

Abb. 1. Lindau am Bodensee.

Das neue Empfangsgebäude des Bahnhofes Lindau am Bodensee.

Vom Oberregierungsbaurat **W. Heilmann** in Augsburg.

(Mit Abbildungen auf Einlegetafel 1 bis 4).

Nach fast 70jährigem Bestand wurden das alte Lindauer Betriebsgebäude, die Einfahrtshalle sowie verschiedene kleinere Nebengebäude abgebrochen. Für die vielgestaltigen Bedürfnisse des Betriebs und Verkehrs ist unterdessen der umfangreiche Bau des neuen Empfangsgebäudes erstanden (Abb. 1). Dieses ist auf dem ehemals der bayerischen Zollverwaltung gehörigen und von dieser erworbenen Hafengelände errichtet und liegt mit seiner Südfront an der Hafenstraße.

Nach Abbruch des alten Hauptzollamtsgebäudes und der Zollschuppen wurde Ende 1913 mit dem Bau begonnen, wobei hauptsächlich danach getrachtet werden mußte, unter Ausnützung des während des Winters und Frühjahrs niedrigen Seewasserstandes möglichst rasch aus dem Baugrund herauszukommen.

Diese Arbeiten, welche größtenteils in dem sehr harten Schlegelletten vorgenommen werden mußten, waren deshalb so schwierig, weil es galt, die unter Gelände befindlichen Räume für Sammel-



Abb. 2. Empfangsgebäude Bahnhof Lindau, Ansicht vom Hafen.

heizung, Bierkühlanlage, Kohlen- und Vorratskeller für die Wohnungen, den Bahnhofswirt und für Dienstzwecke vollkommen sicher gegen den oft sehr hohen Seewasserstand abzudichten. Diese Dichtung ist nach dem gleichen System wie bei dem Hamburger Elbtunnel seinerzeit angewendet, durchgeführt worden unter Anordnung mehrfacher Lagen von Asphaltpappe, die durch entsprechende Aufstriche von Klebmasse miteinander verbunden wurden. Die

in der Beschaffung vieler Baustoffe nur unter bedeutenden Opfern und in angestrenzter Arbeit fertiggestellt werden konnte.

Nachdem die im Gebäude befindlichen Wohnungen möglichst bald bezugsfähig gemacht und die Räume für die Schiffszollrevision und die Bureau der Betriebs- und Bauinspektion seinerzeit sogleich nach Fertigstellung belegt werden mußten, ist am 15. Dezember 1921 der Betrieb nebst Fahrkartenausgabe und Gepäckabfertigung



Abb. 3. Empfangsgebäude Bahnhof Lindau, Haupteingang.

Betonböden der Keller erhielten zur Aussteifung gegen den auftretenden Wasserdruck Eiseneinlagen.

Die Arbeiten über Gelände wurden unter Anwendung aller neuzeitlichen Hilfsmittel betrieben und auch noch nach Kriegsausbruch nach Möglichkeit gefördert, bis der Bau Anfang 1915 wegen des durch die fortgesetzten Einberufungen immer geringer werdenden Arbeiterstandes gänzlich eingestellt werden mußte. Das Gelände war bis auf die Dacheindeckung, welche vorläufig mit Dachpappe erfolgte, im Rohbau vollendet. Erst im Frühjahr 1919 konnten die Arbeiten wieder aufgenommen werden. Vor allem war es notwendig, die trotz vielfacher Ausbesserungen durch die Seestürme stark mitgenommene Pappdeckung durch ein festes Ziegeldach zu ersetzen und die Schäden am Dachstuhl zu beheben. Sodann wurde der Innenausbau in Angriff genommen, der in Anbetracht der bedeutenden Ausdehnung des Gebäudes und der großen Zahl der besser auszustattenden Räume, wie wegen der ungemeinen Schwierigkeiten

in das neue Gebäude übergesiedelt und dieses damit dem Verkehr übergeben worden. Der Umzug der Bahnhofswirtschaft erfolgte in der ersten Hälfte des Januar 1922.

Der Neubau (Abb. 2) trägt der bedeutsamen Lage der schönen Inselstadt als Eingangspforte des Reiches und internationalen Verkehrsplatz vollauf Rechnung, sowohl nach Zahl und Abmessung der dem starken Verkehr dienenden Räumlichkeiten, wie in der monumentalen äußeren Erscheinung. Es ist der Eisenbahnverwaltung besonderer Dank zu wissen, daß sie in weitschauender Weise keine Opfer gescheut hat, den Bau, wie er im Frieden entworfen, durchzuführen und trotz der Ungunst der Zeiten im Äußeren und im Innern würdig auszustatten. Mit Rücksicht darauf, daß das Gebäude den Seestürmen stark ausgesetzt ist, wurde auch an der Verwendung nur bester Baustoffe festgehalten, was sich durch die geringeren Unterhaltungskosten als wirtschaftlich erweisen wird.

Die Raumverteilung ist wie folgt:

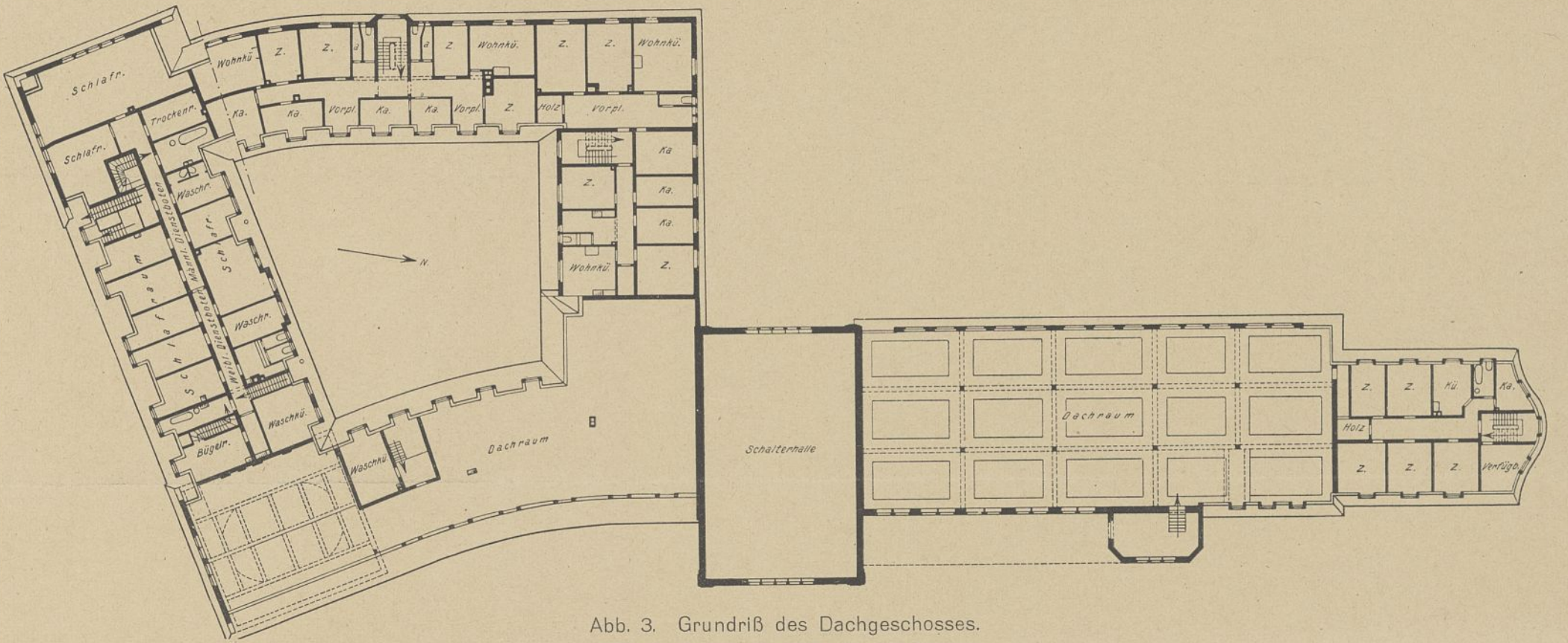


Abb. 3. Grundriß des Dachgeschosses.

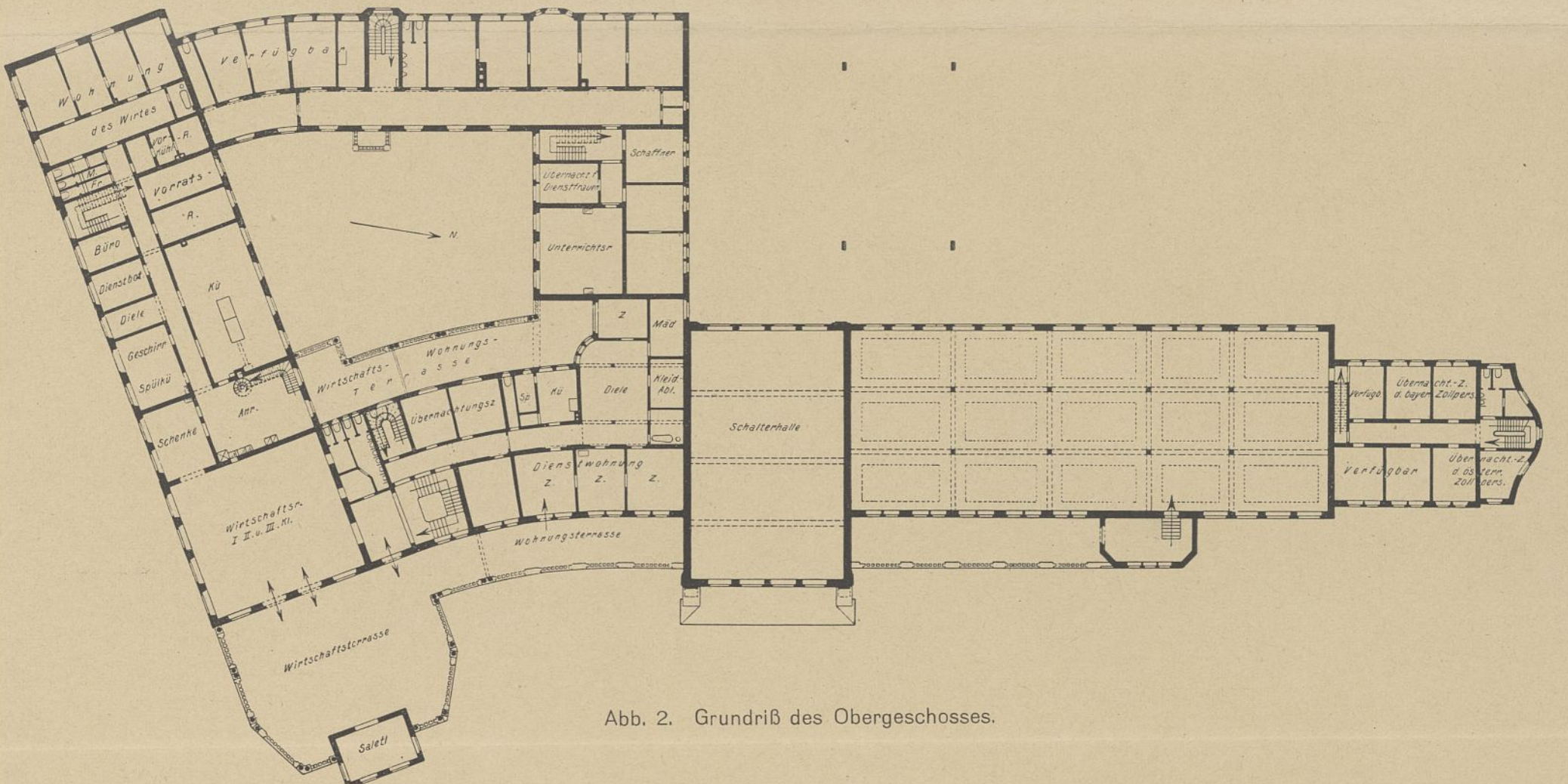


Abb. 2. Grundriß des Obergeschosses.

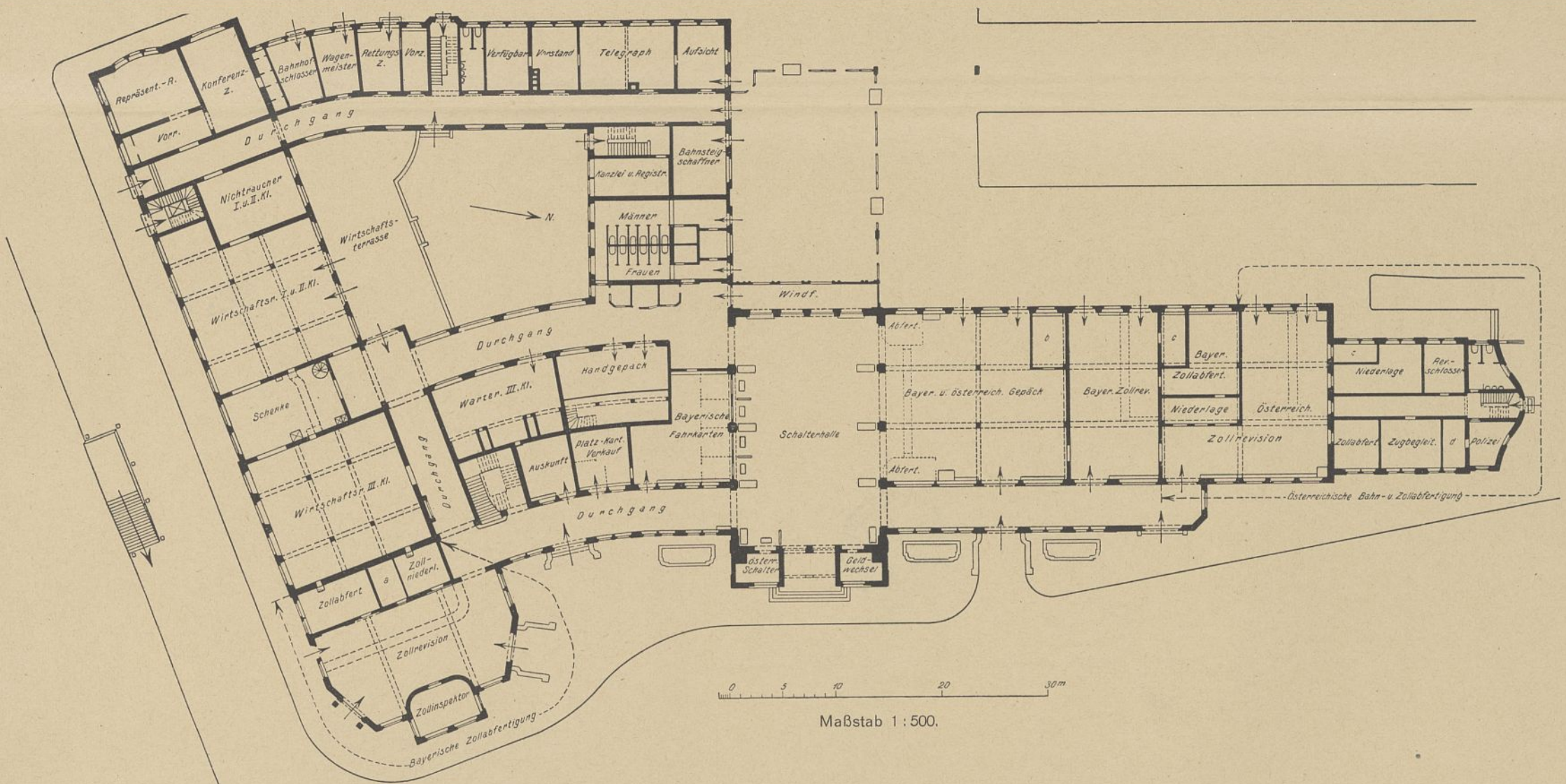


Abb. 1. Grundriß des Erdgeschosses.

Kellergeschoß: Räume für die Sammelheizung und eine gesonderte Kleinkesselanlage, verschiedene Kohlen- und Vorratskeller für Wohnungs- und Wirtschaftszwecke, Dienstkeller, Bierkühlanlage, Raum für den Hauptgasmesser.

Erdgeschoß (Tafel 1 u. 2, Abb. 1): Die große zentral gelegene, von der Straße wie vom Kopfbahnsteig her durch Windfänge zugängliche Schalterhalle, an die sich die Räume für bayer. und österr. Fahrkartenausgabe, Gepäck, Geldwechsel sowie die breiten Verkehrsgänge unmittelbar anschließen. Durch letztere sind erreichbar nach Norden: die für zu Land Reisende dienende bayer. bzw. österr. Zollrevision mit ihren Abfertigungs- und Niederlagsräumen sowie Untersuchungskabinen, Räume für Polizei, Arrest, ferner Aufenthaltsräume für österr. Bahnpersonal; nach Süden: Platzkartenverkauf, Auskunft, die auch vom Kopfbahnsteig zugänglichen Männer- und Frauenaborte mit Waschgelegenheiten, Handgepäck, Wartesaal III. Klasse ohne Wirtschaft, der Wirtschaftsraum I. und II. Klasse mit Hofterrasse und Nichtraucherwarteraum, der Wirtschaftsraum III. Klasse, der zwischen den zwei Wirtschaftsräumen liegende Büfettaum, der auch Bier- und Speisenaufzug nach dem Obergeschoß enthält, ferner der bayerische Zollrevisionsraum für die mit Auslandsschiffen ankommenden Reisenden, mit Abfertigungs- und Niederlagsräumen, Untersuchungskabinen und Vorstandsbureau. Abseits vom Verkehr der Reisenden sind die Räume für den Stationsvorstand, Aufsichtsbeamten, Telegraphie, Kanzlei, Bahnsteigschaffner, das Rettungszimmer, verschiedene Reserveräume, sowie das Konferenzzimmer und ein Repräsentationsraum mit Vorraum und Toiletten.

Obergeschoß (Tafel 1 und 2, Abb. 2): Sommerwirtschaftsraum I., II. und III. Klasse mit anschließenden Männer- und Frauenaborten nebst Waschraum, großer Terrasse mit Salettl, sowie Büfettaum, der Anrichteraum mit Bier- und Speisenaufzug, Wirtschaftsküche, Spülküche, Vorratsräume, Fleischkühlanlage, Bureau und Wohnung des Bahnhofswirtes, ferner die Bureaus der Betriebs- und Bauinspektion, Unterrichtszimmer, Raum für Zugschaffner, für Fundgegenstände, Uebernachtungszimmer für bayer. Bahnbeamte und Dienstfrauen, sowie für bayer. und österr. Zollpersonal, Wohnung des Stationsvorstandes und Reserveräume.

Dachgeschoss (Tafel 1 und 2, Abb. 3): 5 Wohnungen für bayer. Bahnbeamte, Schlafgelegenheiten für das gesamte im Empfangsgebäude und auf den Schiffen beschäftigte männliche und weibliche Dienstpersonal des Bahnhofswirtes samt Waschräumen und Badegelegenheit, ein Bügelraum, Waschküche für den Wirt und die Wohnungen, sowie die erforderlichen Dachräume für Wohnungs- und Amtszwecke.

5 Treppen vermitteln den Verkehr innerhalb des Gebäudes.

Im Äußeren (Tafel 3 und 4) stellt sich das Gebäude als ein in ruhigen einfachen Formen gehaltener Putzbau mit teilweiser Hausteinarhitektur dar. An bedeutsamen Stellen ist plastischer

Steinschmuck angebracht. Vor allem fällt dem von der Stadt her Kommenden der wuchtig hervortretende Schalterhallenbau auf (Abb. 3), dessen Zweckbestimmung in den großen doppelten Eingangstüren und den vier mächtigen Fenstern sinnfällig in Erscheinung tritt. Dieser Bauteil ist auch stofflich hervorgehoben und bis zum Hauptgesims in gestocktem Beton aus Kleingeschläge des Cannstätter Travertins hergestellt, dessen warme gelbliche Tönung voll zur Geltung kommt. Der mächtige verputzte Giebel ist mit einer plastischen in Travertin gehauenen Uhrgruppe, Tag und Nacht darstellend, geschmückt. Zwei ebenfalls in Travertin erstellte sitzende Kolossalfiguren vermitteln den Uebergang zwischen dem vorspringenden Unterbau und der zurücktretenden Hauptmasse des Bauteils. Die bahnseitige Stirnwand ist mit zwei Ausgangstüren versehen, sonst jedoch durchweg in große Fenster aufgelöst. Der verputzte Giebel darüber ist mit einer Travertin-Kartusche geziert. Beide Giebel, deren Einfassungen und bildnerisch geschmückte Aufsätze in Travertin erstellt sind, bilden den Abschluß des den Schalterhallenbau überdeckenden Satteldaches.

Senkrecht zur Schalterhallenachse erstreckt sich gegen Norden der langgedehnte zum Teil mit Sattel-, zum Teil mit Mansarddach versehene Gepäck- und Zollhallenbau, dessen Masse durch den Rücksprung des oberen Teiles gegen den vortretenden mit einer Terrasse abgedeckten Erdgeschoßgang an der Stadtseite gegliedert ist. Die nördliche Fortsetzung des Baues klingt in einen etwas niedriger gehaltenen mit Mansarddach gedeckten Bauteil aus, der in der Hauptsache Uebernachtungs- und Wohnzwecken dient. Südlich des Schalterhallenbaues dehnt sich die Hauptmasse des Gebäudes in einem mächtigen, unregelmäßigen Viereck, das einen hübschen Hof umschließt.

Die Unregelmäßigkeit ist dadurch bedingt, daß die Hafenanlage, zu welcher der Südflügel parallel verläuft, mit der Schalterhallenachse nicht gleichgerichtet ist. Die den Hof östlich und westlich einschließenden Flügel vermitteln ihre senkrechten Anschlüsse an den Südflügel durch Führung in leicht geschwungenen Kurven.

Der östliche Hofflügel ist durch die nur erdgeschossig hochgeführten und mit Terrassen abgedeckten Baukörper der Verkehrsgänge und die dadurch bedingten Rücksprünge der höher geführten Bauteile gefällig gegliedert. Die stadtseitige Gangterrasse erweitert sich an ihrem Südende zur großen Wirtschaftsterrasse. Diese kann sowohl von der Haupttreppe, wie auch vom Sommerwirtschaftsraum betreten werden, hat noch ein gemütliches Salettl und ist mit einer Pergola aus Doppelsäulen mit darübergelegtem Lärchenholzgebälk versehen.

Die Sommerterrasse gewährt einen einzigartigen Ausblick auf See und Berge (Abb. 4).

Der Südflügel (Tafel 3 u. 4) tritt vor allem den vom See her Kommenden in Erscheinung. Schon von weitem wirkt die breit hingelagerte Front mit den ruhigen Fensterfluchten. Zwischen den

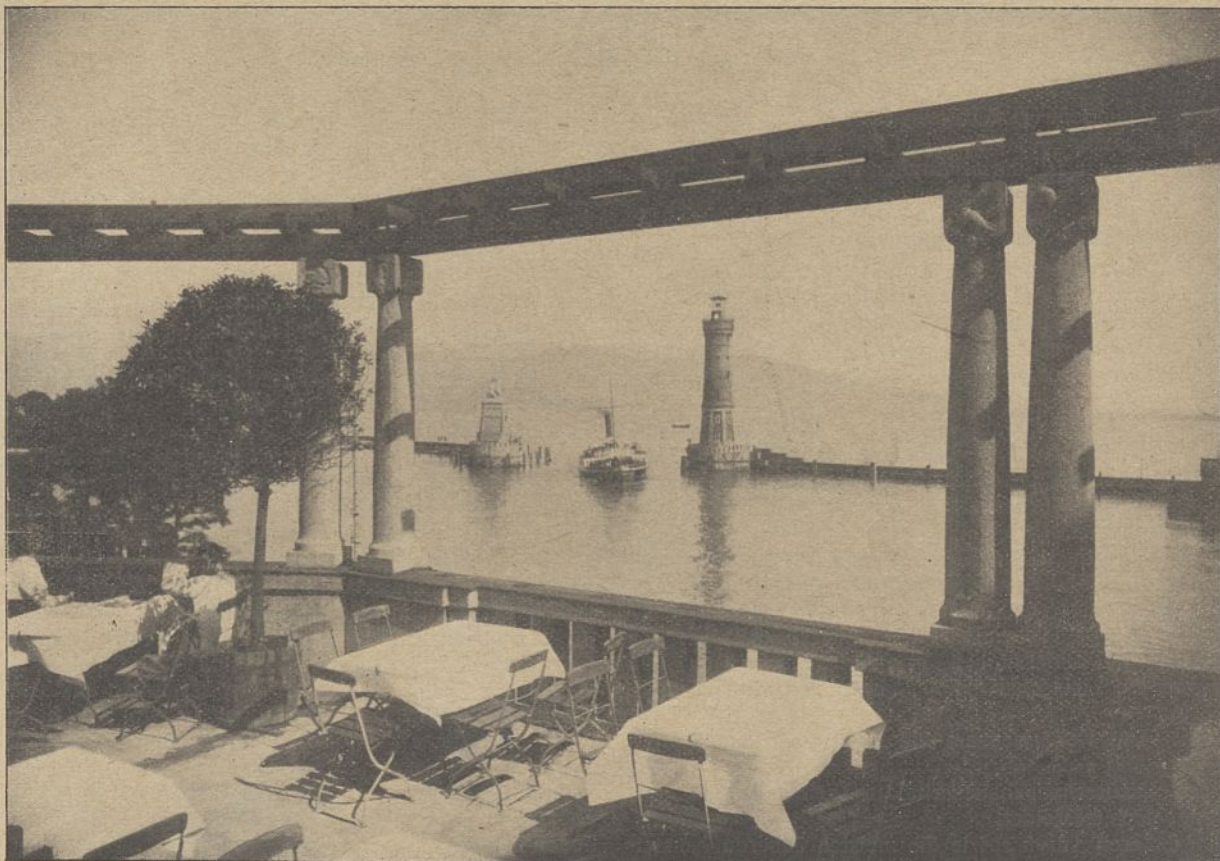


Abb. 4. Empfangsgebäude Bahnhof Lindau, Ausblick auf die Hafeneinfahrt.

symmetrischen Giebeln der den Baukörper begrenzenden Vorsprünge dehnt sich ein hohes Satteldach. Gegen Westen ist der Flügel mit dem gleichen Giebel wie die Südseite versehen. Alle drei Giebel haben Kartuschen und obere bildnerisch geschmückte Abschlüsse aus Travertin. Im Erdgeschoß der westlichen Giebelseite fallen noch die großen dreigeteilten Fenster des Repräsentationsraumes und des Konferenzzimmers auf. Der Südflügel dient nahezu ausschließlich Wirtschaftszwecken.

Die den Hof westlich und nördlich begrenzenden Flügel, in welchen sich Amträume und Wohnungen befinden, sind einfacher gehalten, doch ist durch ein kupfergedecktes Treppenhäustümchen, einen Erker ausbau in Travertinbeton, sowie durch farbige Behandlung der Jalousieläden an den Mansardwohnungs fenstern auch hier Abwechslung erreicht. Die erwähnten Flügel sind mit ungleicherseitigen Satteldächern versehen, die an den West- und Nordseiten in Mansarddächer übergehen.

Aus Kupferblech sind: Die Rinnen, Rinnenkessel, Fallrohre, die Giebelabdeckungen, Dachscharen, Kehlen, Kaminverkleidungen, das Vordach am Schalterhallenbau, die Abdeckung der Terrassenbrüstungen, der Fensterbänke, des Erkerfensters beim Repräsentationsraum, die Eindeckung des Treppenhäustümchens und die Verkleidung des Entlüftungsturmes.

Die Blitzableitung ist ebenfalls in Kupfer erstellt.

Die Dachungen sind mit dunkelroten Schwandorfer Bieberschwänzen doppelt eingedeckt mit Schalung darunter. Die Decken sind teils massive Eisenbeton-, teils Hohlsteindecken.

Inneres. Die 13×22 m große Schalterhalle (Abb. 5 und Tafel 3 und 4) ist mit einem korbogenförmigen kassettierten Eisenbetongewölbe überdeckt, dessen Scheitel 13 m über Fußboden liegt. Die Langwände sind einschließlich des Hauptgesimses am Gewölbfuß, die Stirnwände bis einschließlich des Gurtgesimses mit 2 cm starken Marmorplatten bekleidet und zwar der Sockel



Abb. 5. Empfangsgebäude Bahnhof Lindau, Schalterhalle.

Der allseits umschlossene Hof hat durch vier mit Ulmen und Buchseinfassung bepflanzte Beete einfachen gärtnerischen Schmuck erhalten, der noch ergänzt ist durch Anpflanzung von Kletterwein an verschiedenen Stellen der Hofwände.

Baustoffe und Ausstattung.

Außeres. Die Fundamente und Kellermauern sind aus Portlandzementstampfbeton. Der Sockel ist aus gleichem Material, doch, soweit sichtbar, mit feinerem Vorsatzbeton und gestockt.

Das aufgehende Mauerwerk ist aus Backsteinen in Kalkmörtel. Die Fassaden sind mit rau abgeriebenem naturfarbenen Putz versehen.

Aus gestocktem Travertinbeton sind: Die Umfassungen der Schalterhalle, soweit außen sichtbar, die Terrassenbrüstungen, Pergolasäulen, alle Hauptgesimse, ausnehmlich der an den Giebeln, die Erkerbauten am Repräsentationsraum und Vorstandsbureau der Betriebs- und Bauinspektion.

In Cannstätter Travertin sind erstellt: Alle figürlichen und ornamentalen Steinplastiken, die Hauptgesimse der Giebel, die Umrahmungen der Giebel Fenster, die Einfassungen der Schalterhallen-giebel ganz, die übrigen Giebel teilweise. Aus Granit sind: Die äußeren Freitreppen, die Einfassungen der Anlagenbeete an der Ostseite des Hauses, die Lichtschachtabdeckungen und die Gehsteig-Randsteine.

Aus Kunststein: Die Kellertreppen und die Stufen der Haupt-treppe.

Die Türen des Schalterhallenbaues sind in Weichholz und zum Schutze mit Bronzeblech bekleidet.

Die sonstigen äußeren Türen sowie die meisten äußeren Fenster sind in Eichenholz, gebeizt, mattiert und lackiert, die übrigen Fenster sind föhren- und eichenholzartig gestrichen.

schwarz, die Brüstungsbänder dunkelgrau mit schwarz und weißer Aderung, die Füllungen in den Lang- und der östlichen Stirnseite meergrün und lichtgelb, die sonstigen Flächen in grauem Marmor mit rötlicher Schummerung und weißlichen Adern.

Die Wandflächen an den Stirnseiten über den Gurtgesimsen sind in Stuckputz gebrochen weiß.

Die Heizkörperbekleidungen haben Gitter aus durchlochem Bronzeblech mit ebensolchen Türchen zwischen betonierten Pfeilern, die mit grauem Marmor bekleidet sind. Die Abdeckplatten sind aus demselben Material wie die Brüstungsbänder. Der Bodenbelag ist ein auf Betonunterlage verlegter mattgrauer Steinterrazzo mit Umrahmung und großem Mittelmuster aus eingelegten schwarzen und weißen Steinchen.

Die an die Schalter anschließenden 4 m breiten Verkehrsgänge sind ebenfalls mit Steinterrazzobelegen, doch nur mit einfachen Einfassungen aus eingelegten Steinchen versehen.

Die Wände sind bis auf Fensterkämpferhöhe mit grauen glasierten und weiß ausgefugten Tonplättchen samt Abschlußgesims aus demselben Material bekleidet. Die Wandflächen darüber sowie die Decken sind in mattweißem Stuckputz.

Die hohen lichten Räume für Gepäck und die bayr. und österr. Zollrevisionen sind zum Schutze der Wände auf eine gewisse Höhe mit hellen Porphyrrplatten bekleidet, darüber verputzt. Die Böden sind mit Asphalt belegt. Die für die Zollbeamten dienenden Flächen hinter den Gepäckbudeln haben Riemenbelag.

Warteraum III. Klasse ohne Wirtschaft. Die Wände haben graugrün glasierte Plättchen mit Abschlußgesims, darüber wie auch an der Decke mattweißen Stuckputz. Eichenriemenboden in Asphalt.

Warteraum III. Klasse mit Wirtschaft (Abb. 6). Wände und betonierte Stützpfiler mit violett glasierten Platten und

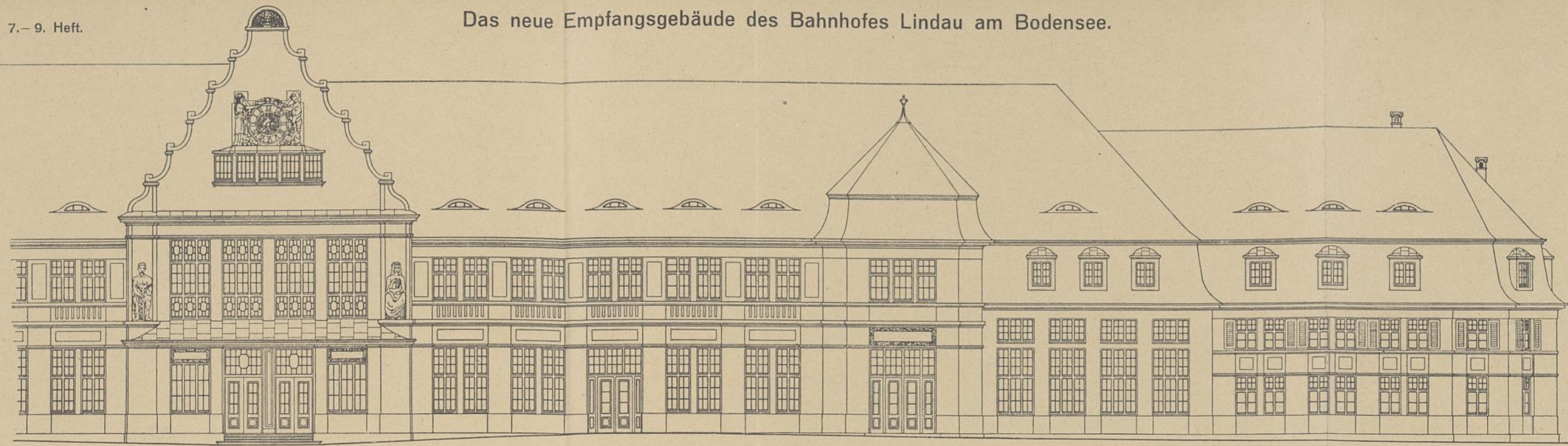
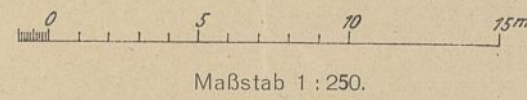


Abb. 1. Ostansicht.



Abb. 2. Südansicht, östlicher Teil.



Maßstab 1 : 250.

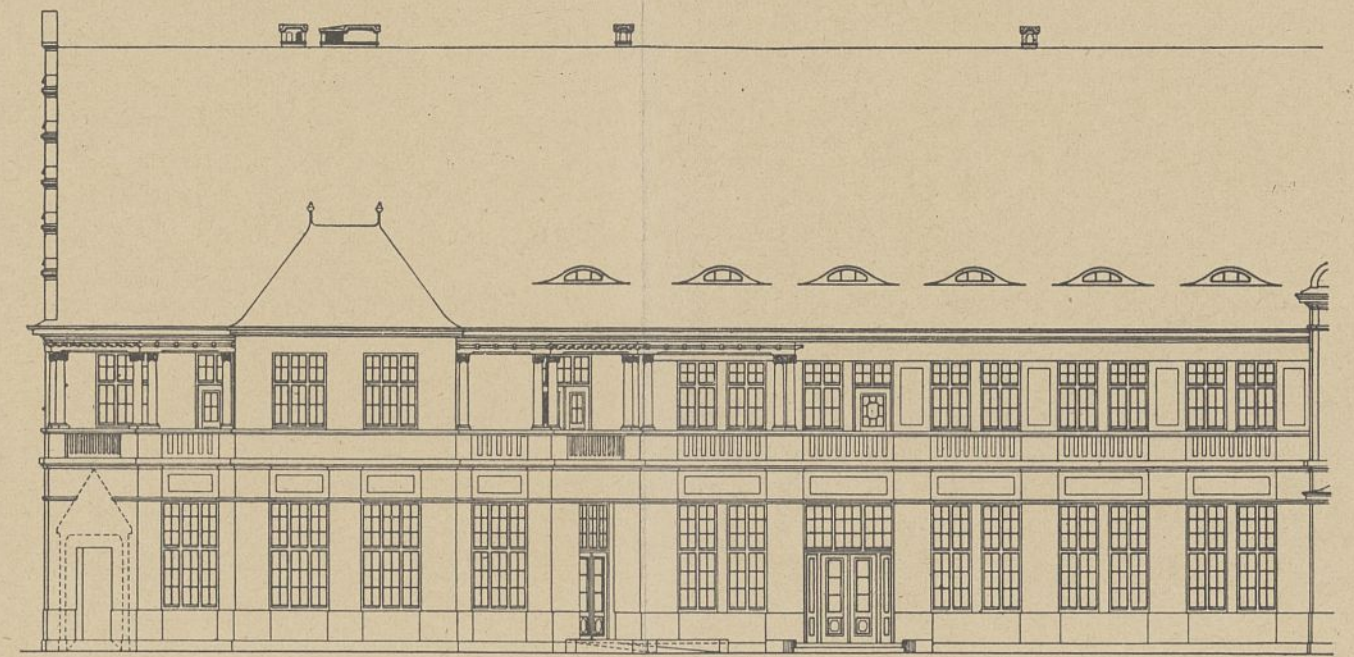


Abb. 3 Ostansicht.

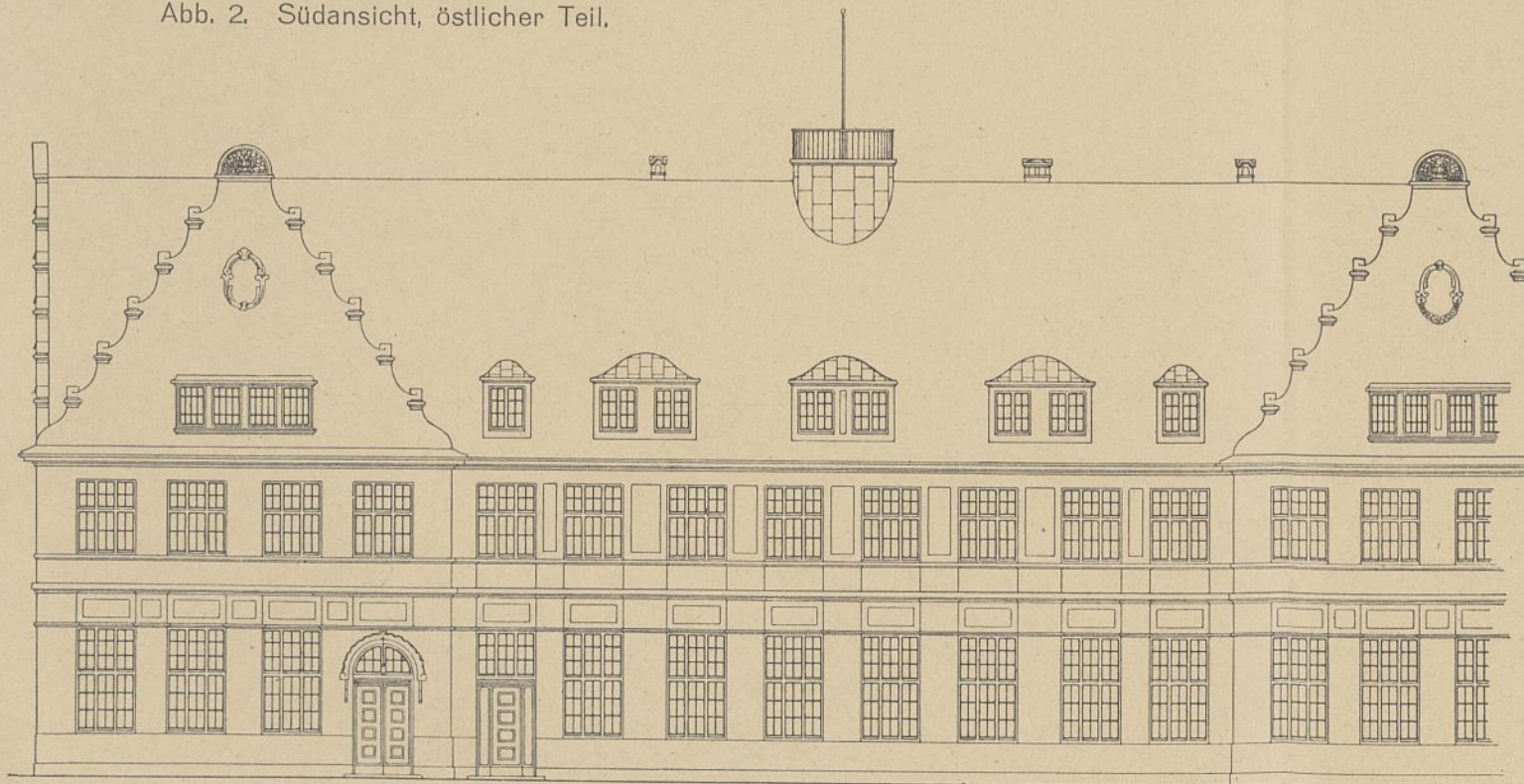


Abb. 4. Südansicht, westlicher Teil.

