist das gleiche Gas, welches auch für die Beleuchtung der Eisenbahnwagen Eingang gefunden hat.

Ein wesentlicher Fortschritt speziell für die Leuchtfuertechnik wurde mit der Einführung des Blaugases erzielt. Dieses Gas wird durch Verflüssigung des Ölgases gewonnen. Es wird auf Flaschen gefüllt, die für die Speisung der Brenner dienen. Das Gas hat einen kleinen Dampfdruck, so daß es in relativ schwachwandigen Behältern aufbewahrt werden kann. Der Gewichtsunterschied der Flaschen von Ölgas und flüssigem Gas ist sehr erheblich. So beträgt das Behältergewicht für 100 cbm Gas unter 10 Atmosphären Druck für Ölgas etwa 3100 kg, für Blaugas nur etwa 550 kg.

Dieser Gewichtsunterschied zugunsten des Blaugases ist sehr wesentlich. Gerade für die vielfach

sehr entfernt liegenden und schwer zugänglichen Apparate muß der Brennstoffersatz möglichst bequem erfolgen, und das läßt sich mit dem Blaugas erreichen. Es ist so möglich geworden, die Apparate erst nach halbjähriger Pause und länger neu beschicken und kontrollieren zu müssen.

Bei beiden Gasarten werden ebenfalls zweckmäßig Glühstrümpfe angeordnet, sowohl in stehender als auch in hängender Anordnung.

Die folgende Zusammenstellung gibt über die Flächenhelligkeiten der mit diesen Gasen betriebenen Glühstrümpfbrennern und ihren stündlichen Brennstoffverbrauch näheren Aufschluß.

	Verbrauch pro Stunde	Leuchtkraft	Flächenhelle
	l	HK	HK/cm ²
Ölgashängeglühlicht Druck 400 mm WS	24	60	12,5
Blaugashängeglühlicht " 400 " "	23	85	14,5
Stehendes Blaugasglühlicht " 1000 " "	130	470	20
" " " " 1800 " "	65	220	22
" Ölgasglühlicht " 2000 " "	146	570	35

Bei der hängenden Strumpfanordnung ergibt sich, daß bei 400 mm WS die Flächenhelligkeit des Blaugases mit 14,5 HK/qcm größer als die des Ölgases mit 12,5 HK/qcm und der Brennstoffverbrauch sogar geringer ist.

Die Abbildung 21 zeigt eine Blaugasboje, bei welcher die Optik direkt auf den Gasbehälter aufgebaut ist. Das Gas wird aus der Transportflasche in den Bojenbehälter übergeführt.

Die Lichterscheinungen bis zu 1,5 Sekunden kürzester Dauer werden bei Bojen und Baken automatisch durch periodische Änderung des Gasdruckes erzeugt, gleichgültig, welche Gasart verwandt wird. Bei Blitzen von 0,2—0,5 Sekunden ist dieses Verfahren wegen langen Nachglühens des Glühstrumpfes nicht angängig, es werden dann die Linsen mittels eines Membranmotors in Drehung versetzt, der von dem Gasdruck angetrieben wird. Abbildung 22 zeigt den Aufbau eines solchen Blitzfeuerapparates. Der Motor mit den Antriebsteilen ist unter der Laterne angeordnet, auf der senkrechten, in Kugeln gelagerten Welle befindet sich die Optik. Die Lichtquelle ist hängend ausgeführt.

ELEKTRISCHES LICHT. Das elektrische Licht, sowohl das Glühlicht als auch das Bogenlicht, hat gleichfalls in der Leuchtfeuertechnik frühzeitig Eingang gefunden. Die Verwendung ist jedoch an das Vorhandensein einer Stromquelle gebunden, sei es, daß diese in einer Hafenanlage oder einer Ortschaft vorhanden ist. Eigene Erzeugungsanlagen können nur für größere Befeuungsanlagen in Frage kommen.

In neuester Zeit sind besonders die hochkerzigen gasgefüllten Halbwattlampen bevorzugt worden, da diese gegenüber den früher verwandten Metallfadenlampen bei gleicher Energie-

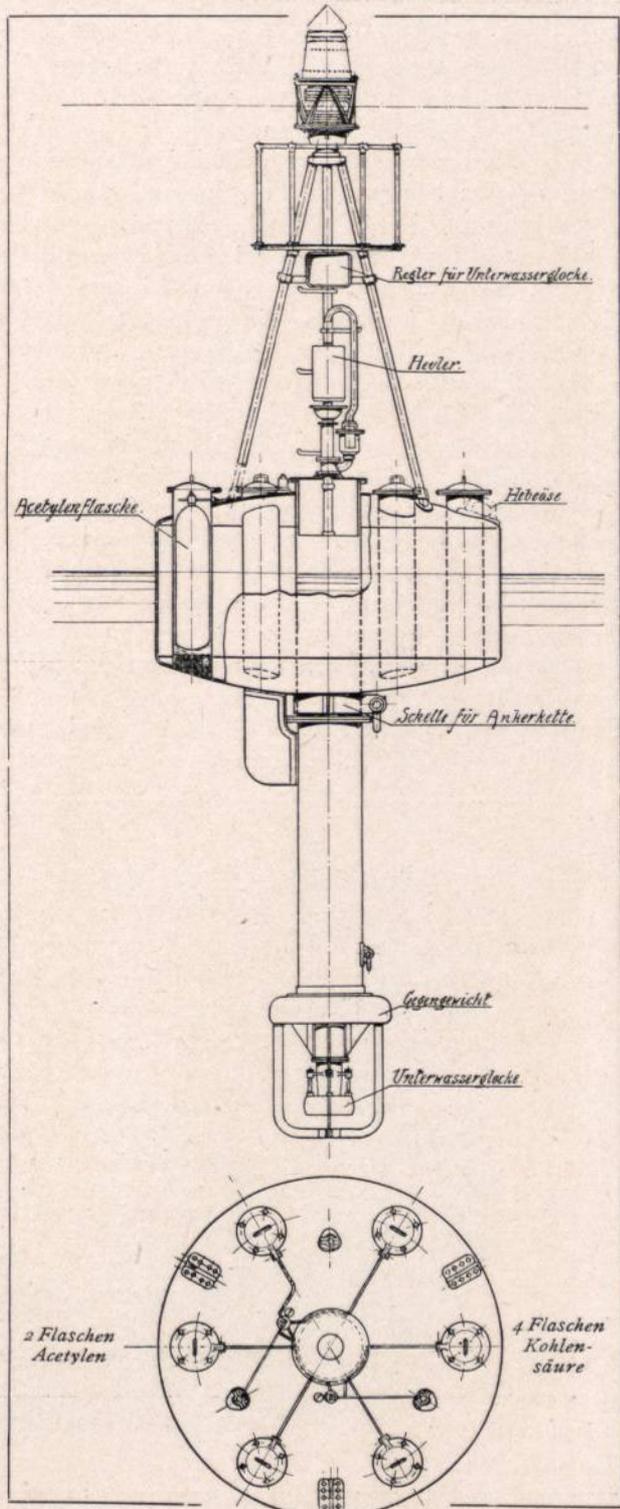


Abbildung 21.

Azetylen-Leuchtboje.

aufnahme annähernd die doppelte Lichtstärke erzeugen. Die Lampen werden bis zu 6000 Kerzen ausgeführt. Durch rückwärtige Versilberung der Lampen kann das sonst verlorengelende Licht nutzbar gemacht und dem optischen System des Leuchtf Feuerapparates zugeführt werden.

Die Flächenhelligkeit der Halbwattlampen beträgt etwa 650 HK/qcm, sie übersteigt also die des hängenden Petroleumglühlichts um mehr als das Dreizehnfache.

Abbildung 23 zeigt einen Leuchtf Feuerapparat mit einer Linse von 250 mm Brennweite für Verwendung einer elektrischen Fokusglühlampe. Der Aufbau des Apparates ist äußerst einfach, da alle sonstigen bei dem Betrieb mit irgendeiner Gasart notwendigen Nebenapparate fortfallen, die außerdem der Wartung bedürfen.

Die größte Flächenhelligkeit besitzt, wie wir schon bei Besprechung der Sichtweite sahen, das elektrische Gleichstrombogenlicht. Bei Verwendung von Reinkohlen erhalten wir 180 HK/qcm. Mit dieser Zahl sind wir jedoch noch längst nicht am Ende.

Es ist nach mühevoller Arbeit gelungen, durch Verwendung von Kohlen mit Leuchtzusätzen in Lampen bestimmter Ausführung (Goerz-Bogenlampen System Beck) die Flächenhelle weiterhin auf das Sechsfache, also auf 1100 HK/qcm, zu steigern, wobei auch besonders auf genügenden Reichtum an langweiligen roten Strahlen Rücksicht genommen worden ist. Diese Erhöhung der Flächenhelligkeit hat eine wesentliche Steigerung der Sichtweite zur Folge. Geographisch ist sie zwar durch die Erdkrümmung begrenzt, jedoch werden durch die wesentlich erhöhte Tragkraft eines Feuers mit dieser neuen Bogenlampe die Schiffe die Kennung der Feuer, namentlich bei diesiger oder nebliger Luft, schon aus weit größeren Entfernungen erblicken. Die Einführung dieser neuen Lichtquelle wird also der Schiffahrt und der Leuchtf Feuer-technik neue Vorteile bringen und die Seegefahr vermindern.

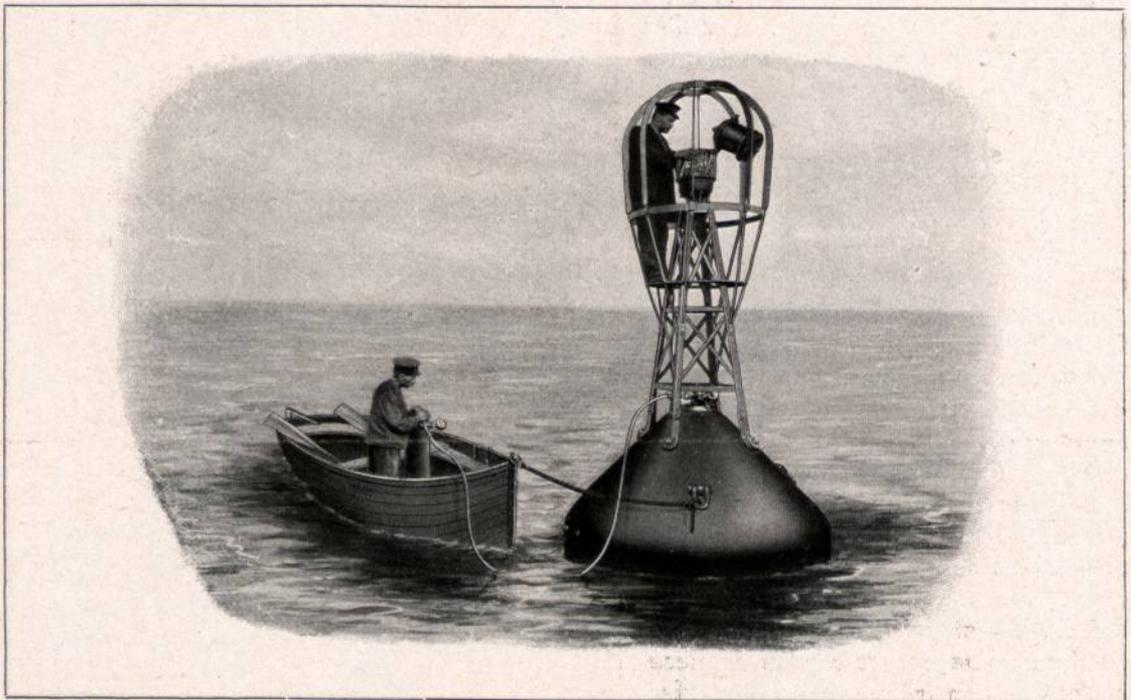


Abbildung 21.

Füllen einer Leuchtböje mit Blaugas.

Beim elektrischen Bogenlicht hat sich eine Elektrodenanordnung als zweckmäßig erwiesen, bei welcher die positive Kohle, deren Krater der Hauptlichtspender ist, horizontal angeordnet ist, während die negative Kohle schräg dazu gestellt wird. Das von der positiven Kohle austretende Licht kann frei nach der Optik ausstrahlen. Als Beispiel sei das Leuchtfeuer (Abbildung 24) erwähnt, das auf Stildüne, Sylt und Hörnum aufgestellt worden ist. Die Optik hat eine Brennweite von 25 cm. Die Lichtstärke beträgt etwa 75 000 000 HK. Vor der Linse ist ein Streuer und ein Otterscher Blendenapparat mit 11 Blenden angeordnet, der beim Umlaufen des Tisches geöffnet und geschlossen wird, um die gewünschte Kennung zu erzielen. Die Lampe ist eine Differentiallampe für 20 Ampere und 80 Volt.

Wir hatten bereits des Leuchtfeuers auf Helgoland gedacht, bei welchem zum ersten Male die Verwendung von Glasparabolspiegeln zur Ausführung gekommen ist. Der Leuchtfeuerapparat ist in Abbildung 25

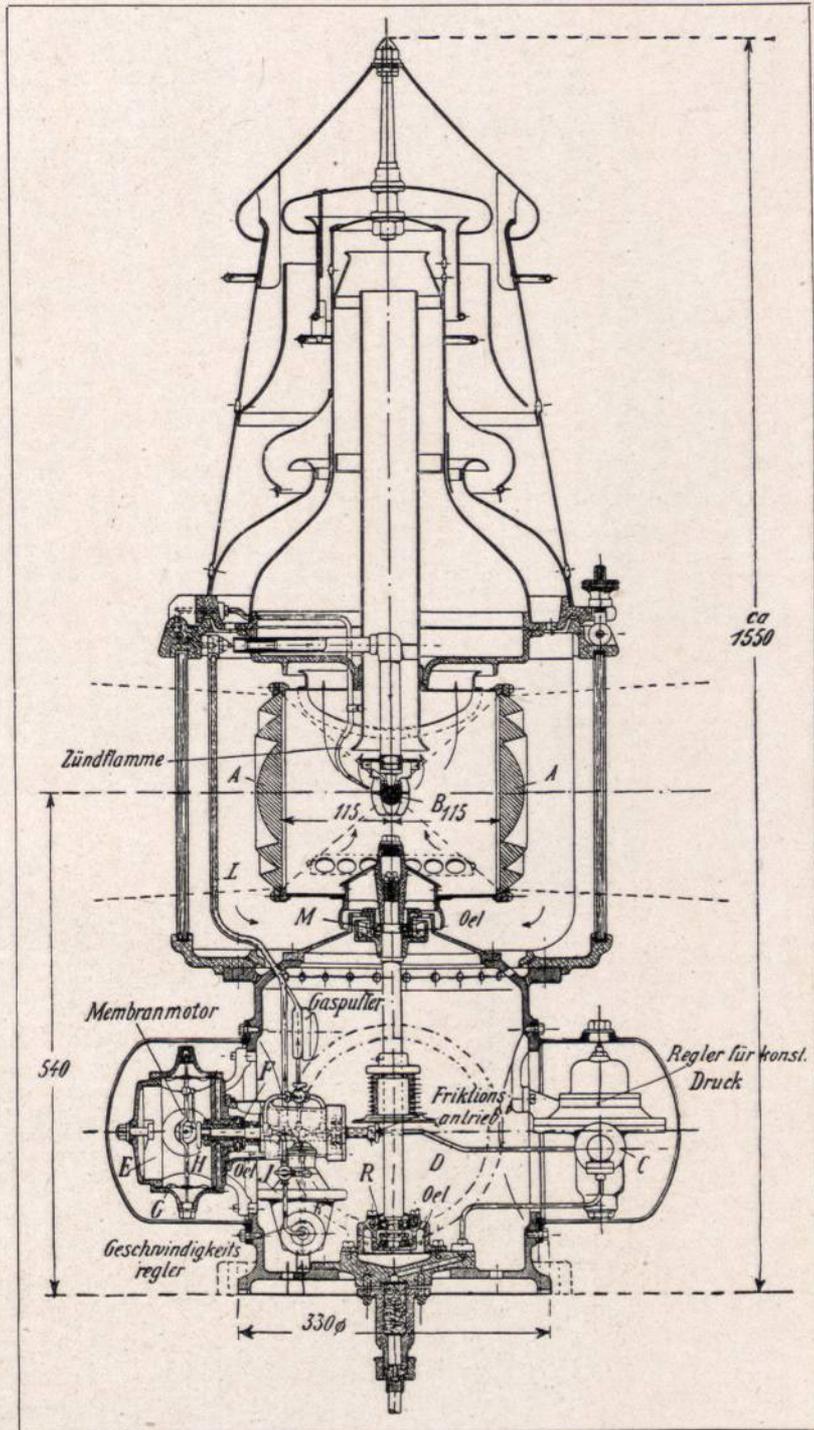


Abbildung 22. Blitzfeuer-Apparat für Bojen und Baken mit Gasantrieb. Julius Pintsch A.-G., Berlin.

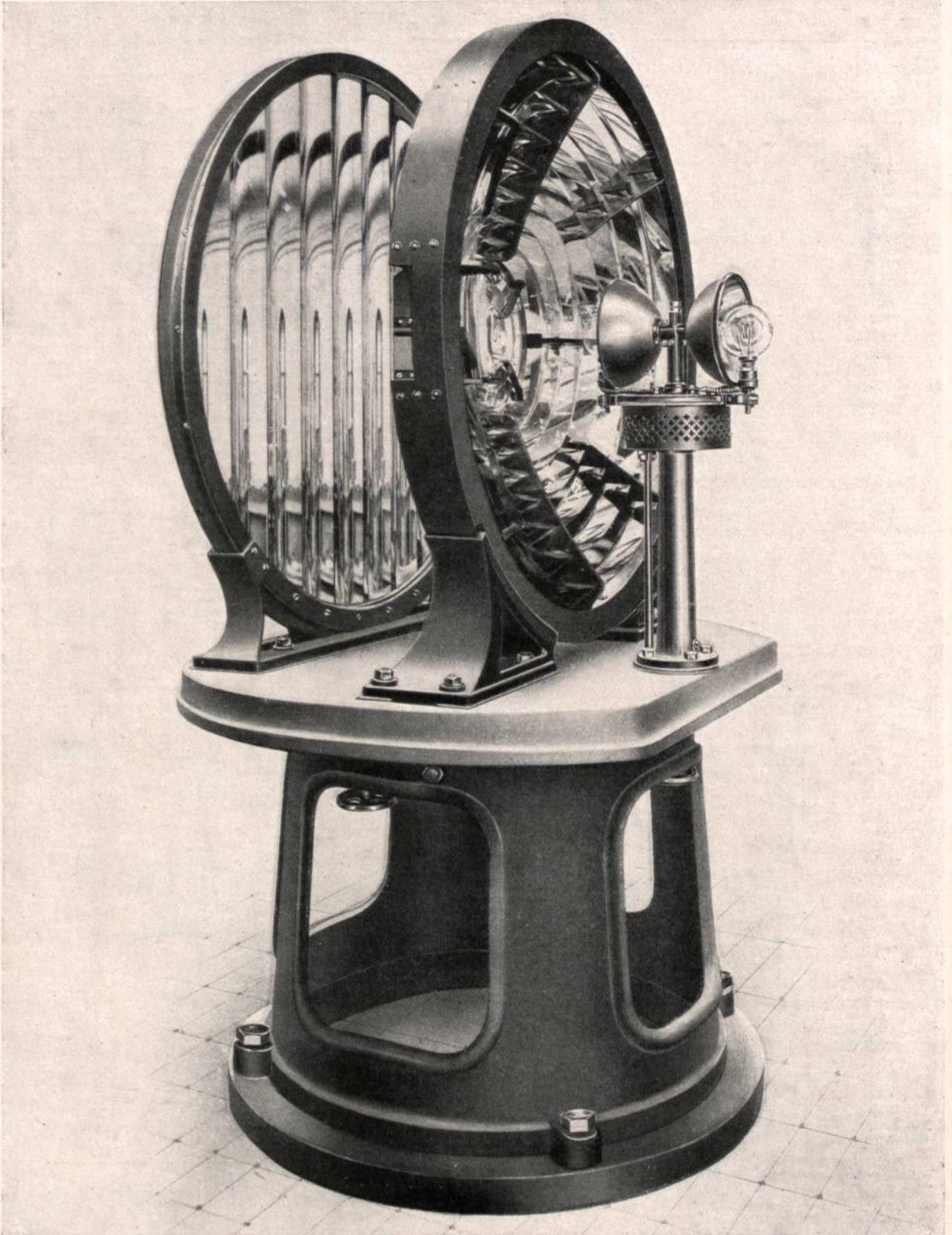


Abbildung 23.

Leuchfeuer-Apparat mit Linse, 250 mm Brennweite, und elektrische Fokus-Glühlampen.
Julius Pintsch A.-G., Berlin.

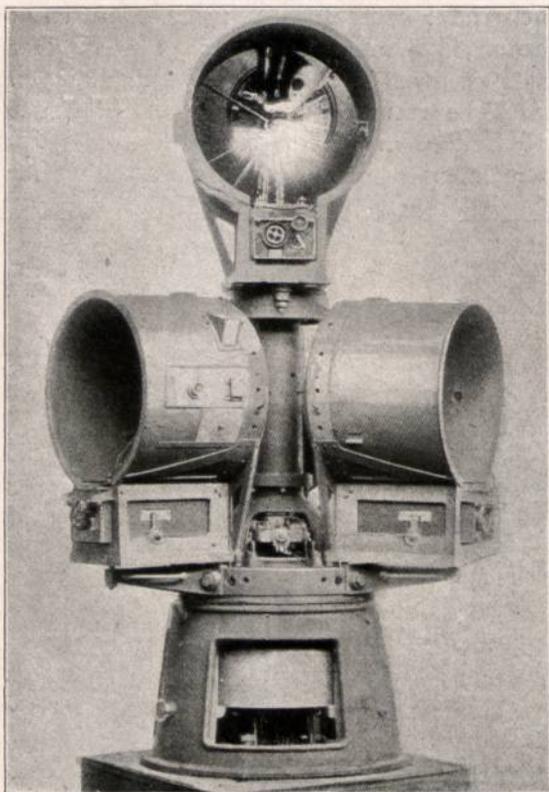


Abbildung 25. Elektrisches Blitzfeuer Helgoland.
Siemens-Schuckert-Werke m. b. H., Berlin.

Die Ansicht eines modernen Feuer-schiffes, und zwar „Fehmarnbelt“, zeigt Abbildung 26. Das Schiff ist bemannt und außerdem mit eigenen Fortbewegungsmitteln ausgestattet. Das Feuer ist ein Blitzfeuer, bestehend aus vier Scheinwerferlinsen von 250 mm Brennweite; der Blitzapparat, Abbildung 27, ist pendelnd gelagert, und zwar so, daß die Oszillationsperiode länger ist als die des Schiffes. Die Bewegungen des Schiffes werden daher nicht auf das Pendel und auf den Leuchtapparat übertragen, so daß die Lichtstrahlen stets nach dem Horizont gerichtet sind. Die Leuchtkraft jeder Linse beträgt etwa 50000 HK.