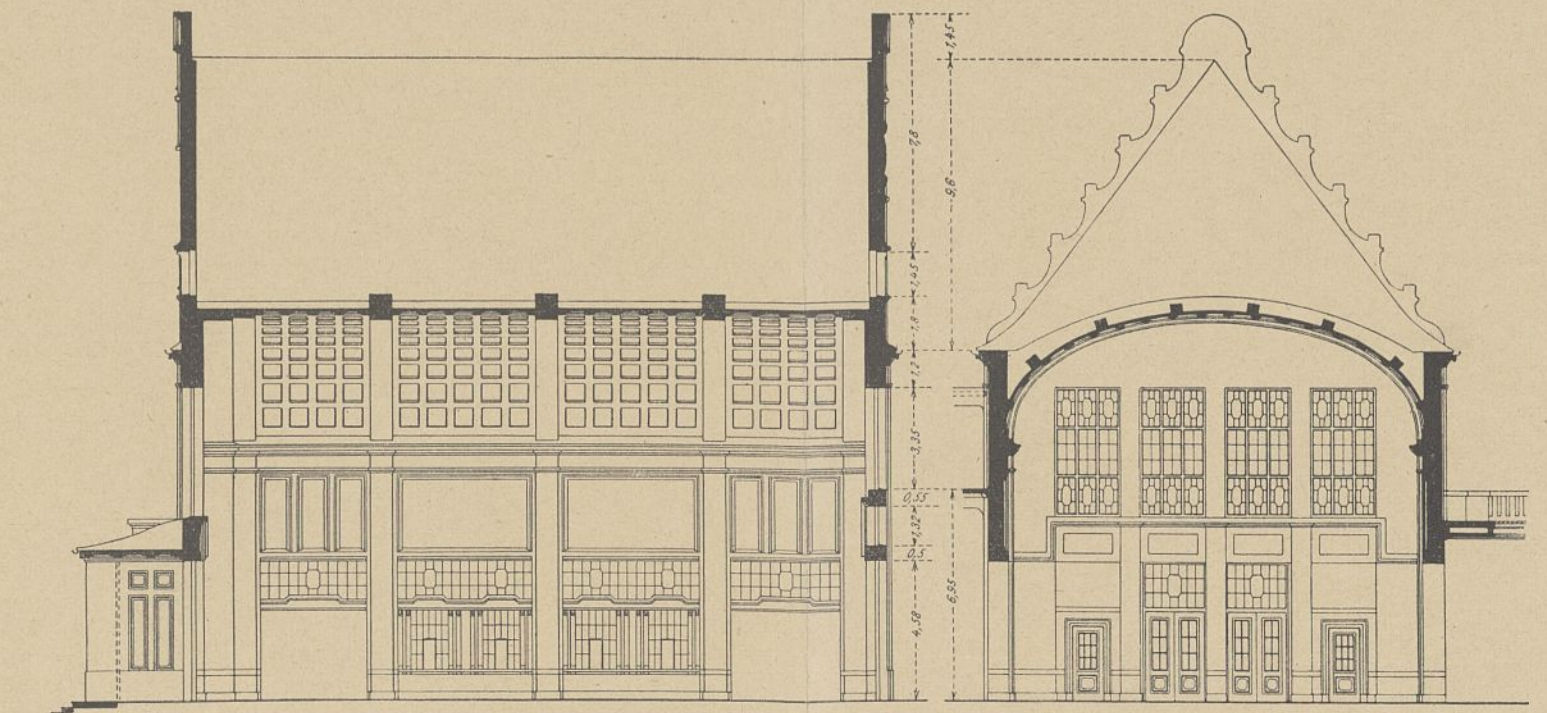


Abb. 5. Längen- und Querschnitt durch die Schalterhalle.



Abb. 6. Empfangsgebäude Bahnhof Lindau, Warteraum III. Klasse.



Abb. 7. Empfangsgebäude Bahnhof Lindau, Warteraum I. u. II. Klasse.



Abb. 8. Empfangsgebäude Bahnhof Lindau, Raum für Nichtraucher.

Abschlußgesims, darüber Stuckputz. Das Büfett ist mit ebensolchen Platten verkleidet, dazwischen grau glasierte Füllungen, Büfettdeckplatte aus grauem Marmor. Außerdem weist der Raum noch einen Wandbrunnen, eine reichere Türumrahmung und Uhrfassung auf, sämtliche mit violett glasierten Platten.

Wirtschaftsraum I. und II. Klasse (Abb. 7). Die Wände sind auf eine gewisse Höhe mit 2 cm starken Marmorplatten bekleidet und zwar Sockel schwarz, Brüstung grau mit rötlicher Schummerung, darüber gelb.

Die Umrahmungen der Türen und der Uhr, der Wandbrunnen, die Brüstungs- und Abschlußbänder sind in grau gewolkttem Marmor mit roten und weißen Adern. Die Heizkörperverkleidungen haben Gitter aus durchlochem Bronzeblech und sind mit dunkelgrauen Marmorplatten mit schwarz und weißer Aderung abgedeckt. Die Büfettverkleidung ist im Material wie die Brüstung, doch mit dunkelgrünen Füllungen; Büfettdeckplatte aus dunkelgrauem Marmor. Der übrige Teil der Wände wie auch die kassettierte Decke sind in gebrochenem weißem Stuckputz.

Vom Wirtschaftsraum aus ist eine geräumige Hofterrasse zugänglich, welche bei Bedarf ebenfalls vom Publikum benützt werden kann.

Vom Wirtschaftsraum I. und II. Klasse aus ist noch ein Nichtraucherraum zugänglich (Abb. 8). Die Wände sind auf eine gewisse Höhe mit 2 cm starken Marmorplatten bekleidet, der Sockel schwarz, darüber rot, Tür- und Uhrumrahmung, Brüstungs- und Abschlußbänder dunkelgrün. Die übrigen Wandflächen und die Decke sind in gebrochenem weißem Stuckputz hergestellt.

Der Repräsentationsraum (Abb. 9) ist von den Bahnsteigen aus erreichbar und hat auch eigenen Ausgang gegen die Hafenstraße. Die Wände dieses Raumes sind in gebeiztem und mattiertem Eichenholz getäfelt, die Kassettendecke ist aus dem gleichen Material.

Die kaminartige Einfassung des Heizkörpers ist aus Marmor und Bronzeblech.

Neben diesem Raum liegt das Konferenzzimmer (Abb. 10), dessen Schaffung sich in Anbetracht der zahlreichen, in Lindau stattfindenden Besprechungen als notwendig erwiesen hat. Die Wände sind bis über Türhöhe mit einer Täfelung aus gebeiztem und mattiertem Lärchenholz versehen. Die darüber befindlichen Wandflächen und die Decke sind in gleicher Felderteilung mit gebrochenem weißem Stuck verputzt. In der östlichen Schmalwand ist eine Uhr mit Stuckumrahmung eingelassen. Die kaminartige Verkleidung des Heizkörpers ist in dunklem Stuckmarmor hergestellt und mit einer Türe aus durchlochem bronzierten Eisenblech versehen. Der Bodenbelag besteht aus Triolin, das der besseren Wärmehaltung wegen mit Ruberoid unterlegt ist.

Der große Konferenztisch und die 29 lederbezogenen Stühle sind buchen- und lärchenholzartig gebeizt und mattiert.

Dem Repräsentationsraum und Konferenzzimmer gemeinsam ist ein Vorraum, der auch zu Garderobenzwecken dient.

Der Sommerwirtschaftsraum I., II. und III. Klasse (Abb. 11) im Obergeschoß hat bis über Türhöhe Wandtäfelung mit eingebauten Schränken sowie Büfett in Lärchenholz mit Zirbelholzfüllungen, poliert und mattiert. Die über der Täfelung befindlichen Wandflächen nebst einer großen Deckenhohlkehle, die noch originell bemalt werden soll, sind mit mattweißem Stuckputz versehen.

Die Decke, nach Entwurf von Architekt Richard Senf, wurde in Malerei ausgeführt von Schülern der Malerabteilung der Baugewerbeschule Kaiserslautern unter Leitung von Heinrich Buchenberger.

Vom Wirtschaftsraum zugänglich ist die Sommerterrasse, die mit eisernen, zusammenlegbaren Tischen und ebensolchen, mit Holzsitzen versehenen Stühlen ausgestattet ist.

Das auf der Terrasse befindliche Salettl ist in gleicher Weise wie der vorerwähnte Wirtschaftsraum getäfelt und möbliert.

An den Sommerwirtschaftsraum schließt sich westlich der mit buntglasierter Wandplättelung ver-

und mit 4½ cm starken ungekuppten Odenwälder Basaltplatten auf Betonunterlage gepflastert.

Für das Gebäude lagen ursprünglich die von dem früheren Hochbaureferenten der Eisenbahndirektion Augsburg, Oberregierungsrat Fischer als Ergebnis wiederholter Besprechungen mit den bayer. und österr. Bahn- und Zollbehörden aufgestellten Grundriß-Skizzen 1 : 200 vor, die sodann einer im gleichen Maßstab unter Leitung des Ministerialrates v. Wicklein erstellten generellen Projektskizze zugrundegelegt wurden. Die baureife Durcharbeitung der Grundrisse, wobei noch der Einbau von vier Wohnungen sowie der Unterkunftsräume für das Wirtschaftspersonal vorgesehen werden mußte, die Herstellung der Fassadenpläne, Schnitte, sämtlicher Werk- und Einzelzeichnungen und Anschläge erfolgte unter Leitung des derzeitigen Hochbaureferenten der Reichsbahndirektion, Oberregierungsbaurat Heilmann, der hierbei durch die künstlerische Mitarbeit des Eisenbahnamtmannes Sautter und durch die technische des Eisenbahningenieurs Kaiser bestens unterstützt wurde.

Die örtliche Bauleitung oblag der Betriebs- und Bauinspektion Lindau, deren langjähriger Vorstand, Oberregierungsbaurat Klotz, sich besonders um die Sache angenommen hat. Ihm zur Seite stand Regierungsbaumeister A. Schmid, dem die Bauführung übertragen war und der in unermüdlicher Tätigkeit und gestützt auf seine reiche praktische Erfahrung die umfangreichen Bauarbeiten trotz der großen Schwierigkeiten glücklich durchführte.

Die Gesamtkosten des Gebäudes und der Nebenanlagen betragen ungefähr 50 000 000 M gegenüber dem im Frieden auf rd. 1 570 000 M veranschlagten Bedarf, nachdem ein Teil der Rohbauarbeiten, sowie der gesamte Innenausbau, ferner die Bahnsteige und ihre Ueberdachungen in einer Zeit ständiger Lohn- und Baustoffsteigerungen erstellt werden mußten.

Am Bau waren unter anderen folgende Firmen beschäftigt bzw. durch Lieferungen beteiligt:

- Erd-, Beton-, Eisenbeton- u. Maurerarbeiten: Baugeschäft Karl Stöhr in München.
- Zimmermannsarbeiten: Dachstuhl, Stockwerkstreppen und Geländer zur Haupttreppe: Firma C. Mayer u. Sohn, Inhaber Georg Glogger in Augsburg.
- Dachziegeldeckung: Firma Lorenz Sporer in München. Die Ziegel stammen von der Tonwarenfabrik Schwandorf II.
- Spengler-, Kupferschmiede- und Blitzableitungsarbeiten: Firma Heinrich Grebe in Augsburg.
- Bildhauerarbeiten: Die beiden großen Figuren am Schalterhallenbau: Bildhauer Eugen Henke in München. Figürliche Umrahmung der Giebeluhr: Bildhauer Karl Killer in München. Kapitelle der Porgolasäulen: Prof. L. Kindler in München. Fruchtgewinde der Fensterfüllungen: Bildhauer L. Mühlbauer in Gröbenzell.
- Stuckputz und Fassadenputz: Freie Vereinigung der Stukkateure und Weißputzer in Augsburg und Karl König, Weißputzer u. Stukkateurgeschäft in Augsburg.
- Schreinerarbeiten: Fachvereinigung der Schreiner- und Glasermeister Lindau und Umgebung. Firma Gebr. Botzenhardt in Kempten. Firma L. Heydecker in Kempten (auch Täfelung des Konferenzzimmers). Firma W. Bradatsch in Augsburg (auch Täfelung des Sommerwirtschaftsraumes und des Salettl). Firma Otto Fritzsche in München (auch Täfelung und Decke des Repräsentationsraumes).
- Schlosserarbeiten und Beschläglieferungen: Fa. Fr. Karl Bauer, G. m. b. H. in München. Fachvereinigung der Schlossermeister in Lindau.
- Glaserarbeiten: Fachvereinigung der Glasermeister für Lindau und Umgebung.
- Entwässerungs- und Wasserleitungsanlagen: Firma Josef Köllensperger in München.
- Niederdruckdampfheizungs- und Lüftungsanlage: Fa. Bär u. Derigs in Augsburg.

- Kleinkesselanlage: Ingenieur Sigm. Hummel in Augsburg.
- Bronzegitter und Kupfer-Jalousien am Entlüftungsturm: Bronzewarenfabrik L. A. Riedinger A.-G. in Augsburg.
- Zu- und Abluftgitter der Lüftungsanlage und Verkleidungen an Türen, Fenstern und Heizkörpern: Bronzewarenfabrik L. A. Riedinger in Augsburg.
- Marmorwandverkleidungen und Marmorkamine: Firma Gebr. Pfister in München.
- Hausteinarbeiten für Freitreppen, Lichtschachteinfassungen aus Granit: Bayer. Granitaktiengesellschaft in Regensburg.
- Haupttreppe aus Kunststein: Georg Radlmaier in Nürnberg-Doos.
- Bierkühlanlage: Ing. Wilh. Degen in München.
- Fleischkühlanlage: Ing. Glück in Augsburg.
- Linoleumlieferung: Fa. Kröll u. Nill in Augsburg.
- Bodenbeläge aus Hartasphalt: Fa. Rehm in Kempten.
- Bodenbeläge aus Steinterrazzo: Fa. L. Wörnhör jun. in Augsburg.
- Eichen-, Buchen- und Föhrenriemenböden: Fa. W. Bradatsch in Augsburg. Fa. Wrede u. Aschbacher in Freilassing.
- Bodenbeläge, Wandverkleidungen und Wandbrunnen aus Tonplatten: Fa. Villeroy u. Bloch, Zweiggeschäft Augsburg (Wände in den Verkehrsgängen, dann Wirtschaftsraum III. Kl. und den zwei Büfetträumen; Brunnen im Wirtschaftsraum III. Kl., im Sommerwirtschaftsraum und im westlichen Verkehrsgang) Fa. Bayer. Bauwarengroßhandlung in Augsburg (Wände im Wartesaal III. Kl. ohne Wirtschaft, im Gepäck- und sämtlichen Zollrevisionsräumen, Wände und Böden in Wirtschaftsküche und Spülküche).
- Aufzüge: Fa. Kleindienst u. Co. in Augsburg.
- Maler- u. Anstreicherarbeiten: Freie Vereinigung der Malermeister von Lindau und Umgebung.
- Elektrische Uhrenanlage: J. Neher Söhne in München.
- Einrichtung für Küche, Spülküche und Büfetträume der Wirtschaft: Herdfabrik Koloseus in Aschaffenburg.
- Beleuchtungskörper in Bronze: Bronzewarenfabrik L. A. Riedinger in Augsburg (sämtliche Lüster, Reihenbeleuchtung im Konferenzzimmer, Hängelampen und Deckenbeleuchtungen in verschiedenen Räumen, Wandarme für die Terrassen, alles nach eigenen Entwürfen). Kunstgewerbliche Werkstätten Jakob Rehle in Augsburg: (Deckenbeleuchtungen im Sommerwirtschaftsraum und an der Holzdecke zwischen Schalterhalle und Gepäck. Wandarme am Büfett III. Kl., sowie Außenbeleuchtungen an den Eingängen der Ost- und Nordseite, alles nach eigenen Entwürfen). Freie Vereinigung der Beleuchtungskörperfabrikanten in München: (Deckenbeleuchtung am Osteingang der Schalterhalle sowie an den Deckenbassetten im Wirtschaftsraum III. Kl., ferner pendelartige Beleuchtungskörper in den Verkehrsgängen nach eigenen Entwürfen).
- Sonstige elektrische Installationen: Fa. Schlumberger in Lindau.
- Maschinelle Einrichtung der Waschküche für den Bahnhofswirt: Fa. Michaelis in München.
- Möblierung: Fa. Otto Fritzsche in München (Repräsentationsraum, sämtliche Wartesäle und Salettl nach eigenen Entwürfen). Fa. F. S. Kustermann, München (Terrassenmöbel). Fa. L. Heydecker in Kempten: (Konferenzzimmer und Vorraum nach eigenen Entwürfen).
- Bahnsteigdächer: Fa. Cabröl, Holz- u. Industriebau in Cassel.
- Bahnsteigpflasterungen: Fa. Joh. Freudinger, Augsburg. (Lieferung der Basaltplatten: Fa. Fr. Funk, Nürnberg).

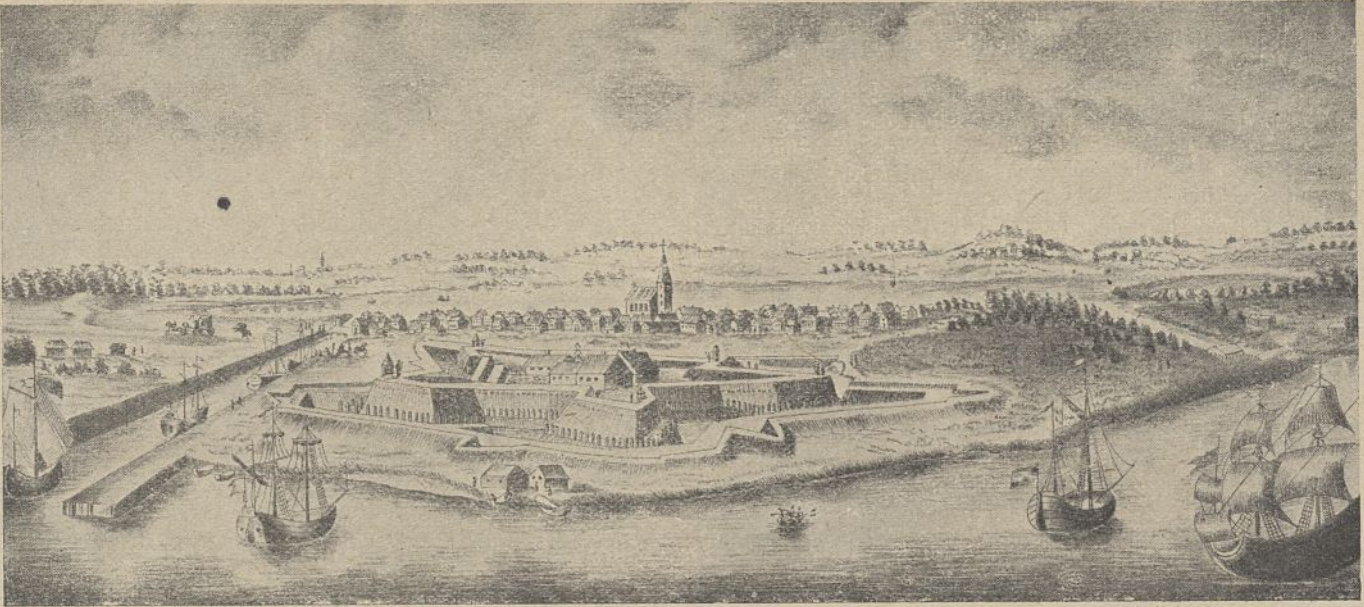


Abb. 1. Ansicht von Libau, entnommen einer im Jahre 1705 in Frankfurt erschienenen Lebensbeschreibung Carl's XII.

Baugeschichte von Kurland seit Ausgang des Mittelalters.*)

Von Architekt Walter v. Kurowski, Berlin.

Die vorliegende Abhandlung stellt den Versuch einer möglichst zusammenfassenden Darstellung der baulichen Entwicklung von Kurland dar, nachdem der Ordensstaat als solcher aufgehört hatte zu bestehen. Es fällt dieser Zeitpunkt zufälligerweise auch zusammen mit dem Zeitalter der Renaissance und so bot auch Kurland nach Aenderung seiner staatlichen Verfassung ein neues Bild in der weiteren Entwicklung seines baulichen Schaffens. Eine lückenlose und erschöpfende Behandlung des umfangreichen Stoffes ist dem Verfasser noch nicht möglich gewesen, einmal infolge der natürlichen Schwierigkeiten während der Kriegsjahre, dann aber durch das fast gänzliche Fehlen ausführlicher kunstgeschichtlicher Quellen, soweit sie die Bauten Kurlands betreffen. Es bietet jedoch die Baukunst dieses Landes eine große Anzahl besonders charakteristischer Stadt- und Landbauten dar, die in der kunstgeschichtlichen Literatur so gut wie unbekannt sind. Auch die Anlage und Entwicklung der kurländischen Städte ist in diesem Zusammenhange erörtert unter Berücksichtigung der kulturellen und wirtschaftlichen Zustände ihrer Zeitepochen.

Seit dem Jahre 1795 kam Kurland unter russische Herrschaft; diese Provinz war die letzte der baltischen Randstaaten, die der russischen Verwaltung anheimfiel. Baurat Schmidt bemerkt in seiner Abhandlung über die Burgen des deutschen Ritterordens in Kurland: „Wir Deutsche innerhalb der Reichsgrenzen vergessen nur zu oft, wie nahe dieses Land unserem Herzen steht. Jahrhundertlang war es deutsch, unter dem Orden und unter den Kettlerschen Herzögen, und deutscher Einfluß blieb auch in den beiden letzten Jahrhunderten vorherrschend, als Rußland sich zum Herren des Landes gemacht hatte . . . Die altersgrauen Ruinen der Grundburgen geben hiervon am deutlichsten Kunde, sie sind die Grundlage, auf der sich jede Betrachtung späterer Kunstzeitalter aufzubauen hat.“

Der Weltkrieg hat nun auch in Kurland vollständig neue politische Machtverhältnisse geschaffen, die äußerlich durch die Gründung der Republik Lettland gekennzeichnet sind. Der weitere Verlauf der Entwicklung wird erst zeigen, ob die lettische Bevölkerung dieses Landes imstande ist, aus eigener Kraft kulturelle Werte zu schaffen, die den alten Werken deutscher Vergangenheit an die Seite gestellt werden können. Einen Ueberblick über die Leistungen der Deutschen in Kurland auf städtebaulichem und baukünstlerischem Gebiet seit Ausgang des Mittelalters zu geben, soll die Aufgabe dieser Arbeit sein.

1. Libau.

Im Jahre 1252 wurde der Teilungsvertrag zwischen dem Bischof Heinrich von Littelburg und Eberhard Seine, dem Stellvertreter des Ordensmeisters Andreas von Stirland in den Jahren 1252/53, abgeschlossen, nach welchem der zum ersten Male erwähnte Lyvahafen (Libau) an den Bischof fällt, nachdem im Jahre 1230 der Landstrich südlich bis Sackenhäusen unterworfen worden und durch Begründung der Burgen Amboten und Hasenpot feste Stützpunkte für die

Operation bis nach Preußen hin geschaffen worden waren¹⁾. Am 29. Juli 1252 beschließen Bischof und Orden die Gründung einer Burg am Zusammenfluß der Memel und Dange, am 18. Oktober den weiteren Kirchenbau auf gemeinsame Kosten, nachdem die erste Kirche in Bihavelang vom Bischof bereits gegründet ist und am 19. Oktober wird jedem Teile in dem ihm zugesprochenen Landstriche das Recht zugestanden, Städte und Marktflecken anzulegen. Im Jahre 1253 beginnen Landbelehungen an Ritterbürtige samt deren Gefolge, wie auch an Eingeborene, namentlich Häuptlinge; das noch selbständige südliche Kurland hatte Zinspflicht übernommen und wurde durch Vögte übersehen und nach der am 4. April 1253 in Goldingen errichteten Urkunde des Rigaschen Vertrages kommt auch das noch ungeteilte Gebiet zur Verteilung, zu zwei Dritteln an den Orden, zu einem Drittel für den Bischof. Dieser erhält das nordwestliche Gebiet von Bihavelang, nämlich das jetzige Sackenhäusensche und die Westhälfte des Hasenpötschen Kirchspiels mit den Ortschaften Razge, Percuneclave, Dubenalken, Prussen, Karkeln, Dsintern, Salenen und Sakken, der Orden den übrigen Teil, also außer einem Teile des Hasenpötschen Kirchspiels, das Durbensche und Grobinsche Kirchspiel bis zur Bartau; neben 31 anderen Ortschaften auch „das dorp dat die Lyva is genannt,“ (Libau). Aber auch Perkunnen mit bischöflichen Teilen von Rutzau und Bartau „schlug der Orden zu seinem Gebiet und gab sie niemals heraus.“ Die Lyva bis zum Meere wird für „gemein und frei“ erklärt, „also daß niemand ein Wehr in der Lyva soll machen“, während die Bäche, die unter dem Hause zu Grobin abfließt in die See, demselben Hause zugehören soll.“²⁾ So ist der Libausche See denn auch durch die ganze Ordens- und herzogliche Zeit hindurch einer der sechs kurischen Freiseen gewesen.³⁾

Liegt es nun auch nahe, anzunehmen, daß schon um 1253 deutsche Ansiedler beim Lyvadorfe sich niedergelassen haben könnten, zumal die eingehende Abmachung über das Fischereirecht auf dem See und Alandsbach dieses andeutet und auch die Erwähnung des „Hauses Grobin“ auf eine Besetzung von Ordensbrüdern hinweisen dürfte, so haben wir an eine dauernde Niederlassung jedenfalls noch nicht zu denken. Erst nach Niederwerfung des großen Kurenaufstandes, in welchem das von den Heiden wiederbesetzte Grobin kapitulierte und von den Brüdern niedergebrannt wird (1269), nachdem vielleicht schon in diesem Jahre an Stelle der Holzburg ein festes steinernes Ordensschloß tritt, wohl mit Schloßkirche und Hakelwerk darum, mag von hier aus ein fester Stamm von Einwohnern im Lyvadorfe Fuß gefaßt haben, da wenigstens Cruse⁴⁾, wohl auf Grund einer auch hierorts zutreffenden Ueberlieferung, Grobin „als Mutter Libaus“ bezeichnet. So bliebe denn für den grundlegenden Ursprung Libaus mit einiger Gewißheit nur der Zeitraum von 1269—1300 übrig, womit auch die Büschingsche

¹⁾ Wegner, Geschichte der Stadt Libau, 1898, Seite 4 ff.

²⁾ Mitteilungen a. d. Gebiete d. Gesch. Liv-, Est- und Kurlands. Bd. 4, Heft 3.

³⁾ G. v. Ziegenhorn, Staatsrecht der Herzogtümer Kurland und Semgallen, Königsberg 1772.

⁴⁾ Cruse, Curland unter den Herzögen, Mitau 1833, Bd. 1, S. 129.

*) Zur Baugeschichte des Mittelalters vergleiche die Abhandlung von Baurat Schmid über „Die Burgen des deutschen Ritterordens in Kurland“ (Zeitschrift für Bauwesen, 71. Jahrg., 7.—9. Heft).

Angabe,⁵⁾ auf die alle anderen zurückzugehen scheinen, nämlich daß Libau schon im 13. Jahrhundert deutsche Einwohner gehabt, im Einklang stehen würde.

Zunächst hat die Lage dieser ersten Ansiedlung für uns Interesse und wir gewinnen hierfür einen Anhaltspunkt in der Lyva, die sich von der Perkonmündung längs des Barenbusches durch den Ungerteich und dem 1882 verschütteten „Faulen Teich“ hingezogen haben soll, um sich bei Altbecken (s. Abb. 2 Plan von 1636) dem mutmaßlichen späteren „Bassin am Lotsenturm“ 1862 verschüttet, bei dem heutigen Hafen wieder mit dem Meere zu verbinden.⁶⁾

Lag nun die älteste Niederlassung gewiß an der Lyva, so können wir ihre nordsüdliche Lage am östlichen Lyvaufer gegenüber der Kirche bestimmen, welche auf dem westlichen Ufer und zwar nach Tetsch' Zeugnis auf dem Platze des zu seiner Zeit nicht mehr bestehenden Lizenthuses und an der Schwedenschanze gelegen haben soll. Die Schanze dehnte sich zwischen dem Faulen Teiche, dem Hafen und dem Stranddorfe an der Meeresküste und Reste derselben will man an der Michaelstraße und dem heutigen Kurhausprospekt gefunden haben.⁷⁾ Wenn es dann noch erlaubt ist, das seit 1702 spurlos verschwundene Stranddorf als direkte Fortsetzung des alten Livendorfes zu halten, so hätten wir auch dieses bestimmt. Jedenfalls hat man für letzteres Jahr an livische Bewohner nicht mehr zu denken, die vielleicht schon ausgestorben oder lettisiert waren, als noch der Lyvaname im Gange war. Zu Tetsch' Zeiten (1767) ist bereits jegliche Erinnerung an die alten Bewohner verschwunden und aus den alten Namen der Skuggen- und Rolofengasse folgert der älteste Geschichtsschreiber Libaus, daß hier seit jeher die Letten gewohnt haben.

Man hat in Anbetracht der Tatsache, daß die Lyva schon nach etwa 250 Jahren völlig versandte, die Frage aufgeworfen, weshalb die ersten deutschen Kolonisten nicht den Perkon vorzogen. Aber einerseits muß dieser Umstand damals noch keine Bedenken erregt haben, zumal die Lyva vielleicht durchweg fahrbar gewesen ist, wie wenigstens die Tradition von dem im Ungerteiche ruhenden Schiffsüberresten samt Pfahlwerk beweisen würde, andererseits mag auch die Rücksicht auf das Perkonheiligtum in Betracht gekommen sein, da schon die Bestimmung vom 18. Oktober 1252 über das Hölzungsrecht der Geistlichen einschärft, daß die „ehemaligen heiligen Haine“ nicht angerührt werden sollen.⁸⁾

Gering ist noch die Bewohnerzahl, die sich in dieser geweihten Gegend, dem ehemaligen Perkonheiligtum, niederläßt, um den Acker zu bebauen, Keimhandel zu treiben, vielleicht auch der Fischerei obzuliegen. Herbergen — wegen der Durchreisenden auf dem damals einzigen Verbindungswege zu Lande mit der alten Heimat „dem hellen Weg door Lewa“ — mögen schon entstanden sein. Dieser „Hellweg“, wie vielbesuchte Heerstraßen auch im Mutterlande genannt wurden,⁹⁾ führte von Grobin aus durch Libau längs des Strandes bis Memel, von da nach Königsberg und Danzig¹⁰⁾ und war bei den lebhaften Beziehungen zum preußischen Bruderstaate wie zu Deutschland überhaupt, namentlich solange Memel noch zu Kurland gehörte und hier seit 1263 auch die Domschule für das Bistum Kurland bestand,¹¹⁾ von nicht geringer Bedeutung, zumal im Winter, wo der Seeweg unbenutzbar wurde.

Verschwindend gering ist die Bedeutung des Lyvahafens in der Ordenszeit, wie auch das Schweigen der geschichtlichen Ueberlieferung beweist, aus der nur vereinzelte Quellen hervorsickern. Zu bezweifeln ist darum die Annahme, daß Libau neben seinem Aufblühen auch seinen Ursprung dem Handel verdankt; für das 14. und 15. Jahrhundert fehlten dafür eben die natürlichen Vorbedingungen. Zudem kommt noch der Mangel an Landstätten für den libauischen nächsten Umkreis und die sumpfige Umgegend der Stadt, die noch zu Anfang des 19. Jahrhunderts die Zufuhrwege im Herbst und Frühjahr unpassierbar machten.

Als die ersten Ansiedler von Libau gelten Hanseaten, hauptsächlich Bremer, später Lübecker, nur zum Teil Hamburger, während Preußen, außer vielleicht in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts, wohl erst nach dem 7jährigen Kriege eingewandert zu sein scheinen.¹²⁾ Die niederdeutsche Mundart herrschte auch im 18. Jahrhundert vor,¹³⁾ wie auch heute die Sprache der niederen Klassen starke Anklänge an sie bewahrt hat. —

⁵⁾ Zitiert bei Ziegenhorn, Staatsrecht usw.

⁶⁾ Lortsch, Libaus älteste Geschichte.

⁷⁾ Ulich, Die Schweden unter Carl XII. in Libau, Kalender für 1876.

⁸⁾ Kallmeyer, Die Begründung deutscher Herrschaft usw.

⁹⁾ O. Kaemmel, Der Werdegang des deutschen Volkes, I. Teil, S. 189, Leipzig 1896.

¹⁰⁾ Reise Gilbert de Lannoys 1413 und Joh. Bernoullis Reisen 1778.

¹¹⁾ F. Amelung, Baltische Culturstudien a. d. 4. Jahrh. d. Ordenszeit. 1. Teil S. 61. Dorpat 1884.

¹²⁾ O. Waeber, Das Ostseebad Libau.

¹³⁾ v. Keyserling u. Derschau, Beschreibung der Provinz Kurland, Mitau 1805.



Abb. 2. Plan der Stadt Libau vom Jahre 1636.

Ein neuer Abschnitt der Entwicklung ist für den kleinen und armen Marktflücken seit dem Zusammenschluß zu einer Kirchengemeinde und dem erwachenden Seehandel angebrochen. Ein schweres Verhängnis aber bricht über das aufkeimende Gemeinwesen durch die Versandung der Lyva herein. Die vorgelagerte Sandinsel verwächst von Norden her immer mehr mit dem Lande und der Flugsand hatte die „Lyva“ bis auf geringe Ueberreste völlig versandet. Man war so gezwungen, die alte Stätte aufzugeben und sich am heutigen Altmarkte anzusiedeln, bis wohin die südliche Lyva — deren Mündung am Perkon 1636 noch sichtbar ist (Abb. 2, Plan von 1636) — schiffbar gewesen sein müßte, zumal auch der Ungerteich für einen zeitweiligen Hafen gehalten wird.

Diese Uebersiedlung muß nun schon um 1500, wenn auch allmählich, vor sich gegangen sein, denn im Jahre 1560, wo es von der alten Kirche heißt, daß sie dem Volke sehr abgelegen und „vor Zeiten“ um des Tiefes willen dorthin gebaut sei,¹⁴⁾ erscheint sie bereits als längst vollzogene Tatsache. Aber auch die Versandung dieses Hafenteils geht reißend schnell vor sich, denn bald ist man zu gemeinsamem Seehandel mit den Grobinern auf den Perkon, „den alten Hafen“ angewiesen und um 1625, als auch letzterer von demselben Geschick ereilt wird, hat die Stadt überhaupt keinen Hafen mehr.¹⁵⁾

Eine andere, in ihren Folgen jedoch entgegengesetzte Umwälzung trat ferner mit dem Wechsel der politischen Herrschaft und der fast fünfzigjährigen Lostrennung vom kurischen Stammlande ein. Als nämlich das untergehende Livland, vom Mutterlande preisgegeben, mit der russischen Uebermacht rang, versetzte man Burgen und Gebiete, so Düna, Selburg, Lutzen, Rositten und Bauske an Polen, um Mittel zur Kriegführung zu erlangen. „Die Vogtei, das Gebietiger Amt und Schloß zu Grobin, mit allen desselbigen zugehörigen Häfen, Dörfern, Landen, Leuten, Strand und Wassern und denen dazugehörigen Gerechtigkeiten,“ vorbehaltlich nur die Kriegsfolge, wurde aber 1560 an Herzog Albrecht von Preußen (Markgraf von Brandenburg) für ein bares Darlehen von 50 000 Fl. verpfändet.¹⁶⁾ Libau hatte unter preußischer Herrschaft (1560—1609) durch Ausgestaltung seines Kirchen- und Schulwesens, durch merkliche Belebung seines Handels, — was man in Memel zu spüren begann —, endlich auch durch gesteigerte deutsche Zuwanderung, die sich in der ganzen Vogtei Grobin, in einer Zunahme der deutschen Bevölkerung von 4 auf 13,5 % im Verhältnis zur Gesamtbewohnerschaft aussprechen dürfte, einen großen Fortschritt erlebt.

In diese Zeit des Aufschwungs fällt auch das Projekt Herzog Friedrichs, die Bartau — einen Fluß, der in den Libauschen See mündet — schiffbar zu machen, und die Erhebung Libaus auf Bitten seiner Bürger zur Stadt mit bedeutenden Vorrechten. Mit diesen Plänen hängt dann vielleicht auch der Aufenthalt Friedrichs im grobinschen Schlosse zusammen, währenddessen am 18. März 1625 die Verleihung des Stadtprivilegs und am 20. des „Grenzbriefs“ erfolgte.¹⁷⁾

¹⁴⁾ Tetsch, Kirchengeschichte, Teil 2.

¹⁵⁾ Lortsch und Ulich, Libau vor 250 Jahren, 1875.

¹⁶⁾ Tetsch, 2. Teil, Geschichte der Kirche zu Grobin.

¹⁷⁾ Lortsch, Stadtprivileg und Grenzbrief, abgedruckt in: K. Ulich, Libau vor 250 Jahren.

Ein annäherndes Bild vom damaligen Libau gewinnen wir durch den Plan vom Jahre 1636 (Abb. 2), wo uns die Stadt um die neue Kirche und den heutigen Altmarkt gruppiert, etwa von der Memelstraße bis zum jetzigen Rosenplatz entgegentritt. An letzterem befindet sich, wenigstens nach der Ueberlieferung, das älteste Rathaus, nämlich das Gebäude der gegenwärtigen Fleischhalle, vermutlich schon von 1625 an bis zum Jahre 1760.¹⁸⁾ An der Fischgasse bildete sich wohl schon um jene Zeit der Fischmarkt, während auf dem Altmarkte, dem damaligen Stadtzentrum, die Jahr- und Wochenmärkte abgehalten wurden. Hier befand sich auch die Stadtschule, hier gab es Einfahrten und Schenken, wie die noch 1778 anzutreffende „Königsberger Herberge“ und gewiß auch die ansehnlichsten Gebäude, deren es wohl schon massive gegeben haben mag. Im allgemeinen aber gab es nur Holzgebäude, wie die Kirche, das 1638 erbaute deutsche Pastorat und das alte Rathaus beweisen. Das Strohdach war damals wohl noch eine häufige Erscheinung und das Straßenpflaster ist überhaupt wegzudenken. Auch konnte es um jene Zeit kaum mehr als 1000 deutsche Einwohner gegeben haben, da man noch für das Jahr 1700 in Riga nicht mehr als gegen 6000 Bewohner annimmt.¹⁹⁾

Abseits von der eigentlichen Stadt, auf der Ostseite des Faulen Teiches, liegt die herzogliche Strandvogtei²⁰⁾ mit ihrem hohen Turme und dem von einem Palisadenzaun umhegten Hofraum, in welchem sich die herzoglichen Warenhäuser befanden.

Im Jahre 1635 begegnen wir dem ersten Versuche der Stadt Libau, sich einen künstlichen Hafen zu schaffen²¹⁾ (Abb. 2). Man gedachte wohl durch einen Speisungsgraben aus dem kleinen See und vielleicht durch Vertiefungsarbeiten das Alte Tief wieder schiffbar zu machen. Der Erfolg mußte wegen des geringen Gefälles des Grabens aber ausbleiben und so berief man im nächsten Jahre den holländischen „Wasserbaumeister“ Adrians, der sich für den mit einem Bollwerk zu versehenen vertieften Hafenskanal (A B des Planes von 1636) der Alten Bäche entschied. Auf den triftigen Einwand des Rats, daß die vorauszusehende baldige Versandung des Kanals das Werk in Frage stelle, riet er dann nach eingehender Untersuchung der Wasserverhältnisse im Landsee und Perkon, letzteren zu dämmen und von der Wenterpope, einer 12 Fuß tiefen Stelle des Kleinen Sees aus einen Kanal von 4—5 Fuß Tiefe und 5 Faden Breite, mit Gefälle durch die Stadtweiden und den Unger-teich in die Alte Bäche (Fauler Teich) zu leiten. Aber der Plan kam, wahrscheinlich wegen der großen Kosten, nicht zur Ausführung. Dasselbe Geschick traf später auch das Projekt vom Winter 1648, wo man den Kanal etwa in der Richtung des gegenwärtigen Hafens zu ziehen gedachte und wofür auch Herzog Jacob gewonnen zu sein schien. Bei der Besichtigung des zugefrorenen Sees ereignete sich dann auch der Unfall, daß der Herzog samt Gefolge in seinem Schlitten mit sechs Pferden einbrach und nur mit Mühe gerettet wurde. Die bald darauf eintretenden Kriegswirren und die Gefangennahme Herzog Jacobs mögen dann das Hafenprojekt bei diesem für immer zu Grabe getragen haben.

Es ist bemerkenswert, zu verfolgen, wie Libau seit dem Ausgange der Ordenszeit immer mehr und mehr aus dem Dunkel der Vorzeit heraustritt und im Rahmen der Landesgeschichte wie der internationalen Beziehungen greifbare Gestalt gewinnt. Enger beginnen sich bereits im 17. Jahrhundert die Schifffahrtsbeziehungen des Landes an die Stadt zu knüpfen. So kommt hier im Jahre 1642 mit schwarzen Segeln das Trauerschiff an, welches die Gebeine des ersten Herzogs der Hauptmannschaft Cammin in Pommern bringt. Und wie Herzog Wilhelm schon im Leben viel Ungunst erfahren, so sollte jetzt auch über seiner Leiche ein mißgünstiges Schicksal obwalten. Als man nämlich im Begriff war, den Sarg vom Schiffe zu tragen, fing dieses Feuer und verbrannte mit allen seinen Schätzen und Kleinodien. Nur die Leiche des Herzogs wurde gerettet und diese soll nun Jahre lang in Libau gelegen haben, bis sie endlich nach Mitau übergeführt wurde, um in der herzoglichen Gruft beigesetzt zu werden.²²⁾

Das Verhältnis zum Landesfürsten aber hatte sich nach Jacobs Tode völlig umgekehrt, indem der prachtliebende Friedrich Kasimir (1682—1698) bei seiner Geldnot zu häufigen Anleihen bei der Stadt seine Zuflucht nahm. Eine libausche Quelle²³⁾ berichtet von fast alljährlichen Anleihen von 6—12000 Gulden und daß die Stadt im Jahre 1682 die geforderte Summe von 150000 Fl. nicht aufzubringen vermag und sich daher um Aushilfe ans Ausland wendet.

Der zunehmende Verfall der alten Kirche vom Jahre 1597 zwang zu einem Umbau,²⁴⁾ der am 9. Januar 1671 unter dem Bürgermeister Röttger Groote vom Rat und der Gemeinde beschlossen wird. Man entschließt sich zur Umkleidung der Holzwände mit einer Ziegel-

mauer und erwählt sechs Bauleiter: Joachim von der Horst, Bruno Plauder, Gabriel Stockdick, Dietrich Schmedden von der Kaufmannschaft, Matthias Linck und Dietrich Vintzel von den Gewerken. Ende 1675 ist der Bau vollendet; der Turmbau wird erst am 3. Mai 1684 beschlossen, dann beginnt Hermann Harring auf Grund eines bei ihm ausliegenden Buchs die Zeichnung der „freiwilligen Gaben“ und unter Leitung von den Baumeistern Johann Voigt und Siegmund wird der 1688 begonnene Turmbau am 25. Juli 1693 „dauerhaft und ansehnlich vollendet“. Das ganze Kirchengebäude hatte eine Länge von 21 Faden, war 10 Faden breit und 5 Faden nach gotländischem Maß, bis zum Dach hoch. Der aus vier Stockwerken von gleicher Breite und aus gebrannten Ziegelsteinen bestehende Turm hatte eine Höhe von 108 Fuß und eine mit Dachpfannen gedeckte Spitze. Das Kirchengewölbe wurde von zwei Reihen vergoldeter Holzpfiler, sechs in jeder Reihe, getragen, das düstere Innere durch vergoldete Bildsäulen, durch Gemälde am Gewölbe und Lettner²⁵⁾, sowie durch zahlreiche Stiftungen und Widmungen ausgeschmückt. Die Orgel über dem Eingang war vergoldet und „gemahlet“; um 1697 entstand der „Schnitzaltar“ und vielleicht hingen hier schon damals, wie noch gegenwärtig, die beiden Schiffsmodelle herzoglicher Kriegsschiffe, Werke Peter Brandts aus dem Jahre 1681.

Im Jahre 1693 schreitet man auch an den Schulbau, der aus weiser „Sparsamkeit“ „mehrentsils aus den übergebliebenen Materialien um dem vorigen Kirchenbau“ ausgeführt wird und 1697 zum Abschluß kommt. Es war ein „gar massives“ Gebäude und vielleicht eines der stattlichsten der damaligen Stadt.

Das dortartige Gemeinwesen aus dem Anfang der Ordenszeit ist zu Ende desselben kein unbedeutender Handelsort und durch die Hafengründung rückt die angesehenste Stadt der Hauptmannschaft zur Stellung der ersten Kurischen Seestadt hinauf. Wie die Verhältnisse lagen, hing aber das weitere Gedeihen der Stadt von einem einwandfreien Hafen ab, und die Versuche der Jahre 1635, 1636 und 1648 liefern den Beweis, wie sehr man von dieser Notwendigkeit durchdrungen war. Viel Mühe mag es gekostet haben und langwierige Unterhandlungen mögen gepflogen worden sein, bis man sich der landesherrlichen Unterstützung durch den Vertrag vom 26. August 1697 versichert hatte.²⁶⁾

Noch vor Beginn der Hafearbeiten fällt der Besuch Peters des Großen in Libau,²⁷⁾ vom 25. April bis zum 2. Mai 1697, der allgemein mit dem Interesse für Seewesen und Hafenbau in Verbindung gebracht wurde, zumal vor der 1701 durchgeführten Gründung von St. Petersburg. Die damalige Anlage des Hafens wurde im Jahre 1703 vollendet mit einem Kostenaufwande von 129 841 Gulden. Eine Ufer-einfassung aus Holz muß schon damals errichtet gewesen sein und die beiden Einfahrten in den Hafen vom Meere bestanden noch bis zum Jahre 1866, wo die südliche geschlossen wurde. Ein genaues Bild von dieser neuen Hafenanlage ist uns in dem Plan vom Jahre 1705 erhalten (Abb. 1 s. am Kopf S. 165).

Eigenartig sind die Siedlungsverhältnisse im alten Libau. Fanden wir die Stadt vom 13. bis zum 16. Jahrhundert an der Lyva, um die Mitte des 16. Jahrhunderts aber um den Alten Markt, so muß seither, d. h. seit dem Aufgeben des südlichen Lyvahafens und des Perkons, wieder eine Verschiebung zur Strandvogtei und zur Rhede eingetreten sein. Im Jahre 1705 (Abb. 1) sehen wir Libau langgestreckt, etwa vom Schlagbaum am Südende des Heumarktes bis zur Zugbrücke über den Hafen mit dem Wachthause, sich zu beiden Seiten der Großen Straße, des Altmarktes und der Memelstraße hinziehen. Hier am Südende wäre eine geringere Vorstadtansiedlung anzunehmen, wie wir 1710 auch „jenseit der Brücken“ eine Wohnstätte „armer Leute“ antreffen. Die Nähe der Küste mied man aber im allgemeinen, teilweise wegen des lästigen Flugsandes und auch wegen der sumpfigen Ueberreste der alten Lyva.

Auf dem Plane sehen wir ferner die der Stadt vorgelagerte Festung mit ihren fünf Bastionen, welche die Rhede, den Hafen und die Stadt bestreichen; am noch uneingedämmten Perkon die kleine Schanze, deren Ueberreste noch heute wahrnehmbar sind und den zum Strande führenden Weg mit einer Brücke über den Perkon. Etwa in der Gegend des Stadtwäldchens finden wir das Dorf Kianpezeem und zu beiden Seiten des Perkons die alten Dorfschaften Klein- und Großperkuhnen. Am Horizont in Höhe des Hafenskanals sehen wir den Kirchturm von Grobin.

Wenden wir uns dem inneren Leben der Stadt zu, so tritt uns ein neuer Aufschwung aus drei rasch aufeinander folgenden Kirchengründungen um die Mitte des 18. Jahrhunderts entgegen, der römisch-katholischen (1737—43), der reformierten (1737) und der lutherisch-deutschen (1742—58).

Schon vor 1737 muß es in Libau Katholiken gegeben haben, denn das Einsetzungsdiplom Ernst Johanns vom 5. April 1737²⁸⁾ erwähnt

¹⁸⁾ Bernouilli, Reisen etc. 1778.

¹⁹⁾ Seraphim, Gesch. II, 325.

²⁰⁾ K. Ulich vermutet sie auf der Stelle der heutigen „Musse“.

²¹⁾ Nach der „Widmung“ auf dem Plan von 1636.

²²⁾ Seraphim, Gesch. II, S. 517.

²³⁾ Lortsch, Libaus älteste Geschichte.

²⁴⁾ Tetsch, Kirchen- und Schulbau i. d. Kirchengeschichte.

²⁵⁾ Libauer Kalender für 1877 „Zur Geschichte des Libauer Hafens“ (Ulich).

²⁶⁾ Libauer Kalender für 1874 „Peter der Große in Libau“ (Ulich).

²⁷⁾ S. bei Ziegenhorn d. Diploma Investiturae etc.

eines Bethauses, in dem der römisch-katholische Gottesdienst bisher abgehalten worden sei. In unmittelbarer Nähe dieser Kirche, in vielleicht noch unbebauter Gegend, wird dann bald darauf für die auf nicht viel über 100 Seelen geschätzte reformierte Gemeinde, durch Korff auf Felsen eine Steinkirche ohne Turm erbaut.²⁹⁾ Die kleine Gemeinde befand sich in beständiger Geldnot und mußte von zugezogenen Kaufleuten und Schiffen, wie auch von Zürich, Danzig und Bremen aus unterstützt werden. Trotzdem bestand die Kirche bis zum Jahre 1830, wo man ihrer Baufälligkeit wegen das Abendmahl in der Deutschen Kirche zu feiern begann.

Die Gründung einer eigenen Kirche für die deutsche Gemeinde war schon am 8. Oktober 1733 vom Magistrat erwogen worden, aber erst 1741 waren die unter reger Beteiligung der Gemeinde ins Werk gesetzten Sammlungen soweit gediehen, daß man den groß angelegten Bau beginnen konnte.³⁰⁾ Zu einer erhebenden Feier gestaltete sich die Grundsteinlegung am 19. Juli 1742, nachdem der Bürgerschaft schon am Tage vorher bedeutet worden war „das gehörige und anständige zu beobachten“. Und das mochte am Platze gewesen sein, wo nicht allein die ganze Bürgerschaft „große und kleine“, sondern auch Letten und Fremde am Feste teilnahmen. Und fürwahr — ein hübsches Bild der Frömmigkeit, wie es uns Tetsch in stolzer Freude malt: dem Beginn der Feier in der alten Kirche durch einstündiges Glockengeläute um 6 Uhr morgens, den Gesang des Morgenliedes „O heilige Dreifaltigkeit“ an der Feststätte unter Begleitung von Pauken und Trompeten, den Aufzug der Stadtschule, der Geistlichkeit und des Rates mit dem Bürgermeister Jürgen Schmidt, die Versenkung der Kupferplatte durch diesen und den abschließenden Kirchensegen. Ein aus Yvica angekommenes Schiff hatte dabei ununterbrochen mit seinen 16 Kanonen gefeuert und sämtliche Schiffe im Hafen ließen Wimpel und Flaggen wehen. Feierlich war auch die Einbringung der Kupferplatte durch den betagten Obermaurermeister Johann Christian Dorn unter Begleitung von zwei Quartieren Bürgerwehr gewesen. Die Platte enthielt die Namen des damaligen Regenten Augusts III., der Oberräte v. Sacken, Finck von Finckenstein, v. Fireks, v. Behr und der Magistratsmitglieder. Noch um 3 und 6 Uhr nachmittags waren auf der Kirchenstätte Lieder gesungen worden und bis um Mitternacht war die ganze Stadt festlich illuminiert.

Unverzüglich begann man wohl jetzt mit dem Bau, der der Bürgerschaft über 100 000 Taler gekostet haben soll, ihr somit ein schönes Zeugnis der Opferwilligkeit und des kirchlichen Sinnes ausstellt, zumal die deutsche Gemeinde damals kaum über 2500 Seelen gezählt haben dürfte.³¹⁾

Geplant und geleitet wurde der Kirchenbau von einem Königsberger Baumeister,³²⁾ während der Rohbau wohl von einheimischen Kräften, wie jenem Maurermeister Dorn ausgeführt wurde. Einen Anhalt für den Namen des Baumeisters gibt nur ein an einem Pfeiler hinter der Orgel angebrachtes Brustbild eines Mannes mit herabgelassenem Visier nebst Zirkel und Winkelmaß und den Buchstaben J. M. F., angeblich der Name Fröhlich. Die von dem libauschen Stadthaupt Karl Uhlich ausgesprochene Vermutung, daß bei der architektonischen Ausbildung des großen Kirchenbaues die Mitwirkung des jüngeren Rastrelli (1700—1768) wahrscheinlich sei, ist nicht von der Hand zu weisen. Wenn auch Rastrelli in den Jahren 1741—42 stark durch russische Aufträge in Anspruch genommen war,³³⁾ so ist andererseits der Libauer Kirchenbau erst im Herbst 1742 begonnen und bis 1758 fortgeführt worden, so daß seine Mitwirkung bei der

²⁹⁾ R. Kienitz, Geschichte d. evang.-ref. Gemeinde Libaus 1875.

³⁰⁾ O. Tetsch, Kirchengeschichte. Teil 2.

³¹⁾ Ulich, Die Dreifaltigkeitskirche, Kalender für 1875.

³²⁾ Joh. Bernouilli's Reisen, 1778.

³³⁾ Brt. Schmid. „Die Burgen des deutschen Ritterordens“.

*) Sieh Denkmalpflege 1921, S. 20.

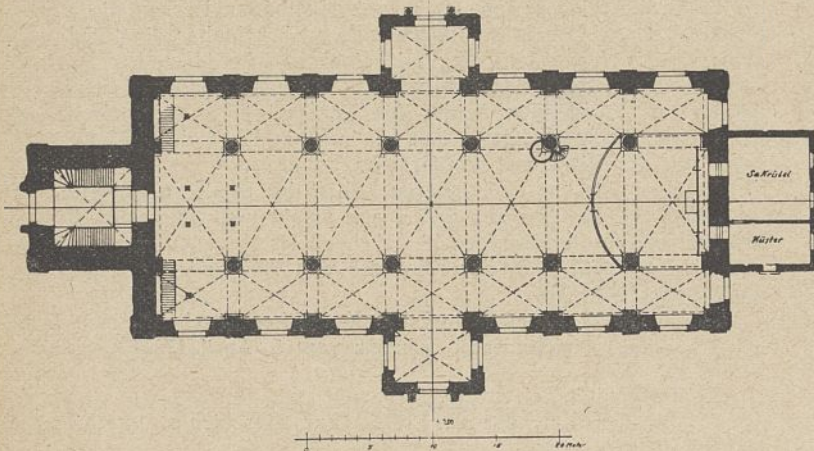


Abb. 3. Libau, Dreifaltigkeitskirche.

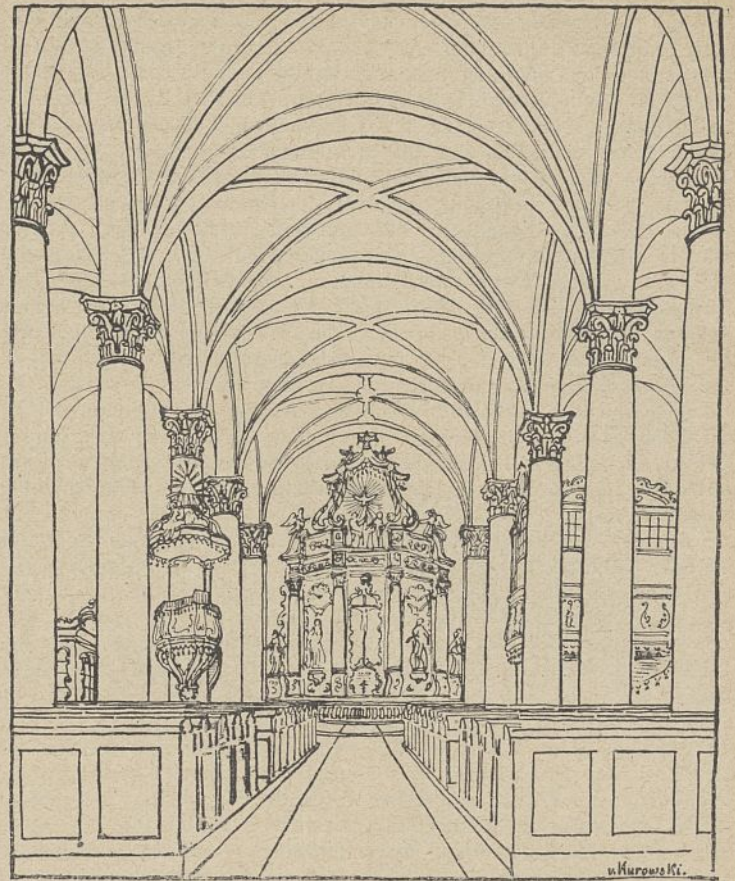


Abb. 4. Libau, Dreifaltigkeitskirche, Inneres.

künstlerischen Ausgestaltung der Kirche während der Bauausführung durchaus möglich erscheint, umso mehr als auch der baltische Kunsthistoriker Wilhelm Neumann diesem den Entwurf zu Altar, Kanzel und der Hofloge zuschreibt. Charakteristisch ist auch das nicht sichtbare, ganz flache Kirchendach, welches wohl ebenfalls auf den Einfluß des italienischen Architekten zurückzuführen ist.

Am 5. Dezember 1758 ist die Deutsche Gemeinde in ihr neues Gotteshaus, das schönste Kurlands, wie man es nannte, unter würdiger Feier eingezogen. Dasselbe Festgepränge wie bei der Grundsteinlegung, dieselbe andächtige Stimmung, wenn sie auch jetzt in „Frohlocken und Jauchzen“ durch die ganze Stadt zu erhöhtem Ausdruck gelangt.

Das Kirchengebäude*) ist als Hallenkirche mit drei gleich hohen Langschiffen erbaut, das Mittelschiff etwa doppelt so breit wie die

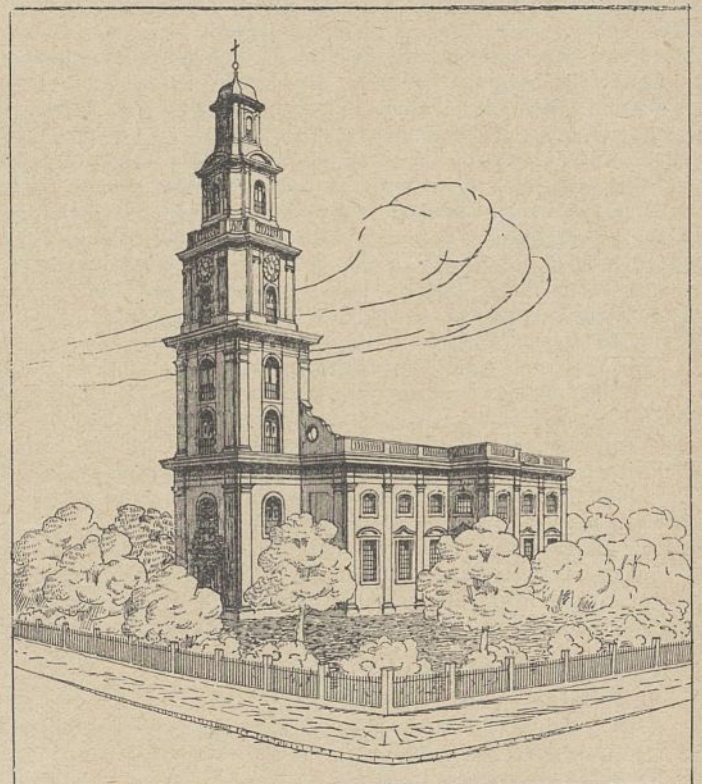


Abb. 5. Libau, Dreifaltigkeitskirche (1742—1758).

Seitenschiffe (Abb. 3), das Querschiff führt keine Systemänderung herbei, da es nur in gleicher Jochbreite dem Langhaus angefügt ist. (Abb. 4.) Die Abmessungen des Bauwerks betragen vom Turm bis zur Sakristei einschließlich 64 m, die lichten Maße des Kirchenschiffs sind: Breite 18 m, Länge 44,20 m, Höhe 14 m und 17,3 m bis zum First des kupfergedeckten Daches. Der Turm, in fünf Abstufungen sich verjüngend, hat eine Höhe von 55 m bis zum Knauf; die beiden oberen Turmabsätze wurden erst in den Jahren 1865 und 1866 nach dem hinter dem Altar aufgestellten alten Holzmodell des Turmes aufgeführt (Abb. 5).

Der Einbau der seitlichen Emporen ist, nach den verwendeten Profilen zur Unterstützung der Emporenkonstruktion zu schließen, frühestens um die Mitte des vorigen Jahrhunderts, wahrscheinlich aber erst in den Jahren 1865—66 erfolgt, während des Ausbaues der Sakristei und der Vollendung des Turmes. Die Vermutung, daß die seitlichen Emporen von Anfang an geplant waren,³⁴⁾ ist nicht aufrecht zu erhalten, da, wie aus den Schnittzeichnungen ersichtlich, die Längsemporen ohne Rücksicht auf die Anlage der Fenster quer an diesen vorbeigehen, während die Brüstung der oberen Fensterreihe schon in Höhe der Kapitäle der Säulen und inneren Wandpfeiler liegt.

Die 1779 von Contius in Riga erbaute Orgel erlangte 1885 nach ihrem Ausbau durch den Stettiner Orgelbauer B. Grünberg, durch das Bemühen des verdienten, aus Görlitz stammenden Kantors Adolf Wendt, mit ihren 131 tönenden und 21 Nebenregistern sowie gegen 7000 Pfeifen und 4 Manualen zeitweilig den Ruhm der größten Orgel der Welt³⁵⁾ (Abb. 6).

Als Baustoff ist im Sockel, den Wandpfeilern und sämtlichen Gesimsen, Fenster- und Türumrahmungen (Abb. 7) sowie Balustraden heller Sandstein verwendet, während die glatten Flächen geputzt sind. Im Innern sind die Säulen und die Architekturteile aus Sandstein, die massiven Gewölbe und Wandflächen sind weiß geputzt.

Bis auf die beiden Turmabsätze, den Anstrich, die Kirchenguhr und die Chöre besitzt die Kirche im Jahre 1778 schon das heutige Aussehen, wie es die ausführliche Beschreibung des durchreisenden Mathematikers Johann Bernouilli ergibt:

„Nahe an dem Hafen wurde ich angenehm durch den Anblick einer neuen Kirche überrascht, die wohl von Kunstverständigen in einem und anderen dürfte einigen Tadel ertragen müssen, aber demohgeachtet von Seiten des Baumeisters nicht gemeine Kenntnis der zierlichen Baukunst zeigt. Diese Kirche stellt ein reguläres griechisches Kreuz vor, dessen Arme hinten und vorn gleich lang sind; die Seitenarme aber kürzer, und hier sind sie sehr kurz. Am vorderen Arm geht noch ein etwas schmalerer Vorsprung heraus, auf welchem der mit toskanischen und jonischen Wandsäulen gezierte Kirchturm erbaut ist. Dieser ist aber noch nicht vollendet und er soll noch höher und mit einer Uhr versehen werden. Unten an dem gedachten Vorsprung zieren den Haupteingang zwei Säulen, ein gebrochenes Fronton mit Bildhauerarbeit, und noch neben den Säulen zwei Statuen, der Religion und der Liebe Drei ähnliche Eingänge, ohne Statuen, aber im besten, reinsten Geschmack, führen an den Enden der übrigen Arme des Kreuzes in die Kirche. Die Fenstereinfassungen sind auch von Stein und zwei Reihen übereinander und an der untern, wo die Fenster größer sind, wechseln dreieckige und gewölbte Frontons von guten Verhältnissen und mit leichter Bildhauerarbeit ausgeschmückt mit einander ab. Das Gebäude selbst ist von Backsteinen und von außen gelb, hat aber auch große angestrichene toskanische Wandpfeiler, die von unten bis oben gehen, und rings um das Dach herrscht eine steinerne, gleichfalls schwarz angestrichene Balustrade, die sich sehr gut ausnimmt. Inwendig ist die Kirche nicht weniger sehenswert, sie ist etwas flach gewölbt; der Hauptaltar, die Tribüne des Herzogs, der Beichtstuhl, die Kanzel, die Orgel, der Letner um die Orgel und verschiedene Sitze sind weiß und mit vergoldeter Bildschnitzarbeit in gutem Geschmack ausgeziert. Ueberdies so sieht man an dem mit einem Baldachin gekrönten Hauptaltar vier korinthische Säulen, und auf beiden Seiten eines Crucifixes, über welchem die Dreieinigkeit vorgestellt ist, die Statuen der vier Evangelisten Sonst besteht die Kirche nur aus einem Schiffe ohne Chor, aber mit zwei Seitennaven, welche von jenem durch korinthische Säulen . . . abgesondert sind. Im Jahre 1740 wurde der Bau dieser schönen Kirche angefangen und zwar auf Kosten der Stadt; der Baumeister von Königsberg berufen“

Die nach den Aufnahmen des Verfassers wiedergegebenen Zeichnungen und Photographien lassen erkennen, daß es sich bei der Libauer Kirche um ein Bauwerk handelt, welches durchaus zu den bedeutenderen seiner Zeit gezählt werden kann, jedenfalls aber in Kurland das schönste Gotteshaus darstellt.

Auch die Lage der Kirche im Stadtbilde ist die denkbar günstigste und der prächtige Turm hat von den verschiedenen Standpunkten aus eine beherrschende Wirkung.

An alten Wohnhäusern ist Libau verhältnismäßig arm, da in der bis zum 18. Jahrhundert nicht wohlhabenden Stadt naturgemäß auch

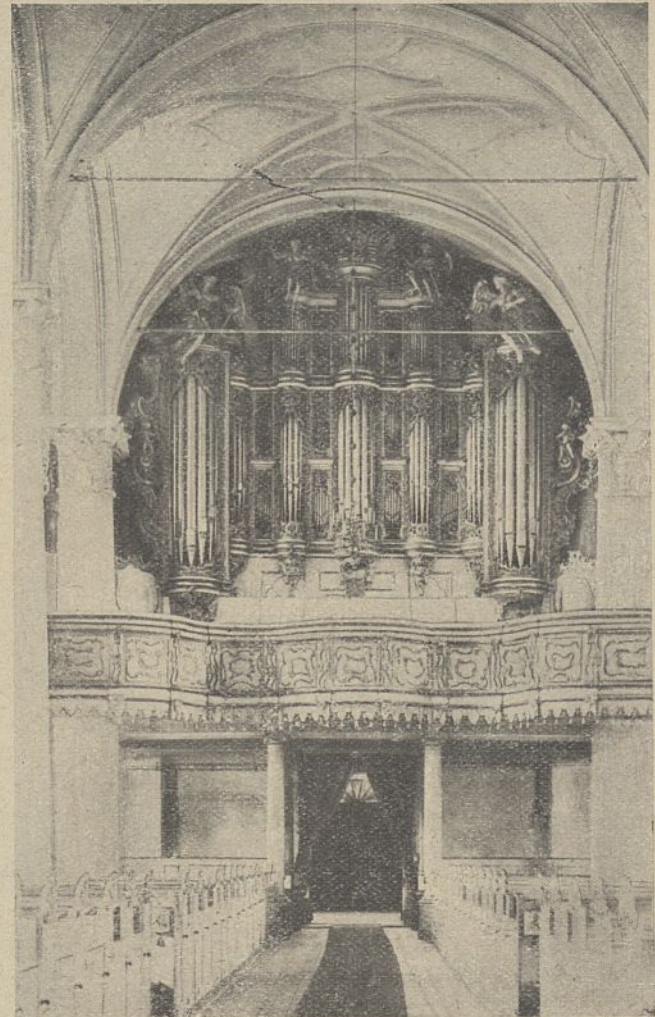


Abb. 6. Libau, Dreifaltigkeitskirche, Orgelansicht.

wenig Steinbauten aufgeführt wurden und die Holzhäuser innerhalb eines gewissen Zeitraumes immer wieder dem Feuer zum Opfer fielen. So wissen wir von großen Bränden in den Jahren 1698 und 1659, wo die Stadt von den abziehenden Schweden angezündet wird. Zu den ältesten Wohnhäusern sind zu zählen die Häuser am Altmarkt. Laut Inschrift geben sich aus: Großestraße 23 aus dem Jahre 1693, die Südhälfte aus dem Jahre 1773, Herrenstraße 26 — (1699), Stenderstraße 7 — (1703), Waisenhausstraße 17 — (1782) (Abb. 8).

Bezeichnend für das ältere Libau sind:³⁶⁾ nur wenig über die Straße sich erhebendes Fundament, niedriges Erdgeschoß, steiles

³⁶⁾ Alfred Schoen, Häusertypen in Libau, Kalender f. 1909.



Abb. 7. Libau, Dreifaltigkeitskirche, Seiteneingang.

³⁴⁾ Brt. Schmid, „Die Burgen des deutschen Ritterordens“.

³⁵⁾ Lib. Ztg. 1896, Nr. 180.



Abb. 8. Libau, Haus Johannsen, Waisenhausstr. 17 (1782).

Dach mit stark emporragender Esse, die in eine Art durchbrochener Krone ausläuft. Die Haustür befindet sich nicht in der Mitte des Hauses, die Fenster stehen, der Zimmereinteilung entsprechend, nicht im gleichen Abstände voneinander und weisen nur kleine Scheiben auf. Die Haustür führt in den Hausflur, an den sich nach hinten die Küche anschließt, von welcher aus durch ein Guckfenster der Flur übersehen werden kann. Aus diesem tritt man in die — abgesehen von der Gaststube — kleinen Zimmer. Aus der Gaststube führen ein bis zwei Stufen einer Treppe zur Hochkammer empor, der ursprünglichen Putzstube und dem spätern sogenannten aufgeräumten Endenzimmer und schließlichen Kabinett oder Boudoir. Die sogenannte Hochkammer wird im allgemeinen bis zum Ende des 17. Jahrhunderts angetroffen und so auch noch in dem 1693 errichteten Teile des Hauses Große-straße 23, ja selbst in dessen Neubau von 1773, wengleich man hier vielleicht nicht mehr der Mode, sondern der Ueberlieferung des Hauses folgte. Eine weitere Eigentümlichkeit hiesiger Bauart scheint das seit Mitte des 18. Jahrhunderts aufkommende Dach mit ungefähr in der Mitte nach Innen gebrochener Dachfläche zu sein. Bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts wog das einstöckige Haus so stark vor, daß Bernouilli auf die Vermutung kam, man könne hier der heftigen Stürme wegen keine hohen Häuser bauen. Bei der sogenannten „Verschönerung“ der Stadt im Jahre 1860 hat man meist auch die früher so verbreiteten beischlagartigen Haustreppen ausgetilgt, die Sammelpunkte freundnachbarlicher Geselligkeit an den Sommerabenden mit grünen und roten Bänken und den zwei Hauslinden davor. Solche hölzerne, bei den besseren Häusern steinerne Haustreppen haben sich noch an den Häusern Seestraße 12, Waisenhausstraße 17 (Abb. 8) und Knochenstraße 5 erhalten und zwar nur das zuerst genannte mit 2 Aufgängen, deren es früher viele gab. Bis in die neuere Zeit hinein traf dann endlich, was z. T. auch noch heute gilt, zu, und Bernouilli 1778 bei den Häusern auffiel: „Fast bey einem jeden ist ein ziemlich großer Garten“.

Wir gewinnen ein volleres Bild der Stadt, wenn wir noch Berichte aus dem Anfange des folgenden Jahrhunderts hinzuziehen,³⁷⁾ wo sich die Verhältnisse kaum geändert haben dürften.

In der nördlichen Vorstadt, dem heutigen Neulibau, gab es, wie wir bereits sahen, schon seit 1710 eine ärmliche Ansiedelung, wo im Laufe des Jahrhunderts ansehnlichere Bauten hinzugekommen sein werden, wie vielleicht das 1808 erwähnte Hofrat Meyersche Haus³⁸⁾. Wir überschreiten die „sehr schöne“ hölzerne Hafenbrücke von 10 Jochen (Abb. 9), die der ehemaligen, vielleicht während des schwedischen Festungsbaues angelegten Zugbrücke nachfolgt, zumal ja das 1772 im Bau begonnene steinerne „neue Tor“ den Zugang zur Stadt genügend deckt. Am Hafen gewahren wir auch das 1793 auf herzogliche Anordnung erbaute Wohnhaus des Hafenbaumeisters Crawford.

Fast ununterbrochene Verbesserungsarbeiten fordert der Hafen, das Schmerzenskind der Stadt, dessen Tiefe an der Einfahrt in herzoglicher Zeit oft bis auf 7—8 Fuß herabsinkt, infolge der Nordwinde und des Flugsandes. Zwar scheute der Herzog keine Kosten, seit er im Jahre 1770 die Instandhaltung des Hafens übernommen, diesen zu vertiefen³⁹⁾ und im Jahre 1781 finden wir auch schon einen Bagger, aber die technischen Hilfsmittel reichen doch nicht hin, und vielleicht waren auch die Ausgaben zu große, denn trotz aller Versuche hat sich die Hafentiefe jener Zeit nicht über 9 Fuß bringen lassen.

³⁷⁾ Beschreibung der Provinz Kurland.

³⁸⁾ Frhr. v. Schlippenbach „Libau a. 13. Okt. 1808“, Mitau 1808.

³⁹⁾ Beschreibung der Provinz Kurland.

Schon 1786 war die Annenkirche⁴⁰⁾ baufällig geworden, konnte aber noch „mit Anwendung von ein paar tausend Thalern“ durch den den Bau leitenden Kirchenvater und Ratsverwandten Vorkampf ausgebessert werden. Aber bald wurde ihr Zustand recht bedenklich. So war es denn Zeit zum Neubau, wengleich die Verhältnisse kaum günstig waren. Nachdem der Bau unter dem Maurermeister Rheinisch und dem Zimmermeister Schlemmer in 25 Wochen fertiggestellt worden war, wurde er am 29. September 1820 am Michaelistage eingeweiht. Mit dem zunehmenden Wachstum der Stadt in neuerer Zeit ist dann die Annenkirche immer vollkommener ausgebaut worden, wie z. B. der Turm in den Jahren 1872—73 durch den Stadtbaumeister Max Bertschy unter Erhaltung des noch aus dem Jahre 1689 stammenden Mauerwerks⁴¹⁾ (Abb. 10).

Vor Erbauung des alten Stadttheaters an der Herrenstraße waren wandernde Theatertruppen schon vor 1754 in der Stadt aufgetreten, so die Hilferdingsche aus Riga und die Sauerweidsche 1772. Darauf treffen wir hier die aus Danzig bis Mitau nachweisbare Schuchsche

⁴⁰⁾ Fehre, Neueste Geschichte der Libauer St. Annenkirche od. lettischen Kirche.

⁴¹⁾ Ulich, die St. Annenkirche, Kalender für 1874.



Abb. 9. Libau, altes Hafenbild von Stavenhagen 1860.



Abb. 10. Libau, Lettische St. Annenkirche.

Schauspieltruppe an und andere, die in einem in der Hafengegend gelegenen Gebäude spielen. Im Jahre 1802—03 wird nach dem Plane des Obristleutnants Oldekop das erste Theater der Stadt erbaut (Abb. 11). Das in klassischer Form gehaltene Gebäude mit kleinem Zuschauerraum hat einen rings um das Parkett gehenden Logenkranz, während der einzige Rang die geringeren Plätze aufweist. Hier tritt dann als erste die aus den Trümmern der Lindnerschen Theatergesellschaft gebildete Gebhardsche auf.

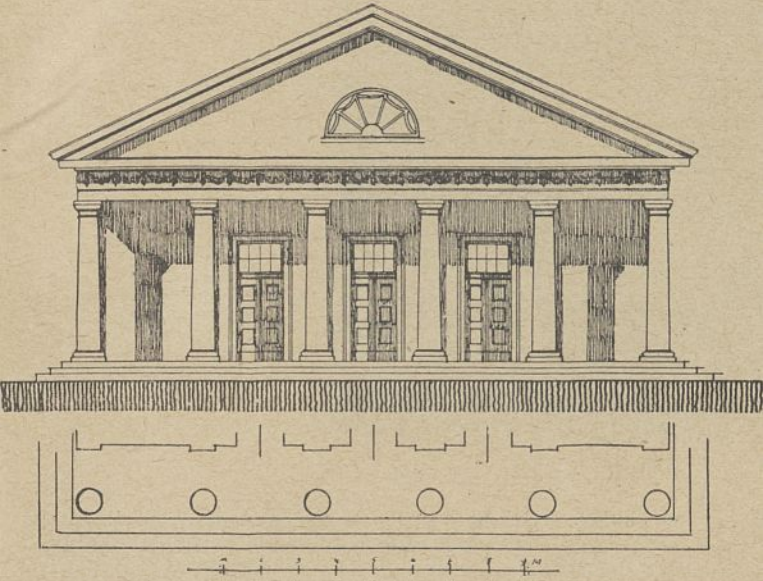


Abb. 11. Libau, Altes Theater, Urzustand (1803).

Zu Anfang des 19. Jahrhunderts führte die wirre, napoleonische Zeit auch den König Gustav IV. von Schweden in die Stadt, der sich hier im Februar 1810 aufhält, um dann nach Riga weiterzureisen;⁴²⁾ schwere Schädigung bringt dann das Jahr 1812,⁴³⁾ wo in Kurland Handel und Wandel ruht, Ackerbau und Viehzucht darnieder liegt, da der Feind vor der Türe stand. Eine allgemeine Panik hatte sich aller Gemüter bemächtigt und wie an anderen Orten, waren auch in Libau viele Familien geflohen. Anfang Juli 1812 besetzten 20 000 Franzosen unter Macdonald das Land und auch Libau erhielt eine Besatzung aus feindlichen Truppen.

Ein zweites Mal bedrohten Kriegereignisse die Stadt, als im Jahre 1831 die polnisch-litauischen Insurgenten sich hier einen geeigneten Einfuhrhafen für Waffen und Kriegsvorräte zu schaffen gedachten. Eine Flottensquadre unter dem Stadtkommandanten, Admiral Leontjew, bewacht die Küste, zum Schutze der Stadt werden Schanzen aufgeworfen, die Bürgerwehr wird zur Verteidigung der Stadt herangezogen, unter das Militärkommando gestellt, und muß monatelang innerhalb und außerhalb der Stadt Wacht- und Vorpostendienste verrichten.⁴⁴⁾

Die letzte Bedrohung fand im Jahre 1855 statt, wo eine englische Flotte auf der Rhede erschien und viele Einwohner zur Flucht veranlaßte. Nach vorhergegangener Drohung, die Stadt beim geringsten Widerstande zu beschießen, drangen die Engländer in Booten mit Geschützen in den Hafen und entführten acht abgetakelte Kauffahrer, nach ändern die besten Schiffe Libaus, die sie in Memel verkauften.⁴⁵⁾

Trotz der verhältnismäßig geringen Zeitspanne, die uns heute von den fünfziger und sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts trennt, ist die Veränderung des Stadtbildes durch den rapiden Aufschwung Libaus in neuester Zeit ungemein groß. Das heutige Libau hat durch die deutsche Verwaltung während der Besatzung in den Jahren 1915—18 bedeutende Verbesserungen in städtebaulicher Beziehung erfahren. Vor allem wurde die bis dahin nicht vorhandene Eisenbahnverbindung nach Deutschland geschaffen durch den Bau des Schienenweges von Memel über Preekuln nach Libau, der bereits von dem Magistrat der Stadt im Jahre 1830 und später angestrebt wurde, aber immer wieder an dem Widerstande der russischen Regierung scheiterte. Durch diese Verbindung ist von dem nördlichsten Punkt des Deutschen Reiches ein Weg von nur knapp 100 km bis Libau entstanden, der mit dazu beitragen wird, den Einfluß der deutschen Kultur wie in vergangenen Jahrhunderten auszubreiten und zu befestigen.

2. Mitau.⁴⁶⁾

„Könnte ich nicht bei Weimar wohnen, möchte ich wohl in Mitau leben“ — lautet der Ausspruch eines bekannten deutschen Architekten, der auch in seinen Werken gern an die Bauten der Zeit um 1800 anknüpft.⁴⁷⁾ Die Stadt Mitau in Kurland, welche um die Wende

des 18. Jahrhunderts nur 10 000 Einwohner hatte, bietet noch heute mit ihren fast 50 000 Einwohnern ein wunderbares Bild einer kleinen Residenzstadt, wie wir sie um 1800 auch in unserer Heimat kannten. Noch heute gibt es in Mitau selbst keinerlei öffentliche Verkehrsmittel, die ja auch einer alten Stadt neuzeitliches Gepräge geben; die Straßen sind auch gar nicht für einen großen Verkehr angelegt, weder in der Behandlung des Straßenbodens noch in dem Aufmaß und der Führung der Straßen. Alles atmet hier noch, genau wie vor rund 100 Jahren, die behagliche Ruhe einer kleinen deutschen Landstadt (Abb. 12).

Mitau war bis gegen Ende des 18. Jahrhunderts Residenz der Herzöge von Kurland, dem heutigen Lettland. Die Gründung der Stadt geht bis auf die Ordenszeit zurück und bis zum Jahre 1738 bestand noch die alte Burg, welche im Mittelalter den Kern der Befestigungsanlagen bildete.⁴⁸⁾

Aus dem eigentlichen Mittelalter sind in Mitau keine bemerkenswerten Baulichkeiten erhalten. Der älteste und bedeutendste Bau ist die Trinitatiskirche am Markt, welche im Jahre 1574 begonnen und 1615 eingeweiht wurde. Der Grundriß der Libauer Kirche hat eine gewisse Ähnlichkeit mit dem der Trinitatiskirche in Mitau⁴⁹⁾; besonders sind die Abmessungen des eigentlichen Kirchenschiffes auffallend ähnlich: die Mitauer Kirche ist 20 m breit, 45 m lang, das Mittelschiff 8,60 m breit und etwa 16 m hoch, während die entsprechenden Maße der Libauer Kirche folgende sind: Breite 18 m, Länge 44,20 m, Breite des Mittelschiffes 8,50 m und 14 m lichte Höhe; der Querschnitt des Langhauses ist allerdings bei den genannten Bauten grundverschieden, da die Trinitatiskirche in Mitau als Basilika niedrigere Seitenschiffe aufweist. Die frühere Renaissancepracht des Innern ist durch eine Restauration im vorigen Jahrhundert fast völlig verschwunden, aber immerhin wirkt das Innere auch heute noch recht bedeutend (Abb. 13). Der in den Jahren 1687—88 erbaute Turm



Abb. 12. Mitau, nach einem Plan um 1800.

wird zwar durch eine im Jahre 1863 aufgeführte Spitze aus architektonisch schlecht beratener Zeit in seiner Gesamtwirkung geschmälert, aber trotzdem beherrscht die Trinitatiskirche städtebaulich den Marktplatz (Abb. 14).

Zeitlich dem Kirchenbau am nächsten steht das Schloß auf der Schloßinsel, eine hervorragende Schöpfung des Hofarchitekten Graf Bartolomeo Francesco Rastrelli (1700—1768). Im Jahre 1738 läßt Herzog Biron die alte Burg samt Wall und Gräben sprengen und es beginnt der Bau des neuen weiträumigen Mitauer Schlosses, das rund 300 Gemächer enthält. Der ursprüngliche Plan des Schloßbaues ist nicht ganz zur Ausführung gelangt; als Hauptseite war der jetzige Schloßhof gedacht (Abb. 15), zu dem ein besonderer Weg von der Stadt über die Drixe führen sollte (Abb. 16). Drei Flügelbauten

⁴⁵⁾ Alroe, Libaus Handel. S. 55.

⁴⁶⁾ Geschichtl. Daten über Mitau, siehe im Aufsatz von Baurat Schmid „Die Burgen des deutschen Ritterordens in Kurland“, Zeitschrift f. Bauwesen, 71. Jahrg., S. 222—224.

⁴⁷⁾ Carl Meißner „Das schöne Kurland“, Seite 126, Verlag R. Piper & Co., München.

⁴⁸⁾ Ueber die Geschichte der Burg vergl. den Aufsatz von Baurat Schmid, Seite 222—23.

⁴⁹⁾ Grundriß der Mitauer Kirche im Aufsatz von Baurat Schmid, Seite 235.

⁴²⁾ Geelhaars Tagebuch.

⁴³⁾ J. Eckhardt, Die Franzosen in Kurland. Balt. Monatsschrift, Bd. XI, 1865.

⁴⁴⁾ Die Libauer Bürgergarden und Fahnen (Kalender f. 1875).