Als Lichtquelle wird Ölgasglühlicht verwendet, mit einer Pressung von 1800 mm WS. Die Gasbehälter enthalten etwa 325 cbm Gas unter 15 Atmosphären Druck und sind für einen Zeitraum von sechs Monaten bemessen. Die ständige Drehung des Apparates erfolgt durch ein Drehwerk mit Gewichtsantrieb. Statt dieses Drehwerkes werden neuerdings auch Membranmotoren angewandt, welche von dem stark komprimierten Gas, bevor es in den Brenner eintritt, angetrieben werden.

Das Schiff ist ausgerüstet mit einer Preßluft-Sirenenanlage und einem durch Preßluft oder Dampf geblasenen Nebelhorn sowie einer Unterwasserglockenanlage, die zwei Gruppen von je sechs Schlägen gibt.

LEUCHTFUEER FÜR DIE LUFTSCHIFFFAHRT

Ebenso wie für die Seeschiffahrt ist auch für die Luftschiffahrt, im besonderen für den ständigen Post- und Personenverkehr, eine planmäßige Befuerung notwendig, die in Deutschland bis jetzt noch nicht zur Ausführung gekommen ist. Dagegen gibt es bereits eine Reihe von Versuchsapparaten, von denen verschiedene für militärische Zwecke zur Einführung gelangten. Es wird nun in naher Zukunft notwendig werden, auf Grund der mit diesen Apparaten gesammelten Erfahrungen die planmäßige Befuerung durchzuführen.

Die Befuerung muß einmal die Hauptluftfahrstraßen für den Post- und Personenverkehr umfassen und ferner die Landungsplätze und Luftschiffhäfen kennzeichnen. Man wird also besondere Leitfeuer aufstellen müssen, welche dem Anflug dienen, und ferner Scheinwerfer oder versenkte Landungslichter für die Markierung der Landungsplätze anwenden müssen, damit die Luftfahrzeuge, ohne Schaden zu nehmen, landen können. Für den Anflug wird man ebenso wie bei der Seeschiffahrt besonders weittragende Leuchtfeuer in geringerer Zahl an einzelnen wichtigen Plätzen aufstellen.

Für den Entwurf der Leitfeuer können ohne weiteres die Erfahrungen nutzbar

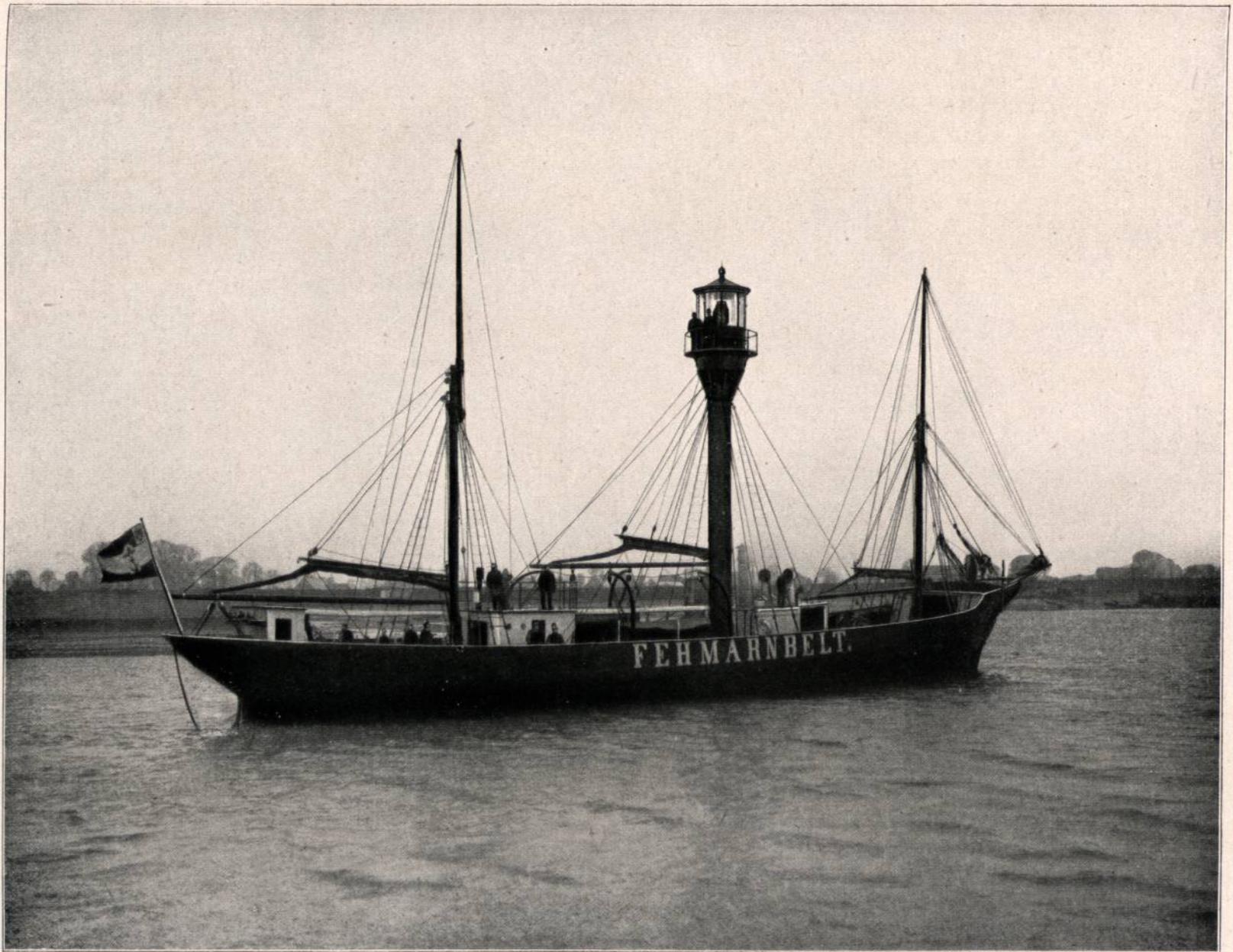


Abbildung 26.

Gasfeuerschiff mit pendelndem Blitzfeuer-Apparat „Fehmarnbelt“. Aktiengesellschaft Weser, Bremen.

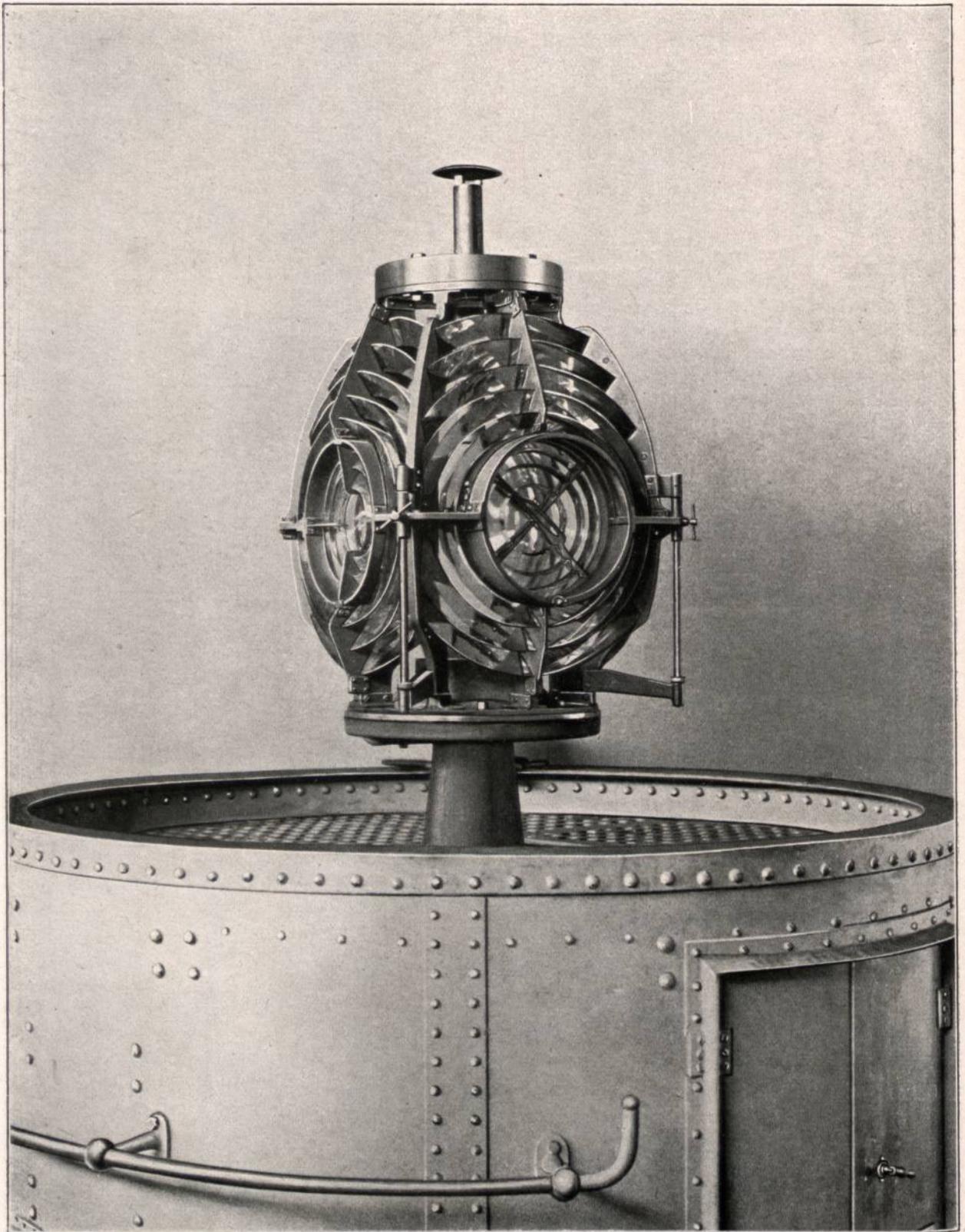


Abbildung 27. Blitfeuer-Apparat mit vier Scheinwerferlinsen, 250 mm Brennweite, Feuerschiff „Fehmarnbelt“.
Julius Pintsch A.-G., Berlin.

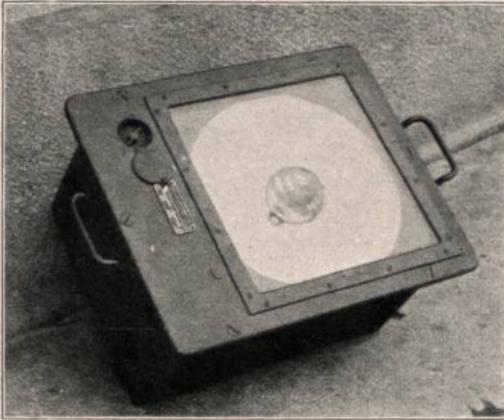


Abbildung 30. Markierungsscheinwerfer.
Optische Anstalt C. P. Goerz A.-G., Abt. Scheinwerferbau Leutzsch-Leipzig.

von Zahlen verwandt, welche nach bestimmten Dunkelperioden durch Aufeinanderfolge einer Reihe von Lichtblitzen gegeben werden.

Jeder der beiden Luftfahrt-Blinkapparate besitzt eine hochkerzige Halbwattlampe von 3000 HK.

Als Kennungsapparat wird ein Schaltrad verwendet, welches die Ein- und Ausschaltung der Lampe für die einzelnen Lichtblitze bewirkt. Das Schaltrad, welches von einem Motor angetrieben wird, besitzt einen vollen ringförmigen Schleifring und einen Ring aus einzelnen Segmenten, die voneinander isoliert sind. Beim Verlassen und Aufgleiten der Schleifbürste auf den Segmentring wird der Strom unterbrochen oder eingeschaltet, wodurch die Lichtblitze erzeugt werden.

Den Aufbau eines anderen Feuers für die Luftfahrt zeigt Abbildung 29. Bei diesem Apparat ist die Lichtquelle — eine Halbwattlampe — fest oberhalb eines Spiegels angeordnet, welcher mittels eines Motors dauernd gedreht wird. Die von der Glühlampe ausgehenden Lichtstrahlen werden mit Hilfe von Linsen und Prismenringen nahezu parallel auf den Spiegel geworfen, von dem das Licht zum Teil horizontal, zum Teil schräg nach oben ausstrahlt.

Für Markierung der Landungsplätze sind die Leuchtfeuer nach anderen Grundsätzen gebaut worden. Es kommen hierfür entweder freistehende, die Landungsbahn bezeichnende sogenannte Rampenlichter in Frage, deren Gestell so hoch ist, daß das Licht in Augenhöhe des Flugzeugführers ist, oder im Erdboden versenkt angeordnete Apparate, die dem landenden Flugzeug nicht hinderlich sind. Das Ende der Landungsbahn muß gleichfalls durch ein besonderes Licht, am besten rotes Licht, gekennzeichnet werden. Die Lichter müssen ferner so gruppiert sein, resp. von Fall zu Fall so gruppiert werden, daß die Flugrichtung der Landungsbahn entgegen der Windrichtung ist, um den Fliegern sicheres Landen zu gestatten.

Bei einer festen Anlage werden die Lichter in den Hauptrichtungen der Windrose angeordnet, und man läßt sie entsprechend der jeweiligen Windrichtung aufleuchten, wobei dies automatisch durch einen Windrichtungszeiger erfolgen kann. Derartige Anlagen sind etwas kompliziert, sie erfordern eine Menge Kabelleitungen und Anschlüsse.

Ein besonders einfacher und leicht transportabler Markierungsscheinwerfer, der an keine bestimmte örtliche Aufstellung gebunden ist, ist in Abbildung 30 dargestellt. In einem gemeinsamen wasserdichten Kasten ist ein weiß mattierter Spiegel von 300 mm Durchmesser untergebracht, der mindestens 160° Streuung ergibt, in dessen Brennpunkt sich eine Lampe von 50 Kerzen und 12 Volt befindet. Der Kasten nimmt ferner eine abschaltbare Akkumulatorenbatterie auf. Die Lampen werden mit weißer, grüner und roter Farbe ausgeführt, so daß mit deren Hilfe die Himmelsrichtungen, die Endpunkte des Anfahrgebietes usw. bezeichnet werden können.

LITERATUR: 1. E. Klebert, Mitteilungen über moderne Leuchtfeuer und Leuchtbojen, 1912. — 2. Jul. Pintsch A.-G., Druckschrift über Petroleum-Glühlicht, 1913. — 3. O. Krell, Das neue elektrische Schnellblinkfeuer auf Helgoland, 1903. — 4. Mitteilung der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-A.-G. — 5. Marine-Rundschau, 1913, Heft 11. — 6. Deutscher Schiffbau, 1913. — 7. Dr. Gehlhoff, Über Scheinwerferspiegel, 1918.

DAS FLIEGERBILD ALS AUFKLÄRUNGSMITTEL

VON REGIERUNGSRAT A. MIETHE UND REGIERUNGSBAUMEISTER EWALD

A. ALLGEMEINES

Das Lichtbild besitzt für zahlreiche Gebiete der menschlichen Gesittung einen unvergleichlichen Wert. Es gibt kaum irgendein Wissensgebiet, welches sich nicht des Lichtbildes bediente, und wenn man selbst von der Bedeutung desselben für die Kunst ganz absieht, durchdringt das Lichtbildwesen jede menschliche Forschungsarbeit und jede geistige Betätigung.

Man kann im allgemeinen den Anschauungswert des Lichtbildes von dem Meßwert desselben unterscheiden, und wenn auch in zahlreichen Fällen sich diese Anwendungsgebiete überschneiden, so ist doch unverkennbar, daß das Lichtbildwesen nach beiden Richtungen hin besonders in der neueren Zeit sich gesondert entwickelt hat.

Das Luftbild, dessen Bedeutung als Meßmittel und Erkundungsverfahren im letzten Kriege erst voll gewürdigt worden ist, verdankt diesem naturgemäß eine weit in die Tiefe gehende Entwicklung, und die Ergebnisse der kriegstechnischen Anwendung werden einen neuen Aufschwung in der Entwicklung der photographischen Meßtechnik bedingen und dieser zahlreiche neue Anwendungsgebiete erschließen.

Gerade die Photographie aus der Luft eröffnet eine Reihe von wichtigen Anwendungsmöglichkeiten.

Es wird daher zunächst unsere Aufgabe sein, die grundlegenden Bedingungen dieses Verfahrens hier zu schildern und dann gewissermaßen an einem Beispiel die Wichtigkeit desselben in der kriegstechnischen Verwendung zu zeigen.

*

Die Verwendung der Photographie als Meßmittel beruht auf einer festen Grundlage, nämlich auf der Tatsache, daß sich aus einem Lichtbilde durch verhältnismäßig einfache Verfahren die räumliche Anordnung und Gestaltung, die gegenseitige Lage und die Masse natürlicher Gegenstände ableiten lassen.

Die Möglichkeit der Herstellung einer Karte beispielsweise läßt sich mit Hilfe der Photographie verwirklichen, indem man das Lichtbild an Stelle der Arbeit am wirklichen Objekt einer Ausmessung unterwirft, die wesentlich ganz ähnlich sich gestaltet wie am Meßtisch des Topographen oder am Theodoliten.

Genau wie die Herstellung einer Karte auf der Messung von Raumwinkelgrößen von gegebenem Standpunkt aus oder von den Endpunkten einer im Raum festgelegten und ihrer Länge nach bekannten Linie beruht, so kann auch das Lichtbild in ähnlicher Weise verwendet werden, und während der Topograph sonst am Ort der Tat die Einzelmessungen vornehmen muß, liefert die photographische Kammer eine bleibende Grundlage, die für den gleichen Zweck benutzbar ist. Hierdurch ergeben sich Bequemlichkeiten und Erleichterungen, deren Wert um so höher einzuschätzen ist, je schwieriger durch äußere Umstände die unmittelbare Messung sich gestaltet, besonders aber dann, wenn der für die Aufnahme notwendige Standpunkt kein fester, sondern ein wechselnder ist, wie es im allgemeinen vom Luftfahrzeug aus der Fall sein wird.

Die Photographie aus der Luft ist kartographisch besonders auch deswegen gut verwendbar, weil durch die Überhöhung des Standpunktes über das abzubildende Gelände die gegenseitige Verdeckung der irdischen Gegenstände vermieden wird, so daß volle Einsicht in das Gelände gewonnen werden kann. —

Soll aus dem Lichtbild eine Karte herstellbar sein, so müssen die Beziehungen zwischen der Lage der Gegenstände in der Natur und auf der photographischen Platte eindeutig bestimmt und einfach sein.

Dies ist nun in der Tat der Fall. Jede photographische Linse liefert eine perspektivische Ansicht von räumlichen Gegenständen, die nach höchst einfachen Gesetzen gestaltet ist, nämlich nach den Gesetzen der Zentralperspektive.

Eine zentralperspektivische Ansicht entsteht dadurch, daß wir die geraden Linien, die wir von den Einzelpunkten der darzustellenden Gegenstände nach einem bestimmten Punkt im Raum gezogen denken können (perspektivischer Mittelpunkt), nach ihrer Verlängerung über diesen Punkt hinaus Schnittpunkte mit irgendeiner Ebene bilden lassen, die in den Strahlengang eingeschaltet wird. Die Lage dieser Schnittpunkte, ihr gegenseitiger geradliniger und Winkelabstand ist dann durch höchst einfache geometrische Beziehungen mit den entsprechenden Maßen an den Gegenständen verbunden.

In einem guten photographischen Objektiv ist nun diese Beziehung mit einer genügenden Annäherung verwirklicht, und daher kann das Lichtbild, wenn die Lage der photographischen Platte im Raum einerseits, die Lage des perspektivischen Mittelpunktes andererseits bekannt ist, unmittelbar der Ausmessung unterzogen und kartographisch verwertet werden. Zwei derartige Lichtbilder, deren Bestimmungsstücke im obigen Sinne bekannt sind, und deren räumliche Verbindungslinie der Lage und Länge nach feststeht, geben daher im allgemeinen die Möglichkeit, das Kartenbild maßstab- und winkelrichtig abzuleiten.

Es war ein weiter Weg, der zur Erzeugung von Linsen führte, die nicht nur mit genügender Annäherung diese geometrischen Bedingungen erfüllten, sondern auch im übrigen so beschaffen waren, daß die Abbildung auf der Plattenebene mit für die Messung genügender Schärfe erfolgte. Die Schwierigkeiten, die dieser Lösung entgegenstanden, mehren sich in dem Maße, als die Bilderzeugung mit kleiner und kleiner werdender Zeitaufwendung geschehen muß. Bei der Photographie aus der Luft ist aber mit Rücksicht auf die Unmöglichkeit, Dauerbelichtungen auszuführen, äußerste Schnelligkeit bei der Aufnahme zu erstreben. Die Belichtungszeiten dürfen in den meisten Fällen kaum den hundertsten Teil einer Sekunde erreichen, und demgemäß können nur äußerst lichtstarke Linsen für das Luftbildwesen Verwendung finden.

Es ist ein Ruhmesblatt in der Geschichte der deutschen Wissenschaften, daß die Lösung dieser Aufgabe, deren äußerste Verwickeltheit dem Laien kaum klargestellt werden kann, ihr in weitaus vollkommenster Weise gelungen ist. Das deutsche Lichtbildgerät war im Weltkrieg allen anderen erstaunlich überlegen, und besonders die optische Ausrüstung unserer Luftbildkammern erreichte einen fast unübertrefflichen Grad der Vollendung.

Das Luftbildwesen hatte aber in optischer Beziehung noch weitere Schwierigkeiten zu überwinden. Damit auf der photographischen Platte ein Gegenstand genügend deutlich abgebildet wird, muß ein bestimmter Maßstab der Wiedergabe gewählt werden. Dieser Maßstab wird durch die Größe des Gegenstandes, durch den Abstand desselben und durch die sogenannte Brennweite der photographischen Linse bedingt. Soll beispielsweise ein Haus, senkrecht von oben gesehen, aus einer gegebenen Höhe

Lassen wir einen Sonnenstrahl in ein verdunkeltes Zimmer fallen, so sehen wir die sogenannten Sonnenstäubchen, die vom Licht getroffen werden, hell aufleuchten, so daß die Bahn des Sonnenlichtes sich in dem verdunkelten Raum deutlich erkennen läßt.

Die Theorie zeigt nun, und die Erfahrung hat es bestätigt, daß gröbere Teilchen vom Licht getroffen im allgemeinen die Strahlen aller Wellenlängen durch Beugung und Reflexion von ihrer Bahn ablenken, daß dagegen von einer gewissen Feinheit an die Wirkung sich besonders auf die kürzerwelligen Lichtstrahlen, also auf das blaue Ende des Spektrums, erstreckt.