Abb. 13. Mitau, Trinitatiskirche, Inneres (1571–1615).

lagern sich um einen rechteckigen Hof von 80 m Breite und 100 m Länge. Der nach Osten gerichtete Hauptbau, das eigentliche „Corps de Logis“ hat die beträchtliche Länge von 150 m. Ueber dem kräftig gequadrerten Unterbau mit flachbogig geschlossenen Fenstern erheben sich zwei Geschosse. Die Mittelbauten der Flügel sind erhöht und durch Pilaster ausgezeichnet; der Mittelbau der Hauptfront durch die Einfügung eines dritten Geschosses außerdem noch kräftiger betont. Ebenso sind auch die Eckpavillons durch Pilasterstellungen gegen die rückliegenden Teile hervorgehoben. Als Baumaterial sind wie in Ruhenthal Ziegel unter Kalkputz verwendet. Die Fensterschlußsteine sind aus Gußeisen angefertigt und wurden aus Petersburg beschafft. Auch fast sämtliche Bauhandwerker (angeblich gegen 2000) wurden von dort berufen.⁵⁰⁾

Der architektonische Charakter dieses Bauwerks ist ja nun nicht eigentlich deutsch. Der internationale Barockstil gelangte auch hierher über Petersburg, wo Rastrelli das Winterpalais gebaut hatte; jedoch zeigt hier in Kurland das Barock eine gewisse „antikische“

⁵⁰⁾ W. Neumann, Aus alter Zeit, Riga 1913, Seite 36. Bach- und Katharinenstraße in viel kleineren Abmessungen als das

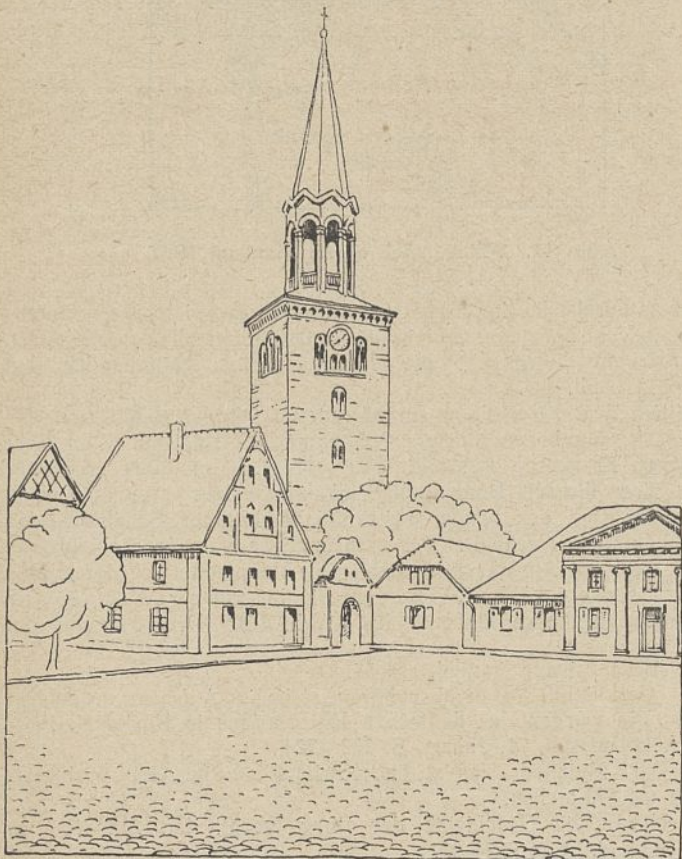


Abb. 14. Mitau, Trinitatiskirche am Markt.

Ruhe, und ähnliche Bauten, wie das Palais Medem an der Ecke der Schloß, weisen schon die Merkmale des Zopfstils auf. Erst im Jahre 1772 konnte der Schloßbau vollendet werden und diente noch bis 1795 als Residenz des letzten kurländischen Herzogs (Abb. 16).

Das Zeitalter der Aufklärung spiegelte sich auch hier in der Gründung einer wissenschaftlichen Akademie wieder, die Herzog Peter auf den Rat seines Sekretärs Raison betrieb. Der Herzog stellte hierfür ohne die pekuniäre Beihilfe des Landtags aus den fürstlichen Lehngütern die Kosten der Anstalt sicher. 1773 wurde anstelle des früher vom fürstlichen Hause bewohnten Palais in der heutigen Palaisstraße von dem Architekten Severin Jensen, einem Dänen, nach dem Vorbilde des Karolineums, in Braunschweig mit einem prächtigen Neubau begonnen. Der Herzog hatte anfangs an die Gründung einer Universität gedacht, da aber hierzu die Zustimmung des polnischen Königs notwendig war, diese jedoch nach den Grundsätzen des kanonischen Rechts kaum ohne päpstlichen Konsens zu erlangen gewesen wäre — ob der Papst der Gründung einer protestantischen Hochschule zustimmen werde, war mehr als zweifelhaft —, so entschloß sich Herzog Peter, eine Akademie, halb Gymnasium, halb Universität, ohne jede Schwierigkeit ins Leben zu rufen. Die Gründung solcher Institute lag ja ohnehin im Geschmack der an pädagogischen Interessen so reichen Zeit. Die Fundationsurkunde vom 8. Juni 1775 wurde am 20. vom König bestätigt und neun Tage darauf konnte unter allgemeiner Beteiligung von Stadt und Land der feierliche Akt der Eröffnung im neuen Akademiegebäude vor sich gehen.

Das Gebäude (Abb. 17) erhebt sich an der Stelle eines ehemaligen herzoglichen Palais in zwei Geschossen mit einem sechssäuligen Mittelrisalit von vornehmen Verhältnissen. Die Fenster des Erdgeschosses sind mit auf kräftigen skulptierten Konsolen ruhenden Segmentgiebeln, die des Obergeschosses mit Dreieckgiebeln überdeckt. Breite Lisenenstreifen gliedern die Wandflächen. Die unkannelierten Säulen des Risalits mit prächtigen Kompositkapitälern, von denen die vier mittleren gekuppelt sind, stützen ein fein profiliertes Hauptgesims mit Zahnschnitt, wie es in gleicher Höhe auch die Seitenbauten krönt und tragen einen von einer hohen Attika überragten Dreiecksgiebel. Am Architrav über dem mittleren Interkolumnium verkündet eine Inschrifttafel: Sapientiae et Musis Petrus Curl. et Semg. Dux pos.

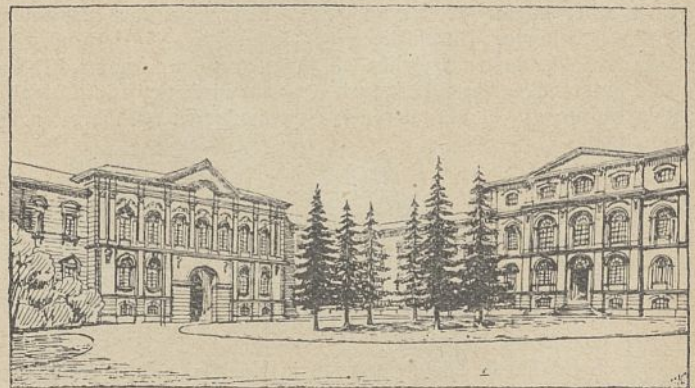


Abb. 15. Mitau, Hof des Schlosses (vollend. 1772).

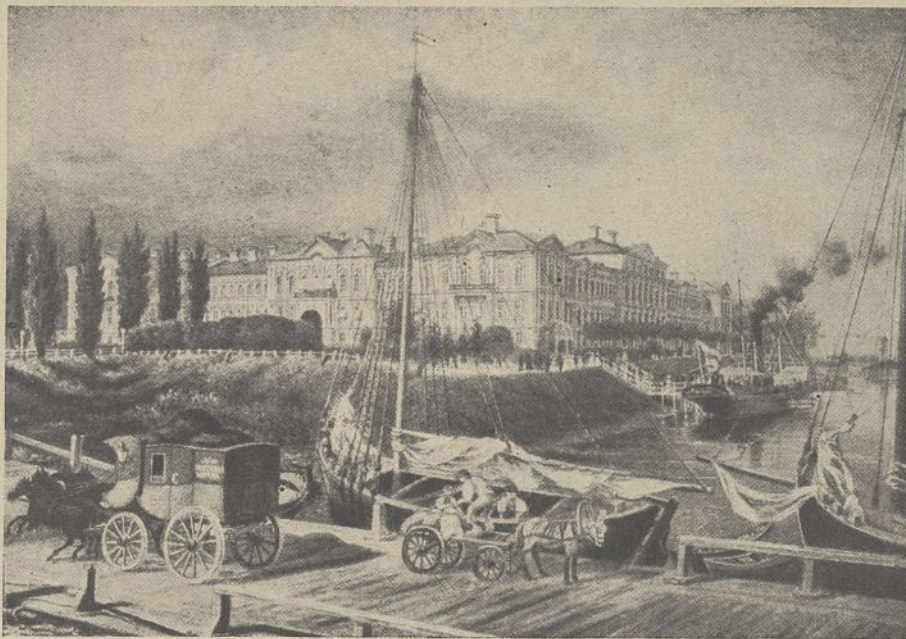


Abb. 16. Mitau, Schloss, nach einer Zeichnung von Stavenhagen (1860).

Anno MDCCLXXV.⁵¹⁾ Ueber der Attika des Mittelbaues erhebt sich ein zweigeschossiger Turm. Das oberste Turmgeschoß war ursprünglich auch als Observatorium gedacht. Leider ist durch die allmähliche Erhöhung der Straße der Sockel stark versunken. Dieses Bauwerk bildet den Uebergang zu den rein klassizistischen Bauten der Zeit um 1800, wie das Ritterhaus am Ufer der Drixe (Abb. 18), welches auch

⁵¹⁾ W. Neumann, Aus alter Zeit.

fein abgewogene Innenräume aufweist. Die Villa des Grafen Medem (Abb. 19 und 20) bildet wohl das vornehmste Beispiel des Mitauer Klassizismus, der aber ebenso in vielen kleineren Bürgerbauten wiederkehrt, wie beispielsweise die Bauten mit den Kolonaden am Marktplatz (Abb. 21).

Das städtebauliche Bild um diese Zeit entsprach im Grundriß dem Zustande im Mittelalter, nur daß anstelle der Umwallungen und der alten Burg nunmehr eine Art Ringstraße um Mitau entstanden war

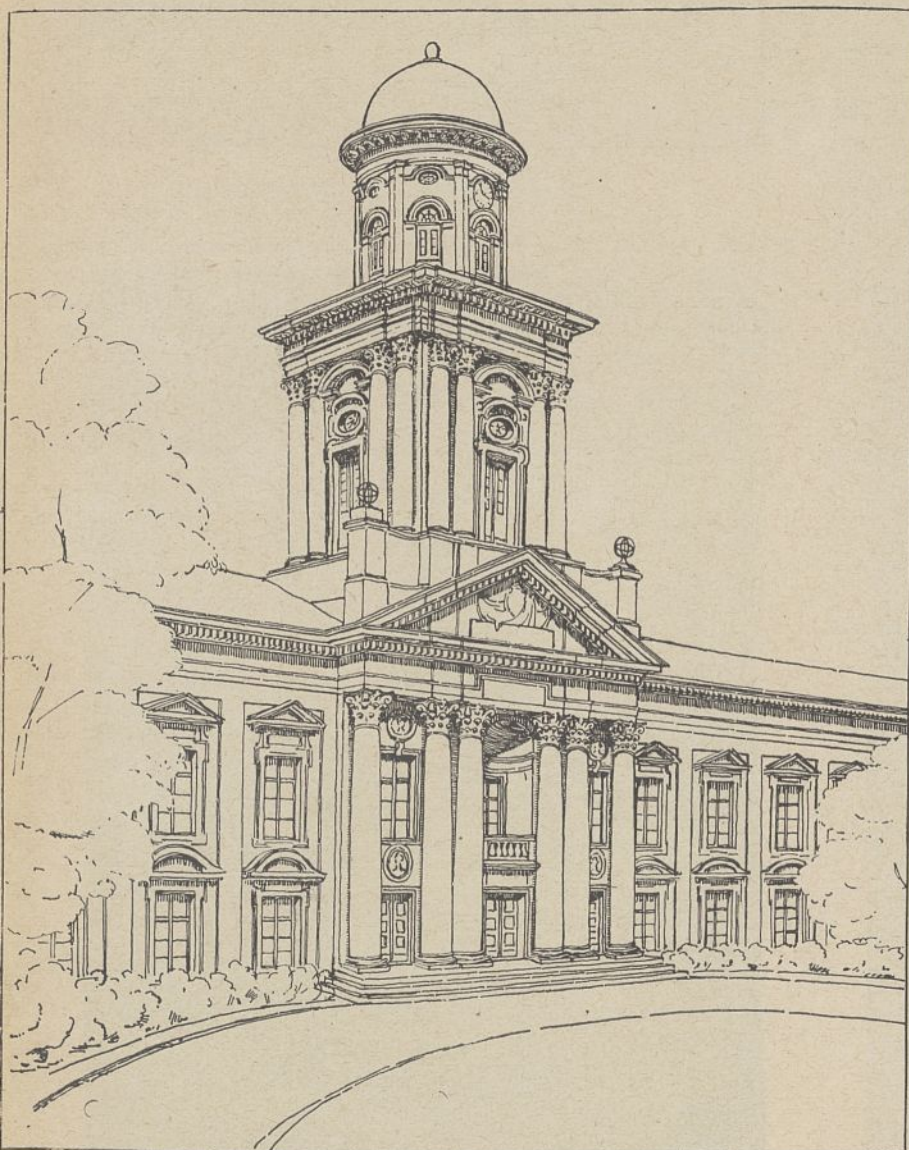


Abb. 17. Mitau, Academie (1773–75),

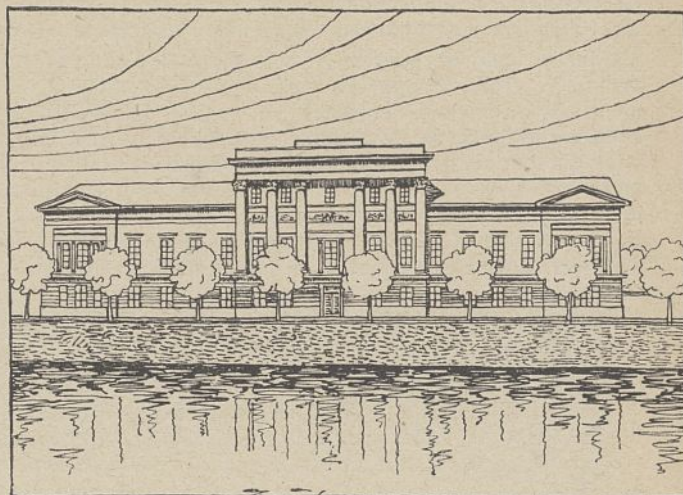


Abb. 18. Mitau, Ritterhaus an der Drixe.

und auf dem Platz der abgerissenen Ordensburg das neue Schloß stand (s. Stadtplan Abb. 12). Die alte Handelsstraße von Riga über Mitau nach Tilsit lief über die Aa und Drixe über den großen Marktplatz, welcher fast an der Peripherie der Stadt gelegen ist und somit den Hauptverkehr nicht in das Stadttinnere gelangen läßt. Das äußere Bild der Stadt

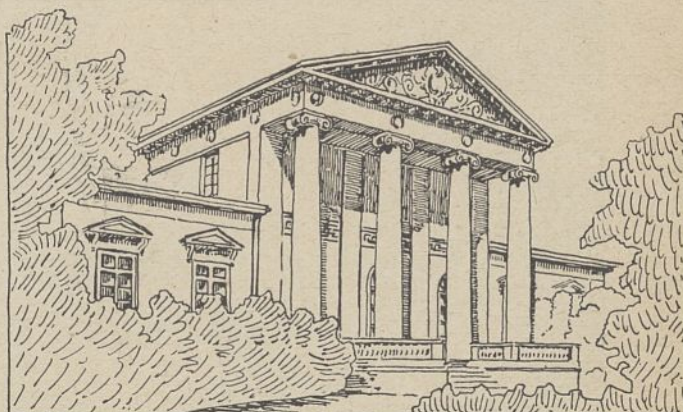


Abb. 19. Mitau, Villa Medem.

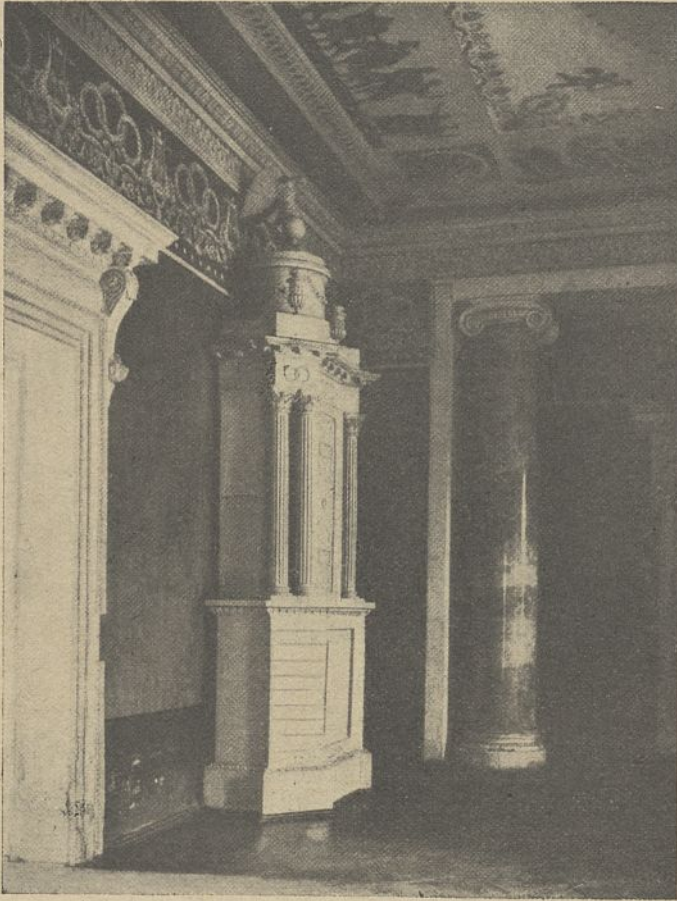


Abb. 20. Mitau, Ecke im Saal der Villa Medem.

ist noch heute besonders charakterisiert durch die vielen bürgerlichen und öffentlichen Bauten der Zopf- und klassizistischen Periode.

Im vorigen Jahrhundert ist nun Mitau eine stille Stadt geworden, denn die große Eisenbahnstrecke Berlin-Petersburg berührte sie nicht. Während der deutschen Verwaltung im Weltkriege ist mancherlei zur Stärkung des Deutschtums getan worden und wenn auch jetzt die Letten den maßgebenden politischen Einfluß haben, so ist andererseits durch die im Kriege erbaute direkte Eisenbahnverbindung mit Tilsit über Tauroggen nach Mitau und Riga ein dauerndes Band zwischen den alten deutschen Kulturen geknüpft und es wird eine der schönsten Aufgaben des baltischen Deutschtums sein, die Tradition dieser Kultur zu pflegen und im Rahmen der neuen Verhältnisse fortzuentwickeln.

3. Windau.⁵²⁾

Die alte Hafenstadt, eine Gründung aus der Ordenszeit, liegt an der Mündung der Windau in die Ostsee und hat heute etwa 2000 Einwohner.⁵³⁾ Sie steht also an Bedeutung weit hinter den Städten Libau und Mitau zurück, wenn auch bereits die russische Regierung durch die Anlage der Eisenbahnverbindung von Windau nach Mitau und Riga versucht hatte, einen Teil des kurländischen Handels nach hier zu ziehen. In kleinem Maßstabe ist dies auch gelungen, aber die

⁵²⁾ Geschichtliche Daten über Windau siehe im Aufsatz von Baurat Schmid (S. 229/232.

⁵³⁾ Stadtplan abgebildet in dem vorgenannten Aufsatz.

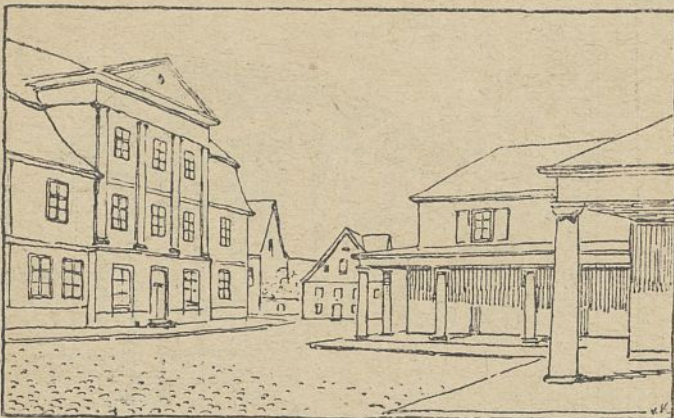


Abb. 21. Mitau, Kolonnaden am Markt.

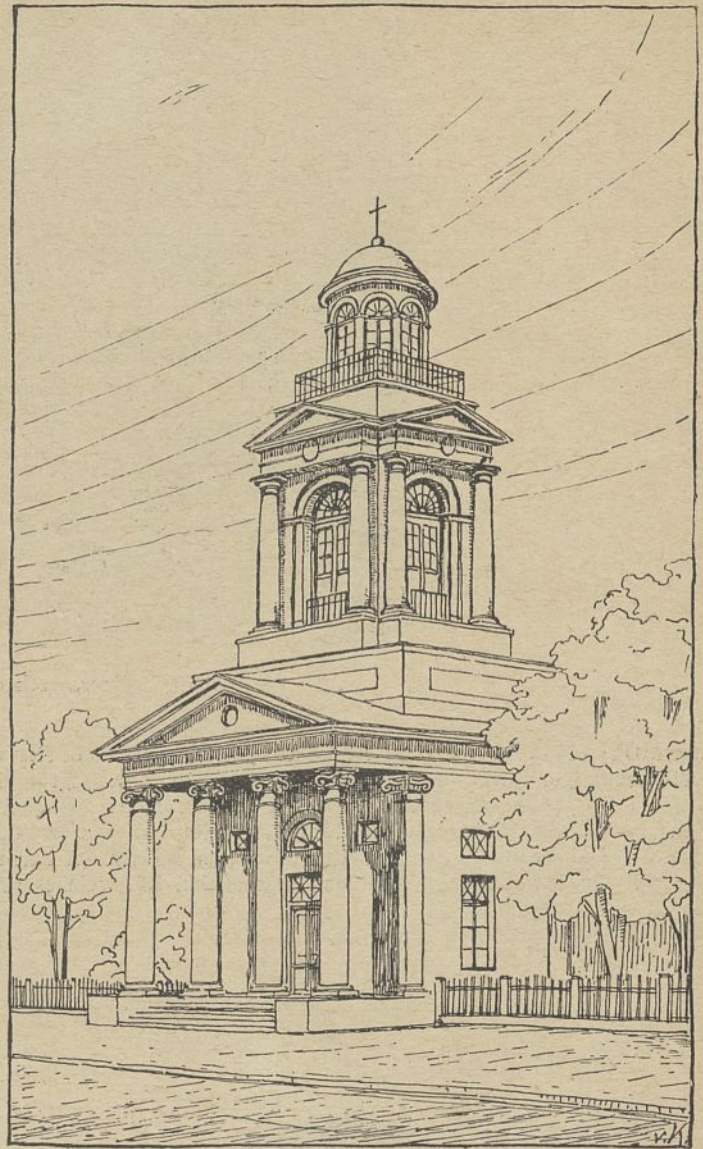


Abb. 22. Windau, Lettische Kirche.

bessere Lage des Hafens von Libau zieht den Hauptanteil des Handels nach diesem.

Aus dem Mittelalter ist nur noch die alte Ordensburg vorhanden, allerdings durch mehrfache Umbauten, zuletzt im vorigen Jahrhundert



Abb. 23. Schloß Ruhenthal, Eingang. (Vollendet 1767).

in ihrer äußeren Gestalt völlig verändert⁵⁴). Sonst fehlen Bauten aus der Gotischen und Renaissanceperiode vollständig. Die heute bestehenden Gebäude stammen aus dem 19. Jahrhundert. Hierher gehört als das einzige bemerkenswerte Bauwerk der Stadt die lettische Kirche, welche in den Jahren 1834/35 errichtet wurde (Abb. 22). Ueber einem zentralen, kreuzförmigen Grundriß erhebt sich ein mit einer kleinen Kuppel gekrönter Turmaufbau in klassizistischer Auffassung. Offenbar ließ sich der Baumeister von dem architektonischen Aufbau des Mittelteils der Akademie in Mitau beeinflussen; allerdings gelang es ihm nicht, die guten Verhältnisse des Turms der Akademie für diese Kirche geschickt anzuwenden. Daher erscheint hier der Turm etwas plump proportioniert, während in den Einzelheiten das Mitauer Vorbild in recht naiver Weise für den klassizistischen Stil nachempfunden wurde. Das Innere der Kirche ist gleichfalls in einfachsten Formen gehalten entsprechend der geringen Größe des Bauwerks.

4. Bauten außerhalb der Städte.

Eine nicht geringe Zahl von bedeutenden Bauwerken treffen wir auf dem Lande, insbesondere auf den großen kurländischen Gütern. Die ältesten Schloßbauten sind noch von Rastrelli errichtet, der zu seiner Zeit ein reiches Tätigkeitsfeld vorfand. Wir wissen nicht, wer seine Lehrer waren; vergleicht man aber seine Schöpfungen untereinander, so erkennt man, daß sich italienische mit französischen Einflüssen mischen. Nicht unwahrscheinlich ist, daß er seine ersten Studien unter einem Meister der Berninischule in Italien, vermutlich in Rom, begann. Dann folgten Studien in Paris, die bei seiner zweiten Studienreise hier eine weitere Vertiefung erfahren haben mochten. Rastrelli strebt in seinen Fassaden nach einer strengen Monumentalität, wobei er sich anfangs ohne den Aufwand reicherer Detaillierung, auf die Verwendung einfacher, oft derb gestalteter klassischer Motive beschränkt. So noch in den kurländischen Schloßbauten. In seinen späteren Schöpfungen (Winterpalais in Petersburg u. a.) dagegen steigert er auch im Äußeren durch die Verwendung von Pilaster- und Säulengruppen, durch lebhaftere Risalitteilungen und reicheren dekorativen Schmuck den malerischen Gesamteindruck, und besonders in seinen Kirchenbauten spürt man den Einfluß jener rauschenden Pracht, die die katholische Kirche als Hauptmittel der Gegenreformation zur Anwendung brachte. Seine Innenarchitekturen mit dem schmückenden Beiwerk aber zeigen das Studium der Werke eines Robert de Cotte, eines Oppenort. In ihnen vor allem offenbart er sich als der geistvolle Meister des Rokoko, der unerschöpflich in der Wahl und Gestaltung der Formen, sie oft zu zauberischer Wirkung zu steigern weiß⁵⁵).

⁵⁴) Abbildungen im Aufsatz von Baurat Schmid.

⁵⁵) W. Neumann, Aus alter Zeit, Seite 31.

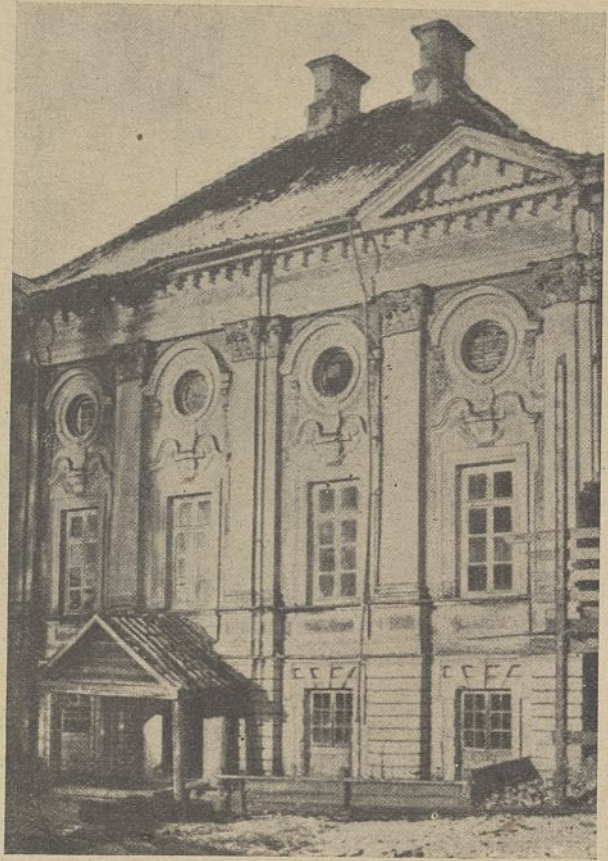


Abb. 25. Schloß Swethof bei Mitau.

Das Schloß zu Ruhenthal (Abb. 23) hat vier um einen nahezu quadratischen Hof gelagerte zweigeschossige Flügel, von denen der dem Hauptbau gegenübergelegene durch das dreigeteilte Prachttr unterbrochen ist. Den Vorhof umschließen in weitem Bogen die Stallungen und Remisen. Die Architektur ist bescheiden, wirkt dadurch aber umso vornehmer. Das untere Geschoß ist rustiziert, die Fenster mit kräftigen Einfassungen sind abwechselnd mit Dreieck- und Segmentgiebeln überdacht, und nur der durch ein Halbgeschoß überhöhte Mittelbau des Hauptflügels ist durch eine Pilasterdekoration gegliedert. Eine reiche Behandlung ist dem Einfahrtstor zuteil geworden, dessen beide Hauptpfeiler von Säulen mit Kompositkapitälern umkleidet sind und je einen gekrönten Löwen tragen, der in den



Abb. 24. Schloß Ruhenthal, Treppenhaus.

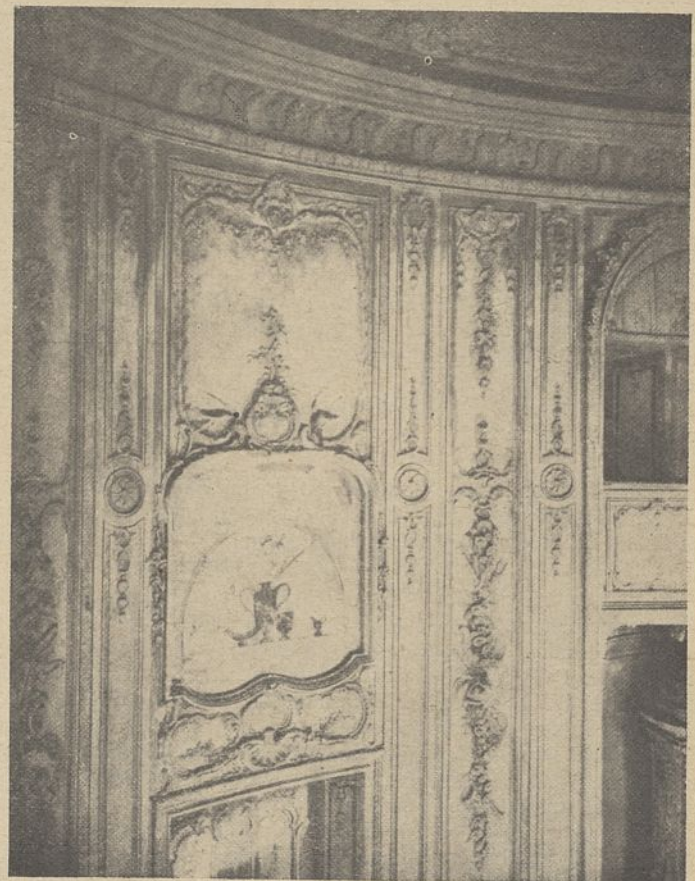


Abb. 26. Schloß Swethof, Wandausbildung des Saales.



Abb. 27. Schloß Katzdangen nach einer Zeichnung von Stavenhagen (1869).

Pranken das herzogliche Wappen hält. Niedrige, zu den Seiten sich an die Hauptpfeiler anlehrende rustizierte Vorlagen, die die eisernen gegitterten Torflügel zwischen sich einschließen, sind mit Urnen geschmückt. Die einstöckigen Gebäude des Vorhofes zeigen eine kräftige Gliederung durch ein den Haupteingang betonendes Risalit mit Dreieckgiebel und durch enggestellte, rundbogig geschlossene Fensterblenden mit derben Umrahmungen und dreieckigen Verdachungen. Sehr hübsch wiederholt sich an der zwischen den Gebäuden gelegenen Einfahrt das Pfeilmotiv vom Haupttor. Ueberall blickt hier noch der Einfluß der römischen Kunst durch und selbst in dem monumentalen Treppen Hause (in seiner ursprünglichen Wirkung durch spätere Einbauten gestört) verleugnet sich dieser noch nicht ganz (Abb. 24). In den Dekorationen der Repräsentations- und Festsäle dagegen siegt die französische Richtung in den eleganten Surporten mit den Kindergruppen, den fein stilisierten plastischen Wanddekorationen, in der graziösen Ausbildung des Deckenschmucks in Plastik und Malerei. Wie ein feiner Nachklang aus den Zeiten Lebruns erscheint die Dekoration des großen Festsaaes. Leider bewahren nur noch einige wenige Räume Reste der früheren Ausstattung⁵⁶⁾. (Vollendet 1767.)

An die Stelle des 1771 gestorbenen Architekten Grafen Rastrelli war seit 1772 ein Däne, Severin Jensen, als herzoglicher Hofbaumeister getreten. Wohl bald nach seinem Regierungsantritt unternahm Herzog Peter die Vollendung des kleineren, einst so reizenden Lustschlößchens zu Swethof bei Mitau, der kurländischen Petit-Trianon, das heute allerdings durch den Niederbruch der einstöckigen Seitenflügel und durch die gräßliche Verwüstung der übrigen Teile nur noch eine traurige Ruine ist (1875 kaserniert). Das Schlößchen scheint schon unter Herzog Ernst von Johann von Rastrelli umgestaltet worden zu sein. Die Umgestaltung zu einem vornehmen Sommerpalais erfolgte jedoch erst unter Herzog Peter. Die großzügige Außenarchitektur des Mittelbaues — die kräftig gebildeten, ein wirksames Konsolengesims und die Dreieckgiebel der beiden Risalite stützenden Pilaster mit Kompositkapitälern, die energische Profilierung der Fensterumrahmungen und der „Oeil de boeuf“, der kleinen Rundfenster über den Hauptfenstern, zeigen bereits den Einfluß der strengeren Palladianischen Schule — läßt erkennen, daß sie eine Schöpfung des herzoglichen Hofbaumeisters Jensen ist (Abb. 25).

Johann Bernouilli, der Swethof am 12. Juli 1778 besuchte, schreibt: „Dieser Sommerpalast war ehemals ganz gering. Der Herzog hat ihn aber mit vielem Geschmack erneuern und erweitern, insonderheit mit einer kostbaren Gemäldesammlung auszieren lassen . . .“

Im Erdgeschoß des linken Flügels lagen die herzoglichen Wohnzimmer, im rechten Flügel war eine Orangerie eingerichtet, in der Peter am 19. Oktober 1779 gelegentlich eines Maskenballes um die Hand der Dorothea von Medem warb. Im Hauptgeschoß des Mittelbaues befand sich der große ovale Tanzsaal, ein Meisterwerk des Rokostils. Die Ecken des Saales erweiterten sich zu kleinen, halbrunden Nischen mit muschelförmigen Abschlüssen, die an der Innenwand zu keinen Logen ausgestattet waren. Die Wandflächen überzog ein Leistenwerk mit reichen Stuckornamenten, worin sich Embleme der Jagd, der Gärtnerei, des Fischfangs, der Musik mit einer Fülle von naturalistisch gebildeten Blumen in hübscher Zeichnung verbanden. Auch die elliptische Decke ist mit zierlichen Schmuckformen über-

zogen. Sämtliche Stuckdekorationen waren vergoldet, an den Wänden auf weißem, an der Decke auf bläulichem Grunde (Abb. 26).

Auch das Schlößchen zu Würzau ließ Herzog Peter ausbauen und vergrößern. Die Rastrellische Architektur und die des Hofbaumeisters Jensen sondern sich hier deutlich von einander ab. Im rechten Flügel, dem Kavalierrhaus zugewandt, lag der große sechsenstrige Tanzsaal, dessen Dekoration von Interesse ist. Der Fensterwand entsprechend ist auch die gegenüberliegende durch eine gemalte Dekoration von Pilastern mit dazwischen liegenden Spiegeln gegliedert und in den den Fenstern gegenüberliegenden Feldern mit Landschaftsmalereien geschmückt. Sie sollten den Eindruck hervorrufen, als sähe man auch von dieser Seite in den Park. Die dreigeschossigen unter Herzog Ernst Johann errichteten Querflügel enthielten die Wohnräume der Dienerschaft. Seit dem Tode der Herzoginmutter Benigna residierte Herzog Peter in dem bescheidenen Würzau, bis er 1795 für immer das Land verließ⁵⁷⁾.

Die Zeit nach 1800 hat uns eine Anzahl Schloßbauten der klassizistischen Periode hinterlassen, die fast alle von deutschen Baukünstlern errichtet wurden. So erbaute zu Anfang des vorigen Jahrhunderts der Berliner Architekt Berlitz das Schloß auf dem Gut Katzdangen, nördlich von Libau (Abb. 27). Bei der im Jahre 1906 ausgebrochenen lettischen Revolution wurde auch dieses Schloß niedergebrannt, jedoch später wieder von dem Besitzer, Baron Mantuffel, durch Professor P. Schultze-Naumburg neu errichtet.

Eine ähnliche Auffassung wie dieser Bau zeigt uns das Schloß Zennhof, im Besitze der Familie von Sieven. Auch hier sehen wir einen sechssäuligen Portikus über rundbogigen Sockel und mit seitlichen Anbauten, die im Obergeschoß das charakteristische Rundbogenfenster an der Ecke aufweisen. Der kleine Turmaufbau stammt vermutlich erst aus jüngerer Zeit (Abb. 28).

Der gleichen Zeit gehört auch das Schloß Tels-Paddern bei Hasenpöth, nordöstlich von Libau an, welches gleichfalls die eigenartigen, großen Rundbogenfenster an den Ecken zeigt, im übrigen aber in einfacherer architektonischer Form gehalten ist. Charak-

⁵⁷⁾ W. Neumann, Aus alter Zeit, S. 58.



Abb. 28. Schloß Zennhof.

⁵⁶⁾ Neumann, S. 36.



Abb. 29. Schloß Tels. Paddern.

teristisch ist hierbei das gänzliche Fehlen der Kapitäle an den Säulen des Mittelteils, der durch die halbrunde Nische die wenig gegliederte Front belebt (Abb. 29).

Schloß Senten im Kreise Talsen, welches um die Mitte des vorigen Jahrhunderts entstanden ist, zeigt eine in streng klassischen Formen gehaltene Architektur, die durch die Gliederung der einzelnen Bauteile glücklich eine Monotonie der Gesamterscheinung vermeidet (Abb. 30).

Einen Schloßbau im sogenannten „Tudorstil“ stellt das Schloß Alt-Autz dar, welches der Berliner Architekt Stüler erbaut hatte (Abb. 31). Während des Weltkrieges wurde es stark beschädigt, da größere Kämpfe in seiner Nähe ausgefochten wurden. Die späteren Bauten in Kurland gehören schon der russischen Periode an; was sie erstehen ließ, kann nicht Anspruch auf künstlerische Bewertung erheben.

Bei der Teilung Polens im Jahre 1795 kam Kur-



Abb. 30. Schloß Senten.

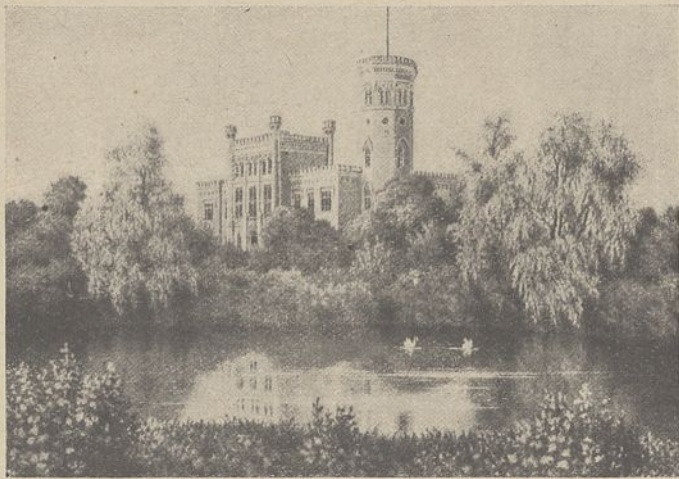


Abb. 31. Schloß Alt-Autz nach einer Zeichnung von Stauenhagen (1860).

jeder herkömmliche Schutz, jede gewohnte Stütze versagt und jedermann auf sich allein angewiesen ist und selbst für sich sein angeborenes Recht zu behaupten hat, das Recht, von welchem alle Kultur anhebt und auf welches alle Kultur hinausführt: das Recht, sein Gewissen nicht zwingen zu lassen und seinen Platz zu behaupten Wir fangen dann wieder von vorne an und machen es unter veränderten Verhältnissen und mit veränderten Aufgaben doch wieder so, wie die Väter, als sie vor mehr denn siebenhundert Jahren inmitten der Schweden, der Dänen, der Litauer und Russen Fuß faßten und der abendländischen Christenheit eine Vormauer bildeten unter den Bedrängnissen und Leiden, welche sie alle überstanden, wie die Geschichte meldet.“

Die Baudenkmäler deutschen Ursprungs im ehemaligen Kurland werden auch weiterhin die sichtbaren Zeugen einer alten und starken Kultur bleiben, welche die Grundlage geschaffen hat, um künftigen Generationen einen weiteren Aufstieg zu ermöglichen.

⁵⁹⁾ K. Schirren. Livländische Antwort an Herrn Juri Samarin. Leipzig. Duncker u. Humblot, 1869.

Wohnhäuser von kunstgeschichtlichem Werte in Berlin und Vororten.

Zusammengestellt von **Julius Kohle**, Regierungs- und Baurat der Preußischen Bau- und Finanz-Direktion in Berlin.

(Fortsetzung und Schluß).

Niederwall-Str.

- 15 Breite symmetrische Front um 1800, die linke Hälfte des Erdgeschosses in altem Bestande. — M B A.
- 34 Ecke Alte Leipziger Str. Lange zweigeschossige Front vom Ende 18. Jh., seit 1805 im Besitz von Hensel u. Schumann, erneuert um 1860. — M B A.

Nikolaikirch-Platz.

- 6-9. Vier bescheidene Häuschen des 18. Jh. — Gut Abb. 13-16.

Oberwall-Str.

- 1 In Staatsbesitz. Palast, Dietrichs 1733, seit 1755 im Besitze des preußischen Hofstaates; vor dem wirksam gegliederten Mittelrisalit eine doppelarmige Freitreppe. — Rückwardt Tf. 17. Borrmann S. 321. — M B A.
- 2 In Staatsbesitz, zu Nr. 1 gehörig. Aus derselben Zeit zweigeschossiges Nebengebäude unter gebrochenem Dach und Hofmauer mit Einfahrt.
- 3 Berliner Kassenverein. Gropius u. Schmieden 1870-71. Langgestrecktes, zweigeschossiges Gebäude in edlen griechischen Formen, in Sandstein und Ziegeln. Wegen vergrößerten Neubaus abgebrochen 1912. — Zeitschrift f. Bauwesen 1873 Bl. 16-18. Berlin S. 305. — A V.
- 4 Hitzig um 1860, Wohnhaus mit steilem Dach. Mit Nr. 3 abgebrochen 1912. — Zeitschrift f. Bauwesen 1862 Bl. 9-10. Hitzig, Bauwerke.
- 21, Ecke Werdersche Rosen-Str. Pfarrhaus der Werderschen Kirche, um 1800, vielleicht auf Langhans oder Gentz zurückzuführen; vorzügliche Ornamentfüllungen. — M B A.

Oberwasser-Str.

- 10, Ecke Alte Leipziger Str. Aus 1. Hälfte 18. Jh., breite Front, sachlich gegliedert, vernachlässigt.
- 11 Ende 18. Jh., schlicht; abgebrochen 1914.

Oranienburger Str.

- 15 E. Knoblauch um 1840, breite Front von zarter Durchbildung, links breite Einfahrt zum Hofe. — M B A.
- 18 Drewitz 1842, breite Front von strenger Gliederung. — Berlin 1877 I S. 369, 1896 III S. 266.
- 20 Um 1795 in der Art von Langhans, verständig durchgebildete, neoklassische Front, sechs Fenster lang, nur zwei Geschosse hoch, unsymmetrisch angelegt; im Inneren gewendelte Treppe mit geschmiedetem Geländer. Die Front 1920 bedauerlich mit Zement bespritzt. — M M. M B A.
- 34, auch Artillerie-Str. 20. Schwatlo, die Fronten zart durchgebildet, nur die beiden Stockwerke noch alt, das Erdgeschoß verunstaltet. — Architekt. Skizzenbuch 1862 I 5.
- 71-72. Reichspostverwaltung, ehemals Landesloge. Lange Front, Erdgeschoß 1791, die beiden symmetrischen Haustüren gut geschnitzt; die beiden Stockwerke vom Umbau 1839. — M M. M B A.
- 80 In Staatsbesitz. Anfang 19. Jh., kleines Haus von zwei niedrigen Geschossen, Ornament unter dem Hauptgesims. — M M. M B A.
- 81-82. Vgl. Monbijou-Platz 6-9.
- 83 Um 1800, breite Front von drei niedrigen Geschossen, die Fenster des

ersten Stockwerks gut neoklassisch gegliedert. — M B A.

- 90 Um 1800, tüchtige neoklassische Front, bisher nur wenig verändert.

Oranien-Str.

- 92-94. In Reichsbesitz Staatsschulden-Verwaltung. Nach Entwurf von Stüler ausgeführt von Prüfer 1849-51, langgestreckte klassische Front, vortreffliches Hauptgesims. Das unschöne Dachgeschoß 1915 aufgesetzt. — Berlin S. 265.
- 95 In Staatsbesitz. E. Knoblauch 1846, zweigeschossig, für eine Familie bestimmt, vortreffliche klassistische Front. — Zeitschrift f. Bauwesen 1852 Bl. 17-18.
- 101-102. In Reichsbesitz. Als Miethaus von E. Knoblauch 1846-47 zu eigenem Besitz erbaut. — Berlin S. 453.
- 123-134. Pfarrhäuser der St. Jakobus-Kirche, mit dieser durch die Hallen des Vorhofes verbunden, Ziegelbauten unter Leitung Stülers 1844-45. — Entwürfe zu Kirchen, Pfarr- und Schulhäusern Bl. 65. Berlin S. 130.

Pariser Platz. Gemäß Verfügung des Polizei-Präsidenten von Berlin vom 7. August 1903 sind mit Rücksicht auf die künstlerische Bedeutung des Brandenburger Tores die Bauhöhen des Pariser Platzes beschränkt; sie dürfen an der Westseite (Nr. 1 und 7, sowie Budapest- und Sommer-Str.) 16,5 m, an der Nord- und Südseite (Nr. 2-4 und 5-6A) 20 m nicht übersteigen. — Baltz, Preußisches Baupolizeirecht, 4. Aufl. 1910 S. 393.

- 1, auch Budapest-Str. 22. Mit Nr. 7 das Brandenburger Tor einschließend. An Stelle eines nach 1737 errichteten, schlichten zweigeschossigen Hauses mit steilem Dach, Neubau nach Entwurf von Stüler 1844, drei Geschosse hoch, das flache Dach hinter einer Brüstung.
- 2 auch Budapest-Str. 21. Palast Blücher. Neubau, Architekt Karl Richter 1869-71. — Berlin S. 486.
- 3 Breites zweigeschossiges Wohnhaus mit gebrochenem Dach, 2. Hälfte 18. Jh. Neubau des 1. Garderegiments zu Fuß, Architekt v. Stralendorf 1878-80. — M M, Phot. des alten Hauses. Licht, Architektur Deutschlands Tf. 156-158.
- 4 Erbaut als Palast Arnim, E. Knoblauch um 1850, edle klassistische Front. Umgebaut 1905 für Akademie der Künste; der ornamentale Fries unter dem Hauptgesimse leider der Schrift wegen zu einem großen Teile beseitigt. — Zentralblatt d. Bauverwaltung 1907, S. 465.
- 5 Seit 1860 Französische Botschaft. Aus einem Gebäude der 1. Hälfte 18. Jh. umgebaut 1879, zwei Geschosse mit steilem Dach.
- 5A, 6 u. 6A, letzteres auch Sommer-Str. 2. Ehemals ein einheitliches Bauwerk nach Entwurf von Stüler 1844, die Front in geputzter Quaderarchitektur, höherer Mittelbau 9 Fenster breit, zwei etwas niedrigere Seitenbauten je 5 Fenster breit, vor dem Mittelbau eine dreiachsige Unterfahrt. In Verbindung mit der turmartigen Erhöhung an der Sommer-Straße und dem Hause neben dem Brandenburger Tor ergab sich eine

das Platzbild beherrschende schöne Baumasse, deren Wirkung infolge Abtrennung und Neubau des Hauses Nr. 5A 1909 empfindlich beeinträchtigt wurde. Am alten Bau die Fenster des dritten Stockwerks erhöht, so daß sie den Fries durchschneiden, der am höheren Teile Nr. 6 noch erhalten ist. — M M, Phot., Zeichnung des Platzbildes von F. A. Borchel 1860.

- 7, auch Sommer-Straße 1. Nach Entwurf von Stüler 1844, Gegenstück zu Nr. 1.

Parochial-Str. Zahlreiche kleine Häuser von zwei, drei, auch vier Fenstern Breite, namentlich an der Nordseite. — Gut, Abb. 19-24, zwei Gruppen der Häuser. — M B A.

Künstlerischen Schmuck zeigen:

- 6 Um 1785, gefällig.
- 20 Um 1740, schlicht.
- 31 Um 1790, das aufwändigste Haus der Straße, gute Front, innen Treppe mit hölzernem Geländer. — M B A.

Petri-Str. Die nördliche Hälfte der Straße hat durch die Neubauten der Kaufhäuser an der Gertrauden-Straße ihr altes Aussehen verloren. Dagegen ist die südliche Hälfte der Straße noch mit schlichten alten Häusern besetzt. — M M.

- 14 Vom Ende 18. Jh., drei Fenster breit, bescheiden.
- 15 Aus 1. Hälfte 18. Jh., breite Front, alte Anlage mit Eingangshalle und Treppe; an drei Seiten des Hofes hübscher hölzerner Laufgang im Obergeschoß, bestes Beispiel eines Hofes in Alt-Kölln. — Blätter f. Architektur 1915 Tf. 52-55. Gut Abb. 127-128. Schnitt und Grundriß. — M M. K G M. M B A.
- 19-20. Um 1780, Doppelhaus mit gemeinsamer Front. — M B A.
- 24 u. 25. Schlicht, jenes drei, dieses nur zwei Fenster breit. — M B A.
- 26 Um 1790, drei Fenster breit. — M M. M B A.
- 27 Um 1800, drei Fenster breit. — M B A.
- 28 Im kleinen Hofe hölzerne Lauben im ersten und zweiten Stockwerk.
- 31 u. 32. Schlichte Häuschen in überputztem Fachwerk. — Gut Abb. 9-10.
- 35-36. Um 1800, Kaufhaus. — M B A.

Philipp-Str.

- 13 Zur Tierärztlichen Hochschule gehörig. Lang gestrecktes, zweigeschossiges Wohnhaus, in schlichten Formen vom Ende 18. Jh.

Platz am Zeughause.

- 1 In Reichsbesitz, ehemals Kommandantur, erbaut von Titel 1792, umfassender Umbau 1874; vom alten Bau blieben bestehen das Portal mit Säulen und Balkon, einige Teile der Architektur des Erd- und des Hauptgeschosses, sowie an der Rückseite die Hofmauer mit Einfahrt. — Borrmann S. 342.

Post-Str.

- 4 Messingtafel zum Gedächtnis des hier im Hause 1619 verstorbenen Kurfürsten Johann Sigismund, gestiftet von seinem Kämmerer Anton Freitag, im Hohenzollern-Museum. — P. Seidel, Hohenzollern-Jahrbuch 1916 S. 208 m. Abb.

- 5 Anfang 17. Jh., breite dreigeschossige Front, in der Mitte hoher Giebel, daneben Erker, die Fenster noch nach mittelalterlicher Weise gebildet. Durch Neubau eines Kaufhauses nach Entwurf von Schwatlo 1867 ersetzt; dieses 1922 verändert. — MM.
- 12 Seitlich ein rundbogiges Steinportal mit Sitznischen, vom Anfange 17. Jh. Die Front erneuert 2. Hälfte 18. Jh., drei Geschosse, vorspringendes Mittelrisalit mit flachem Giebel. Abgebrochen 1893. — MM, Lichtbilder der Straßenansicht und des Hofes.
- 13 Schlicht 18. Jh., zwei Geschosse; abgebrochen 1892. — MM.
- 14 1776, drei Geschosse, Mittelrisalit mit flachem Giebel, gut gegliedert; abgebrochen. — MM.
- 15 Neben dem Ephraimschen Hause. Horchische Stiftung der Nikolaikirche. Dreigeschossige Front von vornehmer Haltung um 1770, im Hauptgeschoß gut gezeichnete Fensterverdachungen; altes Treppenhaus. — Gut Abb. 46, Grundrisse. Seeck Tf. 40, Haustür. — MBA.
- 16 Ecke des Mühlendammes. Ehemals Haus Ephraim um 1765 erbaut, das künstlerisch bedeutendste der noch erhaltenen älteren Wohngebäude Berlins; seit 1843 im Besitze des Staates, danach der Stadtgemeinde, für die Verwaltung der letzteren umgebaut und nach der Burg-Str. erweitert 1892—95. Die Flügel des Hauseinganges um 1795. — Rückwardt Tf. 26. Dohme (Tf. 19). Blätter f. Architektur 1893 Tf. 8. Borrmann S. 415. Gut Abb. 89, Grundriß in alten Bestände. Berlin 1896, II, S. 124. — KGM, MBA.
- 21—22. Um 1870, die dreigeschossige klassizistische Front gut gegliedert, die rundbogigen Oeffnungen der Läden des Erdgeschosses von einer Ordnung umschlossen. Die Rückseite gegen den Nikolaikirch-Platz.
- 23, Ecke des Nikolaikirch-Platzes. Vom Anfange 19. Jh., gefällig neoklassisch, zwischen den beiden Stockwerken plastischer Rankenfries. — Blätter f. Architektur 1907 Tf. 69—70. — KGM, MBA.
- Potsdamer Str.**
Die Straße war ursprünglich mit Landhäusern besetzt, an deren Stelle seit 1860 Miethäuser traten, die wieder in der Gegenwart von Geschäftshäusern verdrängt werden.
7 u. 7A. Ende u. Böckmann 1869, Doppelhaus mit einem gemeinsamen, in den ehemaligen Vorgarten springenden Vorbau, das linke Haus in strengeren, das rechte in reicheren Formen; im alten Zustande noch die beiden Einfahrten und die drei Stockwerke. — Berlin S. 470.
- 19 Um 1850, Einzelwohnhaus, die Ostseite gegen den Garten freistehend. Stallgebäude vom Ende des 18. Jh. Abgebrochen 1913 bei Durchlegung der Margareten-Str. — AV.
- 25 Um 1860, Putzfront, die beiden äußeren Fensterpaare der Stockwerke unter Rundbögen zu Gruppen vereinigt.
- 28 Hübsches Landhaus um 1800, abgebrochen. — KGM.
- 31 A. Um 1865, das weit vorgezogene Mittelrisalit mit flachem Giebel, das Erdgeschoß verdorben.
- 38 Um 1860, gestreckte Front, vor der Mitte offene Balkone; 1912 durch Umbau entsteht. — AV.
39. u. 39A. Um 1860, gemeinsam entworfen, Nr. 39 mit rechteckigem, Nr. 39A mit halbrundem Vorbau; alt noch die beiden Einfahrten, obwohl das Erdgeschoß zu Läden eingerichtet; der Garten um 1890 bebaut. — AV.
- 62 Sehr gute dreigeschossige Front, aus älterem Bau hergestellt 1872, in der Art von Lucae, noch unberührt mit dem Vorgarten erhalten. — AV.
- 69, auch Winterfeldt-Str. 37, die Langseite gegen diese gewendet. Grisebach 1887, die Fronten nach deutscher Art des 16. Jh., Ziegelgliederungen mit Putzflächen. — Blätter f. Architektur 1890 Tf. 118.
- 118 E. Knoblauch, schönes freistehendes Einzelwohnhaus, durch Miethaus ersetzt um 1880. — Allgemeine Bauzeitung Wien 1844 Bl. 587—588. Berlin S. 420.
- 120 In Staatsbesitz. Das im Garten freistehende, dreigeschossige Hauptgebäude 1834—36 als Wohnhaus erbaut, dazu das Nebengebäude an der südlichen Nachbargrenze. 1882 vom Staate erworben für die Hochschule für Musik, hinzugefügt der Konzertsaal hinter dem Hauptgebäude und die Kunstwerkstätten des Nebengebäudes. 1904 Akademie der Wissenschaften, 1915 Zentralinstitut für Erziehung und Unterricht. Im Hauptgebäude an der Nordostecke des zweiten Obergeschosses ein Saal mit vorzüglicher Ausmalung aus der ersten Bauzeit, unter Schinkels Einfluß. — Sitzungsbericht der Akademie der Wissenschaften vom 30. Juni 1904. — MBA, Photographien der Malereien.
- 133 E. Knoblauch 1847, dreigeschossig, gefällige Front, mit Vorgarten unverändert erhalten.
- Prenzlauer Str.**
17, auch Hirten-Str. 23. Um 1770, abgebrochen um 1890. — MM, KGM.
- 34 Zum Goldenen Lamm 1776 (Bildtafel), bescheidenes Einzelwohnhaus, drei Fenster breit, zwei Geschosse hoch.
- 37 Anfang 19. Jh., vier Geschosse; links Risalit mit Eingang, mit gutem Zierat, die Schäfte der Pfeiler der drei Stockwerke merkwürdig niedrig, ihre Kapitelle nach griechisch-römischer und korinthischer Art. Im Inneren die Treppe in alter Anlage.
- 45 Im Besitze der Stadtgemeinde, Mette-Stiftung. Um 1770, breite zweigeschossige Front von symmetrischer Anlage, die Tür und die Fenster in einfachen kräftigen Umrahmungen; alte Flügel der Haustür. Im Inneren gewendelte Treppe mit hölzernem Geländer. — MBA.
- 51 Um 1790, vier Fenster breit, erhalten die beiden Stockwerke; links Risalit, darin das Fenster des ersten Stockwerks recht gut gebildet.
- Propst-Str.**
1 Aus 18. Jh., drei Fenster breit, schlicht. Abgebrochen 1910 wegen der Erweiterung des Kaufhauses Israel. — MBA.
- 7 Pfarrhaus der S. Nikolaikirche, Ziegelbau um 1870.
- 8 Besitz der Nikolaigemeinde. Um 1800, sachlich gegliederte Front, im Hofe eingeschossige Werkstätten unter bogenförmigem Dach. — Mebes, Um 1800, Bd. I Tf. 100. Gut Abb. 165. — MBA.
- 9 Aus 18. Jh., zwei Fenster breit; im 19. Jh. erneuert.
- 10 Vom Ende 18. Jh., schlichte Front, fünf Fenster breit, innen Treppe mit flach geschnitzten Docken. — Seeck Tf. 44 bis 45.
11. Um 1780, drei Fenster breit, die Geschosse hoch, die Front mit gutem Stuckzierat; das Dachgeschoß ausgebaut. — KGM, MBA.
- 14—16. Besitz der Nikolaigemeinde, Knoblauch u. Wex um 1880, Ziegelbau gegenüber der Kirche. — Licht, Architektur Deutschlands Tf. 153—154.
- Rauch-Str.** Mit Einzelwohnhäusern besetzt.
3 In der späteren Art Stülers, die Ansichten maßvoll und gut, die Westseite gegen den Garten freistehend.
- 10 Heidecke 1873—74, Putzbau, palastartig, freistehend. — Berlin S. 438.
- 12, auch Drake-Str. 3. Kyllmann u. Heyden 1865—66, von reizvoller Erscheinung, Putzbau mit steilem Dach, freistehend, das Ornament vorzüglich; die Westseite um 1870 von Ende u. Böckmann hinzugefügt. — Licht Bl. 5—6. Berlin S. 430. Blätter f. Architektur 1892 Tf. 75.
- 17—18. Haus Kabrun, Ende u. Böckmann 1865—67, von sehr vornehmer Anlage, die freistehende, symmetrisch gegliederte Hauptfront an der Drake-Str., in strengen griechischen Formen, in Sandstein und Ziegeln. Abgebrochen 1914. — Allgemeine Bauzeitung Wien 1867 Bl. 14—17. Architekt. Skizzenbuch 1871 IV, 4 u. V, 4. Berlin S. 428. — AV, MBA.
- 19 v. d. Hude u. Hennicke 1872, erbaut als Wohnhaus des letzteren, zweigeschossig, mit weit ausladendem Hauptgesims, die Westseite freistehend. Um 1905 mit steilem Dach versehen, die Ansichten überarbeitet, die Mosaiken beseitigt. — Architekt. Skizzenbuch 1874 II u. III 3—4. Licht Bl. 3, 4, 32, Berlin S. 435.
- 20 Rötger 1883, Quaderfront italienischer Art. Der Türkische Botschaft vermietet. — Berlin 1896 III S. 192.
- 21 Kayser u. v. Grobheim 1879, aufwandvoll in echtem Material. — Licht, Architektur Deutschlands Bl. 160—166.
- 23 v. d. Hude u. Hennicke 1872, ehemaliges Haus Hainauer, Putzbau, freistehend. — Berlin S. 435.
- Rauleshof.**
1 Aus 2. Hälfte 17. Jh., nüchtern verändert im 18. Jh. Einarmige Freitreppe; Eingang um 1800, hölzernes Gewände mit scharrierter Ansicht. Innere Treppe aus 2. Hälfte 18. Jh., das Geländer aus Brettern mit dockenartigem Umriß. — Vermischte Schriften des Vereins f. d. Geschichte Berlins Bd. II, 1888, Berliner Bauwerke Tf. 2.
- Regenten-Str.**
3 v. Arnim um 1860, freistehendes Landhaus. An der Nordgrenze Nebengebäude in Fachwerk. — Architekt. Skizzenbuch 1865 II, 5.
- 10 In Hitzigs früher Art, zweigeschossig, die Südseite freistehend. — AV.
- 15 Haus Tiele-Winkler, jetzt Spanische Botschaft, Ebe u. Benda 1873—76, aufwändige Sandsteinfront. — Licht Bl. 64—66.
- 20 Miethaus, gegen Nr. 21 freistehend, um 1865, gut und stattlich in Hitzigs reifer Art.
- Ritter-Gasse.**
1 Mitte 18. Jh., die Front drei Fenster breit, mit guten Fensterumrahmungen; der steinerne Kellerhals bez. 1770. — MM, MBA.
- 4 1. Hälfte 18. Jh., schlichte breite Front, die Mittelachse betont. — MBA.
- 5 18. Jh., zwei Fenster breit.

- 13 Front um 1830, obwohl handwerklich, in feinem Maßstabe gegliedert; älterer Hof.
- Ritter-Str.**
28—29. Vgl. Brandenburg-Str. 30—31.
62 Knoblauch u. Wex, Miethaus, Ziegelfront mit Holzgesims. — Architekt. Skizzenbuch 1883 IV 2 u. V 2.
67 Um 1865, Putzbau, dreigeschossig, in der Art Stracks vorzüglich durchgebildet, von Aenderungen noch unberührt.
- Roon-Str.**
2, 3, 4. Dreigeschossige Fronten um 1867, noch in der maßvollen Art der älteren Berliner Schule; Nr. 3 in Sandstein, der Erker in der Mitte der Front.
Die Häuser Nr. 6—9, deren dreigeschossige Fronten unversehrt erhalten, bilden eine künstlerische Einheit, welche das Bild der Ostseite des König-Platzes bestimmt.
6 Südliches Eckhaus, Putzfront zu Quadern abgezogen.
7 u. 8. Hitzig, beide Häuser mit klassizistischen Fronten, jede verschieden, mit symmetrischen seitlichen Vorsprüngen. — Hitzig, Bauwerke. Berlin S. 463.
9 Nördliches Eckhaus, Lohse, sehr gut durchgebildet, die nördliche Schmalseite in den beiden Stockwerken mit Säulenordnungen und flachem Giebel.
- Rosenthaler Str.**
36 Um 1770, schlichte Front, gewendelte Treppe mit geschmiedetem Geländer. — MBA.
37 Um 1760, vielleicht von Unger. Vortreffliche Front, im Hauptgeschoß kräftige Fensterverdachungen, das Erdgeschoß verdorben; Wendeltreppe mit geschmiedetem Geländer. — Gut S. 102 u. 122. Seeck Tf. 21—22. — MBA.
59 Um 1800, schlichte Front, gewendelte Treppe. — MBA.
71 Ecke Linien-Str. Um 1825, gestreckte Front. — MBA.
- Rosen-Str.**
12 Hübsche dreigeschossige Front um 1770, innen gewendelte Treppe. Abgebrochen 1910, die fünf allegorischen Kinderreliefs, ehemals zwischen den Fenstern der beiden Stockwerke, angebracht 1911 im Hausflur des Neubaus Kaiser-Wilhelm-Str. 38. — Blätter f. Architektur 1905 Tf. 74. Gut Abb. 92 u. 93. — MM. MBA.
- Roß-Str.**
3 Um 1770, breite palastartige Front, die beiden Stockwerke mit ionischen Pilastern zusammengefaßt; im Inneren gewendelte Treppe mit gutem Schmiedegeländer. — Borrmann S. 421. Blätter f. Architektur 1906 Tf. 78. — MBA.
7 Breite klassizistische Front vom Ende 18. Jh., das Erdgeschoß verdorben. Die gewendelte Treppe mit geschmiedetem Geländer in späten Rokokoformen. — MBA.
16 Um 1770, die Front drei Fenster breit, ausgezeichnet durch bewegten Rokokozierat in Stuck; Treppe und Hof. — Blätter f. Architektur 1909 Tf. 30. Gut Abb. 114, Grundriß. — MM. AV. MBA.
18 Schlichte Front des 18. Jh., drei Fenster breit, nur zwei Geschosse. — AV. MBA.
33 Um 1780, die schmale Front ausgezeichnet durch recht ansprechenden Stuckzierat in den Fensterbrüstungen der beiden Stockwerke, schöne elliptische
- Rundbilder mit Kinderreliefs; das Erdgeschoß verdorben. — KGM.
- Runge-Str.**
17 Mitte 18. Jh., Hof an der Straße, schlichte Fronten, Rückseite mit Freitreppe gegen den Garten. Abgebrochen um 1890. — MM.
- Schadow-Str.**
6—7. Ressource. Heidecke 1873. — Licht Bl. 28—30. Berlin S. 372.
10—11. Wohnhaus von J. G. Schadow, seit 1899 in Staatsbesitz, zum Ministerium des Inneren gehörig. Erbaut 1805, damals zwei Geschosse hoch, gute neoklassische Front, Einfahrt an der Südseite, darüber ehemals die Treppe; der an der Front vorhandene zweite Eingang nur dekorativ. Ueber den beiden Eingängen Reliefs nach Zeichnungen von A. Ch. Caraffe, links die vier Stufen der Entwicklung der griechischen Bildhauerei, rechts vier Gruppen von Förderern der Bildhauerei des Altertums und der Wiedergeburt. Im ersten Obergeschoß zwischen dem Vorder- und dem nördlichen Seitenflügel ein ehemals achteckiges Zimmer; an dessen Nordmauer ein farbiges Wandgemälde von E. Bendemann 1838, die fünf Künste am Brunnen, in einer dreiteiligen Architektur, darüber in zwei grauen Fresken die Familie Schadows. Umbau 1851, dem Vorderflügel das zweite Obergeschoß aufgesetzt, im Hofe der südliche Seitenflügel hinzugefügt, der ehemals die Werkstatt enthaltende Querflügel umgebaut und erhöht. Im Gartensaal des Querflügels an drei Seiten friesartige Wandgemälde von Felix Schadow 1851, das Leben Johann Gottfried Schadows in je zwei Darstellungen, zwischen denen je eine Kindergruppe, an der dritten Seite eine Schar musizierender Kinder; diese Gemälde bei der Erneuerung des Querflügels 1900 zerstört. Am zweiten Obergeschoß der Front ein Relief mit Büste J. G. Schadows von Schivelbein. Im Hausflur eingemauert mehrere Gipsmodelle aus Schadows Werkstatt, Aktreliefs vermutlich von ihm selbst modelliert, Relieftafel zum Gedächtnis seines 1822 in Rom gestorbenen Sohnes Ridolfo, gefertigt von Emil Wolf (in Marmor ausgeführt in S. Andrea delle fratte in Rom). — Architekten-Verein Bücherei 3369, ein Blatt Vorentwurf 1802, drei Blatt Grundrisse für die Ausführung. — Schadow, Kunstwerke und Kunstansichten 1849 S. 75, Beschreibung der Reliefs über den Eingängen. Mitteilungen des Vereins f. Geschichte Berlins 1909 S. 86, Abbildungen derselben Reliefs. — MM. MBA, besonders Aufnahmen der Gemälde.
- Scharrn-Str.**
1 Sachlich gegliederte, breite Front der 1. Hälfte 18. Jh. Die Haustür mit Umrahmung gut um 1860. — MBA.
15 Aus 1. Hälfte 18. Jh., die Anlage alt; breite symmetrische Front, gequadrates Erdgeschoß, zwei steinerne Kellereingänge. Die beiden Stockwerke und das Hauptgesims in feinem Maßstabe erneuert um 1830.
21 Aus 1. Hälfte 18. Jh., drei Fenster breit, vier Geschosse hoch, die Ansicht mit Quaderungen gegliedert, in altem Bestande erhalten.
- Schiffbauer-Damm.**
40, Ecke Karl-Str. In Reichsbesitz. DREWITZ 1853—54, im Erdgeschoß ehemals
- eine Militärwache, in den drei Stockwerken Wohnungen, der runde Turm auf der Ecke mit Schießscharten. — Zeitschrift f. Bauwesen 1855 Bl. 56.
- Schinkel-Platz.**
3 Miethaus um 1865, in der strengen Art von Gropius; abgebrochen 1906. — MBA.
4 Miethaus um 1870, gefällige Front, deren drei Fenster breites Mittelrisalit vielleicht von einem Hause des 18. Jh. übernommen; abgebrochen 1906. — MBA.
- Schlesische Str.**
21 Haus Cuvry, bedeutendes freistehendes Bauwerk, schlicht 18. Jh.; abgebrochen. — MM.
23, Ecke Görlitzer Ufer. Beamtenwohnhaus der Fabrik Heckmann, Licht 1875, Ziegelbau mit Terrakotten und weit vorspringendem Holzgesims, nach lombardischen Vorbildern; abgebrochen. — Licht Bl. 78 u. 79. Berlin 1896 III S. 198.
26A. Ehemaliges Wohnhaus Heckmann, Luciae um 1865, gefällig durchgebildeter Putzbau. — Architekt. Skizzenbuch 1868 IV, 4 Giebelansicht, 1870 I, 2 Treppe. — Auf der Rückseite anschließend offene Gartenhalle, Licht 1873, aus Sandstein und Ziegeln, Holzgesims, über dem Erdgeschoß flachbogiges Tonnengewölbe; am niedrigen Obergeschoß Sgrafitten und Malereien von Gesellschaft und Laubberger; das Ganze von vorzüglicher Durchbildung, leider die Halle neuerdings mit Glaswänden geschlossen, der Garten verdorben. — Licht Bl. 50 u. 75. Architekt. Skizzenbuch 1876 II, 1.
- Schloß-Platz.**
1A. Vgl. Brüder-Str. 45.
3 Aus 1. Hälfte 18. Jh., breite hohe Front, gute Umrahmungen der Fenster; durch Geschäftschilder beeinträchtigt. — MBA.
6 Um 1790, vier Fenster breit, mit Stuckzierat. — MBA.
- Schmid-Str.**
3 Um 1865, recht tüchtig durchgebildete Front, symmetrisch angelegt, zu beiden Seiten Erker.
18 Um 1865, recht gute Front, infolge des dahinter eingerichteten Saalbaues gefährdet.
- Schöneberger Ufer.**
18 Um 1860, streng griechisch gegliedert.
19 Um 1860, zwei gleichwertige Eingänge in der Mitte, davor Balkon auf fünf Säulen mit Flachbögen, ebenso die Fenster zumeist flachbogig geschlossen.
24 Um 1860, gut sachlich gegliedert, in der Mitte ein Erker.
40, auch Blumeshof 17. Erbaut 1847, die Ecke mit rundem Erker 1868 bei Anlage der Straße Blumeshof hinzugefügt. Des Neubaus wegen abgebrochen. — MM.
47 Um 1865, gut sachlich gegliedert.
- Schornsteinfeger-Gasse.**
6 Aus 1. Hälfte 18. Jh., drei Fenster breit, architektonisch gegliedert.
7 Um 1760, drei Fenster breit, Front mit gutem Rokoko-Stuckwerk, die Mittelachse betont. — Blätter f. Architektur 1912 Tf. 97. Gut Abb. 79—81, Ansicht, Schnitt, Grundrisse. — MBA.
8, Ecke Fischer-Str. Breite Front aus 18. Jh., die Fenster zu Gruppen vereinigt.

Schützen-Str.

- 8 Anfang 19. Jh., die Front in drei hohen Geschossen, vornehm und tüchtig in der Art von G e n t z ; schöne Haustür; abgebrochen 1909. — Blätter f. Architektur 1907 Tf. 89. — KGM, MM. AV.
- 9 Anfang 19. Jh., gute Front in drei Geschossen, doch niedriger als die vorige. — Blätter f. Architektur 1907 Tf. 88. — AV. MBA.
- 14 Um 1800, Ornament; abgebrochen. — KGM. MM.
- 26, * Ecke Jerusalemer Str. In Staatsbesitz, um 1785, stattliche Front auf dem Uebergange zum Klassizismus; tüchtig gegliedert in der Art v. G o n t a r d s , das Erdgeschoß gequadert, die beiden Stockwerke in ionischer Pfeilerordnung. Die Haustür um 1800. — Borrmann S. 372. Blätter f. Architektur 1895 Tf. 110. Dammeier, Zeitschrift f. Bauwesen 1904 Bl. 10—11. — MM. MBA.
- 49—50. Um 1855 in der Art von T i t z ; schöne breite Front, symmetrisch entwickelt, Einfahrt und Treppenhaus; nicht durch Läden verdorben.
- 67 Um 1875, gute reiche Front, unverändert erhalten.

Sebastian-Str.

- 25 Melanchthon-Haus. Putzbau 1838, schlicht und sachlich.
- 31 Anfang 19. Jh., in den 2 Stockwerken ionische Pilaster.
- 41 Mitte 18. Jh., 5 Fenster breit, 3 Geschosse hoch, Mittelrisalit, einfach und tüchtig gegliedert, über der Durchfahrt Treppe, Hof.
- 55 Anfang 17. Jh., 2 Geschosse mit 2 Giebeln, durch Neubau ersetzt 1890. — MM.
- 56 1857, breite, streng gegliederte Front.
- 60 1839 von Zimmermeister E b e l erbaut, breite Front nach Schinkelschen Vorbildern.

Sieber-Str.

- 14 Vom Ende 18. Jh., drei Fenster breit, das beste der an der Südseite der Straße noch stehenden, schlichten Häuser.

Siegmundshof.

- 20 Ludwig Otte 1899, Einzelwohnhaus, tüchtig, mit Benutzung italienischer Vorbilder.
- 22 Ende 1864, sein Wohnhaus, von schöner malerischer Gruppierung, Ziegelbau mit steilen Dächern und geschnitzten Giebeln; abgebrochen 1893. — Architektur. Skizzenbuch 1896 V 3 u. VI 1, 1873 I 2, 1874 I 2. Berlin S. 427.

Sommer-Str.

- 1—3. Erbaut unter Leitung Stülers um 1845 durch Zimmermeister S o m m e r .
- 1 Vgl. Pariser Platz 7.
- 2, auch Pariser Platz 6A. In drei Häuser zerlegt, jedoch von einheitlicher Gliederung, welche auch auf Nr. 3 übergeht. Das südliche Haus fünf Geschosse hoch, einen quadratischen Turm von der Tiefe des Nachbarhauses Nr. 1 bildend, der die Baugruppe sowohl gegen den Tiergarten als den Pariser Platz hin beherrscht. Das mittlere Haus in vier Geschossen; die ehemals niedrigen Fenster des dritten Stockwerks um 1910 erhöht, den Fries des Hauptgesimses durchschneidend, wie an der Front Pariser Platz 6A. Das nördliche Haus in drei Geschossen, das zweite Stockwerk zu einer Säulenreihe aufgelöst.
- 3 Dem vorigen verwandt, in drei Geschossen, unberührt erhalten.

- 4 auch Dorotheen-Str. 38, In der Art Stülers, die Ecke durch einen kuppelartigen Aufsatz betont. Abgebrochen 1912 wegen des Neubaus des Hauses des Vereins deutscher Ingenieure.
- 5 Wohnhaus Hertzog, Architekt T i t z 1858. Die Front vortrefflich nach florentinischen Vorbildern des 15. Jh., Vorgarten mit gemauerter Umfriedung, gute Innenräume. Abgebrochen bei Veränderung der Bauflucht der Sommerstraße aus Anlaß des Baues des Reichstagshauses. — W. Schuffenhauer, Fassadenbuch, Berlin (um 1865), Tf. 37—38, geometrische Ansicht des Hauses. Licht, Berlin Bl. 59—60. T i t z , Entwürfe, Inneres. — MM.
- 7 Wohnhaus des Reichstagspräsidenten, Architekt W a l l o t . — Zentralblatt d. Bauverwaltung 1904 S. 541 u. 553.

Sophien-Str.

- 11 Um 1780, zwei Geschosse, einfache Front.

Spandauer Str. Die Nummern neuerdings geändert.

- 13 (21) Infolge des Neubaus der Oberpostdirektion 1879 abgebrochen. Die Schlußsteine und Kragsteine eines Rippengewölbes der zweiten Hälfte des 16. Jh. gelangten in das Märkische Museum und wurden beim Neubau desselben in der Eingangs- und in der Waffenhalle verwendet. Ebendort in der Waffenhalle das Denkmal des Besitzers des Hauses, des Generalfeldmarschalls Otto Christoph v. Sparr, Brustbild und Schrifttafel, nach seinem Tode 1668 gesetzt. — Märkisches Museum, Berlinische Altertümer 1890 S. 46, 47, 72.
- 16 Kaufhaus Israel, an Stelle mehrerer alter Gebäude.
- (27) Dreigeschossige Front um 1780, im Inneren zwei Stuckdecken vom Ende des 17. Jh., zerstört. — MM.
- (31) Schlichte Front, Mitte 18. Jh., abgebrochen 1910. — MBA.
- 23 (49) Neubau 1889. Von einem gewölbten Gemach vom Anfange des 16. Jh. wurden das Steinkapitell des mittleren Pfeilers und die Kragsteine, sowie andere Fundstücke in das Märkische Museum übergeführt, einige Teile beim Neubau desselben verwendet, das Kapitell in der Mitte des großen Hofes aufgestellt. — Märk. Mus., Berlinische Altertümer S. 48—49. Borrmann S. 401—402.
- 27 (58) Um 1850, gut in Stülers Art; im zweiten Stockwerk ein Erker, unter dem Hauptgesimse ein gemalter Fries.
- 28 (59) Altes Ständehaus. Mit Benutzung eines älteren Baues um 1860 erneuert, stattliche Front unter kräftigem Hauptgesims, abgebrochen 1888. — MM.
- 29 (63), Ecke Bischof-Str. Um 1770, recht stattlich, in der Mitte Risalit mit flachem Giebel, im ersten Stockwerk prächtig gegliedertes Fenster; abgebrochen. — MM.
- 41 (78), Ecke Heidereuter-Gasse, mit steilem barockem Giebel, abgebrochen. — MM.

Spittelmarkt.

- 7, Eckhaus an der Spree. Sehr stattliche Fronten 1788, die beiden Stockwerke von ionischen Pilastern zusammengefaßt, auf der Dachbrüstung Standfiguren. Abgebrochen 1894. — Borrmann S. 421. — MM. KGM.
- 15 Um 1800, vier Geschosse und Dachgeschoß, vier Fenster breit, das Erdgeschoß verdorben. Abgebrochen 1908. — AV.

Spree-Str.

- 12 Um 1780, drei Fenster breit, das beste von einigen gleichartigen Häusern derselben Straße. — MBA

Stallschreiber-Str.

- 20 Um 1790, bescheiden und sachlich, 3 niedrige Geschosse, 5 Fenster breit, die Mittelachse mit Zierat betont.
- 31 Um 1850, von ähnlicher, bescheidener Anlage.

Stralauer Allee.

- 27 Einzelwohnhaus, Anfang 19. Jh., nur aus Sockel- und Hauptgeschoß bestehend, achtbare klassizistische Front.

Stralauer Str.

- 7 u. 8. Aus 1. Hälfte 18. Jh., jedes Haus drei Fenster breit, das mittlere Fenster in schlankem Risalit. Abgebrochen 1912. — AV. MBA.
- 9 Anfang 19. Jh., zwei Fenster breit, zwischen den beiden Stockwerken ein vertiefter Rankenfries. Abgebrochen 1912. — AV. MBA.
- 19 Ende 17. Jh., Giebel; abgebrochen. — MM.
- 24 Tüchtige Front um 1830. — AV.
- 25 Ende 18. Jh., in der Mitte breiter Eingangsflur mit Türflügeln und Treppenhaus. Die Front um 1860 gut handwerklich erneuert; das Erdgeschoß von aufdringlichen Geschäftsläden verdorben.
- 26 Aus 18. Jh., um Mitte 19. Jh. überarbeitet.
- 32, Eckhaus am Krögel. In Staatsbesitz, Um 1740, die Fronten in reicher barocker Ausbildung unter gebrochenem Dach, zur Zeit leider alle Flächen von Geschäftsschildern verdeckt. — KGM.
- 35 Schlicht 18. Jh., drei Fenster breit, langer Hof, ebenso hinter den folgenden Häusern. — AV. MBA.
- 36 Breite Front um 1785; die Einfahrt mit rundbogigem Gewölbe des 17. oder 18. Jh. — AV. MBA.
- 37 Zu Nr. 36 gehörig, Front um 1860. — AV.
- 39 Um 1785, breite viergeschossige Front. — AV. MBA.
- 40 Um 1720, in handwerklichem Barock. — AV. MBA.
- 42 Um 1780, tüchtige Front. Abgebrochen 1909, die Bauinschrift 1682 von einem der Hintergebäude nach dem Märkischen Museum übertragen. — AV.
- 43 Um 1770, auf die sachlichen Gliederungen beschränkt. Abgebrochen 1909. — AV.
- 45 Anfang 18. Jh., Umrahmungen der Fenster und Hauptgesims, dem Lagerhaus Kloster-Str. 76 verwandt. Abgebrochen 1911. — MBA.
- 46 Front um 1830 erneuert. — AV.
- 47 Strauß-Apotheke, um 1795, starr neoklassisch. — AV. MBA.
- 48 Breite Front erneuert um 1860, die innere Treppe vom Ende 18. Jh. Abgebrochen 1911. — Blätter f. Architektur 1910 Tf. 19. — AV. MBA.
- 49 Haustür und Treppe um 1800. — Blätter f. Architektur 1910 Tf. 9. — AV. MBA.
- 50 Treppe vom Ende 18. Jh. — Blätter f. Architektur 1910 Tf. 20. Seeck Tf. 26. — AV. MBA.
- 52 Vornehme breite Front um 1795, die linke Hälfte des Erdgeschosses durch Ladeneinbau verdorben, Treppe und Hof in alter Anlage. — MM.
- 57—58, auch Neue Friedrich-Str. 109. Erbaut als Hospital und Waisenhaus nebst Kirche im Anfange 18. Jh., die Einfahrt Stralauer Str. 58 bezeichnet 1702.