Da nun ein Teilchen irgendeines Fremdkörpers in der Luft um so weniger unter der Wirkung der Schwere herabsinkt und damit allmählich zu Boden fällt, je kleiner dieses Teilchen ist, so ist es verständlich, daß reine Luft wesentlich die blauen Teile des Lichtes ablenken wird, und daß daher dicke Luftschichten, die vom Licht getroffen werden, gegen einen dunklen Hintergrund betrachtet blau erscheinen müssen.

So erscheint denn tatsächlich das Himmelsgewölbe blau gefärbt, und über die dunklen Partien entfernter Gegenstände legt sich ein blauer Schleier, den man wissenschaftlich als Luftperspektive bezeichnet, und den der Maler „Luft“ nennt. Diese blaue Verschleierung der dunklen Partien der Ferne geht Hand in Hand mit einer zweiten Erscheinung: der Gelbfärbung der Lichter.

Ebenso wie die Sonne am Horizont nach Rot zu getönt erscheint, müssen auch andere helle Gegenstände unter gleichen Umständen eine ähnliche Tönung erfahren. Warum diese im allgemeinen nicht so augenfällig wird wie bei der Sonne selbst, läßt sich ebenfalls erklären, doch würde uns diese Betrachtung zuviel Raum fortnehmen. Wer aber jemals im Hochgebirge die Farbe ferner Schneeberge mit der des benachbarten Schneefeldes verglichen hat, wird sich von der warmen Tönung des fernen Schnees unter der Wirkung der Luftperspektive leicht überzeugt haben.

Die Luftperspektive wirkt also, wenn wir das Vorstehende zusammenfassen, so, daß sie die dunklen Partien ferner Geländeteile mit einem mehr oder minder hellen blauen Schleier überzieht, während die hellen Teile sich ins Gelbliche tönen.

Es ist klar, daß diese Erscheinung die Gegensätze in den Licht- und Schattenmassen ferner Gegenstände ausgleichen wird, und daß auch bei klarster Luft die Wahrnehmung der Einzelheiten durch die Luftperspektive erschwert wird.

Viel schlimmer aber wirkt diese Erscheinung auf die photographische Platte. Bekanntlich ist das gewöhnliche Lichtbild durchaus keine restlos richtige Wiedergabe der Natur. Nicht nur daß der Photographie im allgemeinen die Möglichkeit der Farbewiedergabe fehlt, sondern die Richtigkeit der Schwarzweiß-Wiedergabe wird noch in hohem Grade dadurch beeinträchtigt, daß die verschiedenen Farben auf die photographische Platte vollkommen anders wirken als auf das Auge. Die gewöhnliche Platte ist ausschließlich für Blau und Violett empfindlich, dagegen für Grün kaum und für Gelb und Rot gar nicht.

Hieraus erklärt sich, daß auf einem Lichtbild die Ferne außerordentlich viel stärker verschleiert erscheint und viel mehr Einzelheiten verlorengehen als beim Anblick mit dem bloßen Auge. Dies geht so weit, daß beispielsweise auf gewöhnlichen photographischen Aufnahmen an Tagen mit blauer Luftperspektive die Ferne vollkommen mit dem Himmel zusammengeht und die Wolken und Einzelheiten des letzteren überhaupt nicht zum Ausdruck kommen, so daß Ferne und Himmelsfläche als eine einzige gleichmäßig weiße Fläche erscheinen.

An dieser Stelle setzen nun die hauptsächlichsten Fortschritte ein, die auf dem Gebiet

empfindlichkeit zu erzeugen. Zwar hatte Vogel schon gezeigt, daß die Herstellung farbenempfindlicher Platten durch die Zumischung gewisser Farbstoffe zu dem lichtempfindlichen Präparat möglich sei, aber bei seinen Versuchen war er naturgemäß auf die Durchmusterung der für andere Zwecke hergestellten Farbstoffe, besonders der Teerfarben, angewiesen. Im Anfang des jetzigen Jahrhunderts jedoch begann man planmäßig, künstliche Farbstoffe herzustellen, die ausschließlich für diese Zwecke verwendet werden sollten, und erreichte damit Ergebnisse, wie sie früher nicht zu erzielen waren.

Die entwickelten Gesichtspunkte enthalten naturgemäß alle Bedingungen, die für den Bau eigentlicher Fernerkundungskammern maßgebend sind. Die Aufgabe bedingt einmal die Verwendung optisch möglichst vollkommener, höchst lichtstarker Linsen in Verbindung mit den geeigneten Farbenfiltern, ferner aber, und dies ist ebenfalls ausschlaggebend, die Benutzung von sogenannten Momentverschlüssen, die so beschaffen sein müssen, daß sie während der Belichtungszeit der Platte das von der Linse gelieferte Licht möglichst verlustlos ausnutzen.

Hierzu eignen sich ausschließlich die sogenannten Schlitzverschlüsse, die in unmittelbarer Nähe der Aufnahmeplatte angeordnet sind, während die „Zentralverschlüsse“, die sonst für Augenblicksbilder viel verwendet werden, wegen des schlechten Nutzeffekts in bezug auf das Licht keine zweckmäßige Verwendung finden können.

Im übrigen weisen die für die Fernaufnahmen bestimmten Kammern keine besonderen eigenartigen Merkmale auf. Selbstverständlich ist es bei ihnen nicht erforderlich, die Entfernung zwischen Linse und Platte verändern zu können, und ebenso wenig sind Einrichtungen am Platze, die ein Verdrehen oder Neigen der Aufnahmeplatte gegen die optische Achse ermöglichen. Demgemäß ist die Fernerkundungskammer im wesentlichen ein fester, prismatischer oder zylindrischer Körper, in dem alle lebenswichtigen Teile des Apparates so angebracht sind, daß sie äußeren Verletzungen möglichst vollkommen entzogen werden. Diese Kammern sind natürlich in ihren Abmessungen von ganz anderer Größenordnung als das gewöhnliche Handwerkszeug des Lichtbildners. Die eingangs geschilderte Notwendigkeit des großen Abbildungsmaßstabes und die bedeutenden Entfernungen der abzubildenden Gegenstände bedingen Objektivbrennweiten, wie sie sonst höchstens in der Reproduktionstechnik gelegentlich vorkommen. Lenkballon- und Flugzeugkammern, vor allen Dingen auch Kammern, die auf Fesselballonen benutzt werden, haben oft Abmessungen und Gewichte, die höchst ungewöhnlich erscheinen. Man ist von deutscher Seite bis zu 2 m Brennweite gegangen, wobei natürlich mit Rücksicht auf das 100 kg manchmal erreichende Gewicht eines solchen Apparates besondere Vorrichtungen erforderlich sind, um sie richten und in der gewünschten Richtung halten zu können, während andererseits besonders beim Flugzeug Einrichtungen vorhanden sein müssen, damit die Erschütterungen des Fahrzeugs nicht auf die Kammer übertragen werden. Hierzu dienen elastische Aufhängungsvorrichtungen oft feindurchdachter Einzelgliederung.

Schließlich mag darauf hingewiesen werden, daß die Erkundungskammern in den letzten Jahren eine wesentliche Verbesserung dadurch erfahren haben, daß sie mit elektrischen Heizeinrichtungen ausgestattet wurden. Dies machte sich deswegen notwendig, weil die Lufttemperaturen in den gewaltigen Höhen, bis zu welchen die Kammern hinaufgeführt werden mußten, sommer- und wintertags so niedrig sind, daß ein sicheres Arbeiten, besonders der vielteiligen, feingliedrigen Verschlüsse wegen des Starrwerdens der Schmiermittel nicht mehr verbürgt werden konnte. Schon Erfahrungen auf der Erde hatten gezeigt, daß bei heftiger Winterkälte die Verschußmechanismen leicht versagen bzw. in ihrer Wirkung ungünstig beeinflusst werden.

kam Aufschluß über das ganze Befestigungssystem der Gegend und über die rückwärtigen Anlagen. Es setzte bald ein intensives Mitarbeiten seitens der Truppe ein, worin das A und O jeder Fliegerbildverwertung zu sehen ist. So hob sich die Flugzeugphotographie zu dem wichtigsten Mittel der Aufklärung. Es wurde das Erkundungsmittel schlechtweg. Die Aufgabe der Fliegerverbände ist in erster Linie die Aufklärung. Und so traten allmählich hinter die Flugzeugphotographie die übrigen Ziele, so wichtig sie auch waren, wie das Artillerieeinschießen und die Bombenunternehmungen, zurück. Vom Kampfflieger ist hier abzusehen. Er nimmt insofern eine Sonderstellung ein, als seine Aufgabe es ist, den Fliegern selbst die Ausführung ihrer Aufträge zu ermöglichen, andererseits den Gegner in der Erfüllung seiner Arbeiten zu hindern.

1. DIE ENTWICKLUNG DER
FLUGZEUGPHOTOGRAPHIE
DIE AUFNAHMEKAMMERN UND AUF-
NAHMEARTEN

ENTWICKLUNG DER FLUGZEUGPHOTOGRAPHIE. Die Apparate, die am Anfang des Krieges zunächst im Flugwesen verwendet wurden, waren Handkammern im Format 9×12 und mit einer Brennweite von 18—25 cm.

Es wurde mit ihnen schräg vom Flugzeug aus das Gelände aufgenommen. Das Verfahren brachte mancherlei Schwierigkeiten mit sich. Teile des Flugzeugs, Tragdecks, Spanndrähte wurden mitphotographiert und deckten einen Teil des Bildes zu. Dazu kam die kleine Brennweite und die geringe Übung der Beobachter, so daß auf diesen ersten Bildern wirklich nur wenig zu erkennen war, und daß diese Bildmeldungen nur skeptisch aufgenommen, mehr als eine interessante Spielerei angesehen wurden, die hinter der direkten Meldung der Augenerkundung weit zurückstand. Die ersten Bilder



Abb. 1. Schrägaufnahme vom Überschwemmungsgebietsüdl. Nieuport (Brennweite 25 cm, Höhe 1500 m).



Abbildung 2. Senkrechte Aufnahme vom Überschwemmungsgebiet südlich Nieuport (Brennweite 50 cm, Höhe 4500 m). a) feindliche Infanteriestellungen; b) vorgeschobene Postenstände; c) befestigtes Gehöft. Die Stellungen sind durch Brückenstege miteinander verbunden.

hatten so viele Mängel und boten der Erkennung der Stellungen derartige Schwierigkeiten, daß Abhilfe geschaffen werden mußte. Die Aufgabe war, möglichst groß und klar ausgezeichnete und möglichst der Wirklichkeit entsprechende Bilder zu schaffen. Die Lösung wurde gefunden in der senkrechten Aufnahme, die stets ein Maximum an Größe der Darstellung der Einzelheiten und ferner stets ein maßstabgerechtes, der Wirklichkeit entsprechendes Bild ergibt. In der I. Marine-Feldflieger-Abteilung wurden durch Leutnant d. Res. Mangold die ersten Versuche mit einer alten aus-rangierten Ballonkammer von 30 cm Brennweite und einer Bildgröße 16×16 gemacht. Die Aufhängung wurde durch Gummibänder erreicht, die dazu dienen, eine vollkommene senkrechte Aufhängung zu gewährleisten und die Vibration des Motors auf das Flugzeug und auf die photographische Kammer aufzuheben. Die beige-fügten Aufnahmen (Bild 1 und 2) zeigen eine schräge und senkrechte Aufnahme desselben Geländes und lassen Vor- und Nachteile der beiden Aufnahmearten erkennen. Die schräge Aufnahme gibt ein gutes Übersichtsbild über die Gelände-verhältnisse, die einzelnen Überschwemmungsflächen lassen sich besonders gut erkennen. Die Befestigungen sind in ihrer allgemeinen Anordnung wohl zu bestimmen, in ihren Einzelheiten aber nicht mehr auszumachen, in den weit zurückliegenden Punkten verschwimmen sie vollkommen. Die senkrechte Aufnahme gibt dagegen nur ein kleines Gebiet wieder, und die Übersicht über die Gelände-verhältnisse ist schwierig. Dagegen sind die Befestigungsanlagen groß und deutlich ausgezeichnet, und zwar maßstab-gerecht, so daß das Bild ohne große Fehler wie eine Karte benutzt werden kann.

Zusammenfassend läßt sich sagen:

DIE SCHRÄGE AUFNAHME. Vorteile. Die schräge Aufnahme ist bei folgenden Aufgaben am Platze:

1. Für die Gewinnung eines Übersichtsbildes über die Geländeverhältnisse (z. B. über ein Überschwemmungsgebiet), für die Erleichterung in der Auffindung und die Festlegung von Bildern in der Karte, für die Klarlegung der Befestigungsanlagen in ihrem allgemeinen Verlauf und ihrer Anordnung.

2. Für die Erfüllung eines Sonderauftrags, wenn eine schnelle Aufnahme notwendig ist. Die Lösung durch senkrechte Aufnahmen, die nur durch ein Überfliegen der betreffenden Stelle erreicht werden kann, kann verhindert werden durch äußere Umstände, Witterung, Wind, feindliche Gegenwirkung.

3. Von manchen Punkten des Geländes der Befestigungen (Unterständen oder Schutzstellungen) ist ein Ansichtsbild erwünscht.

4. Im Bewegungskrieg wird die schräge Aufnahme mittels der kleinsten Kammer in der Regel genügen, da es sich hier weniger um die Feststellung von Einzelheiten als von großen Massen, Truppenansammlungen, Lagern und dergleichen handelt.

5. Die besonderen Aufgaben des Infanteriefliegers (siehe unten) machen die Verwendung der Handkammer und der schrägen Aufnahme notwendig.

Nachteile. Die schräge Aufnahme weist dagegen folgende Nachteile auf:

Die Darstellung des Geländes geschieht in einem naturunwahren Maßstab. Die direkte Verwertung ist erschwert, da ein maßstäbliches Abgreifen von Entfernungen aus dem Bilde selbst ausgeschlossen ist. Man sucht sich zunächst mit der Entzerrung und der Übertragung in die Horizontalprojektion mittels besonderer Hilfsmittel (Entzerrungsgerät, Grundrißbilder) zu helfen. Diese ist umständlich und zeitraubend. Schnelle Verwendungsmöglichkeit ist aber im Felde oberstes Gebot. In weiteren Entfernungen sind die Stellungen überhaupt nicht mehr erkennbar. Mit dem Aufnahmewinkel gegen die Horizontale wächst der Umfang des aufgenommenen Gebiets, es verringert sich aber in gleichem Verhältnis die auswertbare und damit militärisch verwendbare Geländefläche. Weiter kommt noch dazu, daß hochgelegene Punkte die Stellungen verdecken. In einem Wald ist eine Batterie bei senkrechter Aufnahme nur schwer, bei schräger überhaupt nicht zu erkennen. Endlich ist man bei der schrägen Aufnahme mehr abhängig von Witterungsverhältnissen: Dunstschicht wirkt verschleiern auf die Platte und kann eine Aufnahme erschweren oder unmöglich machen, während zarte Nebel eine senkrechte Durchsicht immer noch gestatten. Auf die Stellung zur Sonne ist Rücksicht zu nehmen, was bei der senkrechten Aufnahme gleichgültig ist.

SENKRECHTE AUFNAHME. Für die allgemeinen Gelände- und Stellungsaufnahmen im Stellungskrieg kommt nur die senkrechte Photographie mittels der im Flugzeug aufgehängten Kammer in Betracht. Sie behebt die genannten Mißstände. Sie gibt ein maßstabgerechtes Bild, kann für kartographische Zwecke leichter und einfacher benutzt werden, ermöglicht eine rasche und einwandfreie Auswertung, ist für den Frontoffizier direkt verwendbar, gestattet das Aneinanderreihen zu einer photographischen Übersichtskarte, gibt von den Stellungen ein Maximum an Größe und Schärfe, ist also für die Aufnahmen von Einzelheiten das Gegebene.

BILDGERÄT. Die Anforderungen an das Bildgerät sind in dem vorhergehenden Abschnitt eingehend behandelt. Es sei hier nur kurz erwähnt:

Es ist sinnwidrig, einen Apparat prinzipiell als Universalkammer für die Lösung sämtlicher Aufgaben hinzustellen. Im Gegenteil wird man sich die verschiedenen

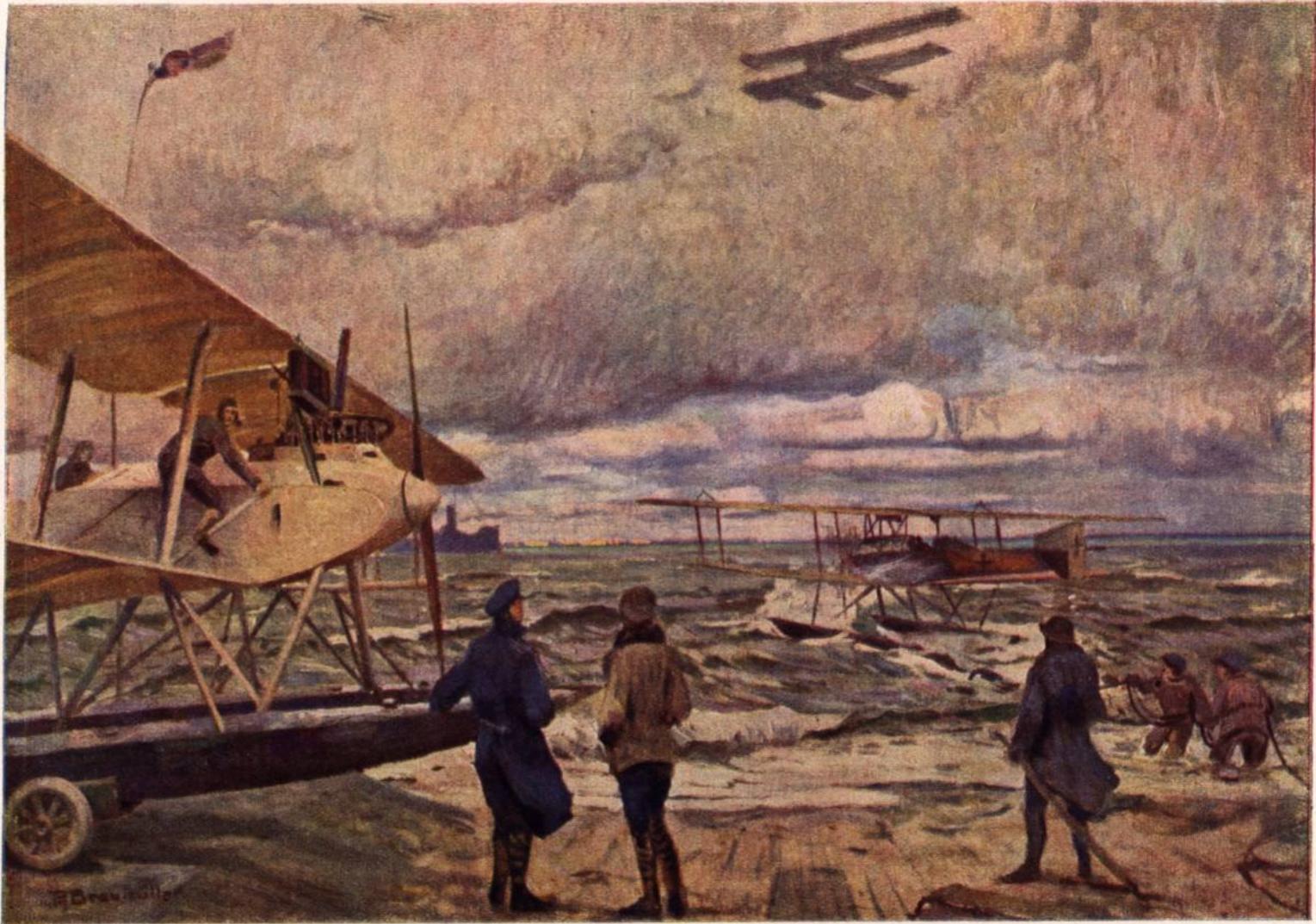
der Stellungssysteme nach Anlage und Verlauf, eine Klarlegung der rückwärtigen Anlagen, der vorbereiteten Reservestellungen, Artilleriegruppen, Lager für Truppen- und Materialunterbringung, der Lazarette und Flughäfen. Sie forderten weiter eine Überwachung der feindlichen Bahnhöfe und des gesamten Eisenbahnverkehrs. Nach Festlegung der Lage und Art dieser Bauanlagen war eine dauernde Überwachung der feindlichen Befestigungen erforderlich zur Prüfung, welche Veränderungen, Neubauten oder Abbrüche größeren Umfangs vorgenommen wurden, die auf Anlage neuer Stellungen, Truppenverschiebungen, Zusammenziehen von Kriegsmaterialien und Munition schließen ließen. Das Fliegerbild gab somit im Zusammenhang mit anderweitigen Meldungen die Grundlage für das Erkennen der feindlichen Absichten und damit auch für eigene Entschlüsse als Gegenmaßregel gegen das Vorhaben des Gegners. Alle die durch das Fliegerbild gefundenen Feststellungen wurden durch die Vermessungsabteilungen in Generalstabskarten niedergelegt.

DIE AUFGABEN FÜR DIE TRUPPEN. Die Truppe hat ein besonderes Interesse an der Erkennung der Verhältnisse in dem ihr gerade gegenüberliegenden Gebiet. Von Wichtigkeit war für die Infanterie die Klarlegung der Gelände-Verhältnisse und



Abbildung 3. Gelände südlich Lombardsyde (Brennweite 70 cm, Höhe 2800 m).
a) vorderste feindliche Linie; b) zweite feindliche Linie; c) Laufgraben; d) verfallene Gräben; e) Maschinengewehrstände; f) spanische Reiter; g) deutsches Drahtverhau.

Formationen, insonderheit des Vorgeländes — Gräben, Sümpfe, Überschwemmungen, Anhöhen, Hecken, Granattrichter. Sie verlangte weiter eine Klarstellung der Einzelheiten im Ausbau der feindlichen Stellungen, der Führung der Kampf- und Laufgräben, der Maschinengewehre und Minenwerfer, der hauptsächlichsten Unterstände für die Mannschaftsunterbringung. Die Artillerie wünschte Bilder von den feindlichen Artilleriezielen



Philipp Braumüller: Start eines Wasserflugzeuges in Wick auf Rügen

Zu Miethe-Ewald: Das Fliegerbild als Aufklärungsmittel



nach Lage und Art ihres Ausbaues, um danach die Bekämpfung anordnen zu können. Sie wünschte ferner Aufnahmen von beschossenen Stellungen zur Klarlegung des angerichteten Schadens. Für die Flieger waren die Bilder von Wert für die Orientierung im Gelände sowie für die Feststellung größerer Ziele für Bombenunternehmungen. Aus



Abbildung 4.