Abgebrochen um 1905 wegen des Neubaus des Städtischen Verwaltungsgebäudes. — Borrmann S. 333. — M M.

Stüler-Str.

- 1, auch Hitzig-Str. 1—2. Hitzig um 1855, freistehendes Einzelwohnhaus, eines der schönsten Berliner Häuser jener Zeit, in der Gliederung maßvoller, als Hitzig sonst zu sein pflegt. Infolge des anwachsenden lebhaften Verkehrs der Hitzig-Straße ist eine schärfere Ausnutzung des Grundstücks zu befürchten. — Architekt. Skizzenbuch 1870 II 2. — A V.
- 3—4. Schlichtes Landhaus um 1840, mit neuerem Fries, Wohnhaus des Bildhauers R. Begas (gestorben 1911). Abgebrochen 1914.
- 12 Kleines zweigeschossiges Bauwerk um 1855.

Tauben-Str.

- 3 Vgl. Kanonier-Str. 4—5.
- 7 Um 1860, recht gefällig gegliedert, das Erdgeschoß verändert, alt die beiden Stockwerke.
- 14 Vgl. Friedrich-Str. 70.
- 34 Backhaus 1873, ehemals Kunsthandlung Sachse u. Co. — Berlin S. 322.
- 42 Um 1750, das ehemals gequaderte Erdgeschoß erst neuerdings traurig verstümmelt, die vornehme Durchbildung des Obergeschosses in der Art v. Knobelsdorfs. — Gut Abb. 107 u. 108. — M B A.

Tempelhofer Ufer.

- 1B. Um 1860, Miethaus mit symmetrisch gegliederter Front, in tüchtigen Formen der damaligen Berliner Bauschule.
- 11 Knoblauch u. Wex 1880, Wohnhaus für zwei Familien, klassizistische Front in zwei Geschossen; 1922 nach Beseitigung des Hauptgesimses erhöht. — Deutsche Bauzeitung 1882. S. 195. — A V.

Tiergarten-Str. Zumeist Einzelwohnhäuser.

- 4A, auch Matthäikirch-Str. 34. Haus Pintsch, Cremer u. Wolfenstein 1893-95, Werksteinfronten in französischer Auffassung des 16. Jh., drei Geschosse hoch, gediegener Ausbau. — Blätter f. Architektur 1896 Tf. 91, 92, 93, 102, 103.
- 5, auch Matthäikirch-Str. 1. Um 1800, Landhaus auf schmalem Eckgrundstück, gegen Nr. 5A angebaut.
- 6 Vortrefflich um 1870, in der Mitte der Front im Erd- und Obergeschoß offene Hallen, getragen von dorischen Säulen und Karyatiden, darüber flacher Giebel.
- 7 E. Knoblauch, zweigeschossiger klassizistischer Putzbau. — Zeitschrift f. praktische Baukunst 1858 Tf. 31.
- 16 Heidecke 1870, breite vornehme Front. — Licht Bl. 76—77. Berlin S. 437.
- 17 Heidecke 1872, die schmale Front ausgezeichnet durch mittlere Nische. — Licht Bl. 51—52.
- 21 u. 21A. Gefällige Eckhäuser am Eingange der Hildebrand-Str., erbaut 1851, in der Art Stülers.
- 25 Heidecke 1872, schmale Front. — Licht, Architektur Deutschlands Bl. 104 bis 105.
- 26A Vornehmes Miethaus um 1860. Im Hofe eines der beiden Portale des Fürstenhauses Kur-Str. 52—53. als Wandschmuck aufgestellt.
- 27 v. d. Hude u. Hennicke 1861, freistehendes Einzelwohnhaus, die Fronten in Ziegeln und Sandstein mit Holzgesims; an der Straße steinerne

Brüstung. — Zeitschrift f. Bauwesen 1867 Bl. 41. Berlin S. 433.

- 28 Um 1820, freistehend, mit hohem Ziegeldach, das letzte bedeutende der älteren Häuser der Straße. — M M. A V. — Im Garten Kaiserin-Augusta-Straße 55, ein steinernes Denkmal für den Besitzer des Grundstücks, Verlagsbuchhändler F. Unger, gestorben 1804, Urne auf Sockel mit Reliefen und Inschriften 1805, aus Schadows Werkstatt. — Mitteilungen d. Vereins f. d. Geschichte Berlins 1916 S. 3. W. Schütz, Das Altberliner Grabdenkmal 1917 Nr. 21. — M M.
- 29 Hitzig um 1853, schönes klassizistisches Landhaus, der elliptische Saal im Erdgeschoß vermutlich übernommen vom älteren Hause vom Ende 18. Jh. Abgebrochen um 1880. — Hitzig, Bauwerke. Berlin S. 422.
- 30 u. 31. Besitztum v. Hansemann. Hitzig 1863-64, zwei vornehme Einzelwohnhäuser von strenger klassischer Formgebung, in gleicher Gestalt, durch eingeschossigen Zwischenbau mit einander verbunden. Im Garten längs den Grenzen zwei Nebengebäude, deren Obergeschoß aus Fachwerk. — Architekt. Skizzenbuch 1870 I 1, achteckige, zweigeschossige Diele in der Mitte eines jeden Hauses.
- 32 Landhaus um 1850, anspruchlos und gefällig.
- 33 Um 1860, verändert um 1910; vom ursprünglichen Bau eine Bogenhalle auf der Ecke des ersten Stockwerks.
- 34 Einfriedung an der Straße um 1870, erhöhter Sitz unter vier Säulen mit hölzernem Dach. Das Haus durch Neubau ersetzt.
- 34A. Kleines Einzelwohnhaus um 1870, um 1910 durch Miethaus fremdartiger Formgebung ersetzt.
- 35, Ecke Friedrich-Wilhelm-Str. Kayser u. v. Großheim 1881—82, die stattlichen Fronten in Sandstein und Ziegeln, in der Haltung italienischer Bauwerke des 16. Jh. — Licht, Architektur Deutschlands Bl. 182—187. Berlin 1896 III S. 198.

Universität-Str.

- 3A, Ecke Georgen-Str. Haus Pourtales, in der Art der französischen Adelspaläste des 17. Jh.; abgebrochen 1913. — M M. A V.

Unter den Linden. Die Ansichten sämtlicher Häuser des Straßenzuges vom Brandenburger Tore bis zum Schlosse und zurück, gezeichnet um 1820, friesartiger Steindruck, zwei Abdrücke im Märkischen Museum. — Mitteilungen des Vereins f. d. Geschichte Berlins 1908, Abb. S. 72—109 u. 137—140.

- 1, Ecke Pariser Platz. Palast Redern, aus älterem Gebäude hergestellt von Schinkel 1833. Abgebrochen 1906, einige Teile des Ausbaues übergeführt in das Architektur-Museum der Technischen Hochschule. — Schinkel, Entwürfe Bl. 126. Berlin S. 404. M. Gropius, Schinkels Dekorationen innerer Räume. Blätter f. Architektur 1891 Bl. 116. Kohle, Denkmalpflege 1906 S. 38. — M M. M B A.
- 2 Vgl. Wilhelm-Str. 69B.
- 4 Preußisches Ministerium für Wissenschaft. Ehemals Wohnhaus, zweigeschossige Front der 1. Hälfte 18. Jh., im Inneren ein Rokoko-Saal. Ersetzt durch Neubau 1879. — Rückwardt Tf. 12. Zeitschrift f. Bauwesen 1885 Bl. 58—61. — M M.

- 7 Russische Botschaft, E. Knoblauch 1841—42, gestreckte klassizistische Front von vornehmer Haltung und zarter Durchbildung. Im Inneren vom älteren, 1767 hergestellten Bau erhalten ein Rokoko-Saal. — Zeitschrift f. praktische Baukunst 1842 Tf. 19—22. Berlin S. 404. Borrmann S. 370.
- 8 Vornehmes Miethaus, Heidecke 1877. — Deutsche Bauzeitung 1880 S. 335.
- 11 Unger 1772, vortreffliche, flächig behandelte Front von drei Geschossen, das Erdgeschoß verändert. — Blätter f. Architektur 1906 Tf. 48. — M M. K G M. M B A.
- 12 Grisebach 1889, Wohn- und Geschäftshaus mit reicher Werksteinfront in französischer Auffassung. — Blätter f. Architektur 1894 Tf. 118. — Berlin 1896 III S. 54.
- 14 Um 1800, neoklassischer Zierat. — A V. M B A.
- 15 Vermutlich von Unger um 1775, Front mit vortrefflichen Fenstern, innen gewendelte Treppe. — A V. M B A.
- 16 Grisebach u. Dinklage 1893, Wohn- und Geschäftshaus, dem Hause Nr. 12 verwandt. — Zentralblatt d. Bauverwaltung 1896 S. 361. Berlin 1896 III S. 52.
- 21 Um 1780, palastartige Front; vor dem Erdgeschoß ehemals ein langer Balkon auf vier Säulen, bei Erneuerung des Erdgeschosses 1922 der Balkon auf zwei Säulen beschränkt. — Borrmann S. 422. — M B A.
- 22—23, auch Behren-Str. 50—52. Kaiser-Galerie, Kyllmann u. Heyden 1869—73, vorzügliche Ausbildung in Terrakotta und Sandstein. — Licht Bl. 35—38. Berlin S. 314. — A V.
- 24 Um 1790, Front in der Art von Langhans, Treppe und Hof in alter Anlage. — M B A.
- 25, Ecke Friedrich-Str. Das erste und zweite Stockwerk mit Fenstern um 1780.
- 26, Ecke Friedrich-Str. Ende u. Böckmann 1877; im Erdgeschoß und ersten Stockwerk Kaffee Bauer, Gemälde von A. v. Werner. — Architekt. Skizzenbuch 1878 II 4 u. II 2, 1880 IV 1, 1883 I 1.
- 30 Habels Weinhandlung 1800, neoklassische Front, Gaststube und Treppe. — Borrmann S. 424. Gut Abb. 158—159. — A V. M B A.
- 31 Unger 1771, abgebrochen 1907. — A V. Phot., auch Bücherei 3369, Grundrisse.
- 32, auch Charlotten-Str. 46. Um 1785. Meinhardts Hotel, stattlich; abgebrochen um 1900. — M M.
- 33, auch Charlotten-Str. 37—38. Ende u. Böckmann um 1875, Wohn- und Geschäftshaus; abgebrochen 1921 infolge des Neubaus der Disconto-Gesellschaft. — M B A.
- 34 Zentral-Bodenkredit-Bank, v. Mörner (Neumann) 1871—72, gediegene Front, in der strengen Weiterbildung griechischer Formen den späteren Werken Stracks nahestehend, ausgeführt in rotem Nebraer Sandstein; abgebrochen wie vor 1921—23. — Berlin S. 308. — M B A.
- 35 Disconto-Gesellschaft, Ende und Böckmann 1889—91, barocke Front in rotem Main-Sandstein. — Berlin 1896 III S. 369.
- 36 Niederländischer Palast, erbaut 1753 von A. Krüger; das Erdgeschoß verändert und die Vorhalle auf gepaar-

ten Säulen 1777 hinzugefügt. — Borrmann S. 319. — M B A.

37 Palast Kaiser Wilhelms I., K. F. Langhans 1834—36. — Berlin S. 396. Borrmann S. 323.

39, auch Charlotten-Str. 44—45 und Mittelstraße 64—65. Ehemals Hotel Stadt Rom. Der erste Bau an den Linden um 1770 unter Leitung von Unger, gequaderte Ansichten mit schlichten Fenstern und maßvollen Schmuckteilen. Neubau in kräftigeren Formen nach griechischen Vorbildern, von Ende u. Böckmann, nach einheitlichem Entwurf die nördliche Hälfte 1865—66, die südliche Hälfte 1875—76 ausgeführt; in jener der Festsaal mit Deckenmalerei von Ewald. Abgebrochen 1910. — Berlin S. 351. — A V.

40 Böhke 1876, schmale Front, zu Öffnungen aufgelöst, unter hohem Giebel, in feinem Maßstabe durchgebildet; abgebrochen 1909. — Deutsche Bauzeitung 1877 S. 181. Berlin 1896 III S. 42.

42 Wohn- und Geschäftshaus des Hofjuweliers Friedeberg, nach Entwurf von Stüler ausgeführt von E. Wex, symmetrisch gegliederte Front, der plastische Zierat, Relieffköpfe von Jamnitzer und Cellini, von Dankberg; der Laden verändert. — Zeitschrift f. Bauwesen 1859 Bl. 1.

43 Unger 1770, erhalten die Fenster des ersten Stockwerks; abgebrochen um 1910.

50—51. Unger um 1770, stattliche breite Front; abgebrochen 1913. — A V. M B A.

52 Unger um 1770, fünf Fenster breit, die drei Stockwerke in altem Bestande, das Erdgeschoß verändert. — A V. M B A.

57—58. Unger um 1770, Doppelhaus mit gemeinsamer breiter Front, von recht vornehmer Haltung ähnlich Stadt Rom Nr. 39; abgebrochen 1907. — A V. M B A.

65 Unger 1772, drei Geschosse hoch, über den Fenstern des zweiten Stockwerks plastische Kindergruppen als Krönungen. — M B A.

76 Ehemals die Einführung der Neuen Wilhelm-Straße überbauend, nach Schinkels Entwurf ausgeführt 1822; zweigeschossiges Wohnhaus von symmetrischer Anlage, das Erdgeschoß des mittleren Teiles als offene Halle von zwei Reihen dorischer Säulen getragen, in der Neuen Wilhelm-Straße zwei lange Flügelbauten. Der mittlere Teil, in dessen Obergeschoß eine Vorhalle von korinthischer Ordnung, abgebrochen 1867; danach die beiden seitlichen Teile in beiden Geschossen ausgebaut zu Geschäftsräumen, der östliche abgebrochen 1907. Als letzter Rest erhalten der westliche Bau Nr. 76A mit dem Hause Neue Wilhelm-Str. 8A. — Schinkel, Entwürfe Bl. 19 — M M. A V, auch Bücherei 1802.

77 Hahnemann, gefällige Front, das erste Stockwerk als Hauptgeschoß, das zweite Stockwerk von halber Höhe. — (Hahnemann), Wohngebäude 1855. Architekt. Skizzenbuch Heft 19, 3 (1855).

78, Ecke Pariser Platz. Palastartig um 1850, verändert und erhöht 1922.

Unterwasser-Str.

1 Vgl. Werder-Str. 9-12.

5 Oberlandeskulturamt. Zwei Geschosse. Um 1700 das Portal mit schräger Leibung und im Erdgeschoß ein Kreuz-

gewölbe mit plastischen Akanthusranken. Gußeiserne Wappentafel eines früheren Besitzers, 1. Hälfte 18. Jh., 1915 im Hofe angebracht. Umbau durch Kaufmann Johann Heinrich Weydinger, welcher das Haus 1828 erwarb und 1837 starb, vermutlich unter Schinkels Mitwirkung, neue Front, gediegener Ausbau, Flur, Treppenhaus, Räume des ersten Stockwerks. 1850 vom Staate angekauft. — Architekt. Skizzenbuch 1869 VI 2-3 u. 1870 II 6, Aufnahmen von Lapeyres, eine Tür, eine nicht mehr vorhandene Tapete, das Treppengeländer. Schriften d. Vereins f. d. Geschichte Berlins, Heft 50, 1917, S. 572. — M B A.

7, Ecke Holzgarten- und Adler-Str. Um 1790, strenge Front, gute Vorhalle und Treppenhaus. Abgebrochen 1913. — M M. M B A.

Viktoria-Str. Die nördliche Hälfte der 1837 angelegten Straße war ehemals mit Einzelhäusern bebaut, welche, meist zu zweien vereinigt, von Gärten umgeben waren. Mehrere der Häuser wurden 1855-60 nach Entwürfen von Hitzig errichtet. Die ehemalige offene Bauweise besteht zur Zeit nur noch in der Nähe der Margareten-Straße; vom Kemper-Platz her ist neuerdings die geschlossene Bauweise eingedrungen. 1858 wurde die Straße, nach der damals vermählten Kronprinzessin genannt, zur Potsdamer Brücke verlängert. — Hitzig, Wohngebäude der Viktoria-Straße in Berlin (1860, 21 Tafeln, zum Teil aus Zeitschrift f. Bauwesen 1858-59 wiederholt).

2 Um 1860.

3 Schöne Flachornamente in der Art Stracks. Mit Nr. 4 um 1910 durch Neubau ersetzt.

4A. Um 1860, die Front erneuert, alt nur noch die Haustür.

5 Hitzig, breite Front, die Fenster des niedrigen 2. Stockwerks in den Seitenteilen später erhöht. — Hitzig Bl. 13.

6 u. 7. Hitzig, durch Neubauten ersetzt. — Hitzig Bl. 11-13.

8 Hitzig, die südliche Langseite gegen den Garten gewendet; die offene Laube im Obergeschoß über dem Eingange an der Straße jetzt geschlossen; innen noch das gefällige Treppenhaus, die Wandflächen jetzt einfarbig gestrichen. — Hitzig Bl. 7-10. Berlin S. 483.

9 Hitzig, auf der Ecke der Margareten-Str., allseitig freistehend, Erdgeschoß und niedriges Obergeschoß, über der Schrägseite ein Giebel. In Verbindung mit den Häusern Viktoria-Str. 8 und Margareten-Str. 16 und der inmitten der Straßenkreuzung stehenden großen Platane, von schöner malerischer Wirkung. — Hitzig Bl. 6-6A. Berlin S. 423.

10 Um 1865, die Ecke breit abgeschrägt.

13 Die Nordseite freistehend.

14 Breite eingebaute Front.

15 Lucae 1858, die Südseite freistehend. — Berlin S. 484.

26 v. d. Hude u. Hennicke 1864, zweigeschossig, in griechischen Formen aus rotem Sandstein und gelben Ziegeln. — Zeitschrift f. Bauwesen 1867 Bl. 40.

28 Breite dreigeschossige Front, streng gegliedert.

30 Hitzig, Eckhaus an der Margareten-Str. — Hitzig Bl. 15-16.

31 Lucae, gegen Norden freistehend; 1907 durch Neubau ersetzt. — Zeitschrift f. Bauwesen 1861 Bl. 8.

32 Wäsemann 1856, gegen Süden freistehend. — Architekt. Skizzenbuch Heft 57, 3 (1859). Zeitschrift f. praktische Baukunst 1865 Tf. 24-25. Berlin S. 484. — M B A.

33 Hitzig, zwei Geschosse, von vornehmer Haltung, in ruhiger Masse wagemrecht gegliedert, die Nordseite gegen Nr. 34 freistehend. — Hitzig Bl. 14. — A V.

34 Hitzig, zwei Geschosse mit steilem Dach, beiderseits freistehend. In dem längs der Straße ehemals mit Laubengang begrenzten Garten Neubau der Reichsverwaltung, vollendet 1918. — Hitzig Bl. 2-5.

35 Erbaut 1839, freistehend, drei Wohn-geschosse und das Dachgeschoß unter Hauptgesims mit hohen Konsolen. Umbau 1876 durch Ende u. Böckmann, seitdem beiderseits eingeschlossen, links Risalit mit breitem Erker hinzugefügt, rechts durch Neubau Nr. 34 A begrenzt; am alten Bau die Mittelgruppe der drei Fenster im ersten und zweiten Stockwerk erneuert, die Formen streng klassisch, so daß das Ganze von einheitlicher Wirkung. Im Erdgeschoß Kunsthandlung P. Cassirer.

36 Von Gropius u. Schmieden erbaut 1876-77 für v. Bethmann Hollweg, Die in sicherem Maßstabe entworfene, beiderseits eingebaute Front nähert sich italienischen Vorbildern des 16. Jh., das Hauptgesims nach Palast Farnese in Rom; drei Geschosse hoch, die Einfahrt ursprünglich in der Mitte, die Fenster in bedeutenden Achsweiten; die Quader des Erdgeschosses und die Gliederungen aus rotem Sandstein, die Flächen der beiden Stockwerke in gelben Ziegeln. Umbau für die Italienische Botschaft durch v. Ihne 1908, die Einfahrt an die Nordseite verlegt, die Formgebung beibehalten; Steinpfosten des Vorgartens.

37, auch Bellevue-Str. 11. Um 1840, schlichtes Landhaus mit Holzgesims, die Hauptansicht mit zwei Giebeln gegen den Tiergarten gewendet. 1922 durch ein aufdringliches Geschäftshaus ersetzt, welches auch den Vorgarten überbaut. — M M. A V. M B A.

Von-der-Heydt-Str.

18 Haus v. d. Heydt, 1862 von Lincke und Ende, auf der Ecke zwischen der Straße und dem Kanal, in griechischen Formen; umgebaut 1919. — Berlin S. 424. Architekt. Skizzenbuch 1863 V 1, das abgebrochene Wirtschaftsgebäude.

Voß-Str. Die Häuser der Nordseite von ziemlich einheitlichem Gepräge, tüchtige Aeußerungen der Berliner Bau-schule nach 1871, vor Veränderungen bisher bewahrt.

1, Ecke Wilhelm-Str. Ehemals Palast Borsig, begonnen 1875 nach Entwurf von Lucae, sein schönstes und reifstes Werk, ausgeführt und im Aeußeren vollendet von F. Wolff; vorzügliche Fronten in Werkstein, nach den Meisterwerken Italiens der 1. Hälfte 16 Jh., diese nach den Vorbildern des Altertums veredelnd. Der frühzeitige Tod des Architekten (1877) und des Bauherrn Albert Borsig (1878) verhinderten die Vollendung des Inneren. Danach ausgeführt von Ende u. Böckmann die schmiedeisernen Gitter des Portal-

baues, die drei Rückwände der tiefen Nischen des Erdgeschosses füllend, davor drei niedrige Gitter an der Straßeneinfahrt, sowie die wenigen Teile des inneren Ausbaues. Erworben 1910 von der Preussischen Pfandbriefbank, die Gitter in den Rückwänden der Portale beseitigt. — Berlin S. 419. Licht, Architektur Deutschlands Bl. 76-78 u. 159. Architekt. Skizzenbuch 1880 V 4 und 1881 I 3, Gitter und Holzdecke. Blätter f. Architektur 1889 Tf. 18-19.

- 7 Licht u. Röttger 1873, Front in Sandstein und Ziegeln, nach italienischen Vorbildern. — Licht, Architektur Berlins Bl. 69-70.
- 10 Württembergische Gesandtschaft, v. Mörner 1873, die Front in ernster Haltung, ähnlich dem Hause Lützow-Platz 7, ausgeführt in Sandstein, die Sgraffiten auf den Flächen des zweiten Stockwerks beseitigt. — Berlin S. 415. Licht, Arch. Berlins Bl. 48-49.
- 11 Um 1875, zwei Geschosse mit steilem Dach, mit barocken Anklängen. 1923 erhöht.
- 14 Karchow u. Guttmann 1877, nach italienischen Vorbildern, die Fläche in Ziegeln gemustert. — Licht, Architektur Deutschlands Bl. 96-97.
- 17 Kayser u. v. Großheim 1873, die gediegene Front italienischen Vorbildern folgend, in Sandstein, unter dem Hauptgesimse Fries in Sgraffito. — Berlin S. 466. Licht, Arch. Berlins Bl. 15-16. Architekt. Skizzenbuch 1878 V 2.
- 19 Ecke Budapester Str. Sächsische Gesandtschaft, Hitzig 1872, eine seiner reizvollsten Schöpfungen, die fein gegliederten Fronten in französischem Kalkstein. — Licht, Arch. Berlins Bl. 95-97. Architekt. Skizzenbuch 1880 V 2.
- 33 Ende u. Böckmann 1886, Front in rotem Main-Sandstein. — Zeitschrift f. Bauwesen 1887 Bl. 57-59.

Wadzeck-Str.

- 20-21. Um 1790, Doppelhaus mit schlichter Front, zwölf Fenster breit, drei Geschosse hoch, durch die schmalen Risalite über der Einfahrt und dem Eingange wirksam gegliedert.

Waisen-Str. Noch zahlreiche ganz schlichte Häuser; die der Ostseite lehnen sich ohne Hof an die Innenseite der mittelalterlichen Stadtmauer. — Gut Abb. 37-40.

- 28 Hospital der Parochial-Kirche, 1768, einfache Langfront mit hübschem Portal. Abgebrochen 1911, das Portal zu einigen Teilen in den Neubau übernommen. — Blätter f. Architektur 1911 Tf. 19. — M M. M B A.
- 31 Mitte 18. Jh., vier Fenster breit, schlicht gegliedert.
- 35 Mitte 18. Jh., drei Fenster breit, wie vor. — M B A.

Wall-Str.

- 25 Aus 18. Jh., schlicht; über der Haustür treffliches Steinrelief, Simson, das Stadttor tragend. Beim Neubau um 1890 das Relief an der Front wieder angebracht.
- 72 Erbaut 1705 für Geheimrat v. Krosigk. Von der Straße durch den Hof getrennt, die schmale Front mit weit vorgezogenem Mittelteil, bekleidet mit drei Pfeilerordnungen übereinander. Das Risalit ursprünglich für das Treppenhaus bestimmt; dieses in der 2. Hälfte 18. Jh. in den Saal an der Westseite verlegt. Kamin und Decke desselben mit Stuckzierat aus der ursprünglichen Bauzeit, an gleichzeitige, unter

Schlüter entstandene Teile des Charlottenburger Schlosses erinnernd. Abgebrochen 1894. — Berliner Bauten Tf. 13. Borrmann S. 409. — M M, Photographien des Aeußeren und des Inneren.

Die beiden seitlichen Gebäude des Hofes unter Bohlendächern, für wirtschaftliche Zwecke bestimmt, sowie die Mauer an der Straße nach Entwurf von Stadtbaurat Langerhans 1812 hinzugefügt, dessen Zeichnung in den Akten der Baupolizei. Abgebrochen mit dem Wohnhause.

Werdersche Rosen-Str.

- 1, Ecke Niederlag-Str. Aus 1. Hälfte 19. Jh., mit Ziegeldach, an ältere Vorbilder anknüpfend. — M B A.
- 2 Mitte 19. Jh., sachlich gegliedert, mit wagerechtem Hauptgesims.
- 3, neben dem Werderschen Pfarrhaus. Um 1830 unter Schinkels Einfluß, gute breite Front mit wagerechtem Hauptgesims; die Treppe noch nach älterer Art gewendet. — M B A.
- 5, zwischen Werderscher Kirche und Falckner-Gasse. Unmittelbar vor Schinkel, mit gebrochenem Ziegeldach. — M B A.

Werder-Str.

- 9-12, auch Unterwasser-Str. 1. Becker u. Schlüter 1873, Kaufhaus, klassizistische Putzfront unter steilem Dach. — Berlin S. 324.

Wilhelm-Platz.

- 2 Vornehmes Miethaus 1857 in Hitzigs Art; erworben vom Deutschen Reich 1874, abgebrochen 1909 wegen der Erweiterung des Dienstgebäudes Nr. 1.
- 5, Ecke Mohren-Str. Hitzig, vornehmes Miethaus mit breiten, klassizistischen Fronten; abgebrochen 1873 wegen des Neubaus des Kaiserhofes. — Hitzig, Bauwerke.
- 7 Für Graf v. Behr-Negendank erbaut von E. Knoblauch 1856-57, Erd- und Hauptgeschoß nebst niedrigem zweitem Obergeschoß, gediegene klassizistische Front, im Inneren Diele und Treppenhaus in prächtiger Ausführung, die Formgebung in das Barock überspielend. Nebentreppe mit anschließendem Giebel 1883 durch R. Persius hinzugefügt. Erworben 1913 von dem Kur- und Neumärkischen Ritterschaftlichen Kreditinstitut.
- 9, auch Wilhelm-Str. 61 A. Im Besitz des Hauses Hohenzollern. Aus einem 1737 begonnenen Gebäude umgebaut für Prinz Karl von Preußen unter Schinkel 1827-28. — Schinkel, Entwürfe Bl. 140. Borrmann S. 310. — M B A.

Wilhelmshöhe.

- 9, auch Lichterfelder Str. 27. Ende u. Böckmann, Einzelwohnhaus, Ziegelbau, an der Straße eingeschossig, am Garten zweigeschossig, hohes Schieferdach und Giebel mit vorgehängten Sparren. — Architekt. Skizzenbuch 1871 I 4, Entwurf, in der Ausführung erweitert.
- 15, auch Lichterfelder Str. 20. Ende u. Böckmann, Maschinenhaus mit Wasserturm, Ziegelbau in der Art des vorgenannten Wohnhauses. — Architekt. Skizzenbuch 1871 I 3.

Wilhelm-Str.

- 19 Miethaus um 1865, in vier Geschossen recht tüchtig gegliedert, unverändert erhalten; bei Durchlegung der Hede-mann-Straße abgebrochen 1914. — A V.

- 29 Ehemaliges Pfarrhaus der Bethlehem-Gemeinde, erbaut 1737, breite zweigeschossige Front von symmetrischer Anlage und gefälliger Durchbildung; abgebrochen um 1900. — M M.
- 30-31. Stattlich um 1865, strenge griechische Bauformen mit Ziegelflächen. — A V.
- 59, auch Leipziger Str. 123 A. In der Art Stülers, abgebrochen um 1905.
- 61 A. Vgl. Wilhelm-Platz 9.
- 63 Ehemaliges Palast Stolberg, aus 1. Hälfte 18. Jh., ursprünglich zwei Geschosse hoch; Urs- und Ausbau 1876. Abgebrochen 1899 wegen des Neubaus des Staatsministeriums. — Borrmann S. 413. — M M. M B A.
- 65 Angekauft 1811 vom Prinzen Ferdinand von Preußen; aus dieser Zeit erhalten zwei mit einander verbundene Fest-säle, deren Ausbau von Schinkel 1816. Umbau 1867 als Justiz-Ministerium. — Blätter f. Architektur 1912 Tf. 4-5 u. 11-12.
- 66 Wohnhaus Krause, Hitzig 1867-68, palastartig, französischer Auffassung genähert, mit steilem Dach. — Zeitschrift f. Bauwesen 1869 Bl. 16-19. Berlin S. 455.
- 67 Palast Pringsheim, Ebe u. Benda 1872-74, vielfarbige Front in echtem Material; unter dem Hauptgesimse ein Mosaikfries, das menschliche Leben, nach Gemälden von A. v. Werner ausgeführt von Salviati in Venedig. 1915 ein Dachgeschoß aufgesetzt, dessen Vorderseite zurückspringt, so daß die Front unberührt erhalten geblieben. — Licht, Berlin Bl. 84-86. Berlin 1876 S. 414, 1896 III S. 116.
- 69B, auch Unter den Linden 2. Stattliches Miethaus in noch strenger Formgebung, Ende u. Böckmann 1867; im zweiten Stockwerk auf der Ecke eine offene Halle, das Erdgeschoß 1904 zu Geschäftsräumen verändert.
- 70 Ehemals Haus Strousberg, jetzt Groß-britannische Botschaft, Orth 1867-68; breite zweigeschossige Front, in der Mitte eine offene Halle auf vier hohen Säulen. — Berlin 1877 S. 409, 1896 III S. 113. Architekt. Skizzenbuch 1883 VI 3, Festsaal.
- 72 In Reichsbesitz. Mit Benutzung eines Hauses des 18. Jh. umgebaut für Prinz Friedrich von Preußen durch Hahnemann 1852; gediegene klassizistische Front mit doppelarmiger Rampe. — (Hahnemann,) Wohngebäude.
- 73 In Reichsbesitz. Erbaut für Graf v. Schwerin durch Wiesend 1734-37, der schönste Adelspalast Berlins, ausgezeichnet durch Vorhof mit Gitter. Seit 1872 Ministerium des Königlichen Hauses, 1919 Wohnung des Reichspräsidenten. — Rückwardt Tf. 20. Dohme (Tf. 18). Borrmann S. 335. — M B A.
- 75 In Reichsbesitz. Schlicht, 1. Hälfte 18. Jh.; die Haustür nebst zwei geschmiedeten Laternen auf der Freitreppe um 1800. — Borrmann S. 413. — M B A.
- 76 Auswärtiges Amt. Als Wohnhaus 1804 hergestellt, in trockener neoklassischer Auffassung, Pilaster mit griechisch-ionischem Kapitell, die beiden symmetrischen Einfahrten mit geschnitzten Holzflügeln. — Borrmann S. 328. — K G M. M B A.
- 77 Erbaut 1736-39 für Graf v. d. Schulenburg, an der Straße zwei Seitenflügel und Vorhof mit Gitter, in altem Bestande die Ansicht gegen den Garten. 1795 erworben vom Fürsten Radziwill,

- Veränderungen der Hofansicht, am Mittelrisalit Fries, Opferszenen in der Art *Schadows*. 1875 vom Deutschen Reiche erworben und zur Wohnung des Reichskanzlers umgebaut. — *Borrmann* S. 369. — M B A.
- 78 Palast Voß, erbaut von Gerlach und Horst 1736; breit gelagertes Bauwerk, vor dem Mittelrisalit doppelarmige Rampe; abgebrochen bei Anlegung der Voß-Straße. — Aufnahmezeichnungen im Schinkel-Museum Mappe 32 Bl. 7-11. — M M.
- Palast des Fürsten Pleß, nach Entwurf von Destailleur in Paris ausgeführt durch Lauenburg 1872-75; die einen Vorhof umschließenden Fronten in Werkstein und Ziegeln nach Vorbildern des französischen Barocks; abgebrochen 1909. — Blätter f. Architektur 1890 Tf. 59-60. Berlin 1896 III S. 120. — A V.
- 88 Miethaus um 1860, die Front streng und trefflich gegliedert in der Art *Böttichers*.
- 99 Um 1865, nur drei Fenster breit, gefällig gegliedert, mit steilem Dach.
- 100 Aus 1. Hälfte 18. Jh., dreigeschossig, mit Vorlagen gegliedert; das Erdgeschoß mit Eingang und Läden zu beiden Seiten um 1860. — M B A.
- 102 Im Besitz des Hauses Hohenzollern.
- Erbaut als Privatpalast 1737-39, umgebaut für Prinz Albrecht 1830 durch Schinkel, im Garten freistehend, Vorhof mit symmetrischen Nebengebäuden und Säulenhalle. Im Garten Reitbahn, sowie Gebäude mit Stallung, Wagenschuppen und Wohnungen, Ziegelbauten von Schinkel 1831-32. — *Borrmann* S. 306. Berlin 1877 S. 398, 1896 II S. 18. Zeitschrift f. praktische Baukunst 1843 Tf. 1-3 u. Tf. 40-44, Reitbahn und Stallgebäude. — M B A.
- 103-104. Zu Nr. 102 gehörig. Schlichte, langgestreckte, zweigeschossige Häuser der 1. Hälfte 18. Jh. — M B A.
- 113 Um 1730, dreigeschossige Front mit Vorlagen, im Inneren elliptische Treppe; die Reliefe in den Fensterbrüstungen der Front um 1850 hinzugefügt. Abgebrochen 1912. — M B A.
- 115 Vom Ende 18. Jh., gestreckte dreigeschossige Front in kräftiger Gliederung; abgebrochen 1910. — A V.
- 136 Evangelische Brüdergemeinde. Als Wohnhaus erbaut 1743, von der Gemeinde erworben 1751, das beste bürgerliche Wohnhaus der Friedrichstadt; lang gestreckte, zweigeschossige Front, um 1860 überarbeitet, in der Mitte hübscher Eingang, neben dem durchgehenden Flure die zweiläufige Treppe mit geschnitztem Geländer. Die alte
- Architektur des Saales 1923 zerstört. — *Seeck* Tf. 51. — A V. M B A.

Yorck-Str.

- 11 Um 1865, stattliche breite Front in strenger und gediegener Auffassung.

Ziegel-Str.

- 26 Um 1830, breite, dreigeschossige Front, wagerecht entwickelt, nur die Fenster des Hauptgeschosses durch eine von Konsolen getragene Verdachung ausgezeichnet; gewendelte Treppe über der Durchfahrt.

Zimmer-Str.

- 15 Quergebäude im Hof, einfach um 1800; bei der neuen Bebauung des Grundstücks abgebrochen. — M B A.
- 35 Zweigeschossiges Vorstadthaus mit langem Hof, erbaut um 1780, im 19. Jh. überarbeitet; abgebrochen 1910. — M B A.
- 65 Anfang 19. Jh., dreigeschossige Front, über den Fenstern des ersten Stockwerks gute Verdachungen; abgebrochen 1908.
- 70 Bescheidenes Vorstadthaus des 18. Jh.; abgebrochen 1908.
- 94 Architekt *Friebus* 1883, Buchdruckerei H. Bernstein, gediegene Front in Werkstein und Ziegeln. — *Deutsche Bauzeitung* 1884 S. 569.

II. Die Vororte.**CHARLOTTENBURG.**

W. Gundlach, Geschichte der Stadt Charlottenburg, Berlin 1905, 2 Bde.

Ahorn-Allee.

- 4 O. March 1872, Einzelwohnhaus, Ziegelbau von malerischer Gruppierung, unter steilen Dächern, vier Giebel mit Schnitzwerk.

Berliner Str.

- 4-5. Staatsbesitz, Tiergarten-Verwaltung. Landhaus um 1820, kleiner rechteckiger Bau unter flachem Satteldach; mit niedrigen Anbauten erweitert.

- 7 Staatsbesitz, Porzellan-Manufaktur. Landhaus um 1875, Ziegelbau mit Sparrenesims.

- 13-14. Landhaus um 1860, gefällig mit Sparrenesims. — A V.

- 15 Um 1860, die östliche Seite freistehend.

- 17 Miethaus um 1870, gut.

- 24 Vgl. Sophien-Str. 1-7.

- 25, auch Sophien-Str. 34-37. Ende u. Böckmann um 1865, Einzelwohnhaus in noch strengen Formen, guter Ausbau; verändert 1910. — A V.

- 30, Ecke March-Str. Erbaut als Wohnhaus Reichenheim 1863 von Hitzig, dessen Entwurf bei der Baupolizei; nach drei Seiten freistehend, an der Westseite die überbaute Einfahrt; die Fronten von ziemlich strenger Bildung.

- 31-32. Bis 1922 Besitztum Warschauer. Freistehendes Wohnhaus, Gropius u. Schmieden 1870, Putzbau von edler klassischer Bildung. An der Ostgrenze Pförtnerhaus und Stallgebäude, 1869 vermutlich von denselben Architekten, Ziegelbauten mit Sparrenesims. An der Westgrenze eingeschossiges Haus der ersten Hälfte des 19. Jh., umgebaut 1902. Dahinter lang gestreckte Halle, am Ende verbreitert und erhöht, von Licht 1871; darin Gipsrelief von Siemering aus dem Festschmuck beim Einzuge der Truppen in Berlin 1871. — Architekt. Skizzenbuch 1873 VI, 2 die Halle, 1875 V, 2 das Wohnhaus.

- 34-36. Besitztum v. Siemens. Das Wohnhaus an die Westgrenze geschoben,

von vornehmer Haltung, in der Art von Lucae um 1865. An der Rückseite gegen den Garten ein Saal angebaut 1874.

- 37-38. Freistehendes Einzelwohnhaus, A. Schaum 1883-85, die Fronten in Sandstein und Ziegelverblendung; abgebrochen 1914. — Zentralblatt d. Bauverwaltung 1887 S. 394. — A V.

- 47, auch Cauer-Str. 36. Staatsbesitz, Kaiserin-Augusta-Gymnasium und Zollamt. Ehemals Cauersche Erziehungsanstalt, dreiflügliger Putzbau auf hohem Sockelgeschoß um 1820, dem Hauptbau 1826 ein zweites Obergeschoß aufgesetzt und um 1880 ein hoher Giebel hinzugefügt. — Gundlach I S. 363.

- 63 Miethaus um 1870; das Erdgeschoß 1908 verdorben. — A V.

- 65, 83, 91. Einzelwohnhäuser um 1860.

- 138-140. Gruppe von drei niedrigen Häusern um 1790. Nr. 139 u. 140 durch Neubauten ersetzt 1910. Alt noch das Obergeschoß von Nr. 138.

- 170, auf der Ecke der Kurfürsten-Allee. Gropius u. Schmieden 1864-66, als Wohnhaus Bleichröder erbaut, auf der Diagonale der Ecke des Grundstücks symmetrisch angelegt, die Einzelheiten in strenger griechischer Auffassung. Abgebrochen 1913-22 wegen der Erweiterung der Technischen Hochschule; einzelne Bauteile beim Neubau des Museums in der Kurfürsten-Allee wiederaufgestellt. — Architekt. Skizzenbuch 1865 I 2, 1867 VI 3, 1873 I 4. Berlin S. 425. — A V.

Bismarck-Str.

- 11 Landhaus um 1860, nur ein Hauptgeschoß, Putzfront unter Satteldach, Giebel und Giebel in guter Holzarchitektur. Abgebrochen 1907 bei Durchlegung der Neuen Grolmann-Straße; ein Teil des Holzgesimses an einer der Werkstätten der Technischen Hochschule angebracht. — A V.

Fasanen-Str.

- 25 Grisebach 1891-92, als dessen Wohnhaus erbaut, Putzbau mit Werk-

steinteilen. — Blätter f. Architektur 1892 Tf. 81-83.

- 85 Grisebach 1885, Landhaus, Ziegelbau mit Werksteinteilen in niederländischer Auffassung. — *Zeitschrift f. Bauwesen* 1887 Bl. 47-48.

Hardenberg-Str. Ehemals mit stattlichen Einzelwohnhäusern besetzt.

- 3 Vornehmes Landhaus klassizistischer Formgebung um 1875; abgebrochen 1911. — A V.

- 21-23. Freistehendes Einzelwohnhaus 1886, im Garten freistehend, zwei Hauptgeschosse, die sehr tüchtigen und vornehmen Fronten in Werkstein-Gliederungen und Ziegelflächen unter steilem Schieferdach.

- 24 Miethaus, Reimarus u. Grisebach, die Front in Ziegelgliederungen mit Putzflächen, im obersten Geschoß Künstler-Werkstätten. — *Deutsche Bauzeitung* 1891 S. 185. Berlin 1896 III S. 216.

Kirch-Str.

4. Eigentümer Stadtgemeinde. Altes Schulhaus, erbaut 1798, schlicht und gut. — Gundlach I S. 211.

Kleist-Str.

- 1, am Nollendorf-Platz. Einzelwohnhaus um 1865, gotisierender Putzbau.