Gelände südlich Lombardsyde (Brennweite 70 cm, Höhe 3200 m)
a) Maschinengewehrstände zerstört.

der Aufzählung können wir erkennen, daß für die Truppe das Fliegerbild besonders im Stellungskriege von Wert war, wo es gerade darauf ankam, ein Bild von dem Ausbau der feindlichen Befestigungen im einzelnen, den Verstärkungen und dem Einbau neuer Kampfmittel einwandfrei zu erhalten, um die entsprechenden Gegenmaßregeln treffen zu können, zum Schutz der eigenen Anlagen und zur Bekämpfung und Unschädlichmachung der feindlichen. Und so läßt sich ergänzend zu den Bemerkungen über den Gebrauch der Kammern und Aufnahmearten im vorigen Abschnitt sagen: die kleinbrennweitige Kammer und schräge Aufnahme wird im allgemeinen am Platze sein für die Aufgaben der Truppenführung und des Bewegungskrieges, während für die Anforderungen der Truppe und für den Stellungskrieg die senkrechte Aufnahme und die großbrennweitige Kammer das Gegebene ist.

DER NUTZEN DES FLIEGERBILDES. Nach dem Vorstehenden ist der Nutzen, den das Fliegerbild im Gebrauch an der Front für die Truppe gehabt hat, in folgendem zu sehen:

a) Die Bilder geben eine Kenntnis des Vorgeländes und damit eine wesentliche Unterstützung des Erkundungsdienstes durch Patrouillen. Besonders Anfang 1915

geschah es häufig bei Überweisung von Fliegerbildern, daß es den Frontoffizieren wie Schuppen von den Augen fiel: „Also so sieht es aus“.

b) Die Bilder zeigen die feindlichen Befestigungen mit den Einzelheiten ihres Ausbaues und lassen die wichtigen und gefährlichen Punkte erkennen. Sie geben damit die Grundlage für die Bekämpfung der feindlichen Maßnahmen und für die Leitung des Artilleriefeuers auf die betreffenden Stellen.

c) Auf Grund der Fliegerbilder lassen sich Sonderpläne im großen Maßstabe mit Angabe der Geländeverhältnisse und Eintragung sämtlicher Befestigungsbauten im einzelnen anfertigen, die eine genaue Kenntnis des Stellungsabschnitts jedem Truppenoffizier und darüber hinaus jedem einzelnen Mann vermittelte.

d) Auf Grund dieser genauen Kenntnis des Vorgeländes und der vordersten Linien ließen sich für weitere Erkundung und Klarlegung von fraglichen Stellen zweckdienliche Patrouillengänge ansetzen und ihre Durchführung in erfolgversprechender Weise anordnen. Jedem Aufklärungsgang ging ein eingehendes Studium voraus, eine Bezeichnung der zu erkundenden Stelle, des einzuschlagenden Weges, der vorliegenden Hindernisse, wie Überschwemmungsflächen, Gräben und Sumpfgebiete, der schützenden Geländepunkte, wie Baumgruppen, Hecken, Wälle, verlassene Gräben, Granattrichter.

e) Die Bilder geben die Grundlage für die Vorbereitung eines Angriffs. Zusammen mit den sonstigen Erkundungen konnten die natürlichen und künstlichen Hindernisse im einzelnen festgestellt und der Angriff auf Grund dieses Wissens geführt werden, die Stoßtruppe für das Eindringen und die Eroberung der feindlichen Stellung an die geeignete Stelle angesetzt werden. Nach dem übereinstimmenden Urteil vieler Offiziere sind durch die aus den Fliegerbildern geschöpften Aufklärungen Verluste erspart worden.

f) Für die Artillerie kam es auf ein klares Erkennen des Ausbaues und der Lage der einzuschießenden Ziele an, die aus den Bildern ausgemessen werden konnten. Die Wirkung der Beschießung durch eigene Artillerie ließ sich aus den Bildern ohne weiteres ersehen.

g) Den Fliegerverbänden gaben die Bilder eine Übersicht über die feindlichen Flughäfen. Aus der Zahl der Hallen konnte im Zusammenhang mit den Feststellungen bei den täglichen Aufklärungsflügen eine Übersicht über die Zahl der gegenüberliegenden feindlichen Luftstreitkräfte gewonnen werden. Die Bilder gaben ferner Umfang und Lage von Zielen für Bombenunternehmungen, wie z. B. große Material- und Munitionslager. Aufnahmen nach dem Bombenflug gaben ein Bild von dem Ergebnis.

h) Endlich ermöglichten die Bilder eine Prüfung der eigenen Stellungen zur Deckung gegen Fliegersicht. Sie gaben ferner eine Grundlage für die Ausführung von Neuarbeiten, Stellungsbauten, Straßenverbindungen, Eisenbahnanlagen, Zufahrtswegen, Brücken und dergleichen. An zwei Beispielen sei der Nutzen der Fliegerbilder für Truppen und Truppenführung dargestellt:

Bild 3 und 4 zeigen die Befestigungen beim Dorfe Lombardsyde. In der feindlichen Stellung fallen Maschinengewehrstände an ihrem vorspringenden Ausbau auf. Gelegentlich eines Patrouillenunternehmens wurden diese gefährlichen Punkte im besonderen mit Artilleriefeuer belegt und, wie Bild 4 zeigt, vollständig zerstört. So gelang es, den Angriff, der dem Gegner neben blutigen Verlusten etwa ein Dutzend Gefangener und mehrere Maschinengewehre kostete, ohne Verluste auf unserer Seite durchzuführen.

Während der großen Flandernoffensive im Jahre 1917 lag die Befürchtung nahe, daß der Gegner versuchen würde, von seinen Stellungen auf dem östlichen Yserufer an der Küste einen Vorstoß gegen unsere U-Boot-Basis in Ostende und Zeebrügge

zu unternehmen. Nach Angriff der 3. Marine-Division wurde der Feind auf das westliche Yserufer zurückgeworfen. Er gab aber deswegen seine Offensivabsichten keineswegs auf. Im Gegenteil wurde aus den Fliegerbildern beobachtet, daß er weiter südlich bei der Stadt Nieuport sehr starke Artillerie zusammenzog, weiter hier neue Brückenstege über die Yser erbaute.



Abbildung 5. Schleusen von Nieuport. a) Schleuse durch Artillerietreffer beschädigt.

Im rückwärtigen Gelände wurden zahlreiche neue Truppen- und Materialenlager sowie Eisenbahnanlagen beobachtet. Endlich konnte noch weiter rückwärts auf französischem Gebiet ein Infanterie-Übungswerk festgestellt werden, das eine große Ähnlichkeit mit unserer eigenen Stellung bei Lombardsyde hatte. Aus allen diesen Beobachtungen lag der Schluß nahe, daß der Gegner einen Vorstoß von Nieuport gegen Lombardsyde vorbereitete, der ihn bei Gelingen wieder in den Besitz der verlorenen Stellungen an der Küste gebracht hätte. Die Gegenmaßregel war sehr einfach und bestand darin, daß das Aufmarschgelände vor unseren Stellungen unter Wasser gesetzt wurde. Bei dem Schleusenbassin von Nieuport (vgl. Übersichtskarte) strömen



Abbildung 6. Schleusen von Nieuport. a) Schleuse gedichtet. Neubau eines Dammes.

drei eingedeichte Schifffahrtskanäle und drei nicht eingedeichte Entwässerungskanäle zusammen, die also, wenn ihnen Hochwasser vom Meere aus zufließt, vollaufen und überfluten müssen. Bild 5 zeigt nun die Beschädigung der nördlichsten Schleuse durch Artillerietreffer, das Einströmen des Hochwassers und die beginnende Überflutung des Geländes.

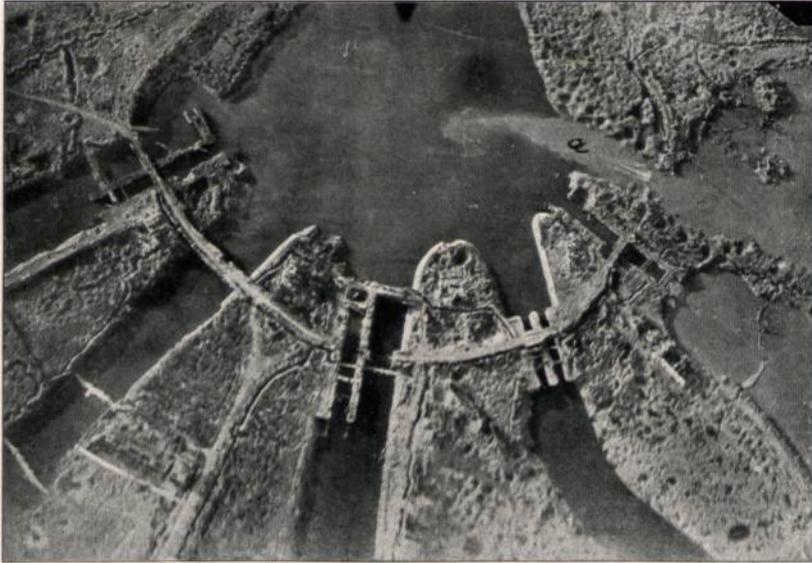


Abbildung 7. Schleusen von Nieuport. a) Schleuse und Damm zerstört.

Auf Bild 6 hat der Gegner, um dieses zu verhindern, die Schleuse abgedichtet und außerdem einen Schutzdamm gebaut. Nach Feststellung durch das Fliegerbild wurde sofort wieder durch 28-cm-Haubitzen mit Fliegerbeobachtung auf die Schleuse eingeschossen. Das Bild 7 zeigt den Erfolg: Schleuse und Damm sind vollständig zerstört, und durch das etwa 30 m breite Loch strömt bei beginnender Ebbe das mit Schlamm und Trümmern durch-

mischte Wasser zum Meere zurück. Bild 8 gibt endlich eine Aufnahme des Stellungsgebietes nördlich Nieuport bei Hochwasser. Das ganze Gelände ist vollständig überschwemmt, von den Stellungen ragen nur noch die obersten Kämme heraus. So wurde die Ausführung einer Offensive unmöglich gemacht.

3. DAS LESEN DES FLIEGERBILDES

FLIEGERBILD UND KARTE.

Das Fliegerbild hat den großen

Wert der Anschaulichkeit und Lebendigkeit, die Karte den der Genauigkeit. Die Karte

gibt die Geländeverhältnisse in einem bestimmten Zustand, also z. B. einen Flußlauf oder ein Niederungsgebiet bei mittlerem Wasserstand, und läßt den Wechsel zwischen Hoch- und Niedrigwasser, zwischen Überschwemmung und Trockenheit nicht erkennen. Sie muß dauernd auf dem laufenden gehalten und berichtigt werden, und so kommt es häufig vor, daß Neuanlagen und Veränderungen auf



Abb. 8. Schrägaufnahme vom Gelände zwischen Nieuport und Lombardsyde.

der Karte nicht enthalten sind. Der Kartograph ist für seine Darstellung an schematische Signaturen gebunden, woran auch der Maßstab der Karte nichts ändert. Das Fliegerbild gibt stets den wirklichen Zustand zur Zeit der Aufnahme, d. h. das Gelände ist in seiner Wirklichkeit mit allen augenblicklichen Zufälligkeiten — Wasserstand, Überschwemmung — wiedergegeben. Die Darstellung geschieht in voller Anschaulichkeit.

Das Lesen des Fliegerbildes bereitet zunächst große Schwierigkeiten. Durch das Kartenlesen sind wir an die schematische Darstellung gewöhnt, und die Lebendigkeit des Bildes, die Auszeichnung jeder Einzelheit verwirrt durch die Fülle der Erscheinungen. Im Felde geschah es anfangs sehr häufig, daß Truppenoffiziere die Fliegerbilder bedauernd ablehnten, weil sie damit nichts anzufangen, nichts darauf zu finden vermochten. Die charakteristischen Kennzeichen und Unterscheidungsmerkmale für das Gelände selbst, für Feld, Wiese, Wald, für die Kunstbauten der Kanäle, Eisenbahnen, Straßen, der Siedlungen und Häuser müssen erkannt werden in ihrem ganz anderen Aussehen gegenüber den Stellungsbauten der Befestigungsanlagen.

KENNZEICHEN DES GELÄNDES. Das Gelände kennzeichnet sich als ein mehr oder weniger regelmäßiges Netz von rechteckigen, trapezförmigen oder vielgestaltigen Flächen der Felder mit ihren Trennungslinien an Feldrainen, Hecken und Gräben. Daneben stehen die geschlossenen Flächen der Wälder oder die zusammenhangslosen Einzelkuppen von Höhen, wie besonders im Dünengebiet. Diese Flächen werden durchschnitten durch die scharfe Linie der Kunstbauten, weiß herausleuchtende Linien der Straßen, begleitet von den Schatten der Bäume, die grauen Linien der Eisenbahnen,



Abbildung 9. Gelände nordwestlich Dixmuiden. a) vorgeschobene Postenstände von Drahtverhau umgeben; b) Kernwerk der Befestigungsanlage; c) Maschinengewehrstand; d) Befestigungswerke einer zweiten Linie; e) Zugangsweg, wegen des hohen Wasserstandes als Damm im Zickzack ausgeführt; f) Oberflächenwege; g) zerschossene und aufgegebene Postenstände; h) Zugangsstraße.



Abbildung 10. Stellung nördlich Nieupoort (Brennweite 70 cm, Höhe 4200 m).
 aa, bb, cc) Infanteriestellungen der feindlichen 3., 4. und 5. Linie; d) Infanteriewerk; e) Maschinengewehrstand und f) Unterstände in den alten Wällen des Forts Palingbrug; g) „Pulvermagazin“, Kommandeurstand; h) Laufgraben; i) verfallener Laufgraben; k) Straßendamm Nieupoort-Lombardsyde mit Splitterwehren, Lauf- und Fahrspuren auf der Straße; l) Förderbahn.

die ein charakteristisches Merkmal durch die weitgeschwungenen Kurven erhalten, endlich die breiten schwarzen Linien der Wasserläufe, zum Teil eingefasst von Straßen und Deichen. Bei den seit dem Frieden bestehenden Anlagen sind diese Linien wirkliche Grenzen für die Besitzeinteilung, d. h. die Gewanne und Felder hören hier auf. Bei den Kriegsanlagen, die nur nach Zweckmäßigkeit gründen und gemäß der militärischen Forderung errich-

tet worden sind, tritt die rücksichtslose Durchschneidung des Geländes und der Naturflächen auffallend heraus. Wasserflächen, Seen und Überschwemmungsgebiete sind an den zusammenhängenden, dunkelgefärbten Wasserflächen erkennbar, die nur zeitweilig durch Wellenlinien und helle Sonnenreflexe unterbrochen sind. Die Siedelungen sind erkennbar an der Häufung und dem mehr oder weniger regelmäßigen Verlauf der Straßenzüge, dann vor allem an den Häuserreihen mit ihren charakteristischen rechteckigen Hausformen, Dächern und dem begleitenden Schatten.

KENNZEICHEN DER INFANTERIESTELLUNGEN. Aus diesem natürlichen Flächennetz springen die scharfen, allein nach der militärischen Forderung geführten Linien der künstlichen Befestigungsanlagen heraus. In lang fortlaufenden Reihen ziehen sich die Linien der Infanterie-Stellungssysteme mit ihren Kampfgräben, Drahthindernissen, zuführenden Laufgräben, Unterständen und den weiteren Einzelheiten des Ausbaues hin.

Aufgesetzte Stellungen. Je nach dem Gelände, ob Niederungsgebiet oder Hoch-

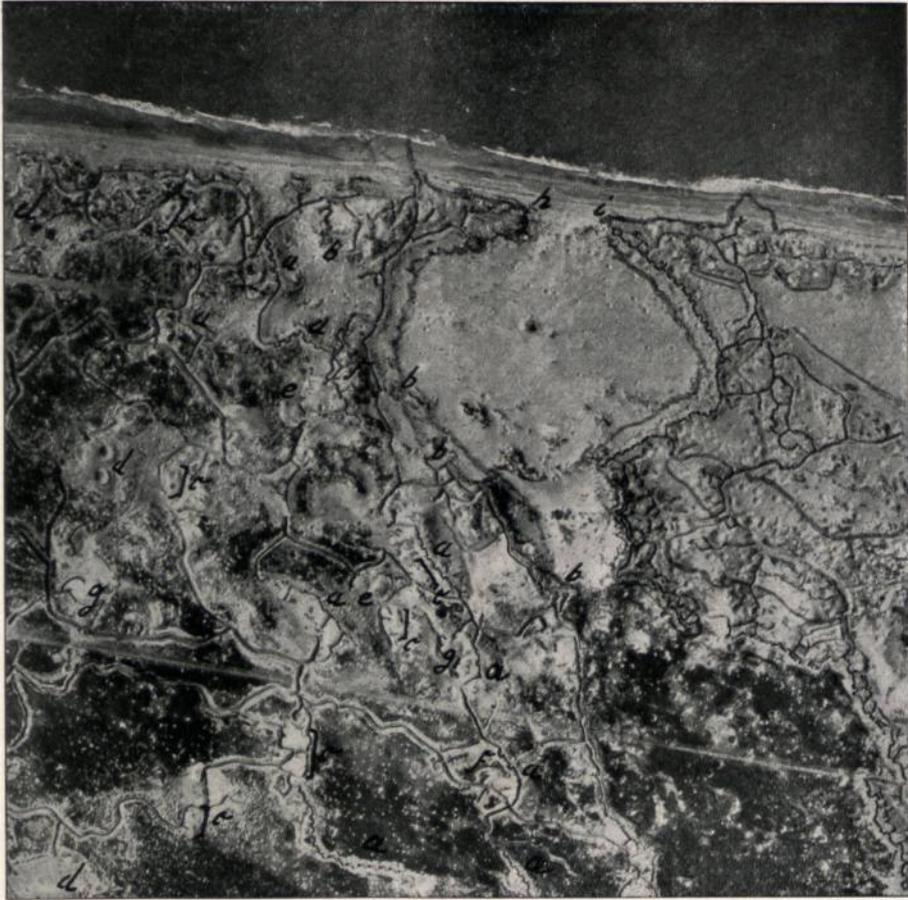


Abbildung 12. Stellung in den Dünen an der Ysermündung (Brennweite 70 cm, Höhe 3200 m). a) Kampfgraben der 2. und 3. Linie; b) Maschinengewehrstände; c) mittlere Minenwerfer; d) schwere Minenwerfer; e) Unterstände; f) Beobachtungsstände; g) Kommandeurstand; h) feindlicher Unteroffizierposten; i) deutscher Unteroffizierposten (rechter Flügelmann).

ermöge seiner hohen Lage das ganze Vorgelände gegen Norden beherrscht. Auf Bild 12 sind an diesen Merkmalen die einzelnen Kampfgrabenstücke der zweiten und dritten Linie zu erkennen, die in der Weise errichtet sind, daß sie, die dazwischenliegenden Kessel sowie die vorderste Linie überhöhend, das Vorgelände frontal und flankierend beherrschen.

Laufgräben. Die Laufgräben sind in geschützter Lage in langen Linien mit einzelnen Schulterwehren, in der Regel aber in Zickzack- oder Schlangenform ausgeführt, wie es Bild 10 bei h zeigt, wo der Laufgraben im Schutze eines alten Dammes geführt ist. Der Zugang zu den vorderen Linien ist dadurch gegen Einsehen und Einschießen gesichert. Oberflächenwege erkennt man an den mehr oder weniger breiten, unbestimmt im Gelände verlaufenden Linien, die von dem niedergetretenen Erdreich herrühren. Bild 10 zeigt deutlich Fahrspuren auf der Straße Lombardsyde—Nieuport. Die Straße stieß frontal auf unsere Stellungen, konnte also in ihrem ganzen Verlauf eingesehen werden. Um einen gesicherten Zugang zu ermöglichen, waren auf dem Damm kleine Erdwerke in versetzter Anordnung errichtet, um die sich nun der Fahr-

erkennen wir eine eingeweitere vorgeschobene Posten, die aber durch unsere Artillerie zerschossen und vom Gegner aufgegeben sind.

Eingeschnittene Stellung. Eingeschnittene Stellungen werden in hochgelegenen Gebieten angelegt, wo niedriger Grundwasserstand ein tiefes Eingraben der Befestigungen ermöglicht, also im besonderen auf Anhöhen. Bild 11 zeigt die charakteristische Mäanderlinie des in dem hohen Deich eingeschnittenen

Kampfgrabens mit seinen Schulterwehren, der



Abbildung 13. Stellungen an der Ysermündung.
a) Gasminenwerferstellungen; b) Infanteriestellung; c) Laufgraben;
d) Maschinengewehrstand.

Brückenstege. In dem sumpfigen Niederungsgebiet war zur Verbindung der Stellungen untereinander die Ausführung von Holzstegen etwa von 50 bis 100 m Breite erforderlich, die sich im Bilde als scharfe weiße Linien im Gelände markieren. Bild 1 und 2 zeigen besonders deutlich diese gleichmäßig breiten Stege. Die weißen Linien sind ohne weiteres als Brücken zu deuten.

Förderbahnen. Ähnlich wie die Stege und Straßen kennzeichnen sich die Förderbahnen. Die Linien sind nur breiter, alle scharfen Ecken sind vermieden, dafür geschwun-

gene Kurven ausgeführt. Bei Aufnahmen mit großbrennweitigen Kammern sind auch die einzelnen Schwellen an den kleinen Schatten in den regelmäßigen Abständen erkennbar (vgl. Bild 10 die weiße Linie l, die sich neben dem Laufgraben h und hinter der dritten Linie a hinzieht, desgleichen erscheint auf Bild 11 südlich vom Laufgraben bei l die graue Linie eines Bahngleises).

Rückwärtige Stellungen. Hinter der vordersten Linie waren in Abständen von einigen Kilometern die rückwärtigen Stellungen errichtet als langdurchlaufende Linien oder als geschlossene Stützpunkte, die durch einzelne Erdwerke verbunden waren. Der Ausbau erfolgte analog dem dervorderen Linie: breite und hohe Brustwehren mit Schulterwehren dahinter, breites festes Drahtverhau in ein- und mehrfacher Anordnung (bis zu sechs Linien wurden gezählt). Hinter den Stellungen waren Unterstände (häufig in Beton) errichtet. Die



Abbildung 14.

Erdaufnahme einer Gasminenwerferstellung.

Verbindungswege waren durch Laufgräben und im Sumpfgebiet durch Holzstege vorgehen.

Gasminenwerfer. Zum Schluß seien einige besondere Kampfmittel erwähnt. Im Jahre 1917 wurden die ersten größeren Gasminenwerferanlagen beobachtet, vgl. Bild 13 und 14. Die Gasminenmörser wurden in kurzen Grabenstücken oder auch in langen Reihen in die Erde gebettet, so daß sie kaum aus derselben emporragten. Sie waren an ihrem unteren Ende mit Zündungsplatte versehen und konnten somit durch elektrischen Kontakt auf einmal zum Abschluß gebracht werden. Im Fliegerbild kennzeichnen sich die Gasminenfelder durch das aufgewühlte und daher hell erscheinende Erdreich, das mit den kleinen schwarzen Strichen der Gräben durchsetzt ist. Die Felder sind sehr leicht gegen das Erkennen zu decken. Sie erheben sich kaum über den Erdboden, folglich wird es ausgeschlossen sein, die Neuarbeiten vom Graben aus zu entdecken. Gegen Fliegererkundung dient das Einpassen in ein Gras- oder Heidefeld. Ein Drahtmaschennetz, mit Rupfen in der Farbe der Umgebung bespannt, wird die Anlage gänzlich der Aufmerksamkeit entziehen.

Tanks. Bild 15 endlich zeigt einen englischen Tankhafen. Es fällt zunächst das in breiten Streifen und Flächen zerrissene Gelände auf, das von der Fortbewegung dieser Kriegsmaschinen verursacht wird. Die Tanks selbst kennzeichnen sich als kleine Rechtecke. Bei genauerem Zusehen erscheinen oben und unten wie Ohren die Enden des Getriebewerkes. Einige Schuppen sind auf dem Bilde erkennbar, die den Tanks als Unterschlupf dienen.

KENNZEICHEN DER ARTILLERIESTELLUNGEN. Der kilometerlang sich erstreckende Verlauf der Infanterielinien ist nicht zu verbergen. Die künstliche Anlage durchschneidet zu scharf das Gelände und fällt in dem natürlichen Netz unbedingt heraus. Schwieriger wird das Auswerten der Artilleriestellungen. Hier handelt es sich um Einzelwerke, die immer nur einen kleinen Umfang haben, durch geschickte Ausnutzung des Geländes gut verdeckt werden können und daher im Bilde leicht zu übersehen sind.

KENNZEICHEN DER STELLUNGEN. **Bauwerke.** Die charakteristischen Merkmale der Artilleriestellungen liegen zunächst in den Bauwerken selbst. Durch sie entsteht mitten in der Natur eine fremde Form, die sich von dem umgebenden Gelände durch ihre Gestalt und Färbung heraushebt. In der Natur gibt es nichts Regelmäßiges, und deshalb wird jedes Gebilde in streng geometrischer Form als Fremdkörper



Abbildung 15. Englischer Tankhafen. a) Tanks; b) Zelte.



Abb. 16. Boulogne sur mer (Brennweite 70 cm, Höhe 4000 m). a) Küstenbatterie zu 4 Geschützen.

Fliegersicht, und zwar herrschte hierin bei Freund und Feind eine göttliche Sorglosigkeit. Die regelmäßig sich wiederholenden Betonbauten und die Panzerkuppeln der einzelnen Geschütze verraten die Stellung ohne weiteres. So zeigt Bild 16 trotz einer Aufnahmehöhe von 4000 m deutlich die vier in regelmäßigen Zwischenräumen angeordneten Geschützstände der Batterie de la tour d'Odre bei Boulogne sur mer, in denen sogar die Geschützrohre zu erkennen sind. Nördlich und südlich sind Beobachtungsstellen vorgesehen, hinter der Batterie erhebt sich die große Masse einer Kasematte (Bem. auch auf den Straßen und am Strande den Menschen- und Wagenverkehr). Kommen hierzu noch – insbesondere während der Bauzeit – die gewaltigen Erdarbeiten, Zuführungsgleise, Eisenbahnwagen, Materialschuppen, Unterstands- und Bettungsbauten, so ist eine Anlage nicht zu verbergen, auch nicht wenn nach Fertigstellung das aufgeworfene Erdreich verkarrt und die Baustelle der Umgebung angepaßt ist (vgl. Bild 17).

Eisenbahngeschütze. Die Riesenanlagen der Eisenbahn-Geschützstellungen (Bild 18) sind nicht zu verbergen. Die großen Erdbewegungen, die frei im Gelände endigenden Gleise, die kreisrunde Form der Drehscheiben oder die Erdwerke am Geschützstand selbst, eventuell die Eisenbahnwagen, Munitionsstapel, Unterstände usw. zeigen die Stellung mehr als deutlich.

Landbatterien. Bei den Landbatterien wurden anfangs im Jahre 1915 die Geschützstellungen als offene nebeneinanderliegende Erdwerke ausgeführt, die dann später durch Zweige und Hecken verdeckt wurden. Sie liegen unvermittelt im Gelände und fallen durch ihre Massenhaftigkeit heraus (vgl. Bild 19). Bemerke dazu den Verkehr, insonderheit die kleinen Fußpfade, die von der Batteriestellung zu den kleinen Munitionsunterständen führen. 1916 wird die geschlossene Anlage größtenteils bei-

empfundener und fällt sofort auf. Noch schlimmer wird es, wenn diese Bauwerke in denselben Formen sich wiederholen oder gar in gleichen regelmäßigen Zwischenräumen angeordnet sind.

Küstenbatterien. Unter diesen Gesichtspunkten erheben die Anlagen der Küstenbatterien keinen Anspruch auf Deckung gegen

behalten, die einzelnen Stände aber durch Beton überdeckt. Auf Bild 20 sind bei a die Betonbauten der Geschützstände mit den Ausschußöffnungen und den dazwischenliegenden Mannschafts- und Munitionsunterständen deutlich erkennbar. Die mittleren Flachfeuergeschütze wurden mehr in verstreuter Anlage in einzelnen überschütteten Werken untergebracht. 1917 legte der Gegner größeres Gewicht auf starke Betonmassen und besonders sichere Überdeckungen zum Schutz gegen Beschießung als auf eine Verschleierung gegen Fliegersicht (vgl. auf Bild 21 besonders die mächtig sich heraushebenden Stände für die mittleren und schweren Geschütze).

Flakbatterie. Die Batterie zur Fliegerabwehr verraten sich durch ihren offenen kreisrunden Stand — hervorgerufen durch das infolge des drehbaren Lafettenschwanzes aufgewühlte Erdreich — mit dem schwarzen Punkt des Geschützes in der Mitte (vgl. Bild 22 bei a). In späterer Zeit wurden die Flakstände gleichfalls überdeckt ausgeführt, so daß nur die kreisrunde Ausschußöffnung in dem Bilde sichtbar bleibt (vgl. Bild 21 bei e).

Scheinbatterie. Für die Scheinbatterien gilt das Umgekehrte wie für die besetzten Batterien. Sie sollen erkannt werden. Es muß aber dabei in geschickter Weise vorgegangen werden, daß eine allzu große Absichtlichkeit vermieden wird. Bild 23 zeigt bei c3 und 2 sauber und korrekt ausgeführte Stände mit Ausschußöffnungen, die gleichsam wie auf dem Präsentierteller dargeboten werden. Das Bild zeigt aber keinerlei Unterstände oder Verkehrsspuren, die auf eine besetzte Anlage schließen lassen könnte, und gerade die Offensichtlichkeit weckt den Argwohn.

Verkehrsspuren. Neben den Bauwerken selbst sind die Verkehrsspuren das

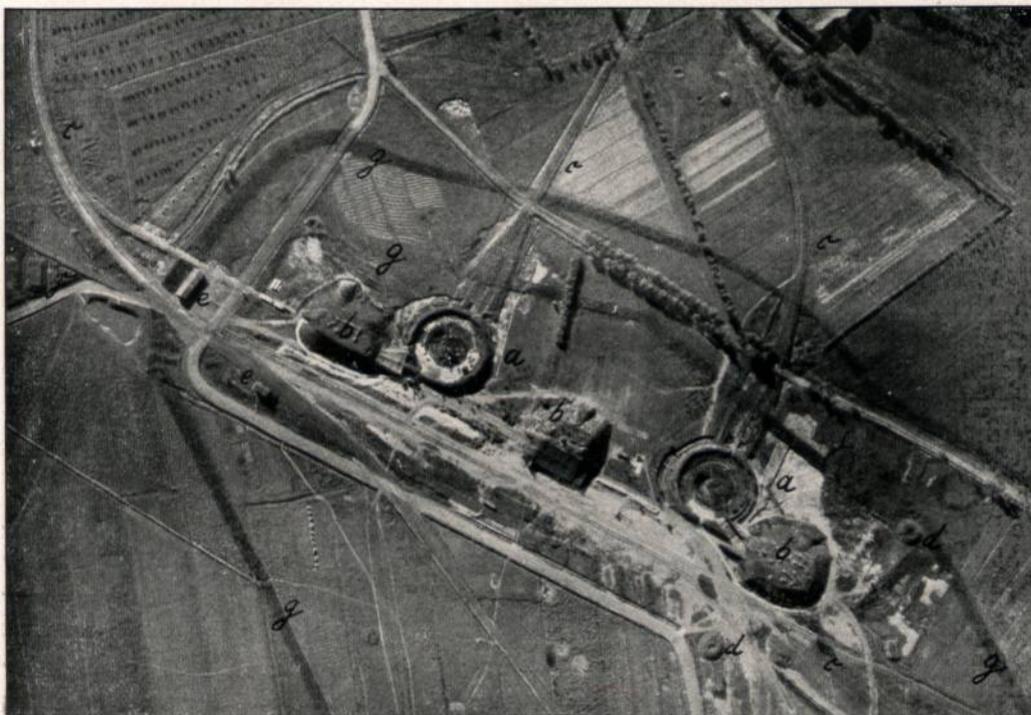


Abbildung 17. Batterie Deutschland bei Ostende (Brennweite 25 cm, Höhe 700 m). a) 2 Stände für 38-cm-Geschütze; b) Unterstände; c) Zuführungsgleise; d) Maschinengewehrstände für Flugabwehr; e) Baracken; f) Munitionsschuppen; g) Drahtverhau.

allergefährlichste Kennzeichen von besetzten Stellungen und führen mit Sicherheit zur Entdeckung. Gerade hierin ist durch Sorglosigkeit ungemein gesündigt worden. Auf Bild 20 braucht man nur von der Straße die abzweigenden Verkehrsspuren zu verfolgen, um auf die bequemste Weise zu jeder einzelnen Batterie geführt zu werden. Bem. vornehmlich die abzweigenden Verkehrsspuren, die genau bis zu den einzelnen Stellungen führen und diese unterstreichen. Diese Gefahr wurde besonders groß,

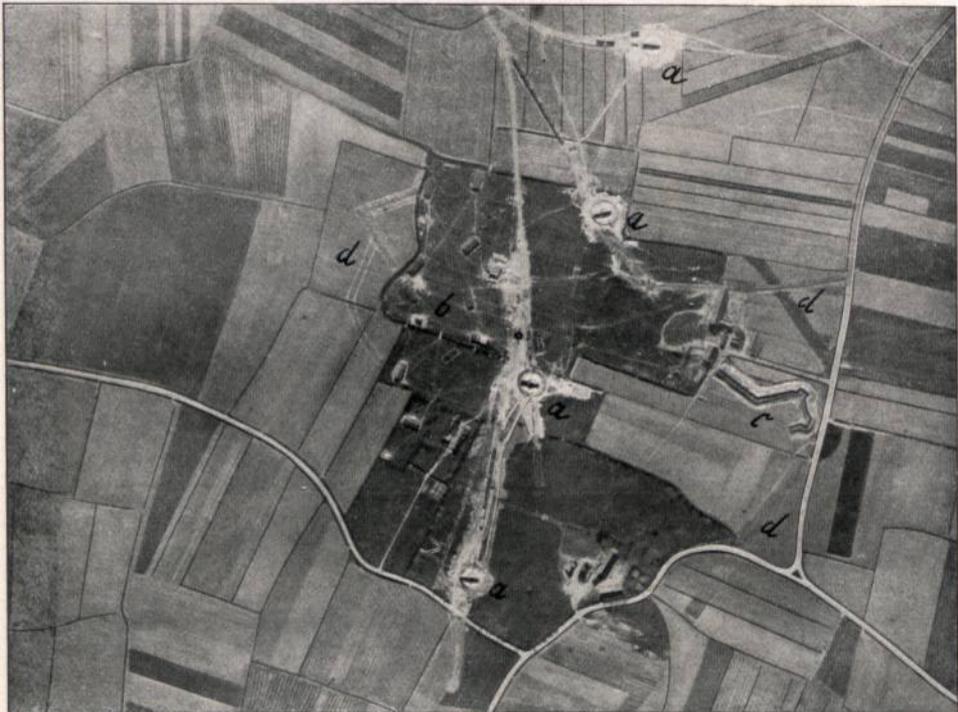


Abbildung 18. Batterie Hessen bei Blankenberghe (Brennweite 25 cm, Höhe 1500 m).
a) Geschützstände; b) Baracken; c) Infanteriewerk; d) Drahtverhau.

wenn Neuschnee gefallen war. Sehr scharf heben sich die Verkehrsspuren zu und hinter den besetzten Stellungen ab (vgl. Bild 23).

Neubauten. Während der Bauzeit ist eine Batteriestellung am allerwenigsten zu verbergen. Die plötzlich neu im Gelände erscheinenden Bauwerke, das aufgewühlte Erdreich, Materialanhäufungen, Zufahrtswege und dergleichen geben eine neue Stellung lange vor Fertigstellung und Befestigung bekannt. So kennzeichnen sich auf Bild 22 bei b und desgleichen auf Bild 24 bei b die neuen Stellungen vor allem durch die große Baustelle mit den breiten Fahrspuren. Und ein Vergleich mit älteren Aufnahmen läßt ohne weiteres die neu errichteten Geschützstände entdecken.

Blenden. Die Blenden vor den Geschützstellungen (Bild 24 bei b) tun das Übrige. Sie sind zum Schutze gegen Grabenbeobachtung errichtet und leisten für diese Zwecke auch gute Dienste. Im Fliegerbild aber schaden sie durchaus. Durch die starke Schattenwirkung und durch ihre unvermittelte Lage im freien Feld erregen sie die Aufmerksamkeit ganz besonders.

DIE DECKUNG DER STELLUNGEN GEGEN FLIEGERSICHT. Überdeckungen. Die Deckung der Artilleriestellungen gegen Fliegersicht gewann im Laufe des Feld-

zuges erhöhte Bedeutung. Der Wert eines Geschützes und vornehmlich der der Bedienung war so groß, daß man zu ihrem Schutze keine Mühe scheuen durfte. Und man hatte es allmählich zu einer Kunstfertigkeit gebracht, durch alle möglichen raffinierten Kunstgriffe die Stellungen gegen das Auffinden im Fliegerbild zu verschleiern. Es ist hierbei darauf zu achten, daß das Deckungsmaterial der Umgebung angepaßt ist, und daß ferner die gewählte Form nicht irgendwie auffällig sich hervorhebt. Es ist nicht angängig, in einem hellen Dünenfeld ein dunkles Leinentuch, in einem Schlammgelände ein wiesenfarbenedes Material zu benutzen. Desgleichen ist es fehlerhaft, die Überdeckung in regelmäßiger rechteckiger oder runder Form anzuordnen. Es kommt bei der Deckung gegen Fliegersicht nicht darauf an, die Stellung dem Auge zu verbergen, sondern die Täuschung ist erforderlich, daß überhaupt eine Bauanlage ausgeführt ist. Deshalb ist auch besonders darauf Bedacht zu nehmen, daß die Verkehrsspuren gut überdeckt sind. Die beste Verschleierung hat keinen Wert, wenn durch die Trampel- und Fahrwege das Auge zu der Stellung hingelenkt wird. Diese sind also gleichfalls zu verdecken, und ferner ist darauf zu achten, daß der ganze Verkehr am Geschützstand selbst sich unter der Überdeckung, nicht außerhalb



Abbildung 19. Gelände südwestlich Dixmuiden (Brennweite 50 cm, Höhe 2600 m).
 a) Batteriestellungen für Feldkanonen; b) Munitionsunterstände. Bem. die Infanterie-Reservestellung, die geschlossenen Stützpunkte im Anschluß an das Gehöft und das Drahtverhau vor der Linie.

abspielt. Bild 26 zeigt eine gute Überdeckungsart. Die Stellung ist durch ein 200 m langes und 12 m breites Werk aus Erdreich überdeckt, das sich nur wenig vom Erdboden abhebt. Es läßt nicht ohne weiteres eine Batteriestellung vermuten und bereitet auch der Beobachtung beim Einschießen erhebliche Schwierigkeiten. Aber bei der Bauausführung ist sehr sorglos verfahren. Der Neubau war lange bekannt, wie die frühere Aufnahme (Bild 25) es zeigt, und die spätere Überdeckung hat keinen großen Nutzen mehr. Die Deckung der Verkehrsspuren durch dieses Werk ist sehr gut erreicht.

Stellungen im freien Gelände. Aus der vorstehenden Überlegung ergibt sich, daß es ungemein schwierig ist, Batteriestellungen im freien Gelände durch Überdeckung unkenntlich zu machen, d. h. sich ganz genau dem Muster der unmittelbaren Umgebung anzupassen. Man wird deshalb besser zu anderen Hilfsmitteln greifen.

Auseinanderziehen der Geschützstände zu einer zerstreuten Anlage. Die Verschleierung im freien Gelände wird wesentlich erleichtert durch Auseinanderziehen der Geschützstände und Überdeckung jedes einzelnen für sich. Bild 27 gibt eine vorzügliche Ausführung. Die einzelnen Bauwerke sind der Umgebung in Farbe und Form sehr glücklich angepaßt, Schattenwirkung tritt durch Überleitung aller hoch-



Abbildung 20. Gelände südlich Oostkerke (Brennweite 50 cm, Höhe 3600 m). a) Stellungen für Feldkanonen; b) Stellungen für mittlere Flachfeuergeschütze; c) Befehlsstelle; d) Infanterie-Reservestellungen.

stehenden Kanten gar nicht auf, die Verkehrsspuren sind vermutlich durch Streuen von Asche oder Schlacke so gut wie ganz beseitigt. Das Bild gibt auch eine vorzügliche Anlage einer Scheinbatterie. Stellung c ist als Bauwerk in Farbe und Form gut erkennbar, doch ist eine absichtliche Offensichtlichkeit vermieden. Auch die Verkehrsspuren sind in gleich geschickter Weise vorgetäuscht.

Anlage innerhalb von Infanteriestellungen. Auf Bild 28 war die Infanterie-Reservestellung seit langem bekannt. Kein Mensch wird innerhalb dieser Linie ohne weiteres eine neue Batterie vermuten. Erst genaues Durchmustern läßt die Unterschiede an der Bauausführung erkennen: an Stelle der charakteristischen Grabenlinie mit den Schulterwehren erscheint plötzlich bei a eine kompakte Masse und Unterstände, und eine Untersuchung mit einer Lupe läßt auch Ausschußöffnungen erkennen.

Ausnutzung von Bauwerken, Ruinen, Häusern. Weiter finden sich im Gelände stets Möglichkeiten aller Art — Bauwerke, Steinhäufen, Häuser, Ruinen usw. —, die als unauffällige Anlage

von Geschützständen benutzt werden können. Eine Nachhilfe mit Überdeckungsmaterial vollendet dann die Täuschung. So zeigt Bild 29 mächtige Ziegelhaufen, die schon seit der Friedenszeit hier standen. Sie wurden für die Aufstellung von zwei 28-cm-Haubitzen benutzt. In a ist an den Ziegelhaufen eine offene Betonstellung angebaut und durch Fliegernetz überdeckt. Die Verlängerung fällt bei Aufnahmen aus großer Höhe — Bild 29 gibt die Stellung im Maßstab 1:2000 wieder — keineswegs auf. Noch besser ist Stellung b in überdeckter Anlage im Ziegelhaufen selbst angeordnet. Bild 30 gibt die Stellung einer 10,5-cm-Batterie in mustergültiger Aus-



Abbildung 21. Gelände westlich Nieuport-Bad (Brennweite 70 cm, Höhe 3500 m). a) 2 Stände für 23,5-cm-Langrohrkanonen; b) mittlere Flachfeuerbatterie; c) 2 Geschützstände einer mittleren Steilfeuerbatterie (gut überdeckt); d) Feldkanonenstellung; e) 2 Flakgeschütze; f) Unterstände; g) eine lange Reihe von Unterständen im Schutze des Straßendamms; h) Infanterie-Reservestellung; i) Drahtverhau; k) Küstenbefestigung; l) Scheinwerferanlage; m) Soldatenfriedhof.



Abbildung 22. Gelände westlich Dixmuiden (Brennweite 50 cm, Höhe 2500 m). a) Flakbatterie; b) Stellung im Bau; c) Stellung für mittlere Stelfeuergeschütze. Bem. die stark ausgebauten Infanterie-Reservestellung, die, aus einzelnen geschlossenen Stützpunkten bestehend, im Anschluß an die Gehöfte errichtet sind. Doppelte Drahtverhaulinien umgeben die Stellungen.

führung unter Ausnutzung eines Bauernhofes. Die Betonstände erscheinen ganz unauffällig wie ein paar Schuppen, bei denen nur durch Vergleich mit früheren Bildern festgestellt werden kann, ob sie neu oder noch im Frieden errichtet worden sind. Besonders zu beachten ist die geschickte Anlage der künstlichen Blende vor der Stellung. Sie hebt sich nicht durch gerade Begrenzung und langen Schatten heraus, sondern sieht durchaus wie eine natürlich gewachsene Hecke aus. Bild 49 gibt die Stellung eines weit zurückliegenden schweren Flachbahngeschützes. Die Stellung zeigt nichts Besonderes, abgesehen von dem etwas starken Verkehr, der aber bei dem Bauernhof nichts Auffälliges hat. Das Geschütz ist in dem Bretterschuppen aufgestellt und wurde durch genaue Anschnitte des Artillerie-Meßtrupps erkannt (siehe unten). Sehr törichterweise wurde aber vom Gegner etwa 1 km weiter südlich genau die gleiche Anlage geschaffen, noch dazu mit einer auffälligen Gleiskurve. Die Wiederholung führte natürlich sofort zur Entdeckung des neuen Geschützes, lange bevor es zu feuern anfing.

Ausnutzung des Geländes. Geschickte Ausnutzung des Geländes ist das A und O jeder Deckung gegen Fliegersicht. Ein eingehendes Vorstudium vor Baubeginn an

Ort und Stelle, ein offenes Auge hierbei, eine Prüfung und häufige Kontrolle werden in der besten und einfachsten Weise zum Ziele führen. Das folgende Bild zeigt, welche guten Möglichkeiten z. B. das Düngelände mit seinen vielen Erhebungen und Senkungen, unregelmäßigen Linien und Flächen und Farbenunterschieden der Deckung gegen Fliegersicht bietet. Erforderlich ist nur geschickte Ausnutzung. In ganz vorzüglicher Weise ist dieses auf Bild 31 geschehen. Die Batterie a ist überaus geschickt in die Erhebungen und Senkungen des Geländes eingebaut, so daß nach Form und Farbe im Fliegerbild nichts zu erkennen ist. Das Förderbahngleis hinter der Stellung ist durch Sand abgedeckt.