Knesebeck-Str.

- 15 Hugo Hartung 1888, erbaut als dessen Wohnhaus, beiderseits eingebaut, in deutschen Formen der 2. Hälfte 16. Jh., auf den Putzflächen ornamentale Malereien von Hupp in München, überhängende Sparrenköpfe des Satteldaches. — *Zeitschrift f. Bauwesen* 1889 Bl. 41 u. Sp. 315. Berlin 1896 III S. 128. — M M.

Kurfürsten-Damm. Vgl. Berlin.

- 10 u. 238, am Auguste-Viktoria-Platz. Schwechten, die Fronten romanischen Stiles in Werkstein auf die Kaiser-Wilhelm-Gedächtniskirche bezug nehmend, Nr. 10 um 1895, das

Erdgeschoß 1913 als Gastwirtschaft verändert, Nr. 238 um 1900.

23-25. Miethäuser, einheitlich entworfen von Messel 1891; das Erdgeschoß 1910 zu Läden verändert. — Zentralblatt d. Bauverwaltung 1893 S. 217. — A V.

Kurfürsten-Str.

Vgl. Berlin.

111, Ecke Luther-Str. Miethaus um 1865, in strengen Formen.

115-116, Lucae 1873, eines seiner schönsten Werke, vornehmes Einzelwohnhaus, an der Ostseite gegen den Garten freistehend; durch Neubau ersetzt 1910. — Licht Bl. 33-34. Berlin S. 412.

126 Messel 1893, stattliches Miethaus. — Zentralblatt d. Bauverwaltung 1894 S. 327.

132 Cremer u. Wolfenstein 1896, gediegenes Einzelwohnhaus, gegen den Garten freistehend.

134 u. 135 Orth 1881, zwei palastartige Einzelwohnhäuser, an einander gebaut, inmitten des Gartens freistehend. — Berlin 1896 III S. 144.

Leibniz-Str. Die Straße enthält noch mehrere zwei- und dreigeschossige Häuser der ersten Bebauung.

91, auch Schiller-Str. 104. Landhaus mit Stallung um 1875; abgebrochen 1914.

107 Breite zweigeschossige Front um 1870.

Luisen-Platz.

1 Stattliches Einzelwohnhaus um 1865, jetzt Gastwirtschaft.

5 Von Schinkel erbaut als Landhaus Behrend, abgebrochen 1905. Zwei Akrotere aus Sandstein wurden nach dem Garten des Theaters des Westens übergeführt und den Pfeilern am Eingange der Fasanen-Straße aufgesetzt. — Schinkel, Entwürfe Bl. 36.

Lützw.

12 Im Besitz der Stadtgemeinde. Gefälliges Einzelwohnhaus in der Art Hitzigs.

Maaßen-Str. Der zu Charlottenburg gehörende Teil der Straße ist mit Einzelwohnhäusern bebaut.

6, auch Ahorn-Str. 6. Klassizistischer Putzbau um 1865.

7 Mit dem vorigen zum Doppelhause verbunden, Ziegelbau mit Putzteilen.

9 Ecke Nollendorf-Platz. Klassizistischer Putzbau um 1870.

Nollendorf-Platz.

2 Einzelwohnhaus um 1865, von vornehmer klassizistischer Formgebung, das beste der Häusergruppe, die sich an der Maaßen-Str. fortsetzt. — A V.

Oranien-Str.

5, Ecke Jäger-Str. Ende 18. Jh., zwei Geschosse, schlicht bürgerlich. Geburtshaus des Reichskanzlers v. Caprivi. Abgebrochen 1913. — A V.

15A. Gutes Einzelwohnhaus um 1860 von einem Hauptgeschoß, die Durchfahrt gefällig gemalt. Abgebrochen 1913 wegen des Neubaus des Schulhauses. — A V.

Pestalozzi-Str.

14 u. 15. Tuckermann 1885, Miethäuser, die Fronten in Ziegeln mit Sandsteinteilen, die Formen auf das sachlich gebotene Maß beschränkt. 1910 durch Ladenausbrüche verdorben. — A V.

Salz-Ufer.

4 Um 1865, eingeschossiges Landhaus, an der Vorderseite Vorhalle auf zwei ionischen Säulen.

5 Auf dem hinteren Teile des Grundstückes Landhaus um 1840, lang gestreckt, die Mitte unter Giebedach erhöht.

Scharren-Str.

7 Mariannen-Stift. Zweigeschossiger Ziegelbau mit Putzteilen 1870, neben dem Eingang zwei figurliche Reliefs.

39, Ecke Wilhelm-Platz. Um 1800, drei Geschosse, gut bürgerlich; abgebrochen 1907. — A V.

Schloß-Str.

6 Eingeschossiges Landhaus, erbaut 1704, verändert 1885 als Sommerwohnung des Bildhauers Rauch; beeinträchtigt infolge der Anlage der Neuen Christ-Straße. — Gundlach I S. 47. — A V.

10 Gefälliges Landhaus um 1860. — A V. 18-18A. Zweigeschossiges Doppelhaus um 1850, einfach und tüchtig. — A V.

54, Ecke am Parkplatz. Ehemals Besitztum Mendelssohn, jetzt Eigentum der Stadtgemeinde. Zweigeschossiges Landhaus um 1795 in der Art von Langhans; 1912 zu beiden Seiten verlängert, das gebrochene Dach im oberen Teile steiler gelegt.

58 Ehemals zum Besitztum Mendelssohn gehörig. Gestrecktes, eingeschossiges Haus, in der Mitte flacher Giebel um 1860, daneben zwei symmetrische Eingänge mit ionischen Pilastern 1794 (Grundstein am Neubau eingemauert); 1912 abgebrochen.

67 Um 1865, über dem Sockel zwei Geschosse mit offener Halle.

Sophien-Str.

1-7. Dreiflügliger, zweigeschossiger Putzbau in Schinkels Art. Eingeschossiges Landhaus um 1860, mit hübschem antiken Giebel und Zinkdach.

25 Wohnhaus March, Architekt Hense um 1870, gotisierend in Ziegeln und Terrakotta. — Deutsche Bauzeitung 1872 S. 382. — M M.

33-34. Vgl. Berliner Str. 25.

Spree-Str.

14 Um 1770, schlicht, eingeschossig; abgebrochen 1908.

Tauenzien-Str.

14 Miethaus, Messel 1895. Umgebaut, Sockel- und Erdgeschoß verändert 1909, der Eingang mit zwei toskanischen Säulen beseitigt. — Zentralblatt d. Bauverwaltung 1896 S. 161. Blätter f. Architektur 1896 Tf. 81. Architekt. Rundschau 1897 Tf. 42.

Umland-Str.

4-5. Haus Bode, Grisebach 1885, freistehendes Landhaus, Ziegelbau mit Werksteinteilen in niederländischer Auffassung, die Nordostecke nachträglich erweitert. — Zeitschrift f. Bauwesen 1887 Bl. 47-48. Berlin 1896 III S. 150. — M M.

Wilmersdorfer Str.

6. Um 1860, recht gut durchgebildet, mit Nr. 5 durch gefälligen Spalierbau verbunden, unter welchem der Zugang zum Hofe beider Grundstücke.

WILMERSDORF.

Wilhelms-Aue.

124. Erbaut 1760, zweigeschossig, 8 Fenster lang, mit gebrochenem Dach; an der vorderen Seite barockes Stuckwerk über dem Eingange und zwischen den oberen Fenstern und dem Hauptgesimse; innen Holzterrasse in der Art der Berliner Häuser. — Mitteilungen des Vereins f. d. Geschichte Berlins 1914 S. 8.

SCHOENEBERG.

Haupt-Str. Mehrere ein- und zweigeschossige Wohnhäuser aus der Zeit bis um 1870 bestimmen noch das Bild der Straße, namentlich im westlichen Teile.

124. Zur Schloßbrauerei gehörig. Um 1770, zweigeschossiges Einzelwohnhaus, neun Fenster lang; die Front gefällig durchgebildet, vier mythologische, leider verdorbene Flachreliefs; das Ziegeldach durch ein flaches Dach ersetzt.

STEGLITZ.

Schloß-Str.

48. Ehemaliges Gutshaus, errichtet vom Justizminister v. Beyme (Besitzer 1802-38). Schlichter Putzbau unter Ziegeldach, zwischen den beiden Geschossen ein plastisches Mäanderband; vor der westlichen Langseite eine Vorhalle von vier griechisch-dorischen Säulen mit sehr einfachem Gebälk. Durch Anbauten der Gastwirtschaft beeinträchtigt, an der Nordseite ein Theater hinzugefügt. — W. Spatz, Der Teltow III, 1912, S. 275. — KGM.

NEUKOELLN.

Am **Richard-Platz**, der ehemaligen Dorfstraße, einige bescheidene, eingeschossige Wohnhäuser. Auf dem Eckgrundstück Nr. 22, Schudoma-Str. 1, die evangelische, lutherisch-böhmische Kirche, kleiner Putzbau aus Mitte 18. Jh.

Richard-Str. 78-95. Neun Doppelgrundstücke der 1737 angesetzten böhmischen Kolonisten. An der Straße die Wohnhäuser zu Paaren unter gemeinschaftlichem Dach an einander gebaut, daneben die Gärten; längs der Grenze die Stallgebäude; an der Kirchgasse die Scheunen, ebenfalls zu Paaren an einander gebaut, einen Zugang zum Hofe freilassend. Das Doppelhaus Nr. 80-81, vier Fenster breit, nach Brand 1849 mit Giebel zur Straße erneuert. Nr. 90-91 sechs Fenster, Nr. 92-93 vier Fenster breit, eingeschossig mit Satteldach, aus 1. Hälfte 19. Jh. Gegenüber Nr. 33-34. Nr. 96-97 aus Anfang 19. Jh., unter gewölbtem Bohlendach.

Kirchgasse 10-11 Doppelhaus und 14-15 Betstall der reformierten Gemeinde mit Wohnhaus, bescheiden, 18. Jh.

STRALAU.

Alt-Stralau.

4. Freistehendes Einzelwohnhaus, guter Putzbau um 1870.

16. Schlichtes eingeschossiges Wohnhaus des 18. Jh., ausgebautes, gebrochenes Dach, in der Mitte wuchtiges Türmchen; der Hof an der Straße, rechts und links von je einem Nebengebäude eingefast. Abgebrochen um 1920. — M M.

TEGEL.

Schloß. Mit Benutzung eines älteren Gebäudes erbaut für Wilhelm v. Humboldt durch Schinkel 1822-24, in regelmäßiger, strenger, klassizistischer Anlage, mit wertvollen Kunstwerken ausgestattet. Im Park Grabstätte, Säule mit Statue der Hoffnung von Thorwaldsen, aufgestellt 1831. — Schinkel, Entwürfe Bl. 25-26. Bergau, Bau- und Kunstdenkmäler der Provinz Brandenburg, 1885, S. 745. — KGM.

Die neuen Ostseeschleusen des Kaiser-Wilhelm-Kanals.

Verfaßt von: Wasserbaudirektor Rogge (†) in Hannover, Regierungs- und Baurat Prengel in Pillau, Regierungs- und Baurat Dr.-Ing. Schinkel in Magdeburg, Regierungs- und Baurat Linnemann in Holtenau, Landesoberbaurat Klatt in Kiel.

Hierzu Einlegetafeln 1-5.

A. Allgemeines.

Vom Wasserbaudirektor Rogge.

Bei der Erweiterung des Kaiser-Wilhelm-Kanals war neben der Vergrößerung des Kanalquerschnittes und dem Ersatz der über den Kanal führenden Drehbrücken durch Hochbrücken der Bau neuer Schleuseneinfahrten an beiden Kanalenden von besonders großer Bedeutung; das geht schon daraus hervor, daß in dem im Jahre 1907 für den Erweiterungsbau aufgestellten Vorentwürfe von der gesamt 221 000 000 M betragenden Bausumme etwa 68 000 000 M, allein auf die neuen Schleusen nebst Ausbau ihrer Vorhäfen entfielen.

Die alten Kanalschleusen haben eine Länge von 150 m und eine Breite von 25 m; ihre nutzbare Tiefe unter Kanalmittelwasser beträgt in Holtenau 9,6 m in Brunsbüttelkoog mit Rücksicht auf das bei Ebbe tiefer abfallende Elbwasser 10,0 m. Von diesen Abmessungen wurde bei der Inbetriebnahme im Jahre 1895 angenommen, daß sie für lange Zeit allen Anforderungen der Kriegs- und Handelsflotte genügen würden. In dieser Annahme hat man sich geirrt; treffend sagt die dem Reichstag vorgelegte Denkschrift über den Erweiterungsbau des Kaiser-Wilhelm-Kanals zur Erklärung dieses Irrtums: „Der starke Wettkampf der Staaten, Reedereien und Handelsgesellschaften hat im Verein mit ungeahnten Fortschritten der Technik zu Schiffen von einer Größe geführt, die früher kaum für möglich angesehen wurde.“ Die nachstehende Tabelle läßt erkennen, in welchem Umfange die Abmessungen sowohl der Kriegs- wie der Handelsschiffe in den Jahren 1880-1915 gestiegen sind.

Tabelle 1: Abmessungen der jeweils größten deutschen Kriegs- und Handelsschiffe in den Jahren 1880 bis 1915.

Kriegsschiffe:

Jahr	Name des Schiffes	Schiffsgattung	Länge	Breite	Tiefgang	Wasserverdrängung in Seewasser cbm
1880 bis 1890	König Wilhelm	Panzerschiff	100	20,11	8	9600
1895	Brandenburg	Linienschiff	108	19,5	7,5	10 000
1900	Kais. Wilhelm der Gr.	"	120,9	20,4	7,83	11 150
1905	Preußen	"	126	22,2	7,7	13 200
1910	v. d. Tann	Gr. Kreuzer	171,5	26,2	8,1	19 400
1915	Derfflinger	"	210	29	8,3*)	26 600

Handelsschiffe:

Jahr	Name	Schiffsgattung	Länge	Breite	Tiefgang	Wasserverdrängung in Seewasser cbm
1880	Elbe	Nordd. Lloyd	132,51	13,72	7,31	8000
1885	Aller	"	138,12	14,58	7,62	9500
1890	Auguste Viktoria	Hamb.-Amerika-L.	140,21	17,07	7,325	10 185
1895	Prinz Heinrich	Nordd. Lloyd	143,73	15,54	8,38	12 400
1900	Deutschland	Hamb.-Amerika-L.	202,-	20,42	10,-	27 400
1905	Amerika	"	203,55	22,55	10,05	34 550
1910	Kais. Aug. Viktoria	"	206,-	23,47	10,05	35 400
1915	Bismarck	"	277,9	30,48	11,735	63 700

*) Konstruktionstiefgang. Bei voller kriegsmäßiger Beladung hat Derfflinger einen Tiefgang von 9,5 m.

Man ersieht, daß seit 1885, d. i. etwa die Zeit, in der die Vorentwürfe für den Nord-Ostsee-Kanal und seine Schleusen aufgestellt wurden, bis 1915, die Wasserverdrängung der Kriegsschiffe sich etwa verdreifacht, die der Handelsschiffe sich sogar etwa versiebenfacht hat. Den größten Handelsschiffen genügte die Abmessungen der alten Schleusen von Anfang an nicht; das war aber ohne Bedeutung, weil diese großen Schiffe für den Verkehr nach der Ostsee nicht in Betracht kamen. Die Unzulänglichkeit der alten Schleusen stellte sich aber sofort heraus, als im Jahre 1906 das Reich sich gezwungen sah, nach den Erfahrungen im Russisch-Japanischen Kriege und nach dem Vorgange anderer Kriegsflotten Schiffe von mindestens 18 000 Tonnen auf Stapel zu legen. Das erste Kriegsschiff dieser Art war „Nassau“; mit seiner Breite von 27,1 m konnte das Schiff die 25 m breiten Kanalsschleusen nicht mehr benutzen. Sollte somit der Kaiser-Wilhelm-Kanal nach wie vor seinen Zweck erfüllen, so blieb nichts anderes übrig, als vor allen Dingen an beiden Kanalenden neue leistungsfähige Schleusenanlagen zu schaffen.

B. Vorarbeiten.

Vom Wasserbaudirektor Rogge.

1. Festsetzung der Schleusenabmessungen. Bei den im Jahre 1906 begonnenen Vorarbeiten für die neuen Schleusenanlagen war die Festsetzung der Hauptabmessungen besonders schwierig, weil gerade damals ein sprunghaftes Vergrößern der Kriegs- und Handelsschiffe zu verzeichnen war. Bei den Linienschiffen hatte

von der „Deutschland“-Klasse zur „Nassau“ eine plötzliche Steigerung der Wasserverdrängung von 13 200 t auf 18 900 t stattgefunden; dabei war bekannt, daß im Ausland, vor allen Dingen in England, Nordamerika und Japan noch wesentlich größere Kriegsschiffe in Vorbereitung waren. Als größtes Handelsschiff war damals von der Hamburg-Amerika-Linie ihr Neubau Nr. 391 mit 225 m Länge, 24,5 m Breite und 10,70 m Tiefgang in Auftrag gegeben; der Bau noch erheblich größerer Handelsdampfer mit einer Länge bis zu 300 m, einer Breite bis zu 32 m und einem Tiefgang bis zu 11,5 m wurde von maßgebenden Schiffbaukreisen schon für eine nicht zu ferne Zukunft für wahrscheinlich gehalten. Gleichzeitig tauchten, namentlich in Rußland, Kriegsschiffentwürfe ziemlich flacher und kurzer, dafür aber um so breiterer Bauart auf. Angesichts dieser Umstände und der so schnell zu Tage getretenen Unzulänglichkeit der alten Schleusen war bei Festsetzung der Hauptabmessungen für die neuen Schleusen besonders große Vorsicht am Platze, zumal von den maßgebenden Marine- und Schiffahrtskreisen auch nur einigermaßen sichere Schätzungen über die vermutliche Weiterentwicklung im Schiffbau nicht gemacht werden konnten. An anderweitigen größeren Seeschleusen waren damals die in der Tabelle 2 verzeichneten in Vorbereitung oder schon im Bau.

Tabelle 2: Abmessungen größerer Seeschleusen.

Bezeichnung	Nutzbare Länge m	Nutzbare Breite m	Drempeltiefe gewöhnlich. Binnenwasser m	unter mittlerem Außen-Niedrigwass. m
Neue Schleuseneinfahrt in Wilhelmshaven	260	40	11	10,40
Schleuse vor dem neuen Emdener Seehafen	250	40	12	9,20
Neue Schleuseneinfahrt in Bremerhaven	250	34	12	8,78
Geplante, neue Einfahrt in Antwerpen	über 300	35	12,2	8,-
Schleusen des Panama-Kanals	305	33,55	12,2	10,68

Man ersieht aus dieser Tabelle, daß die Schleusen des Panama-Kanals mit 305,0 m die längsten und mit 12,2 m unter Binnenwasser und 10,68 m unter mittlerem Außenwasser die tiefsten die Wilhelmshavener und die Emdener Schleusen mit 40,0 die breitesten waren. Bei den neuen Schleusen des Kaiser-Wilhelm-Kanals unter diesen anderweitig für erforderlich gehaltenen Höchstabmessungen zu bleiben, erschien ausgeschlossen, und so wurde, nachdem zunächst eine Länge von 300 m und eine Breite von 40 m für ausreichend gehalten waren, das Längenmaß endgültig auf 330 m, die Breite auf 45 m festgesetzt.

Für die Bemessung der Schleusentiefe waren die Elbewasserstände maßgebend. Vor Brunsbüttelkoog liegt:

Mittleres Hochwasser	M. H. W. auf + 21,29 m
Höchstes Hochwasser	H. H. W. auf + 25,01*) m
Mittleres Niedrigwasser	M. N. W. auf + 18,42 m
Niedrigstes Niedrigwasser	N. N. W. auf + 16,61 m

Da der Kaiser-Wilhelm-Kanal jederzeit in stande sein muß, die größten Kriegsschiffe durchzulassen, so mußte bei Festsetzung der Schleusentiefe mit Außenniedrigwasser gerechnet werden im Gegensatz zu Hafenschleusen (Bremerhaven, Emden, Antwerpen), bei denen es im Allgemeinen genügt, wenn die größten Schiffe bei Hochwasser in sie einlaufen können. Als Mindesttiefe bei Niedrigwasser wurden 12,0 m für die neuen Kanalschleusen für erforderlich erachtet; dabei wurde aber nicht mit dem mittleren Niedrigwasser von + 18,42 m sondern mit einem Wasserstande von nur + 18,0 m gerechnet, der in der Elbe nach den Pegelbeobachtungen seit 1875 nur an durchschnittlich 42 Tagen im Jahre und auch dann nur auf kurze Zeit eintritt. Dementsprechend wurde die Drempeltiefe im Außenhaupt der Brunsbütteler Schleusen auf (18,42 - 12,0) = + 6,00 m festgesetzt. Dabei mag erwähnt werden, daß ein Niedrigwasserstand, der + 18,0 um 0,25 m unterschreitet, nur noch an etwa 10 Tagen, ein Niedrigwasserstand, der + 18,0 um 0,50 unterschreitet, nur noch an 3,8 Tagen durchschnittlich jährlich eintritt. Um das ganze Werk der Kanalerweiterung einheitlich zu gestalten, wurden auch der Binnendrempel der Brunsbütteler und sämtliche Drempel der Holtenauer Schleusen auf die Tiefe des Brunsbütteler Außendrempels, also auf + 6,0 m gelegt. Im Kieler Hafen liegt:

Höchstes Hochwasser	H. H. W. auf + 22,94 m
Mittelwasser	M. W. auf + 19,77 m
Niedrigstes Niedrigwasser	N. N. W. auf + 17,68 m

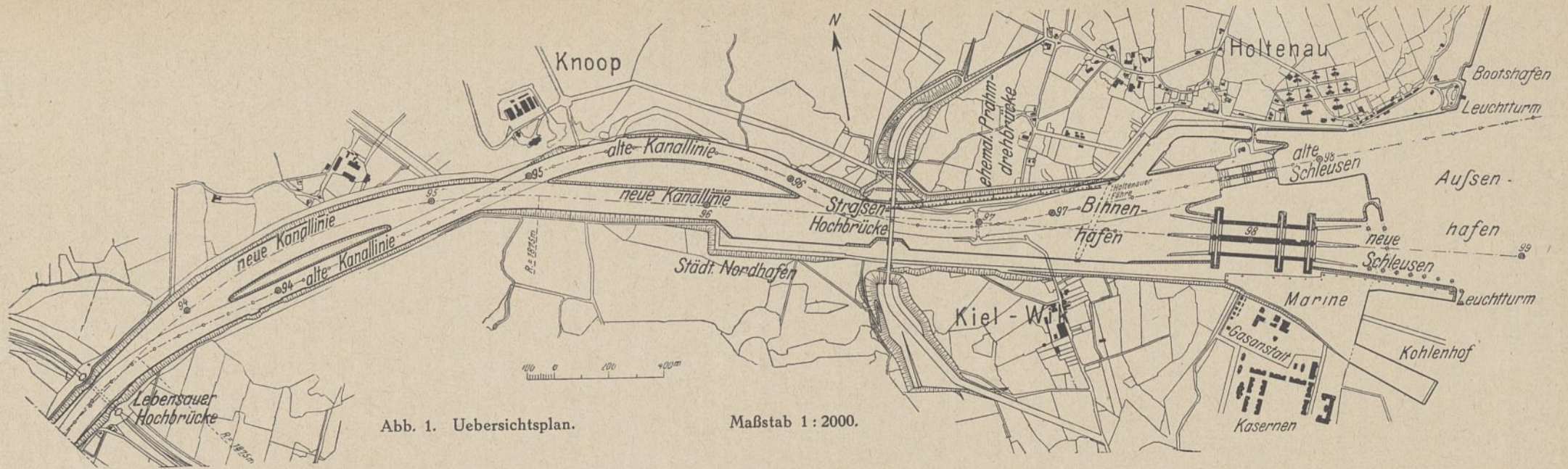


Abb. 1. Uebersichtsplan. Maßstab 1 : 2000.

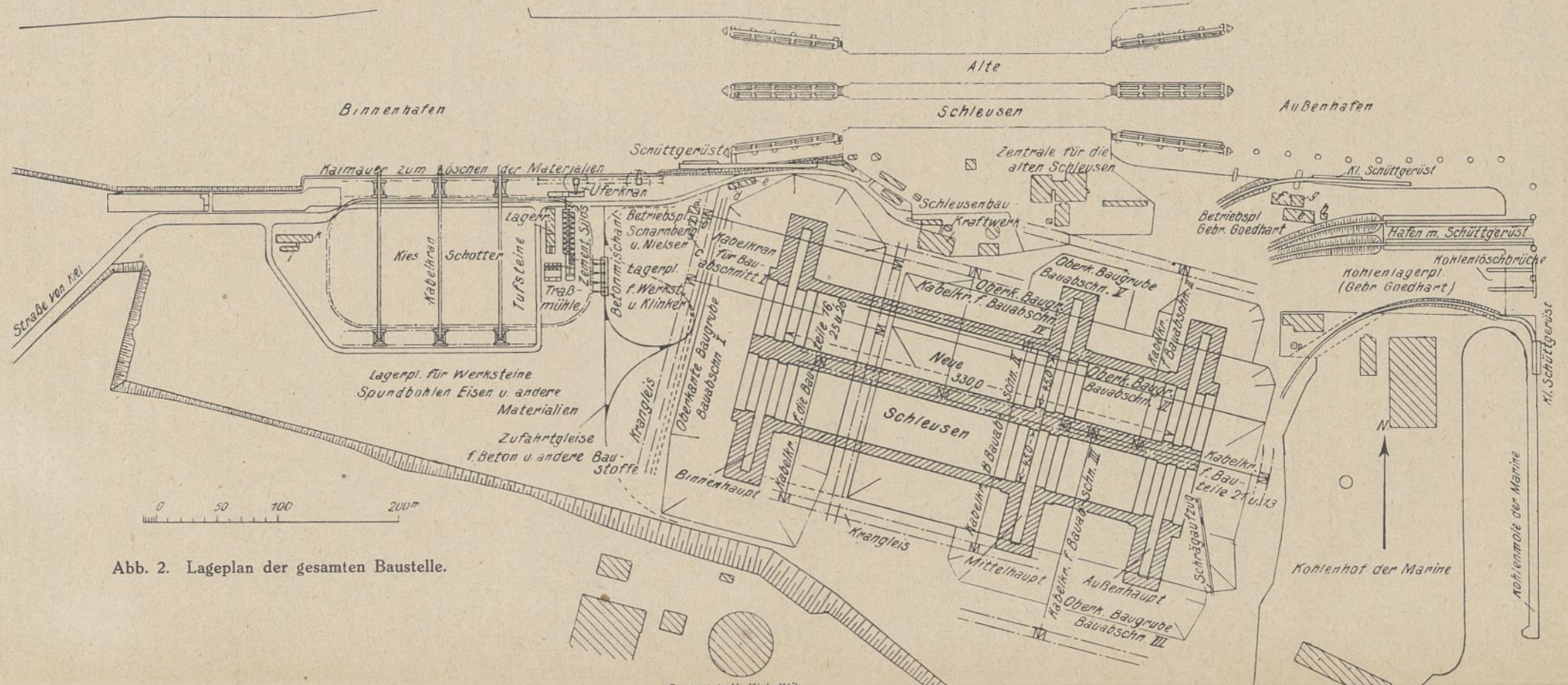


Abb. 2. Lageplan der gesamten Baustelle.

Ein Niedrigwasser von + 19,00 m (entsprechend 0,77 m unter Mittelwasser) kommt durchschnittlich jährlich nur an 2,8 Tagen vor. Der mittlere niedrigste jährliche Wasserstand liegt auf + 18,705 m; bei ihm haben die Holtenauer Schleusendempel also immer noch eine Tiefe von $(18,705 - 6,0) = 12,705$ m. Der Kanalwasserstand wird durchschnittlich auf + 20,10 m gehalten; unter ihm liegen die Schleusendempel somit um $(20,10 - 6,0) = 14,10$ m.

Mit den so festgesetzten Abmessungen übertreffen die neuen Kanalschleusen alle übrigen Seeschleusen recht erheblich; sie sind um $(330 - 305) = 25$ m länger, um $(45 - 33,55) = 11,45$ m breiter, über dem Binnendempel um $(14,10 - 12,2) = 1,9$ m, über dem Außendempel in Brunsbüttelkoog um $(12,42 - 10,60) = 1,74$ m, in Holtenau um $(13,77 - 10,68) = 3,09$ m tiefer als die Schleusen des Panama-Kanals.

Ein anschauliches Bild von der Größe der neuen Schleusen des Kaiser-Wilhelm-Kanals gibt die Feststellung, daß bei noch nicht einmal völliger Ausnutzung der Längen- und Breitenabmessung und bei Annahme eines künftigen Kriegsschiffstiefgangs von 11,75 m (entsprechend dem Tiefgang des augenblicklich größten Handelsdampfers „Bismarck“) die Schleusen Kriegsschiffe von einer Größe bis zu etwa 110 000 cbm Wasserverdrängung werden aufnehmen können.

2. Lage der neuen Ostseeschleusen. Eine Erweiterung der alten Kanalschleusen war wegen der während der Umbauzeit unvermeidlichen Schiffsfahrtsbehinderung unzulässig und auch technisch nahezu unmöglich, jedenfalls völlig unwirtschaftlich. Es kam daher nur in Betracht, die alten Schleusen bestehen zu lassen und die neuen Schleusen neben ihnen zu erbauen. Das war auch deshalb erwünscht, weil bei dem ganz erheblich gestiegenen Handelsverkehr, der im Jahre 1913 seine Höchstzahl mit beinahe 60 000 Schiffen und 10 500 000 N. R. T. erreicht hat, zwei Schleusenkammern an jedem Kanalende nicht mehr ausreichten. Bei starkem Andrang, der besonders im Frühjahr mit dem Auftauen der nördlichen Ostseehäfen einzutreten pflegt, kam es schon häufig vor, daß die Schiffe viele Stunden, ja Tage lang vor den Kanaleinfahrten liegen mußten, ehe sie durchgeschleust werden konnten. Das Hinzutreten der beiden neuen, wesentlich größeren Schleusen an jedem Kanalende wird diesen Uebelstand jedenfalls auf lange Zeit beheben.

Für die neuen Ostseeschleusen kam kein anderer Platz als der südlich von den alten Schleusen in Frage (Abb. 1), weil unmittelbar nördlich von den alten Schleusen die stark in der Entwicklung begriffene Gemeinde Holtenau liegt. Auch für das Anlaufen der Schleuse vom Kanal und vom Kieler Hafen her war die Lage südlich der alten Schleusen recht günstig. Nach dem Kanal zu konnte die neue Schleusenachse in die genaue Verlängerung einer 2500 m langen, geraden Kanalstrecke gelegt werden, die durch die Begradigung des Kanals zwischen der Levensauer Hochbrücke und dem Kieler Hafen entstand; ein sicheres Ansteuern der Schleusen vom Kanal aus ist dadurch im hohen Maße gewährleistet. Außen wird die Einfahrt auf der Nordseite durch das vor Holtenau nach Osten in den Hafen vorspringende Gelände gegen Nordwind und Seegang einigermaßen geschützt, während auf der Südseite die im Zusammenhang mit der Kanalerweiterung ausgeführte nördliche Mole des neuen Marinekohlenhofs eine gute Begrenzung der Schleuseneinfahrt bildet. Mit Rücksicht auf die Baukosten war die Schleusenlage allerdings insofern nicht ganz günstig, als das Gelände zum Teil recht hoch lag, und daher zur Freilegung der Schleusenoberfläche zunächst rund 1 800 000 cbm Boden fortgeschafft werden mußten. Eine weitere Schwierigkeit ergab sich daraus, daß die neue Außen-einfahrt den bestehenden Marinekohlenhof mit seinen Molen-, Ufermauer- und Schuppenanlagen stark in Anspruch nahm. Da aber von der Marineverwaltung eine erhebliche Ausgestaltung der Kohlenhofanlagen an sich schon in Aussicht genommen war, ließen sich die Wünsche der Kanalverwaltung und der Marine unschwer dadurch in Einklang bringen, daß anstelle des alten ein neuer, wesentlich größerer Kohlenhof weiter südlich erbaut wurde.

Die genaue Festlegung der Schleusenlängsachse (vergl. Abb. 2) ergab sich aus dem Bestreben, den Grunderwerb nach Süden hin möglichst einzuschränken, dabei aber mit den Schleusen vom bestehenden Kanal soweit abzubleiben, daß es noch möglich war, das Bauwerk in offener Baugrube mit geböschten Wänden und ohne Zuhilfenahme eines Fangdammes auszuführen; dabei war die nördliche Tornische des Binnenhafens der maßgebende Bauteil.

In Richtung West-Ost war für die Festsetzung der Schleusenlage der Wunsch maßgebend, daß der Holtenauer Binnenhafen möglichst wenig zu beeinträchtigen, dabei außen für eine möglichst lange Einfahrt zu sorgen sei. Durch den Bau der etwa 350 m langen Nordmole des neuen Marinekohlenhofes ließ sich die mit 500 m für erwünscht, aber auch für ausreichend erachtete Länge der Außen-einfahrt unschwer erzielen, ohne daß der Binnenhafen in seiner Längenausdehnung besonders zu leiden brauchte.

3. Boden- und Wasserstandsuntersuchungen. Auf dem Schleusenbaugelände wurden an 27 Stellen Erdbohrungen

vorgenommen. In der Hauptsache besteht der Untergrund aus Lehm, Sand, Kies und Letten (diluvialer Geschiebemergel). Die einzelnen Bodenschichten sind der diluvialen Bildung des östlichen Holsteins entsprechend stark verworfen und wechselnd. Im allgemeinen ist die Lagerung so, daß zunächst eine Lehm- und Sandschicht, darunter Letten und endlich Kies oder Sand angetroffen wird. Die Lettenschicht nimmt von Süden nach Norden, also nach dem bestehenden Kanal hin, an Stärke zu und reicht hier stellenweise bis zur Gründungssohle und noch tiefer. Sonst waren die unteren 6 bis 7 m des Bauwerks jedoch durchweg in scharfem bis grobkörnigem Sand herzustellen; diese Sandschicht reicht in der Längsachse und an der Südseite der neuen Schleusen bis zur Höhe von + 16,0 bis + 18,0 m hinauf. Die Untergrundverhältnisse waren somit für den Bau als sehr günstig zu bezeichnen. Der Grundwasserstand im Bereich des Schleusengeländes wurde auf etwa + 21,70 m, also rund 2,0 m über dem mittleren Ostseewasserstand festgestellt. Im geringen Maße ließ sich eine Abhängigkeit des Grundwasserstandes von der jeweiligen Höhe des Ostseewasserstandes nachweisen.

4. Wahl der Gründungsart. Bei der Aufstellung des ersten allgemeinen Entwurfs im Jahre 1906 war noch damit gerechnet worden, daß der Bau der Schleusen unter der Taucherglocke erfolgen müsse. Diese Gründungsart lag ja auch ziemlich nahe, weil sie mit Erfolg bei den umfangreichen Kieler und Wilhelmshafener Dock- und Schleusenbauten zur Anwendung gekommen war. Bei den weiteren Vorarbeiten ging aber das Hauptbestreben dahin, wenn irgend möglich, die Taucherglockengründung zu vermeiden, weil ihr nicht unerhebliche Mängel anhaften. Einmal wird diese Gründungsart, zumal die Zahl der für sie in Betracht kommenden Baufirmen äußerst beschränkt ist, sehr teuer, dann aber lassen sich auch bei ihr Mängel in der Betonierung — besonders bei den zwischen den einzelnen Glockenstellungen verbleibenden Gräben — niemals vermeiden. In zweiter Linie wurde auch das Gefrierverfahren in Betracht gezogen, das aber für Schleusen Gründungen bis dahin noch niemals angewandt war und das auch, wie sich sehr bald herausstellte, viel zu hohe Baukosten und eine zu lange Bauzeit erfordert haben würde. Ueber die Möglichkeit der Anwendung des Gefrierfahrens finden sich im Zentralblatt der Bauverwaltung 1915 Seite 9 einige Angaben, auf die hier verwiesen sein möge.

Inzwischen war in Deutschland das Gründungsverfahren mittels künstlicher Absenkung des Grundwassers immer mehr in Aufnahme gekommen. Besonders hatte sich diese Bauart bei den Erweiterungsbauten am Oder-Spree-Kanal und beim Bau der Berliner Untergrundbahn bestens bewährt. Allerdings war bei diesen Bauausführungen nur eine verhältnismäßig geringe Senkung des Grundwassers erforderlich, während für den Bau der neuen Ostseeschleusen das Grundwasser etwa 22 m gesenkt werden mußte, um in trockener Baugrube arbeiten zu können. Es konnte aber keinem Zweifel unterliegen, daß es bei Anordnung mehrerer Senkungsstaffeln untereinander, bei Wahl einer ausreichenden Anzahl tiefer und weiter Brunnen und mit starken Pumpkräften gelingen mußte, die Grundwasserentziehung bis in größere Tiefen fortzusetzen. Vollkommen bestätigt wurde diese Erwartung durch die Besichtigung einer Braunkohlengrube in der Nähe von Senftenberg, wo zwecks Abbaues der Kohle im Trockenen das Grundwasser um über 20 m staffelartig abgesenkt war.

Großes Vertrauen zum Gelingen der Grundwassersenkung konnte man auch aus den Erfahrungen beim Bau der alten Holtenauer Schleusen gewinnen. Nachdem es seinerzeit gelungen war, unter Abpumpen des Tageswassers die Tiefe + 13,77 m in der Baugrube zu erreichen, wurden von hier ab 3 gemauerte Brunnen bis unter + 0,0 getrieben; aus diesen Brunnen wurde mittels Kreiselpumpen das Wasser herausgepumpt, um dem beim tieferen Ausschachten der Baugrube infolge Auftriebs zu befürchtenden Aufbrechen der Baugrubensohle zu begegnen. Das Pumpen aus diesen Brunnen hatte das überraschende und äußerst willkommene Ergebnis, daß nicht allein jeder Aufbruch der Sohle vermieden wurde, sondern sogar eine Trockenlegung der ganzen Baugrube bis zur vollen Tiefe gelang. Wenn ein solch vorzügliches Ergebnis mit nur 3 Brunnen und verhältnismäßig geringen Pferdestärken beim Bau der alten Schleusen zu verzeichnen gewesen war, so konnte man wohl mit Sicherheit darauf rechnen, daß mit vielen, um die ganze Baugrube herum angeordneten Röhrenbrunnen und mit starken Pumpen eine weitere Absenkung des Wassers bis auf die für die neuen Schleusen erforderliche Tiefe von - 1,0 m gelingen mußte.

Als besonders günstig für die Ausführung einer Grundwassersenkung erwies sich nach den Bohrproben der Untergrund, in den die Brunnen niederzutreiben waren. Der Sandboden reichte fast auf der ganzen Baustelle mindestens bis + 12,0 m hinauf, also bis zu der Höhe, bis zu der ein Trockenlegen der Baugrube mittels Abpumpen des Tageswassers zu erhoffen war. Außerdem war der Sand recht scharf und ging häufig und zwar besonders in den tieferen Lagen sogar in Kies über. Es konnte daher mit Sicherheit darauf gerechnet werden, daß bei der Durchlässigkeit der angetroffenen Sandschichten ein reichliches, unbehindertes Zulaufen des Wassers

*) Alle Höhenangaben im Bereich der Kanalverwaltung sind auf eine Ebene bezogen, die 20,0 unter Normal-Null liegt.

zu den Brunnen und damit ein flaches Einstellen der Grundwasserkurve eintreten werde.

C. Entwurf des Schleusenkörpers.

Vom Wasserbaudirektor Rogge.

1. Allgemeines. (Hierzu Einlegetafel 1 u. 2.) Mit Rücksicht auf die Betriebssicherheit und auf das schnelle Durchbringen von im Geschwaderverbande fahrenden Flottenteilen war die Anordnung von Doppelschleusen notwendig. Um eine möglichst große Uebersichtlichkeit über die gesamte Schleusenanlage nebst ihren Vorhäfen zu erzielen, und um die Kosten der Erd- und Maurerarbeiten zu beschränken, sind beide Schleusen unmittelbar nebeneinander gelegt und nur durch eine gemeinsame Mittelmauer getrennt.

Von ausschlaggebender Bedeutung für den Entwurf war die Wahl der Schleusenverschlüsse. Die alten Kanalschleusen haben Stemmtore. Wenn diese sich im Betriebe auch gut bewährt haben, so konnten sie für die neuen Schleusen doch nicht mehr in Betracht kommen. Wenn damals noch den Stemmtoren der Vorzug gegeben wurde, so lag das in der Hauptsache daran, daß bei den 25 m breiten Schleusen die wirtschaftliche Ueberlegenheit des Schiebetores nicht so groß war, daß man von den altbewährten Stemmtoren hätte abgehen und sich den in Deutschland noch nicht erprobten Schiebetoren hätte zuwenden sollen. Bei den größeren Schleusenabmessungen weisen die Schiebetore den Stemmtoren gegenüber aber folgende Vorteile auf:

1. geringe Baukosten,
2. unbehinderte Ausnutzbarkeit der Schleusenkammer,
3. Fähigkeit der Tore, nach beiden Seiten kehren zu können.

Der Vorteil zu 1. wächst schnell mit der größeren Schleusenbreite; er ist bei einer Breite von 25 m schon nachweisbar, bei der hier in Frage stehenden Breite von 45 m sogar sehr erheblich. Der Vorteil zu 2. tritt ebenfalls mit Zunahme der Schleusenbreite immer mehr hervor; Stemmtore würden bei einer Schleusenbreite von 45 m mit Rücksicht auf den Raum, den sie beim Drehen beanspruchen, eine Verlängerung der Schleusenkammer um mindestens 20 m bedingen. Auf den Vorteil zu 3. ist das größte Gewicht zu legen, sobald es sich, wie beim Kaiser-Wilhelm-Kanal, um Schleusen handelt, die nach beiden Seiten kehren müssen. Anstelle eines Schiebetores wären hier 4 Torflügel, im ganzen somit bei einer Doppelschleuse statt 6 Schiebetoren 24 Torflügel erforderlich gewesen, die jeder für sich einzeln hätte angetrieben werden müssen. Abgesehen von den höheren Baukosten ist eine solch große Anzahl von Einzelantrieben für die Unterhaltung und den Betrieb einer Schleuse höchst unerwünscht, und dieser Grund allein mußte schon genügen, den Schiebetoren unter den hiesigen Verhältnissen den Vorzug zu geben. Es mag dabei erwähnt werden, daß auch alle in der Tabelle 3 aufgeführten neuen Seeschleusen mit Ausnahme des Panama-Kanals, mit Schiebetoren ausgestattet wurden. Der unter 3. aufgeführte Vorteil entfällt beim Panama-Kanal, weil dort die Schleusen nur nach einer Seite, nämlich zur Scheitelhaltung hin, zu kehren brauchen.