Einnebeln der Batterien. Das Einnebeln hat mit der Deckung gegen Fliegersicht nichts zu tun. Es hat die Aufgabe, bekannte Stellungen während des eigenen Feuerns und während der Beschießung durch den Gegner der Sicht zu entziehen, teils um das Mündungsfeuer zu verdecken, teils um das Einsehen und Einschießen zu erschweren. Bild 32 zeigt, daß ein gut verteiltes Einnebeln durch Nebeltöpfe oder durch Abbrennen von Holz- und Reisighaufen eine Stellung gegen Beschießung völlig deckt.

Artilleriewirkung. Von der Wirkung der Beschießung durch die Artillerie, wie sie sich auf den Fliegeraufnahmen feststellen läßt, sei als Beispiel Bild 33 c—d gegeben. In den Dünen westlich von Nieuport war ein schweres feindliches Geschütz festgestellt worden. Es wurde eingeschossen, und die Aufnahme (Bild 33a) eine Stunde nach der Beschießung zeigte, daß die Treffer vorzüglich lagen, zum Teil mitten auf der Decke der Unterstände. Das Kaliber (15-cm-Haubitzen) war aber zu schwach, so daß die Decke nicht durchschlagen wurde. Es wurde darauf ein neues Einschießen



Abbildung 23. Stellung westlich Pervijze (Brennweite 30 cm, Höhe 2500 m). a) Besetzte Stellungen für Feldkanonen; b) verlassene Stellungen; c) Scheinstellungen; d) Stellung im Bau; e) Infanterie-Reservestellung.

mit 21-cm-Mörsern angesetzt, die zu einer Zerstörung der Stellung führte. Bild 33b zeigt den völligen Umbau der Batterie zu einer hakenförmigen Gestalt. Durch eine weitere Beschießung mit 28-cm-Flachbahngeschützen wurde wiederum eine Beschädigung der Stellung erzielt, die zu einem neuen Umbau führte. Die Unterstände sind ver-



Abbildung 24. Gelände südlich Nieuport (Brennweite 50 cm, Höhe 3000 m). a) Besetzte Batterie-stellungen für Feldkanonen; b) Stellungen im Bau; c) Infanterie-Hauptstellung am Eisenbahndamm Nieuport-Dixmuiden; d) Infanterie-Reservestellung; e) Stützpunkt; f) Brückenstege.

stärkt ausgebaut und überdeckt, die Schießscharte bedeutend vergrößert (Bild 33c). Es erfolgte nunmehr eine Beschießung mit 15-cm-Kanonen, bei der es der geschickten Leitung des Feuers vom Flugzeug gelang, einen Volltreffer zu erzielen, der zu einer Explosion und völligen Zerstörung der Batterie führte. Das Bild (33d) bestätigt die Flugzeugbeobachtung. Wir erkennen hinter dem alten Geschützstand ein Fliegernetz zur Abdeckung der Baustelle und können daraus auf die Vornahme neuer Wiederherstellungsarbeiten schließen. Diese sind dann auch tatsächlich erfolgt.

DIE FERNAUFKLÄRUNG. Die Aufgaben der Fernaufklärung lagen wesentlich anders als die der Erkundung im vorderen Kampfgebiet. Es konnte sich hier nicht mehr um eine fortdauernde, täglich oder wöchentlich wiederholte und lückenlos durch-

geführte Überwachung des gesamten Gebietes handeln. Wie im Bewegungskrieg, tritt hier wieder mehr die Sichterkundung hervor. Der Beobachter muß sehen, was er photographiert, und er bringt seine Meldung in Gestalt der Aufnahme. Durch diese Überwachung wurden allmählich das Ferngebiet und damit die vornehmlich wichtigen Punkte bekannt, die nun im besonderen überwacht wurden. Überprüfung und Vergleich mit früheren Aufnahmen führten zur Feststellung der Veränderungen und Neuerscheinungen. Während die Aufnahme aus dem vorderen Kampfgebiet in erster Linie für die Truppe von Wert ist, ist die Fernaufklärung ausschließlich von Interesse für die Truppenführung.

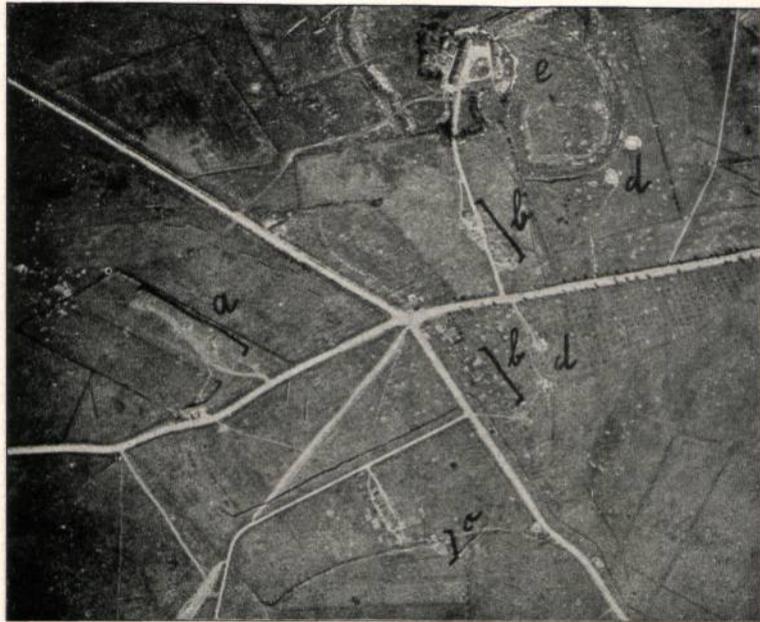


Abbildung 25. Gelände nördlich Oostkerke. a) Batterie im Bau; b) Batterie-stellung für Feldkanonen; c) Einzelstellungen; d) Betonunterstände; e) Befestigtes Gehöft.

Es war von größter Wichtigkeit, die Vorbereitungen des Gegners in dem weit zurückliegenden Gebiet kennenzulernen, Truppenansammlungen, Materialanhäufungen, Größe der Flugplätze festzustellen, die Eisenbahnlinien, Bestellung der Bahnhöfe, Belegung der Häfen, den Transport und Güterverkehr zu überwachen. Aus allen diesen Feststellungen ließen sich Rückschlüsse auf die Absichten der feindlichen Heeresleitungen, auf Offensiv- oder Defensivvorbereitungen gewinnen, und die entsprechenden Gegenmaßnahmen konnten getroffen werden. Da es sich hierbei weniger um die Aufnahme von Einzelheiten, sondern um die Festlegung großer Massen handelt, so genügten für die Fernaufklärung Bilder in



Abbildung 26. Gelände nördlich Oostkerke. a) Batteriestellung überdeckt. Bemerkte die vorgesezte Blende rechts der Straße.

der Eisenbahnlinien, Bestellung der Bahnhöfe, Belegung der Häfen, den Transport und Güterverkehr zu überwachen. Aus allen diesen Feststellungen ließen sich Rückschlüsse auf die Absichten der feindlichen Heeresleitungen, auf Offensiv- oder Defensivvorbereitungen gewinnen, und die entsprechenden Gegenmaßnahmen konnten getroffen werden. Da es sich hierbei weniger um die Aufnahme von Einzelheiten, sondern um die Festlegung großer Massen handelt, so genügten für die Fernaufklärung Bilder in



Abbildung 27. Gelände südwestlich Dixmuiden (Brennweite 70 cm, Höhe 3300 m). a) Feldkanonenstellung; b) Einzelne Stände für schwere Geschütze, weit auseinandergezogen; c) Scheinstellung; d) Stellungen im Bau; e) Infanterie-Reservestellung mit Betonunterständen.

kleinem Maßstab, d. h. die Anwendung von kleinbrennweitigen Kammern ist hierfür das Gegebene, und auch die Schrägaufnahme wird mit Erfolg angewendet werden können.

Truppenlager. Nächstliegendes Interesse war, ein Bild zu bekommen über die ungefähre Stärke der feindlichen Streitkräfte, das sich aus den Aufnahmen von den Truppenlagern gewinnen ließ. Bild 34 zeigt ein englisches Truppenlager bei Vlamerthinge westlich Ypern. Wir erkennen die regelmäßigen, dicht an der Straße gereihten Rechtecke der Baracken, daneben einzelne kleinere Zelte. Sehr zahlreiche Truppenansammlungen sind in den kleinen schwarzen Punkten zu erkennen und lassen auf eine dichte Belegung des Lagers schließen. Auf der Straße herrscht starker Fahrverkehr, desgleichen sieht man im Lager viele Wagen und Lastautos, die an den kleinen Rechtecken zu erkennen sind, zum Teil mit weißen Planen überspannt. Der Nutzen der Flugzeugphotographie läßt sich auch an dieser Aufnahme dartun. Sie wurde im Jahre 1915, also zu einer Zeit, als die Bedeutung der Flugzeugphotographie noch nicht überall sich durchgerungen hatte, bei einem Aufklärungsflug am frühen



Abbildung 29. Stellung bei Slypebrug. a) und b) Stände für zwei 28-cm-Haubitzen.

Lagerplatz bei b. Zahlreiche Holzstapel sind aufgestellt, große Baracken dabei errichtet; ein reger Fahrverkehr ist bemerkbar. Bei a stehen wieder dicht nebeneinander die kleinen Rechtecke der Lastautomobile eines Wagenparks (vgl. auch Bild 34).

Zu beachten ist der Prahmverkehr auf dem Kanal Dünkirchen-Veurne mit den Ladestellen bei f. Kleine Eisenbahnwagen sind an diesen Punkten zu erkennen.

Die großen Materialienlager für den gesamten Nachschub ihres Flandernheeres hatte der Gegner zwischen den großen Hafenstädten Dünkirchen und Calais errichtet, Riesenanlagen, die eine Vorstellung davon geben, über welche gewaltigen Hilfsmittel er für Durchführung seiner Zwecke verfügte. Bild 38 gibt einen Ausschnitt von dem Riesenlager bei Audruicq. Wir erkennen die großen Gleisanlagen, die als Stichgleise von der Hauptbahn abzweigen und sich fächerförmig ausbreiten zu Güterabstellbahnhöfen. Auf Bild a stehen bei 1 13 große Gebäude (jedes über 100 m lang), bei 2 130 kleine Munitionsschuppen, jeder 10 m lang und 10 m breit. Bei einem Nachtunternehmen am 20./21. Juli 1916 wurden durch eine Fliegerabteilung hierher 752 kg Sprengstoff geworfen, die die völlige Vernichtung des Munitionslagers und der angrenzenden großen Güterschuppen und Bahnhofsanlagen sowie einer Reihe von Häusern und Gehöften zur Folge hatte. Die größtenteils

Bilde, wie frivol hier vorgegangen wurde, daß ein Lazarett mitten in diesen wichtigen militärischen Kampfbauten errichtet wurde. Oder aber es ist der Schluß zu ziehen, daß das Rote-Kreuz-Zeichen nicht den Tatsachen entspricht.

Pionierparks, Munitionslager, Wagenparks. Neben den Anlagen für die Truppenunterbringung ist die Ansammlung von Kriegsmaterial aller Art, Holzplätze, Pioniergerät, Munition usw., für die Truppenführung von Wichtigkeit. Bild 37 zeigt den Ort Adinkerke westlich Veurne mit einem großen



Abbildung 30. Gelände bei Lake. a) Stellung einer 10,5-cm-Kanonenbatterie.

zerstörte Fläche betrug allein etwa 42000 qm. Auf Bild 38b, das acht Tage nach dem Bombenflug aufgenommen ist, ist bei 5 eine neue Gleistracierung zu erkennen, ein Beweis für die völlige Zerstörung der früheren Anlage und ihre militärische Wichtigkeit.

Eisenbahnanlagen. Die großen Güterbahnhöfe wurden erstmalig im Frühjahr 1916 noch im kleinen Umfange beobachtet. Durch systematisch wiederholte Aufnahmen wurden alle Veränderungen, Neubauten und Vergrößerungen festgestellt. Damit wurde gleichzeitig eine Überwachung des Güterverkehrs und der Bahnhofsbestellung mit Eisenbahn- und Güterwagen durchgeführt. Aus der Vermehrung und Verminderung der Wagenzahl, ferner aus der Dichtigkeit der Zugfolge auf den Eisenbahnlinien ließen sich wiederum Rückschlüsse auf Maßnahmen des Gegners bei auffälligen Verstärkungen des Eisenbahnverkehrs, also auf eventuelle Truppenverschiebungen und Gütertransporte, ziehen.



Abbildung 31. Westende-Bad. a) Stellung einer 10,5-cm-Kanonenbatterie; b) Stellung einer 21-cm-Mörserbatterie.



Abbildung 32.

Einnebeln einer Batteriestellung.

Bild 39 zeigt einen Güterverschiebehof bei Boulogne sur mer, der mit zahlreichen Güterwagen bestückt ist. An dem Rauch sind fahrende Lokomotiven erkennbar. Daneben ist eine große Fabrikanlage erbaut.

Hafenverkehr, Schiffstypen. Neben der Überwachung des Eisenbahnverkehrs und der Bahnhofsbestellung ist ein weiteres wichtiges Moment für die Klarlegung der feindlichen Absichten die Kontrolle der feindlichen Häfen. Die eigent-

liche Seeaufklärung bietet im Vergleich zum Landkrieg nur wenige Aufgaben. Die Erkundung der Schifffahrtsverhältnisse, des Handelsverkehrs, der benutzten und verödeten Wasserstraßen, die Ansammlung feindlicher Seestreitkräfte wird in der Regel



Abbildung 33a. Gelände östlich Oost Duinkerke Bad. Umbauten einer Stellung für ein schweres Flachbahngeschütz nach den Beschießungen durch die deutsche Artillerie.

mit genügender Genauigkeit durch die Sichterkundung durchgeführt werden können. Bei dem raschen Wechsel der Schiffsbewegungen, besonders bei Gefechten, würde das Fliegerbild wegen Entwickeln der Platten, Fertigen der Abzüge usw. gegenüber der funkentelegraphischen Meldung viel zu lange Zeit beanspruchen, um noch mit Erfolg von der Flottenführung für ihre Operationen verwertet werden zu können. Für diese Zwecke kommt der Flugzeugphotographie nur der Wert der Ergänzung und Berichtigung für die direkte Meldung zu. Anders

aber ist es, wenn es sich um genaue Feststellungen nach Art und Zahl starker Schiffsansammlungen auf See und besonders im Hafen handelt. Wegen der raschen Fortbewegung im Flugzeug sind hier Irrtümer in den Angaben nicht ausgeschlossen, während das Fliegerbild einwandfreies und genau nachzuprüfendes Material ergibt.

Zur Erkennung der Schiffstypen ist die schräge Aufnahme besonders geeignet, weil sie die Schiffe schräg von oben gesehen mit ihren Ansichtsflächen gibt. Die senkrechte Aufnahme gibt eine Ansicht auf das Oberdeck mit sämtlichen Aufbauten und läßt, da sich der Maßstab des Bildes leicht berechnen läßt, ein Abgreifen von Länge und Breite der Schiffe und damit eine Berechnung der Tonnage zu. Die Silhouetten des Schattens der Schiffe im Wasser unterstützt die Auswertung. Bild 40 zeigt im Außenhafen und im Flutbassin je drei große Transportdampfer, außerdem mittlere und kleine Fracht-

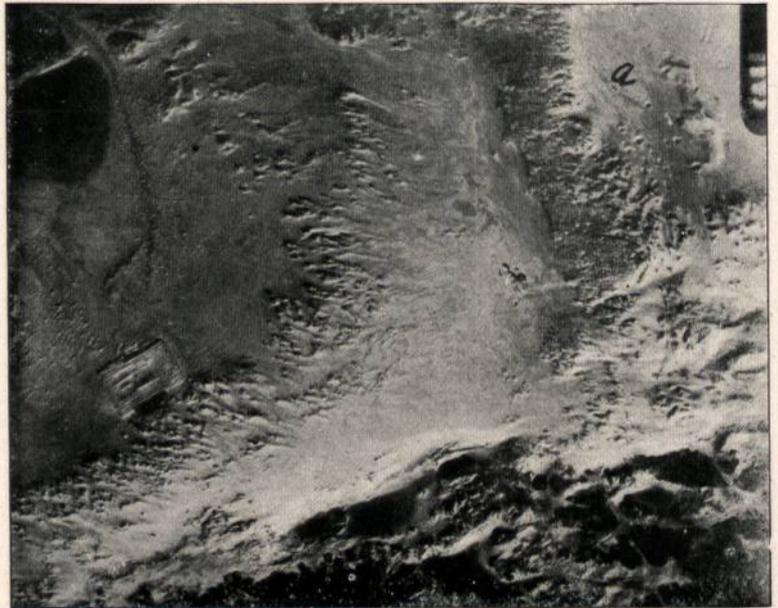


Abbildung 33b.

Gelände östlich Oost Duinkerke Bad.

dampfer, Minensucher, Torpedoboote, ein Schwimmdock und zahlreiche Leichter. Auf Bild 41 sind drei englische Monitore an ihrer breiten Bauart erkennbar. Eine genaue und planmäßig wiederholte Überwachung der Häfen läßt somit ein genaues Bild und weiter eine Statistik des Hafenverkehrs erreichen. Bild 40 zeigt ferner eine starke Belegung der Mole zwischen Außenhafen und Flutbassin mit Güterstapeln aller Art. Diese Feststellungen im Zusammenhang mit dem Schiffs- und Eisenbahnverkehr und der Materialienansammlung in den großen Güterbahnhöfen waren für die Beurteilung der Lage und Erkennung evtl. Offensivvorbereitungen des Gegners von Bedeutung.



Abbildung 33c.

Gelände östlich Oost Duinkerke Bad.

Auf dem Bilde von Boulogne sind weiter die Güterlade- und Entladevorrichtungen zu erkennen, man bemerke die Krane am Schatten sowie den Schwimmkran, ferner die Eisenbahnanschlußgleise an den Quais sowie den Hafenbahnhof und die Güterschuppen auf der Mole.



Abbildung 33d.

Gelände östlich Oost Duinkerke Bad.

Einzelheiten der Hafenanlagen. Eine Überwachung der Werft- und Dockanlagen (vgl. Bild 40 Werft m und Schwimmdock k) gibt eine Klarlegung, ob und welche Zahl von Schiffen der Gegner im Bau hat. Von besonderem Wert werden diese Feststellungen nach Seegefechten sein, weil dadurch ein Überblick über die Beschädigungen gewonnen werden kann. Die Feststellung aller dieser Einzelheiten ist von Wert, um ein genaues Bild von den feindlichen Hafenanlagen zu erhalten und damit die Grundlagen für

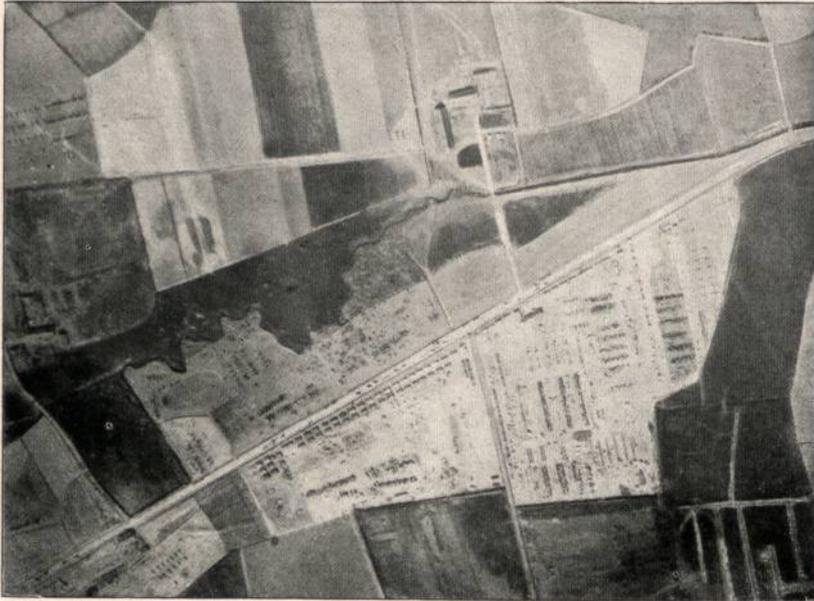


Abbildung 34. Englischcs Lager bei Vlamerdinge westlich Ypern.

Erkennung von Veränderungen und Neuanlagen.

Hafenpläne. Die einzelnen senkrechten Aufnahmen lassen sich zu photographischen Übersichtskarten zusammensetzen, die damit genaue Hafenpläne ergeben, wie sie den wirklichen Verhältnissen entsprechen. So gibt Bild 41 einen Übersichtsplan von Stadt und Hafen Dünkirchen. Ein Vergleich mit der vorgefundenen französischen Generalstabskarte ergab, daß auf dieser der ganze

nordwestliche Teil der Hafenbecken noch nicht enthalten war, so daß auf Grund der Fliegerbilder neue, berichtigte Zeichnungen angefertigt werden mußten.

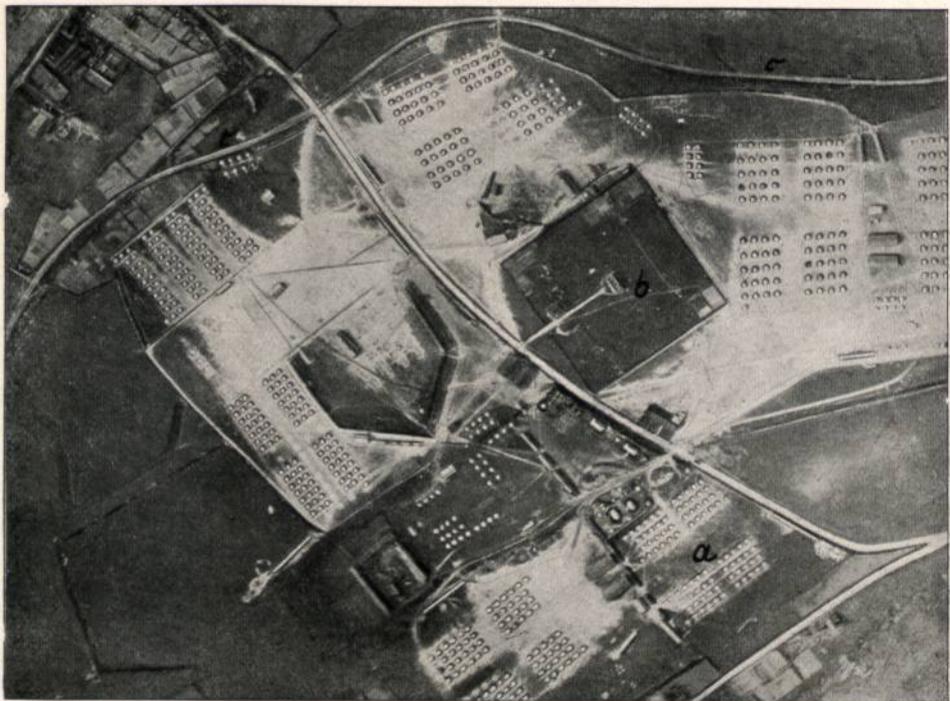


Abbildung 35. Englischcs Zeltlager südlich Boulogne sur mer. a) Abgebrochene Zelte; b) Funkentelegraphische Großstation; c) Kleinbahn.

Linie während des Gefechts zu erhalten, um auf Grund dieser Kenntnis die erforderlichen Maßnahmen treffen zu können. In dem gewaltigen Artilleriekampf des Vorbereitungs- und Vernichtungsfeuers und andererseits des Sperrfeuers fallen bald sämtliche üblichen Meldemittel aus: die Telephonleitungen sind zerschossen, Meldegänger können die Feuerglocke nicht durchlaufen, außerdem würde diese Vermittlung zu lange dauern, die Leucht- und Blinkzeichen können den Rauch, Staub und evtl. künstlichen Nebel nicht mehr durchdringen. Da bleibt dann als einzige zuverlässige Erkundungsmöglichkeit der Infanterieflieger, der, nicht gebunden an den Ort, das ganze



Abbildung 37. Adinkerke (Brennweite 70 cm, Höhe 3600 m). a) Wagenpark; b) Holzstapel; c) Baracken; d) Infanterie-Übungswerk; e) Friedhof. Bemerke den Prahmverkehr auf den Kanälen mit den Ladestellen bei f!

Schlachtfeld überfliegen und überwachen kann. Seine Aufgabe lag zunächst darin, die Lage der vordersten Linie genau festzustellen. Es konnte dieses geschehen durch niedriges Überfliegen, um so Uniform, Lage der Gewehrläufe usw. erkennen zu können. Ein sicheres Hilfsmittel waren aber weiße und rote Tücher (je nach dem Untergrund), die auf ein Zeichen des Infanteriefliegers von der Grabenbesatzung ausgelegt wurden und durch ihren Verlauf die vorderste Linie (vgl. Bild 46) klarlegten. Die Meldung geschah durch Einskizzieren der Stellung in eine Generalstabskarte, die beim Divisionsgefechtsstand durch Meldetasche angeworfen wurde, oder durch photographische Aufnahme, die, beschleunigt entwickelt, der Truppenführung, dem Divisions- und Artilleriekommandeur überbracht wurde. Ferner war es erforderlich, eine Verbindung zwischen der Truppe und der Truppenführung herzustellen und bestimmte Meldungen

über Halten der Linie, Eindringen des Feindes und Anforderungen auf Verlegen des Artilleriefeuers zu übermitteln. Auch diese Aufgabe wurde durch ausgelegte Tuchzeichen gelöst, die vom Infanterieflyger beobachtet und durch Funkentelegraphie weitergegeben wurden. Umgekehrt wurde die Befehlsübermittlung von der Führung zur Truppe in der Weise hergestellt, daß vom Infanterieflyger durch Rauchpatronen schriftliche Befehle in die vordersten Stellungen geschossen und hier von der Besatzung aufgenommen wurden. Daß es in den letzten gewaltigen Offensivkämpfen mehrfach gelungen war, abgeschnittenen Truppenteilen Proviant und Munition durch die Flyger zuzuführen, und diesen dadurch die Möglichkeit gegeben wurde, auszuhalten und beim Gegenstoß erfolgreich wieder in den Kampf einzugreifen, sei nur nebenbei erwähnt.

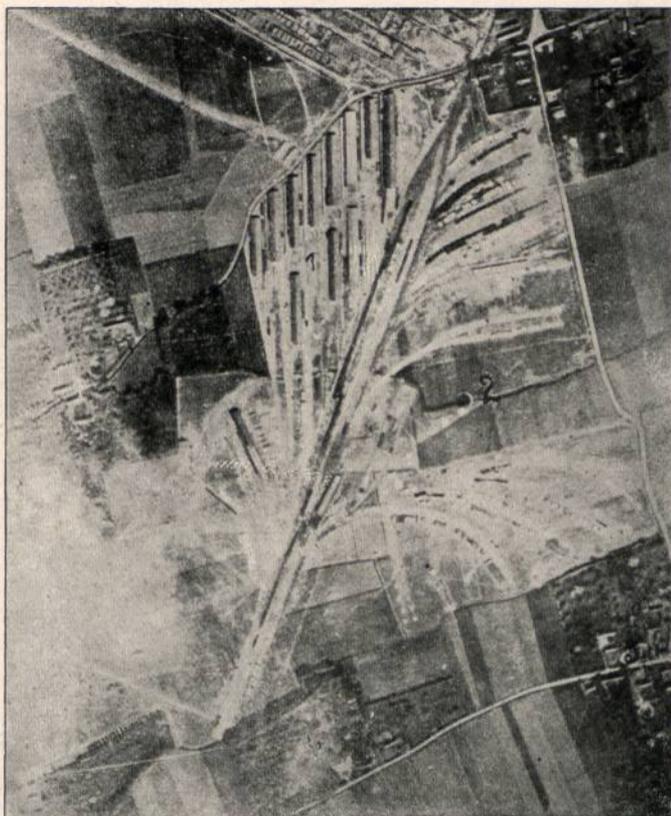


Abbildung 38a. Lager von Audruicq. 1) 15 große Baracken; 2) 130 kleine Munitionsschuppen; 3) 20 Häuser völlig niedergebrannt; 4) 16 Häuser zerstört; 5) Neubauten von Gleistracierungen. 8 Tage nach dem Bombenflug entstanden. Vergl. auch Abbildung 38b.

Eine weitere Aufgabe erwuchs dem Infanterieflyger endlich in der Aufklärung und photographischen Aufnahme des vordersten Trichtergeländes. Die Entwicklung der Kampfweise mit der gewaltigen Artillerievorbereitung und Sperrfeuergegenwirkung hatte es mit sich gebracht, daß die beiden feindlichen Hauptkampflinien in größeren Abständen voneinander lagen und zwischen beiden ein „Niemandland“ sich ausdehnte, dessen Granattrichter von vorgeschobenen Posten, Feldwachen usw. besetzt waren, deren Aufgabe es war, einen Angriff in seinem ersten Ansturm zu brechen. Auf jeden Fall war es von Wert, über die Verhältnisse, Trichterbesetzungen, Unterstandsanlagen in diesem neutralen Gebiete gut unterrichtet zu sein. Aufnahmen aus großer Höhe gaben dieses von Granateinschlägen zerwühlte Gelände nur als gleichförmige graue Fläche wieder, und nur großmaßstäbliche Aufnahmen aus niedriger Höhe ließen hier die Einzelheiten in dem wünschenswerten Maße erkennen. Die Bilder 44 und 45 zeigen die beiden feindlichen Linien südlich von Lombardsyde und Unterstände im Houthoulsterwald, vor dessen Eingängen auch Soldaten zu erkennen sind; bei a steht ein Soldat auf der Unterstandsdecke und schwenkt seine Mütze. Gleichzeitig geben die Bilder einen Überblick über die Geländebeziehungen und eine Vorstellung, was unsere Kameraden im Schlamm von Flandern während der Offensive 1917 ausgehalten haben.

4. DIE SYSTEMATISCHE ERKUNDUNG

Die Zielerkundung, d. h. die Feststellung von Einzelheiten, Aufklärung bestimmter Befestigungsanlagen, Klarlegung des Ergebnisses der Bekämpfung von Artilleriezielen war die nächstliegende Aufgabe der photographischen Erkundung. Bald ließ sich aber vom Flugzeug aus nicht mehr übersehen, ob und welche Neuarbeiten vorgenommen waren, und es stellte sich als Unmöglichkeit heraus, daß der Beobachter nur die von ihm erkannten Neuerscheinungen im Bilde festhielt.



Abbildung 38b.

Lager von Audruicq.

So erweiterte sich die Aufgabe der Flugzeugphotographie, die Zielerkundung blieb Sonderaufträgen vorbehalten, und die wichtigste Aufgabe wurde die lückenlos durchgeführte Aufnahme eines ganzen Gebietes. Das Gelände wurde planmäßig mit Bildern belegt und dieses Material in häuslicher Arbeit durchmustert, mit früheren Aufnahmen verglichen und danach Feststellungen der Veränderungserscheinungen innerhalb des ganzen Gebietes gemacht. Man bezeichnet schlechtweg „die Lage als nicht geklärt“, wenn ein Gelände 8 bis 14 Tage nicht aufgenommen war. Die-

ses planmäßige Verfahren kam auch den Anforderungen der Truppe entgegen. Es war für diese naturgemäß im Gebrauch der Fliegerbilder von Bedeutung, ihren gesamten Kampfabschnitt, also z. B. einen Regimentsabschnitt oder den Raum einer feindlichen Artilleriegruppe in neuen Aufnahmen geschlossen zur Verfügung zu erhalten.

PHOTOGRAPHISCHE ÜBERSICHTSKARTEN. Die planmäßige Aufklärung eines gesamten Gebietes hatte aber noch einen besonderen Vorteil. Sie wurde durchgeführt durch senkrechte Aufnahmen in der Weise, daß das ganze Gelände mit Bildern belegt wurde, die sich gegenseitig zum Teil überdeckten. Da sie aus annähernd gleicher Höhe und mit gleicher Brennweite aufgenommen waren, waren sie auch im Maßstab gleich und konnten zu einer photographischen Übersichtskarte aneinandergereiht werden. Diese „Lagenbilder“ hatten nicht den Wert einer Karte im Sinne einer topographi-

schen Messung, wohl aber den Wert der Anschaulichkeit und Lebendigkeit. Beide Karten waren nebeneinander zu verwenden, sie ergänzten sich gegenseitig. Wenn die Karte die schematische Übersicht und die maßstäbliche Richtigkeit gab und für das Ausmessen und das Artillerieschießen benutzt wurde, gab das Lagenbild die wirklich im Augenblick vorliegenden Verhältnisse. Man konnte augenscheinlich (nicht durch schematische Signaturen) die Geländeverhältnisse erkennen: Sumpf- und Überschwemmungsgebiet nach Ausdehnung und Art, Größe und Tiefe der Wasserflächen, Breite der Wasserarme, Überflutung der Gräben, Trichterfelder, stark zerschossenes Gelände, Unwegsamkeit der Straßen, Art und Ausbau der Befestigungen usw.

LAGENBILDER. Für die Truppe waren diese „Lagenbilder“ von Vorteil wegen der Übersichtlichkeit und der zusammenhängenden Darstellung, die ihr den ganzen Abschnitt in einem Bilde und (mit angenäherter Genauigkeit) in einem bequemen Maßstab gab. Sie bedeuteten eine wesentliche Erleichterung, sich im Gelände zurechtzufinden und einzelne neue Bilder in ihrer Umgebung einzupassen. So wurden die Lagenbilder für Ansetzen und Durchführung von Patrouillen-Unternehmungen benutzt und desgleichen für Vorbereitung eines Angriffs, indem sie für die Infanterie die Wege des Stoßtrupps, für die Artillerie die Lage der wichtigsten Ziele für die Bekämpfung im zusammenhängenden Übersichtsbilde zeigten. Auch für Erkundungszwecke der Artillerie, Benützung bei der Feststellung feindlicher Batterien auf Beobachtung und beim Meßtrupp waren die Karten von Wert.

LUFTBILDKARTEN. Aus diesen Zusammenstellungen einzelner Lagenabschnitte entwickelte sich in systematischer Ausgestaltung das „Geländebild“ oder die „Luftbildkarte“. Diese photographischen Übersichtsbilder wurden planmäßig nach dem Kilometernetz der Artillerieskarte im Maßstab 1:20000 bis 1:10000 zusammengesetzt, in der Weise, daß die einzelnen Aufnahmen mittels des Vergrößerungsapparates auf den gewünschten Maßstab reduziert wurden. Sie gaben von den vordersten eigenen Linien bis weit in das zurückliegende Gebiet hinein ein anschauliches Bild und dienten vor allem dem Ge-



Abbildung 39. Boulogne sur mer (Brennweite 70 cm, Höhe 4000 m).
 a) Verschiebebahnhof; b) Lokomotivschuppen mit Drehscheibe, c) Fabrikanlage;
 d) „Les Marchandises“, große Güterhallen.



Abbildung 40. Boulogne sur mer (Brennweite 70 cm, Höhe 4000 m).
 Schiffsbelegung: Im Außenhafen. a) 3 große Transportdampfer; b) mittlerer Frachtdampfer; c) Fischdampfer (Minensucher); d) Leichter; e) Torpedoboote; f) Kohlendampfer; g) Schwimmkran.
 Im Fluthafen. h) 3 große Transportdampfer; i) mittlerer Frachtdampfer; k) Schwimmdock; l) Hafenbahnhof; m) kleine Werft; n) Kran. (Bemerke den Schatten!)

brauch der Truppenführung (Bild 47).

LICHTDRUCKVERVIELFÄLTIGUNG. Die Art der Benutzung machte eine Ausgabe in größerer Zahl notwendig. Dies ließ sich wegen der Kosten an Arbeit und Material unmöglich auf photographischem Wege durchführen, und es mußte ein einfaches und billiges Vervielfältigungsverfahren gefunden werden.

Hierbei wurde auf Vorschlag und mit Unterstützung von Geheimrat Professor Dr. Miethe von der Marine-Stabsbild-Abteilung des Marinekorps das Lichtdruckverfahren seit dem Frühjahr 1916 angewendet, das dann später auch allgemein durchgeführt wurde.

Es hat wegen Schnelligkeit und Billigkeit der Herstellung und der feinkörnigen Wiedergabe der photographischen Halbtöne die besten Dienste geleistet.

5. DIE AUSWERTUNG DES FLIEGERBILDES

HILFSMITTEL FÜR DIE AUSWERTUNG.

Als Hilfsmittel für die Auswertung kommt in erster Linie eine einfache scharfe Lupe mit drei- bis vierfacher Vergrößerung in Frage. Es sind im Laufe der Zeit eine Reihe weiterer Instrumente für die Auswertung herausgebracht worden, die einerseits die Betrachtung der Bilder mit beiden Augen zur Erhöhung der Plastik, andererseits eine stärkere Vergrößerung anstreben. Diese Geräte waren wohl in Spezialabteilungen und in der Hand des Fachmannes von großem Wert, für den allgemeinen Gebrauch waren sie nicht geeignet. Es ist zu beachten, daß die erstrebte „Plastik der Erscheinung“ nicht wirklich erreicht, sondern nur vorgetäuscht ist. Das Bild wird anschaulicher, weil wir es unserm natürlichen Sehen entsprechend mit beiden Augen betrachten. Die starke Vergrößerung hat den großen Nachteil, daß das Bildfeld entsprechend kleiner wird, und daß von Ungeübten vieles dadurch in das Bild hineingesehen wird, was gar nicht darin ist, daß z. B. ein harmloser Erdhaufen wegen der starken Vergrößerung als Batteriestellung angesprochen wurde.

STEREOSKOPISCHE UNTERSUCHUNG. Ein überaus wichtiges Hilfsmittel für

das Lesen des Fliegerbildes wurde dagegen in der stereoskopischen Untersuchung gefunden. Das Fliegerbild in der senkrechten Aufnahme gibt das Gelände in der Horizontalprojektion wie in einer Karte, d. h. in der Fläche wieder. Wir sind aber daran gewöhnt, die einzelnen Gegenstände, wie Häuser, Bäume, Hügel, in ihrer Ansichtsfläche zu sehen, und so bereitet das Fliegerbild bei der Betrachtung für das Erkennen der Einzelheiten Schwierigkeiten. Dazu kommt noch, daß die Aufnahmehöhen im Laufe des Feldzuges wuchsen. Infolge der feindlichen Gegenwirkung durch Flieger und Artilleriefeuer mußte eine größere Höhe aufgesucht werden, zuletzt bis über 7000 Meter — die Geländeformation, der Unterschied in den Erhebungen und Senkungen ist im Vergleich zu diesen gewaltigen Höhen nur gering. Die Schatten bieten nur einen notdürftigen Ersatz besonders für die Klarlegung eines welligen Geländes, des Übergangs von Mulden zu Hügeln. Hierfür und für ein genaues Erkennen der Befestigungsanlagen in ihren Einzelheiten wurde die stereoskopische Untersuchung das wichtigste Hilfsmittel.

Die stereoskopische Aufnahme wurde in der Weise ausgeführt, daß man bei den gewaltigen Höhen, denen gegenüber die militärischen Bauten verschwindend klein waren, zur Gewinnung einer ausreichenden Basis und damit einer guten stereoskopischen Wirkung die Fortbewegung des Flugzeuges ausnutzte. Man verfuhr in der Weise, daß man mittels der senk-



Abbildung 41. Übersichtsbild von dem Stadt- u. Hafengelände von Düнкirchen, zusammengestellt nach senkrechten Aufnahmen.

- a) Vorhafen; b) Bassin Freycinet und Handelshafen; c) Kriegshafen; d) Kriegshafen;
- e) Französische, und f) englische Wasserflugstation; g) Werft; h) 3 englische Monitore;
- i) Docks; k) Leuchtturm; l) Gasanstalt; m) Verschiebebahnhof; n) Barackenlager;
- o) Kaserne; p) Fabriken.

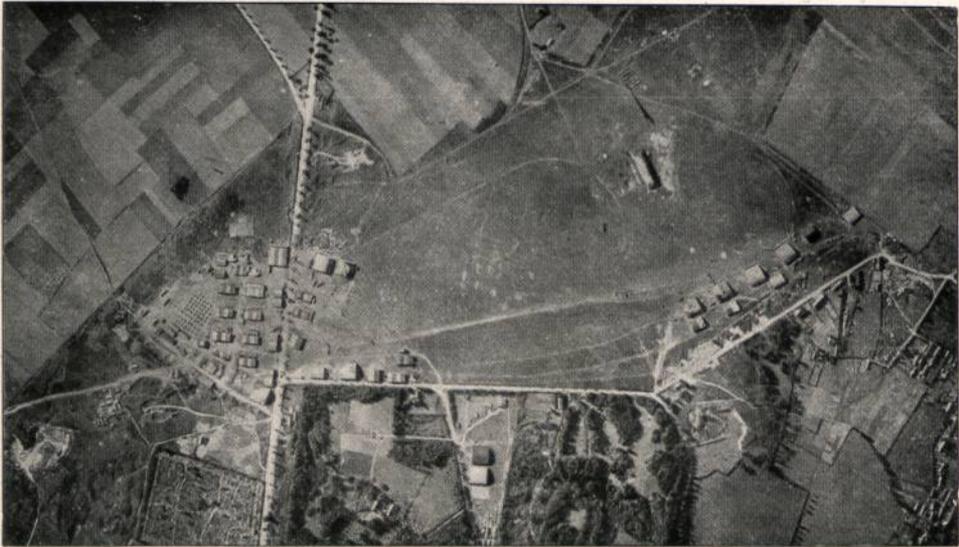


Abbildung 42.

Flugplatz Longueness bei St. Omer.

recht aufgehängten Kammer einen Punkt im Gelände aufnahm, sodann die Kassette wechselte, wobei das Flugzeug sich weiter vorwärts bewegte, und sodann die zweite Aufnahme machte. Man erhielt so zwei Bilder, die sich zum Teil überdeckten und in diesen identischen Teilen für die stereoskopische Betrachtung geeignet sind. Die Entfernungen, in denen die beiden Aufnahmen des Geländes beim Überfliegen hinter-

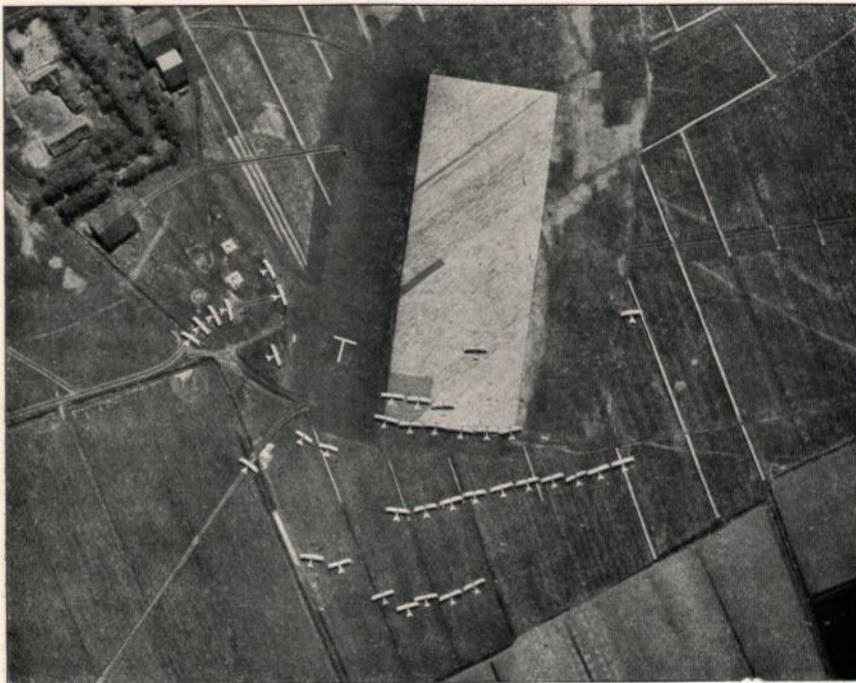


Abbildung 43.

Deutscher Flugplatz Ghistelles.

einander gemacht wurden, ist abhängig von der Höhe des Flugzeugs. Durch praktische Versuche hat sich herausgestellt, daß für ein gutes plastisches Erkennen etwa $\frac{1}{10}$ der Höhe als Basis erforderlich ist, d. h. bei 5000 m Aufnahmehöhe rund 500 m Basis. Es sei hierbei erwähnt, daß bei dieser großen Basis sich eine übertriebene Plastik ergibt, die aber für das Auswerten des Fliegerbildes

nur nutzbringend sein kann. — Die Betrachtung der Bilder geschieht in der Weise, daß man die beiden identischen Teile der Aufnahme, d. h. die, in denen sich die beiden Bilder überdecken, ausschneidet und so nebeneinander klebt, daß gleiche Gegenstände entsprechend dem Augenabstande nicht weiter als rund 65 mm voneinander entfernt sind, und daß sie auf gleicher Höhe liegen, weil sonst bei der wagerechten Stellung unserer Augen eine Verschmelzung der beiden Teilbilder zu einem plastischen nicht mehr erreicht werden kann. Für die stereoskopische Untersuchung ist jeder Betrachtungsapparat recht, so daß jedes Auge nur eine, und zwar die ihm



Abbildung 44. Deutsche und feindliche Stellung zwischen Lombardsyde und Nieuport.

entsprechende Aufnahme sieht. In einfachster Form kann man sich ein solches Instrument selbst herstellen, indem man zwei Linsen, etwa aus einem Operngucker, auf ein Brettchen entsprechend dem Augenabstand von 65 mm nebeneinander befestigt und der Bequemlichkeit wegen zwei Füße hinzufügt in einer Höhe, die der Brennweite der verwendeten Linsen entspricht. Durch dieses einfache Gerät — es bildete, nebenbei bemerkt, die Grundlage für die Ausführung des später in der ganzen Marine und Armee eingeführten Instruments — ist es möglich, stereoskopische Fliegerbilder von Punkt zu Punkt genau zu durchmustern. Der Nutzen des räumlichen Erkennens ist ohne weiteres klar. Es gibt eine Klarlegung der Geländegestaltung, der Bodenhebungen und Senkungen, des Reliefs der Landschaft. Es gibt ferner die Möglichkeit, die militärischen Bauten des Gegners im einzelnen festzustellen, also z. B. die Kampfgräben auf den Höhen, die Laufgräben geschützt in den Senkungen, Unterstände hinter Höhen gedeckt, Artilleriestellungen in ihrer Lage zu den natürlichen Deckungen usw. Auf Grund dieser Feststellungen ließen sich die notwendigen Maß-



Abbildung 45.

Houthouster Wald, Herbst 1917. a) und b) Unterstände.

regeln treffen, einen Angriff durch richtiges Einsetzen des Artilleriefeuers auf die als besonders wichtig erkannten Stellungen vorzubereiten und durch geeignete Ausnutzung der vorliegenden Verhältnisse durchzuführen. Als Beispiel wird in Bild 48 eine Teilansicht der Stadt Nieuport gegeben.

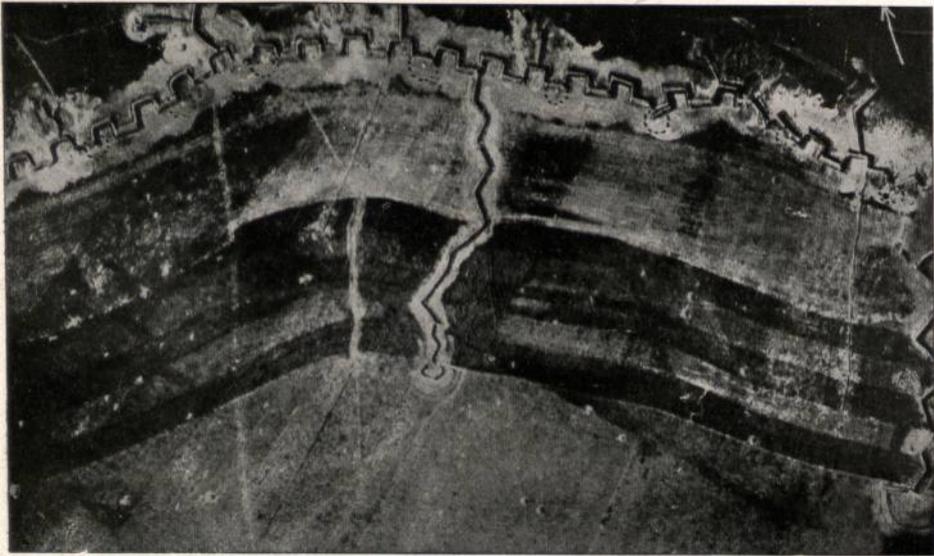


Bild 46.

Ausgelegte Tuchzeichen, Infanterieflieger-Übung.

VERGLEICH MIT FRÜHEREN AUFNAHMEN. Neben diesen technischen Apparaten gaben die Fliegerbilder selbst ein Hilfsmittel für die Auswertung. Nachdem einmal die allgemeine Anordnung und der Verlauf der sämtlichen Stellungen erkannt war, kam es darauf an, festzustellen, welche Veränderungen und Neuanlagen ausgeführt wurden. Diese Forderung führte zu dauernder Überwachung der feindlichen

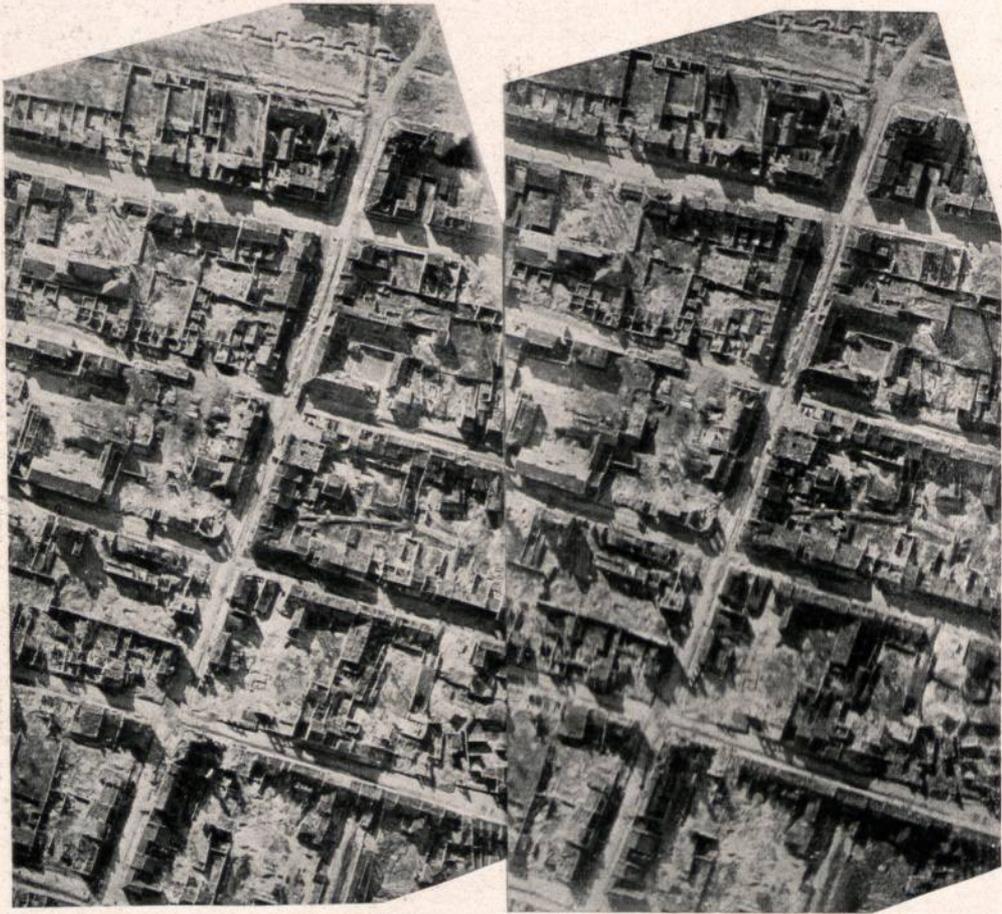


Abbildung 48.

Teilansicht Stadt Nieuport.

Stellungen und zu methodisch wiederholten Aufnahmen. Und hieraus ergab sich mit Folgerichtigkeit der Vergleich der neu gebrachten Aufnahmen mit den älteren Bildern. Durch systematisches Absuchen von Punkt zu Punkt und dauerndes Nachprüfen wurden alle Neuerscheinungen erkannt und dadurch der Ausbau der Befestigungen des Gegners im einzelnen verfolgt. In einem Beispiel seien die Veränderungen in den Befestigungsanlagen auf der Yserinsel nördlich von Nieuport gezeigt. Bild 49a gibt eine ausgebauten Infanteriebefestigung auf dem Ostufer, die bei a von einem Stand für ein Maschinengewehr oder ein kleines Grabengeschütz unterbrochen ist. Einige Laufgräben b sind angelegt. Bei c sind Bauarbeiten im Gange, die rechteckigen Baugruben und der weiße Wulst des aufgeworfenen Erdreichs lassen auf Unterstände schließen. Bild 49b zeigt die Fertigstellung der Unterstandsbauten. Die graue Betondecke ist noch deutlich erkennbar, das Erdreich ist eben hinterfüllt. (Bemerke die

der Truppenführung und der Truppe. Es hatte sich eine dauernde Verbindung herausgebildet, durch die sämtliche Beobachtungen und Feststellungen gegenseitig mitgeteilt wurden. Alle Erkundungen wurden an Hand der Fliegerbilder überprüft und dadurch ergänzt und berichtigt. Die Übereinstimmung einer oder mehrerer Meldungen mit den Angaben auf der Aufnahme gab dann einwandfreie Sicherheit.

Das gegenseitige Zusammenarbeiten hatte sich vor allem mit dem Artillerie-Meßtrupp herausgebildet. Diesen Dienststellen lag in erster Linie die Überwachung der feindlichen Artillerietätigkeit ob. Durch Anschnitte des Mündungsfeuers von verschiedenen Meßstellen wurden feuernde Batterien festgelegt. Die Überprüfung mit den Fliegerbildern gab dann die Bestätigung oder ließ, wenn keinerlei Bauten oder sonstige Kennzeichen einer besetzten Stellung zu erkennen waren, das Abbrennen von Scheinfeuern vermuten. Umgekehrt konnte den Meßtruppen durch Überweisung von Neufeststellungen aus den Fliegerbildern Anhaltspunkte für ihre Tätigkeit gegeben werden, die ihre Aufmerksamkeit auf ganz bestimmte Punkte lenkte. Und so konnte durch weitere Beobachtung eine Stellung als besetzt oder als Scheinbatterie erkannt werden. Als Beispiel sei Bild 50 angeführt. Das Geschütz steht, wie schon oben gesagt, in dem an dem Gehöft neu erbauten Bretterschuppen. Die Fliegerbildauswertung würde in diesem Bauwerk niemals ein Geschütz suchen. Die Anschnitte des Meßtrupps führten aber einwandfrei auf diesen Punkt hin.



Abbildung 49b.

Yserinsel nördlich Nieupoort.

Die Fliegerbildauswertung würde in diesem Bauwerk niemals ein Geschütz suchen. Die Anschnitte des Meßtrupps führten aber einwandfrei auf diesen Punkt hin.

GEFANGENENVERNEHMUNG. Endlich sei noch ein Hilfsmittel erwähnt, das gleichfalls für die einwandfreie Aufklärung von großem Wert gewesen ist, die Gefangenenvernehmung an Hand von Fliegerbildern. Sie wurden den Gefangenen vorgelegt, und durch ihre Anschaulichkeit konnten diese sich um vieles eher zurechtfinden als etwa auf einer schematischen Karte. Fragliche Stellen konnten gezeigt und besprochen werden und führten zu einwandfreier Aufklärung. Andererseits wurden die Aussagen sofort überprüft und Irrtümer oder falsche Angaben richtiggestellt. So wurde auf diese Weise durch Bild 50 festgestellt, daß der Hauptzugangsraben a von der Yserbrücke zu großen Unterständen b für Reservemannschaften führte; zwei Kompagnien sollen in ihnen Unterkunft gefunden

haben. Der Laufgraben c führte zu dem Gefechtsstand des Kommandeurs im nördlichen Abschnitt. (Bemerke dabei die beiden Stichgräben, die von dem Laufgraben zu den Unterstandeingängen führten.) In e lag die Telephonzentrale für die Artilleriebeobachtung, in g ein Neubau eines Kommandeurstandes des südlichen Abschnitts. Zu beiden Bauwerken führten Kabelgräben f und h. In i waren zwei kleine Unterstände für Pioniere errichtet, weiter südlich bei k ein Stand für zwei schwere Minenwerfer. Hier war ein Umgehungsgraben l angelegt, der dem allgemeinen Verkehr diente, um eine Störung der Minenwerferbesatzung zu unterbinden. Tatsächlich ergab eine Überprüfung mit früheren Bildern, daß dieser Umgehungsgraben zugleich mit dem Minenwerferstand vom Gegner neu besetzt war.

6. SCHLUSZBEMERKUNG

Die Wichtigkeit der Flugzeugphotographie für die militärische Aufklärung hat sich durch den Gebrauch während des Feldzugs erwiesen. Es war das Erkundungsmittel schlechweg geworden. Es fragt sich nun, ob sich diese Errungenschaften und Erfahrungen auch für den Frieden und seine Aufgaben verwerten lassen. Dieses ist in der Tat der Fall. Es läßt sich hier freilich nicht von abgeschlossenen Tatsachen sprechen.

Der Krieg forderte das ganze Interesse und stellte alle Kräfte für die Lösung seiner Aufgaben in den Dienst. Eine eingehendere Beschäftigung mit dieser Materie und eine Durchsicht des zusammengetragenen Bildmaterials, das jetzt noch seiner Sichtung und Bereitstellung für eine Weiterverwertung harret, lassen aber die Möglichkeit erkennen, die Kriegserfahrungen ohne weiteres in die Friedensarbeit überzuleiten. Es sei hier vor allem an die Unterstützung des gesamten Vermessungswesens durch die Flugzeugphotographie erinnert. Wohlgemerkt: die Arbeiten sind noch nicht so weit gediehen, daß von einem vollgültigen Ersatz der topographischen Erdvermessung durch das Fliegerbild gesprochen werden kann, und bei den vielen Fehlerquellen erheben sich starke Zweifel, ob dieses überhaupt erreicht werden wird. Doch ist eine wesentliche Unterstützung der kartographischen Arbeit durch Überprüfung des Geländes auf Veränderungen und damit durch den Ersatz der



Abbildung 49c. Yserinsel nördlich Nieuport. f) und g) Minenwerferstände; h) Betonunterstand im Bau.

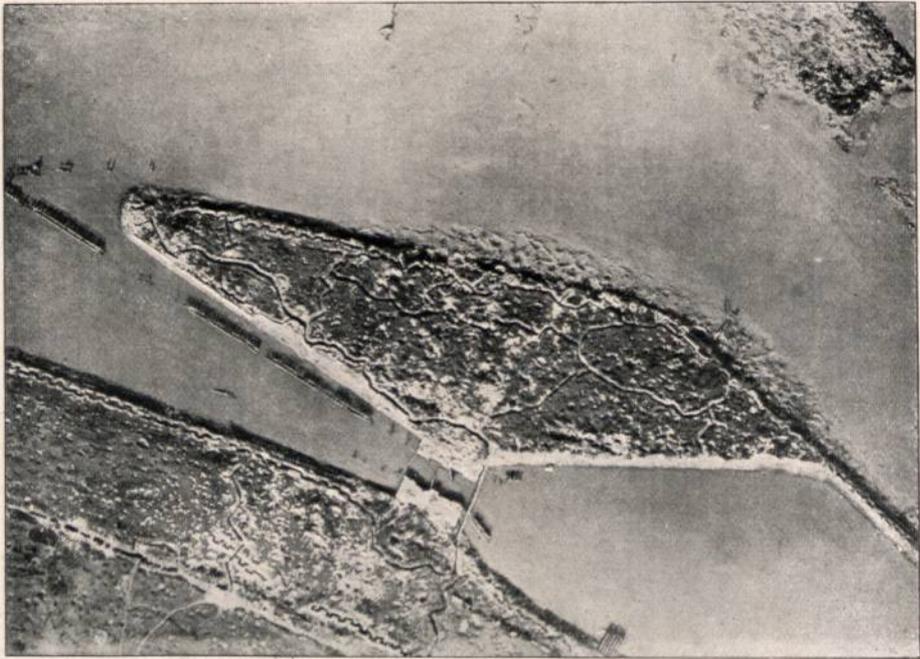


Abbildung 49d.

Yserinsel nördlich Nieuport.

Topographenreisen und ferner durch Herbeischaffen des Füllmaterials zwischen trigonometrisch festgelegten Punkten möglich. Das Fliegerbild wird überall da nutzbringende und zum Teil ausschließliche Anwendung finden, wo es sich um schnelle Feststellung vorübergehender Erscheinungen handelt, wie z. B. bei Katastrophen, Überschwemmungen, Festlegung der Hochwasserlinien usw. Im Küstengebiet liegen zahlreiche Aufgaben vor



Abbildung 50a. Gelände südwestlich Veurne.
a) Stand für ein schweres Flachfeuergeschütz.

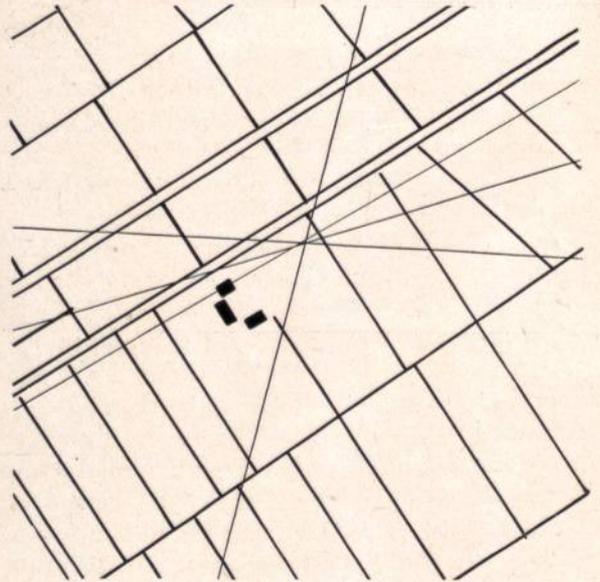


Abbildung 50b.

ILLUSTRIERTE LÄNDERKUNDE

2. Auflage Herausgeber:
EWALD BANSE

mit Hilfe von Prof. J. V. Daneš / Oberlehrer Holzmann / Prof. O. Nordenskjöld / Prof. A. Opper
Prof. W. Schjerning / Major K. Schwabe / Prof. E. Tiessen / Prof. W. Ule / Prof. Zugmayer

Mit 1 farbigem Titelbild, 55 Abbildungen
auf 16 Tafeln und 1 farbigen Karte. Vor-
nehm in dauerhaftes Halbleinen gebunden
Mark 17,50. Zuzüglich Teuerungszuschlag

Einzige moderne Schilderung der ganzen Erde, die auf dem *Natur- und Nationalitätenprinzip* aufgebaut ist, die Erdteile in genialer Weise gliedert und deshalb *niemals veraltet!* Das Werk führt die neue Weltanschauung in die Arbeitsweise der Länder- und Völkerkunde ein und verwirklicht ihre Forderungen in künstlerischer Behandlung

DIE TÜRKEI

EINE MODERNE GEOGRAPHIE VON EWALD BANSE

Mit farb. Titelbild, 61 Abbild. auf 16 Tafeln,
7 Kopfleisten und einer farbigen Fluren- und
Wirtschaftskarte. Vornehm in rotes Leinen
geb. M. 27,50. Zuzüglich Teuerungszuschlag

3. Auflage

SEIT 1915 DAS HAUPTWERK ÜBER DIE TÜRKEI
von keinem andern übertroffen oder auch nur annähernd erreicht. Das Ergebnis jahrelanger
Reisen und Forschungen, die wundervolle Frucht eines erlesenen Stilgeschmacks. Gleich-
wie Deutschland können die Länder und Völker der Türkei nie und nimmer aus der Welt
geschafft werden. Und wie sein Gegenstand,
bleibt dies klassische Werk
unvergänglich

DIE LÄNDER UND VÖLKER DER TÜRKEI

EINE KLEINE ÄSTHETISCHE GEOGRAPHIE VON EWALD BANSE

Mit 7 Kopfleisten. In roten Pappband geb.
Mark 4,55. Zuzüglich Teuerungszuschlag

Stark gekürzte Ausgabe des großen Werkes „Die Türkei“, geeignet zur ersten Einfüh-
rung in die Landschaften sowie in das Volks- und Wirtschaftsleben des vorderen Asien

Preisänderungen vorbehalten

GEORG WESTERMANN / BRAUNSCHWEIG UND HAMBURG

GESCHICHTE DER DEUTSCHEN LITERATUR

von ADOLF BARTELS

Ausgabe in einem Bande. 16. bis 20. Tausend. 720 Seiten mit
12 Dichterbildnissen. Gut geb. 27 Mark, zuzügl. Teuerungszuschlag

Kein ehrlicher Kritiker wird bestreiten, daß Bartels von unsern Literaturgeschichtschreibern der bei weitem beste Historiker ist. Es kommt niemand, der unsre Literatur in natürlicher Entwicklung schauen will, um die Benützung seines Werkes herum. Eine große Anzahl neuerer Dichter, von Jeremias Gotthelf und Hebbel bis Timm Kröger und Wilhelm von Polenz, verdankt ihm die volle Geltung. Auch als nationales Erziehungsbuch hat die „Geschichte der deutschen Literatur“ von Adolf Bartels bereits eine hohe Aufgabe erfüllt und wird es in der kommenden Zeit erst recht tun. Sie lehrt sehr deutlich, was deutsches Volkstum ist, wie alle unsre großen Dichter aus ihm kommen und zu ihm zurückführen, und gibt so nationalen Halt, nationale Überzeugung, nationale Zuversicht.

WELTGESCHICHTE DER GEGENWART

von Dr. ALBRECHT WIRTH

4. umgearbeitete und bis zum Friedensschluß fortgeführte Auflage
mit etwa 75 Bildbeigaben. Geb. 32 M., zuzügl. Teuerungszuschlag

Angenehm berührt die Unparteilichkeit, mit der der temperamentvolle Mann ans Werk gegangen ist, und gleich nach der ersten Seite fühlt man sich erfrischt von seiner wirklich großzügigen Auffassung. Entsprechend klingt das Buch aus.
Deutsche Tageszeitung.

KULTUR- UND KUNSTSTRÖMUNGEN IN DEUTSCHEN LANDEN

von GEORG MALKOWSKY

Die preußischen Ostmarken

I.

Schlesien in Wort und Bild

Ein stattlicher Band
Gutes Holzfr. Papier

11 Mark, zuzügl. Teuerungszuschlag
230 Seiten Quart mit 120 zum Teil ganz-
seitigen Abbildungen

Das Hamburger Fremdenblatt sagt: Das reich und gut illustrierte Prachtwerk ist geeignet, das Vorurteil, daß Schlesien ein kunstarmes Land sei, zu zerstreuen. Als Geschenk wird die Arbeit namentlich denen, die die Eigenart heimatlicher Kunstübungen zu schätzen wissen, erwünscht sein.

II.

Das Land Posen, wie es war und wurde

Ein stattl. Halbleinenbd. Gutes Holzfr. Papier
24 M., zuzügl. Teuerungszuschlag. 175 Abbild.

Die Berliner Kreuzzeitung sagt: Das Buch sollte jeder selbst lesen, und jeder Leser sollte für seine Verbreitung wirken. Trotz seines wissenschaftlichen, fast kühlen Tones, dem eine unwiderstehliche Überzeugungskraft innewohnt, läßt es sich lesen wie ein Roman. Und in Wirklichkeit ist es doch auch ein Heldenlied, ein Preisgesang auf den deutschen Geist, der sich trotz aller übermächtig scheinenden Widerstände im Zwiellichte polnischer Halbkultur eine in fortwährendem Segen strahlende Pflanzstätte erobert und geschaffen hat.

Preisänderungen vorbehalten

GEORG WESTERMANN / BRAUNSCHWEIG UND HAMBURG



BIBLIOTEKA GŁÓWNA

B-19 m