Als weitere, wenn auch nicht so erhebliche Vorteile, sind für die Schiebetore die einfachen Grundlagen für die statische Berechnung, die Möglichkeit, über sie eine bequeme Verbindung zwischen den Schleusenmauern zu schaffen und endlich ihre verhältnismäßig große Unempfindlichkeit gegen ungleichmäßiges Setzen der einzelnen Bauwerksteile anzuführen. Der sonst den Schiebetoren nachgerühmte Vorteil, daß bei ihnen keine beweglichen, dem Verschleiß unterworfenen Teile unter Wasser erforderlich sind, kommt nur dann zur Geltung, wenn es genügt, die Tore ausschließlich mit Kufen auf den Drempelsteinen gleiten zu lassen. Diese Bauart ist aber nur bei Dockverschlüssen und bei seltener benutzten Schleusen am Platze, weil bei häufigen Bewegungen der Tore die Kufen zu schnell abschleifen. Da bei den neuen Ostseeschleusen mit einem sehr regen Verkehr zu rechnen war, konnte man sich hier nicht auf die Kufenunterstützung beschränken; es mußten vielmehr neben den Kufen auch Rollen unter den Toren eingebaut werden. Durch einfache und kräftige Ausgestaltung dieser Rollen und dadurch, daß sie unabhängig von den Toren in besonderen, leicht auswechselbaren Unterwagen untergebracht wurden, sind die mit der Anordnung beweglicher Teile unter Wasser verbundenen Nachteile nach Möglichkeit gemildert worden.

Neben den an sich nötigen Außen- und Innentoren wurde im Interesse der Landverteidigung die Anordnung von Mitteltores in jeder Schleuse für erforderlich erachtet. Maßgebend war hierbei der Gesichtspunkt, daß bei einem feindlichen Torpedoangriff die Außentore und vielleicht auch das ganze Außenhaupt so stark beschädigt werden könnten, daß die Schleusen für lange Zeit unbrauchbar würden. Dadurch, daß in einem Abstand von 100 m von den Außentores die Mitteltores hinzutreten, wurde ein gleichwertiges und stets betriebsbereites zweites Außenhaupt geschaffen. Die zwischen Mittel- und Innentores verbleibende Kammerlänge von etwa 221 m wird wenigstens den Linienschiffen auf lange Zeit immerhin noch genügen.

Die Oberfläche der Schleusenhäupter wurde auf + 23,77 gelegt, d. i. um $(23,77 - 22,94) = 0,83$ m über dem bekannten höchsten Ostseewasserstand oder um $(23,77 - 19,77) = 4,0$ m über Mittelwasser. Im Gegensatz zu den alten Schleusen, bei denen die Kammermauern um 1,50 m niedriger liegen als die Häupter, erhielten die neuen Schleusen in allen Bauteilen die gemeinsame Höhenlage von + 23,77. Die Hochführung der Kammermauern bis zur Häupterkrone wurde für zweckmäßig erachtet, um den die neuen Schleusen vorwiegend benutzenden großen Schiffen mit hohem Bord auch bei höheren Wasserständen noch eine genügende Führung zu sichern und gleichzeitig eine durchgehende, übersichtliche Schleusenplattform zu schaffen, auf der der Verkehr in keiner Weise gehindert wird.

Die alten Schleusen haben in ganzer Länge eine durchlaufende Betonsole; diese und die Seitenmauern wurden so stark bemessen, daß die Schleusen unter dem Schutze von vorgelegten Schwimmpontons völlig leergepumpt werden können, wenn dies bei etwaigen Instandsetzungsarbeiten erforderlich wird. Da kaum anzunehmen war, daß in den Kammern der neuen Schleusen, in denen keinerlei dem Verschleiß unterworfenen Teile vorhanden sind, jemals Instandsetzungsarbeiten unter Wasser nötig sein werden, wurde davon Abstand genommen, die Sohle unter den Kammern aufbruchssicher zu gestalten. Es wurde vielmehr für ausreichend gehalten, nur die Schleusenhäupter so stark zu berechnen, daß sie im Schutze der außen vorgelegten Schiebetore trocken gelegt werden können; für die Kammersohlen wurde dagegen nur eine leichte Abpflasterung vorgesehen. Hätte man nach dem Vorbilde der alten auch die neuen Schleusen in ihrer gesamten Ausdehnung für ein künftiges Wiedertrocknen einrichten wollen, so hätte das einen Mehrbedarf an Beton von etwa 160 000 cbm und einschließlich der vermehrten Erdarbeiten einen Mehrkostenaufwand von etwa 3 250 000 M bedungen, der nicht gerechtfertigt erschien.

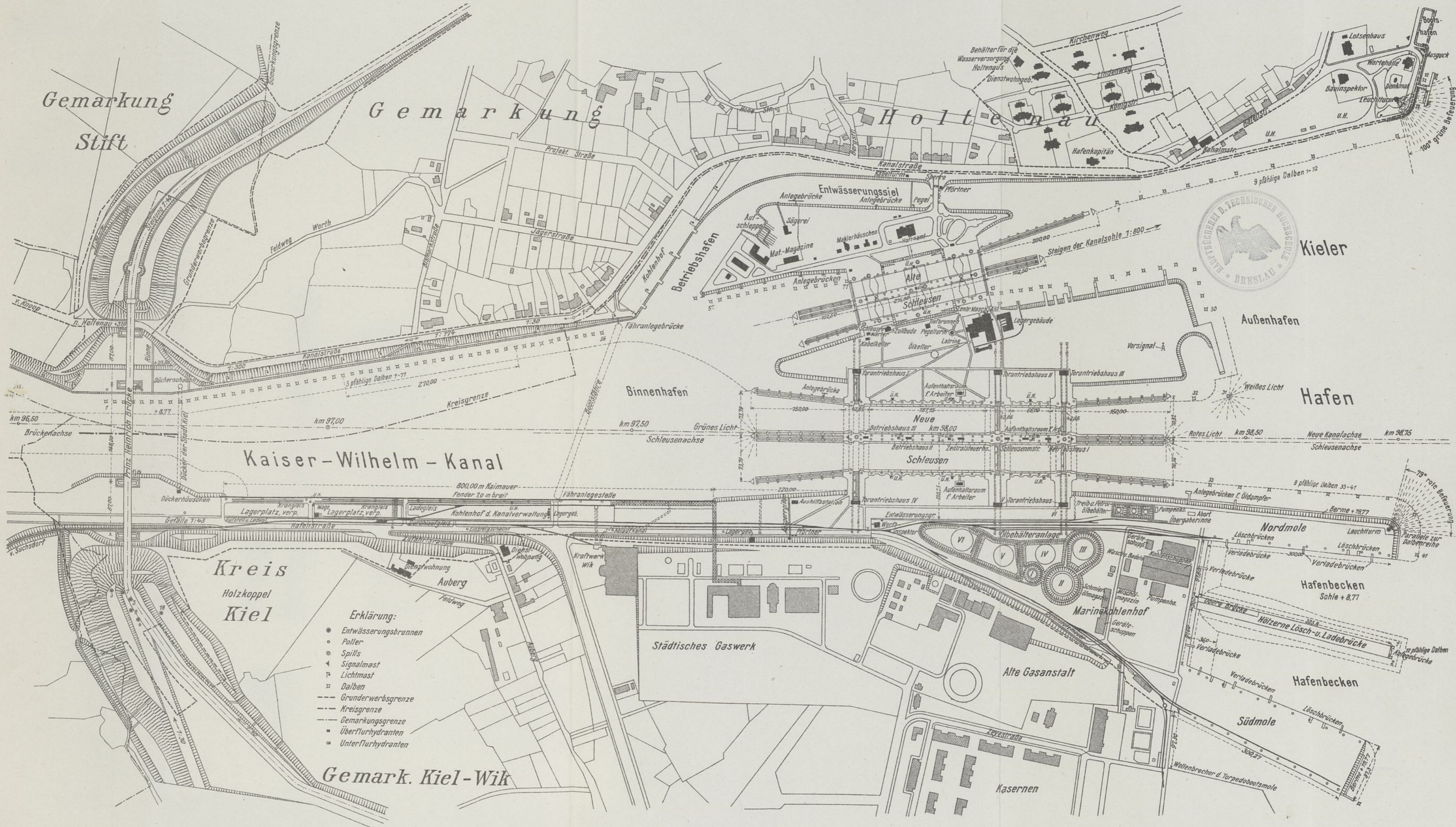
2. Schleusenhäupter. Sämtliche drei Häupter waren in den Hauptabmessungen völlig gleichartig auszubilden, damit die Tore gegeneinander auszuwechseln sind. Geringe Unterschiede in der Querschnittsgestaltung der Tornischenmauern ergaben sich dadurch, daß bei den an die Vorhäfen angrenzenden Mauern der Uebergang aus der senkrechten in die geneigte Rückenfläche etwas tiefer als bei den mit Erde hinterfüllten Mauern zu legen war, damit bei niedrigen Wasserständen nur senkrechte Mauern sichtbar werden. Außerdem mußten aus statischen Rücksichten (innerer Ueberdruck bei hohem Außenwasser) die gegen den Binnenhafen grenzenden Nischenmauern des Binnenhauptes einen stärkeren Querschnitt erhalten. Die allgemeine Anordnung der Schleusenhäupter geht aus den Abbildungen auf Einlegetafel 3 u. 4 und 5 hervor.

Die Schleusenhäupter sind so eingerichtet, daß sie mit Hilfe der außen vorgelegten Schiebetore trockengelegt werden können. Dementsprechend ist auch die Berechnung der Tornischen und der Durchfahrtssohlen durchgeführt. Die Durchfahrtssohlen wurden durch senkrechte Fugen von dem Mauerwerk der Tornischen und der Mittelmauer getrennt und durften erst, nachdem das aufgehende Mauerwerk hochgeführt war, betoniert werden; hierdurch wird einer Rißbildung in der Sohle, hervorgerufen durch ungleichmäßige Belastung des Baugrundes, mit Sicherheit begegnet. Für die Abdichtung der Trennungsfuge zwischen Durchfahrtssohlen und anschließendem Mauerwerk wurde eine untergelegte, 40 cm breite Bohle mit einer darauf angebrachten Schicht vom Siebel'schen Asphaltblei vorgesehen. Vor Einbringen der Sohle waren die freigelegten Betonflächen des aufgehenden Mauerwerks zunächst mit einem dicken Gudronanstrich zu versehen, gegen den der Beton der Sohle gestampft wurde. Hierdurch war eine sichere Wirkung der Fuge, zugleich aber auch eine genügende Abdichtung des Betons gegen das Seewasser zu erzielen.

In der Mitte der 7,0 m starken Sohle wurde ein Schlitz für die untere Führung der Schiebetore ausgespart. Zur Unterstützung der Tore dienen schwere, mit Bolzen im Beton befestigte Kranschiene Nr. 4, auf denen die Rollen der Tore laufen; daneben wurden aber noch polierte Granitsteine verlegt, auf denen die Tore mit Hartholzkufen gleiten können. Die Oberkante der Schienen wurde etwas tiefer gelegt als die der Granitbahnen, damit etwa auf die Bahnen geratene Verunreinigungen von den am Tor vorzusehenden Räumern über die Schienen hinweg in den nach der Mitte zu tiefer gehaltenen Schlitz geschoben werden können. Als wagerechte untere Dichtungsflächen dienen schleifrecht bearbeitete Granitsteine, gegen die sich die untere Dichtungsleiste des Tores legt.

Für die Trockenlegung der Häupter mit Hilfe der Schiebetore sind besondere Anschläge vorgesehen, die mit fein gestockten Granitsteinen eingefast wurden. Die Oberkante der Sohlen wurde an diesen Stellen um 1,0 m tiefer, also auf + 5,0 gelegt, damit genügend breite Anschläge geschaffen wurden, und die Dichtungsleisten bei dem zu übertragenden gewaltigen Druck nicht zu dicht an die Oberkante des Drempels zu liegen kamen. Von der Einfassung der Häupter durch Spundwände konnte Abstand genommen werden, da bei den unter den Durchfahrten 7,0 m und unter den Tornischen 6,0 m tief eingreifenden Sohlen ein Wasserdurchzug unter den fast 43,0 m

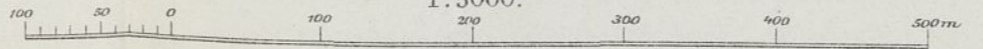
Die neuen Ostseeschleusen des Kaiser-Wilhelm-Kanals.



- Erklärung:**
- Entwässerungsbrunnen
 - Poller
 - Spills
 - ▲ Signalmast
 - ▭ Lichtmast
 - ▭ Dalben
 - Granderwerbsgrenze
 - Kreisgrenze
 - Gemarkungsgrenze
 - Überflurhydranten
 - Unterflurhydranten

Lageplan.

1:5000.



Lith. Anst. v. Bogdan Gisevius, Berlin.

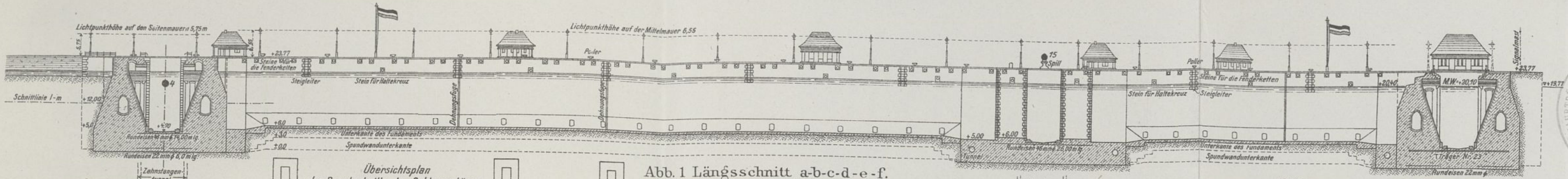


Abb. 1 Längsschnitt a-b-c-d-e-f.

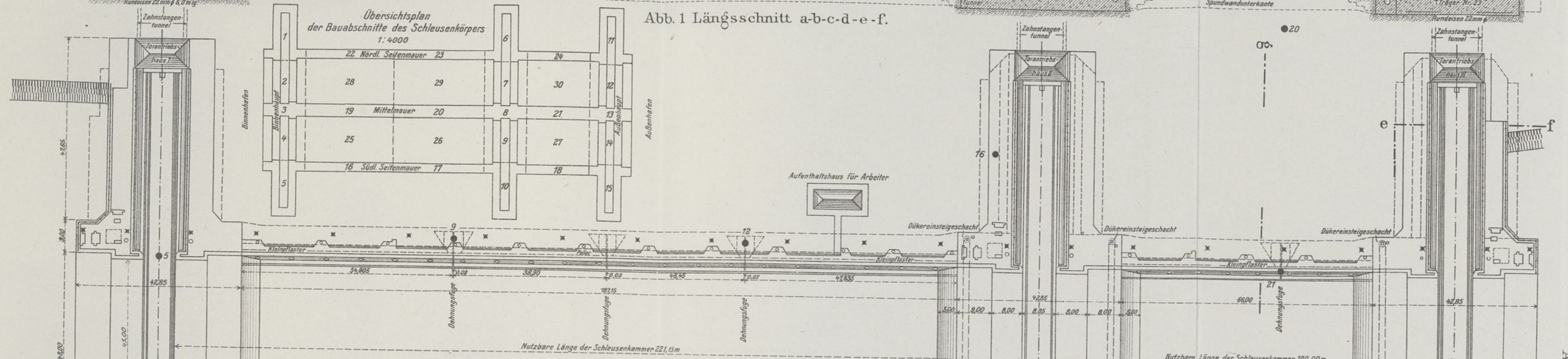


Abb. 2. Aufsicht der nördlichen Seiten- und Mittelmauer. 1:1000.

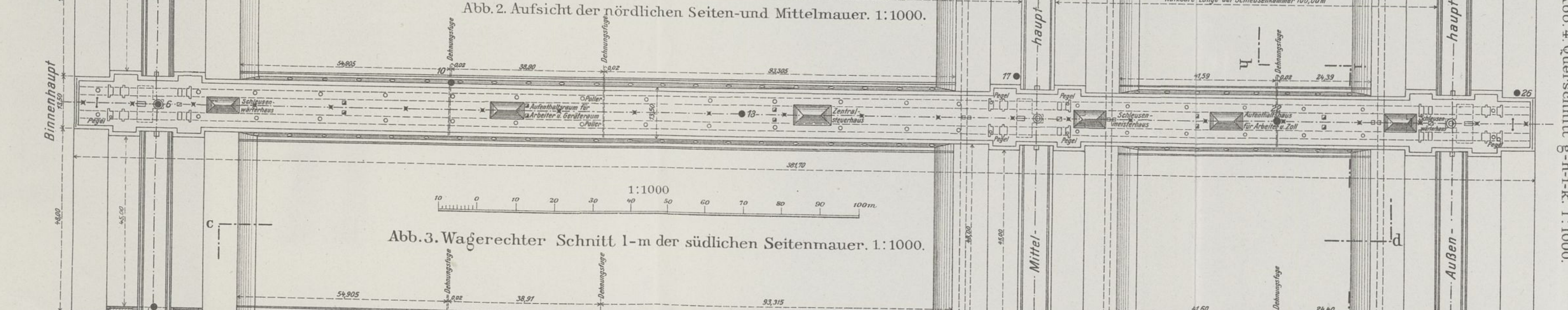


Abb. 3. Wagerechter Schnitt 1-m der südlichen Seitenmauer. 1:1000.

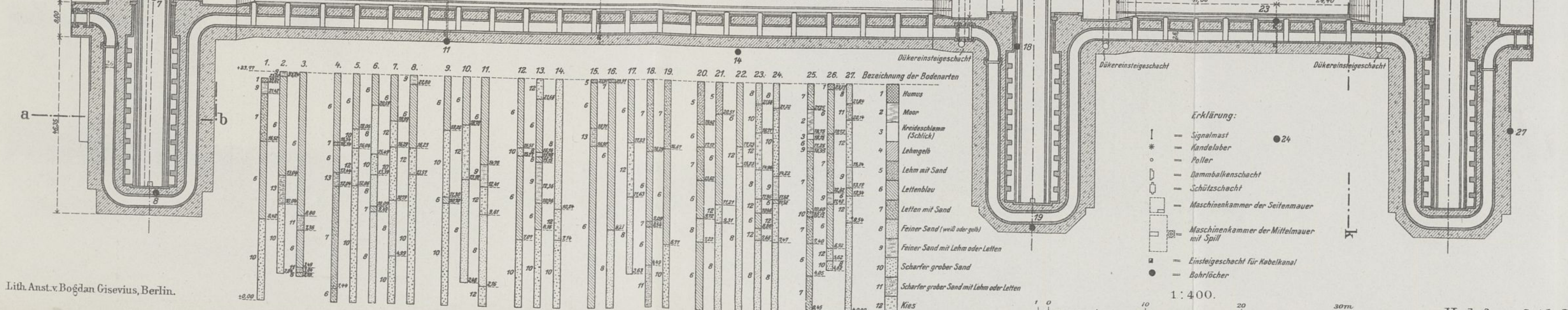


Abb. 4. Querschnitt g-h-i-k. 1:1000.

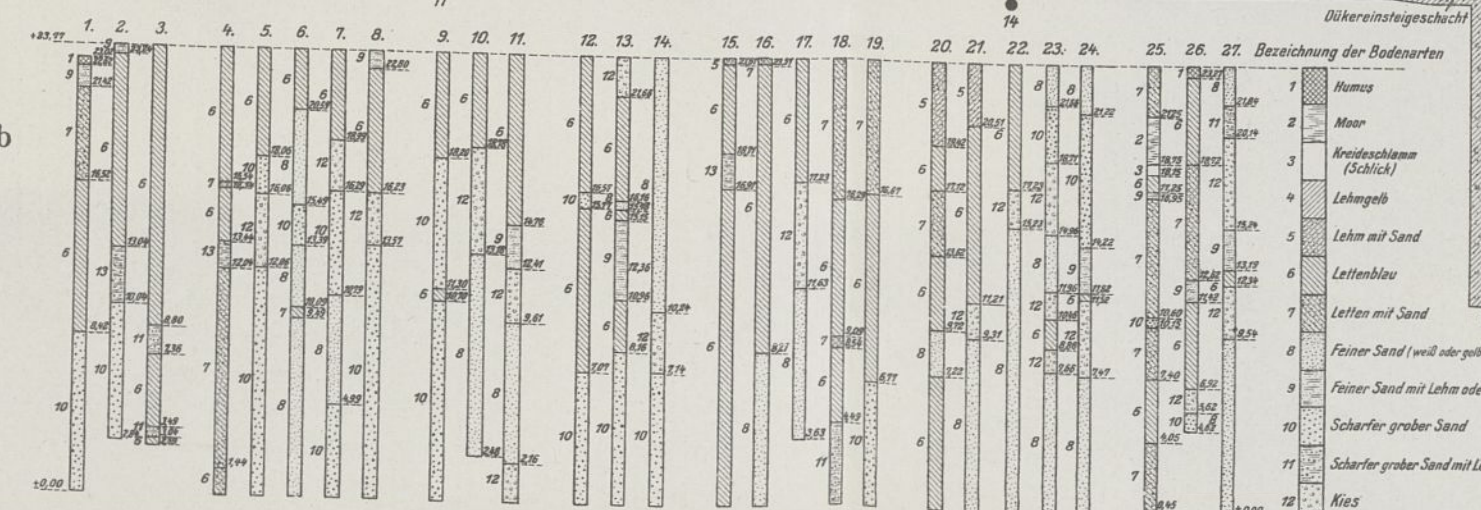


Abb. 5. Bohrlöcher. 1:400.

- Erklärung:
- Signalmast ● 24
 - Kandelaber
 - Poller
 - Dambalkenschacht
 - Schüttschacht
 - Maschinenkammer der Seitenmauer
 - Maschinenkammer der Mittelmauer mit Spill
 - Einsteigeschacht für Kabelkanal
 - Bohrlöcher

Die neuen Ostseeschleusen des Kaiser-Wilhelm-Kanals.

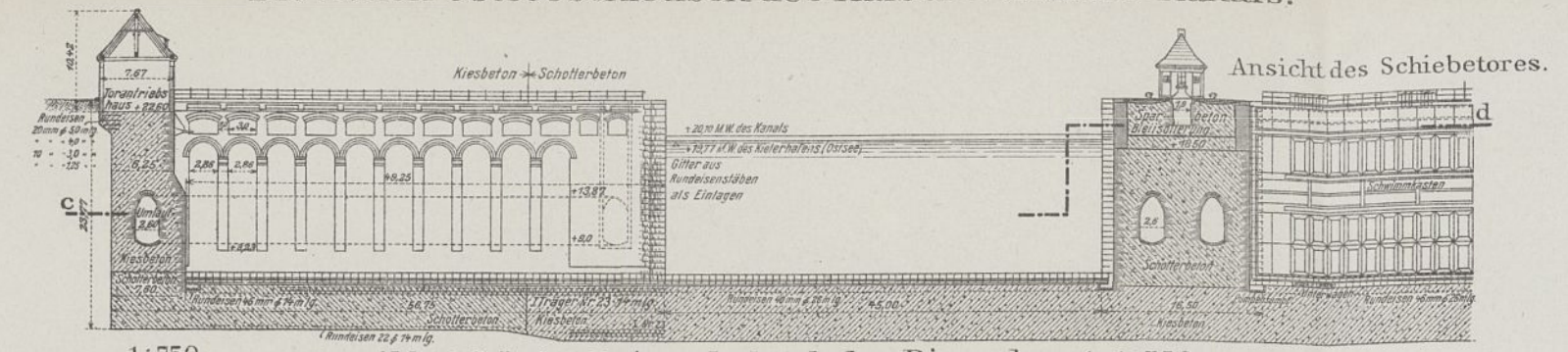


Abb. 1. Längsschnitt a-b durch das Binnenhaupt. 1:750.

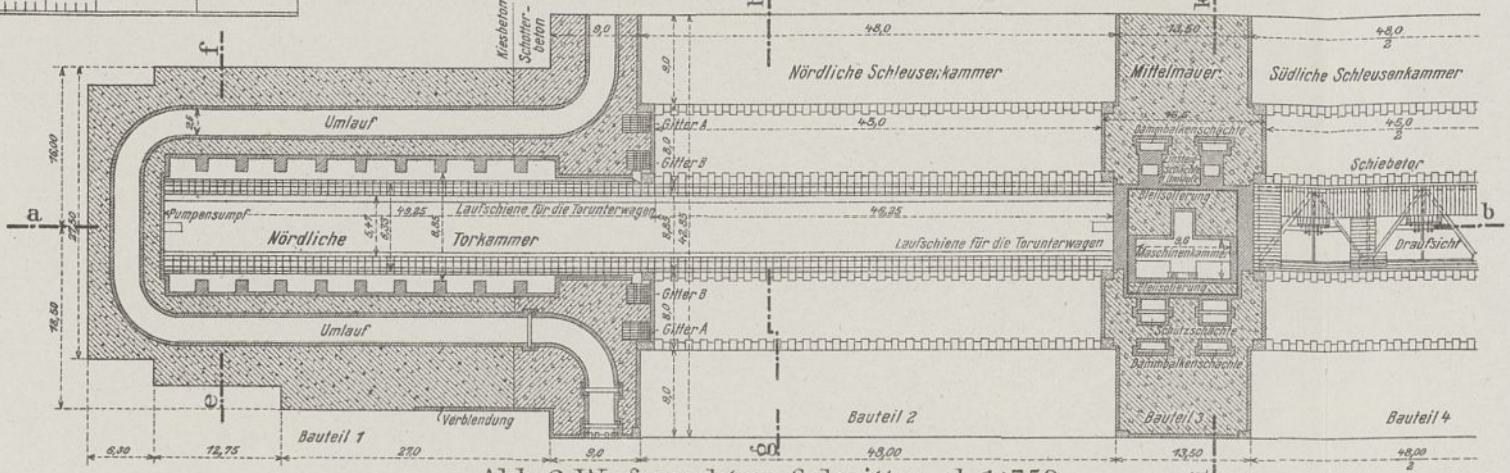


Abb. 2. Wagerechter Schnitt c-d. 1:750.

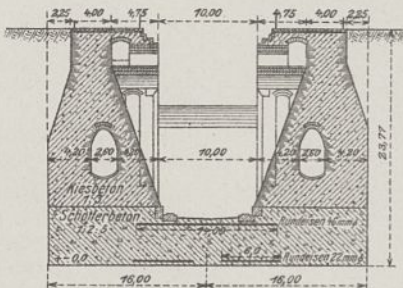


Abb. 3. Querschnitt e-f. 1:750.

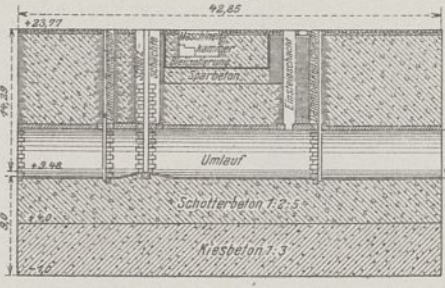


Abb. 4. Querschnitt i-k. 1:750.

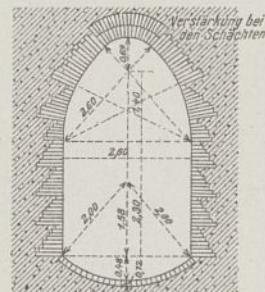


Abb. 5. Querschnitt vom Umlauf. 1:750.



Abb. 9. Verstärkungsgitter in den Torpfeilern. 1:150.

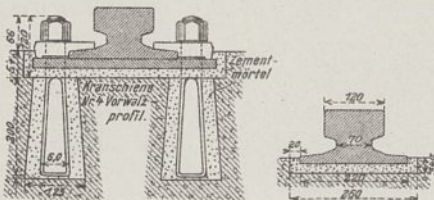


Abb. 6. Punkt A: Befestigung der Schiene des Unterwagens. 1:15.

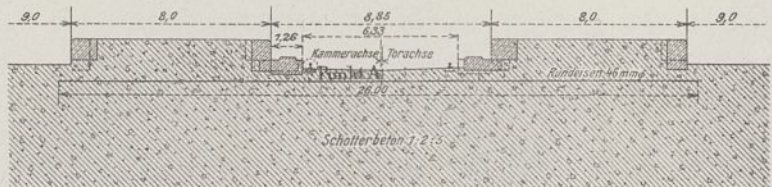
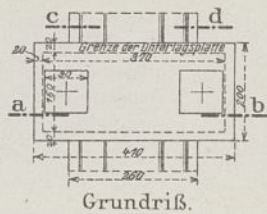


Abb. 7. Querschnitt g-h.

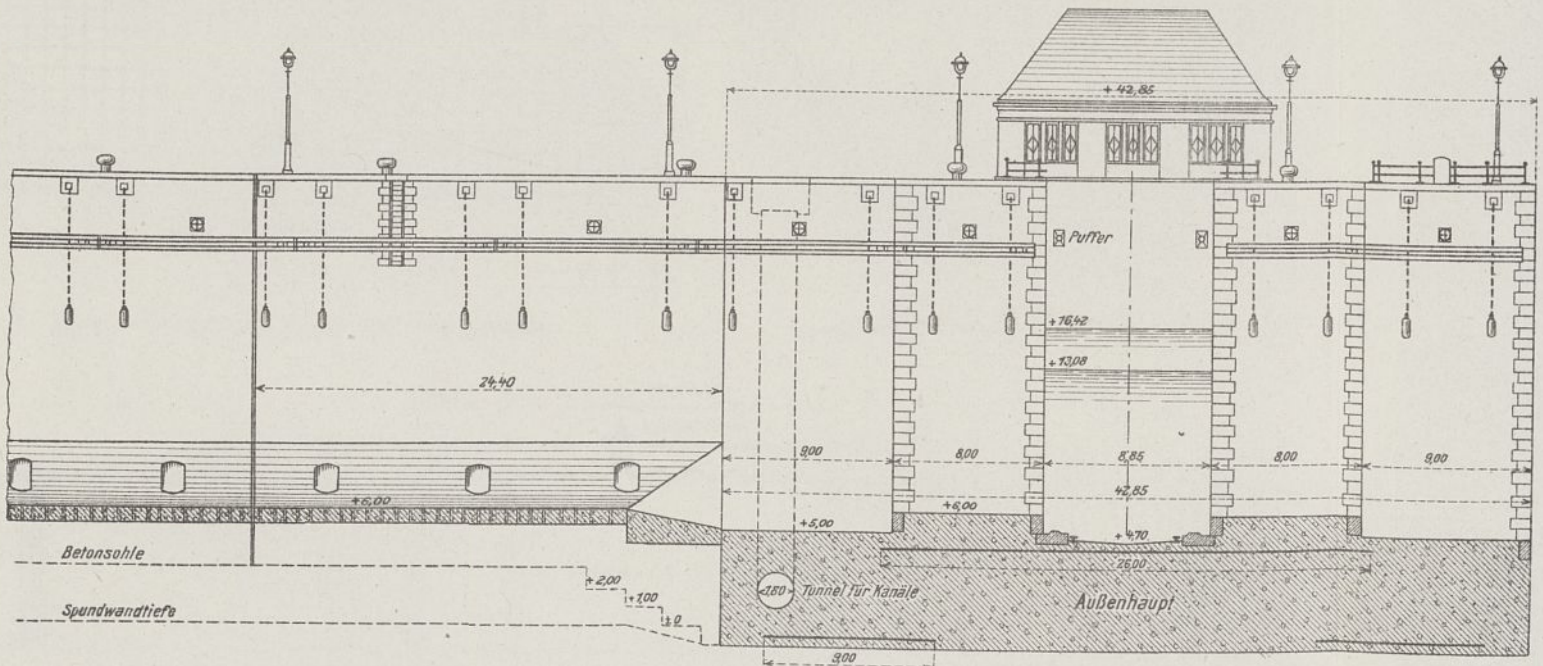
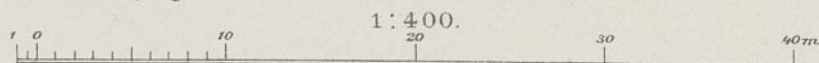


Abb. 8. Ansicht gegen die nördliche Schleusen-Seiten-mauer. 1:400.



breiten Häuptern nicht zu befürchten stand, zumal die Wasserunterschiede bei den Ostseeschleusen nicht erheblich sind. Die Wände der Torkammern haben an den Innenseiten eine Neigung von etwa 3:1 erhalten. Um die erforderliche Plattform für die Antriebsvorrichtungen und die obere Führung der Tore zu schaffen, wurden durch Bögen verbundene Pfeiler vorgezogen. Die Torkammern erhielten am Eingange entsprechend der Torbreite von 8,70 m eine Weite von 8,85 m. Weiter hinten wurden die Kammern auf 10,0 m zwischen den Plattformen der Gallerien und auf 11,0 m zwischen deren Pfeilern erweitert. Es verblieb so genügend Platz, um die Tore in ihren Nischen reinigen und streichen, zur Not auch Instandsetzungsarbeiten an ihnen vornehmen zu können. An den Außenseiten ist die Gestaltung der Nischenwände verschieden, je nach ihrer statischen Beanspruchung. Es wurde dafür gesorgt, daß im aufgehenden Mauerwerk auch bei den ungünstigsten Beanspruchungen keine Zugspannungen auftreten können. Die Sohlen wurden mit Eiseneinlagen bewehrt, die so stark bemessen wurden, daß sie allein auch unter den ungünstigsten Belastungsannahmen alle auftretenden Zugspannungen mit Sicherheit aufnehmen können.

Beim Schleusenbetriebe sowohl wie beim Trockenlegen der Häupter wird der gesamte auf die Tore wirkende Wasserüberdruck durch Vermittlung der wagerechten Torriegel auf die Seitenmauern übertragen. An der Tornischenseite muß dieser Druck von den Pfeilern am Eingang der Torkammern allein aufgenommen werden, weil die anschließenden Schleusenmauern durch Fugen von ihnen getrennt sind. Obwohl ein nicht unbedeutender Teil des Wasserdrucks vom Sohlendrempel aufgenommen werden wird und auch ohne Gefahr für den Drempel aufgenommen werden kann, wurden die Pfeiler für den gesamten Wasserdruck berechnet und so stark bemessen, daß Zugspannungen vermieden werden. Als recht erheblich erwiesen sich die Scheerbeanspruchungen des Betons hinter den Toranschlägen; ihr Höchstmaß wurde in Höhe des Torschwimmkastens, der die größten Auflagerkräfte überträgt, zu 9,9 kg/qcm ermittelt. Die Scheerbeanspruchung des Betons soll aber 4,5 kg/qcm nicht übersteigen. Es erwies sich daher als notwendig, hinter den Toranschlägen Netze aus 20 mm starken Rundeisen (siehe Abb. 3) einzubetonieren. Im allgemeinen liegen diese Netze entsprechend der Werksteinhöhe in Abständen von 0,60 m über einander; an den stärker beanspruchten Stellen und besonders in Höhe des Schwimmkastens wurde dieses Maß aber bis auf 0,20 m ermäßigt.

Aussparungen im Mauerwerk waren für die Umläufe und deren Verschlüsse nebst Einsteigeschächten und Notabschlüssen sowie für die Maschinenantriebe der Tore, Schützen und Spills vorzusehen. Zur Durchführung von Gas- und Wasserleitungen, sowie von Kabeln für Licht, Kraft und Fernspruch wurden unter den Schleusen drei begehbare, 1,8 m im Lichten weite, schmiedeeiserne Tunnel vorgesehen, von denen zwei unter dem Mittelhaupt und einer unter dem Außenhaupt angeordnet wurden. Die Schleusenoberfläche ist mit diesen Tunneln durch senkrechte, 1,5 m weite Einsteigeschächte verbunden, von denen je einer hinter der südlichen Schleusenenseite, einer innerhalb der Schleusenmittelmauer und einer hinter der nördlichen Schleusenenseite ausmündet. Die Tunnel und die Schächte bestehen aus einzelnen, autogen zusammenschweißten Rohrschüssen, die an ihren Kopfenden mit innenliegenden Flanschen und Bolzen ver-

bunden wurden. Außer dem Einlegen von Dichtungsringen wurden die Verbindungsstellen zur Erhöhung der Wasserdurchlässigkeit noch mit Blei verstemmt. In den Tunneln (Abb. 4) wurden übereinander liegende Tragwerke angebracht, auf denen die Leitungen verlegt wurden. In den Einsteigeschächten wurden die Leitungen unmittelbar an den Wänden mittels Schnelleisen befestigt. Da zu befürchten stand, daß bei den Trennungsfugen zwischen den Durchfahrtssohlen und dem aufgehenden Mauerwerk ungleichmäßige Beanspruchungen der Rohre und dadurch Brüche eintreten würden, wurde an dieser Stelle über das Hauptrohr noch ein zweites Rohr geschoben (Abb. 5) und mit dem Hauptrohr verbolzt. Der Zwischenraum zwischen beiden Rohren wurde mit Asphalt ausgegossen. Die Tunnel haben ein geringes Längsgefälle von beiden Seiten nach der Mitte zu, wo ein kleiner Pumpensumpf angeordnet wurde, aus dem das eindringende Wasser mittels in den Einsteigeschächten eingehängten, elektrisch angetriebenen Zentrifugalpumpen herausgeschafft wird.

3. Schleusenanlagen. Da ein künftiges Wiedertrocknenlegen der Schleusenammern nicht erforderlich erschien, und eine Unterläufigkeit der Schleusenhäupter nicht zu befürchten stand, konnte von einer durchgehenden, auftriebsicheren Kammersohle abgesehen werden. Es erschien vielmehr ausreichend, die Sohle mit 0,75 m starken, quadratischen Betonplatten, die eine Seitenlänge von 3,0 m erhielten, abzapflastern. In jeder Platte wurde in der Mitte ein 20 cm weites, senkrechtes Loch vorgesehen, das nach dem Verlegen der Platten mit grobem, wasserdurchlässigem Kies auszufüllen war, um etwa auftretendem Wasserüberdruck unter der Sohle zu begegnen. An solchen Stellen, an denen der Sand unter den Betonplatten nicht grob genug erschien, wurde außerdem noch eine 0,50 m starke Unterbettung aus grobem Kies vorgesehen.

Für die Schleusenaußenmauern und die gemeinsame Mittelmauer war zunächst die Gründung auf hölzernem Pfahlrost in Aussicht genommen. Doch wurde einer massiven Bauweise der Mauer der Vorzug gegeben, da zu übersehen war, daß die Schleusen auch bei einer etwas längeren Bauzeit mit Sicherheit innerhalb der für den Gesamterweiterungsbau des Kanals zur Verfügung stehenden Zeit rechtzeitig fertigzustellen waren. Dann mußte mit dem im Kieler Hafen vorkommenden Bohrwurm gerechnet werden, gegen den die Holzpfähle mindestens durch eine vorgerammte eiserne Spundwand zu sichern waren. Des weiteren erschien das Rammen von 12 bis 14 m langen Holzpfählen der ganzen Länge nach durch den hier anstehenden sehr festen Sand und Mergel äußerst bedenklich. Endlich hätten sich bei einer Pfahlrostmauer die Schleusenumläufe kaum oder doch nur recht ungünstig unterbringen lassen, und auf diese nebst ihren Stichkanälen war mit Rücksicht auf ein ruhiges Liegen

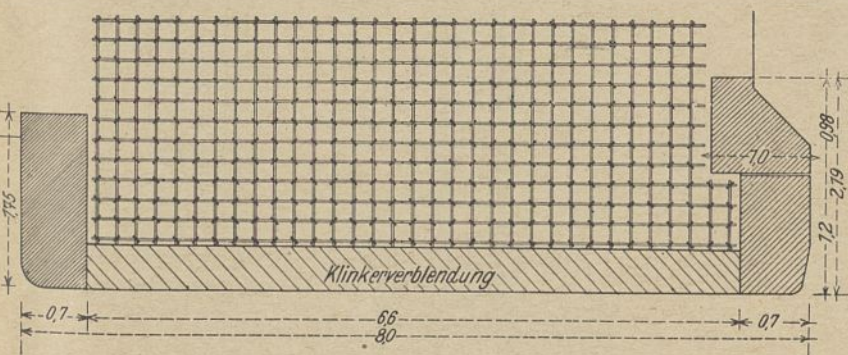


Abb. 3. Eiserne Gittereinlage hinter den Toranschlägen.

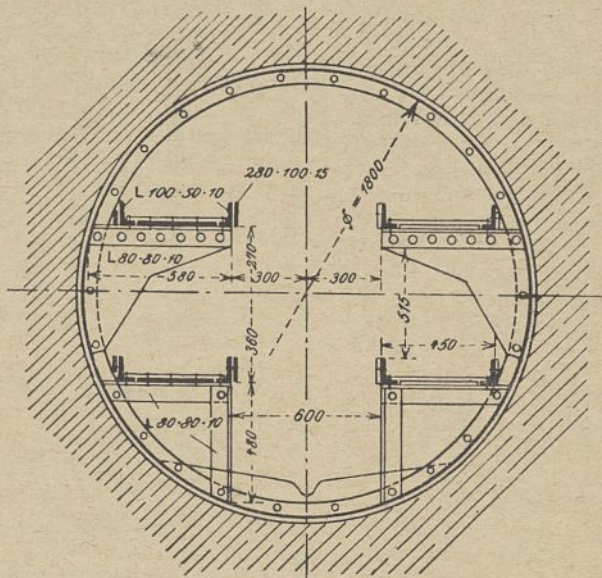


Abb. 4. Tunnel mit Traggerüsten.

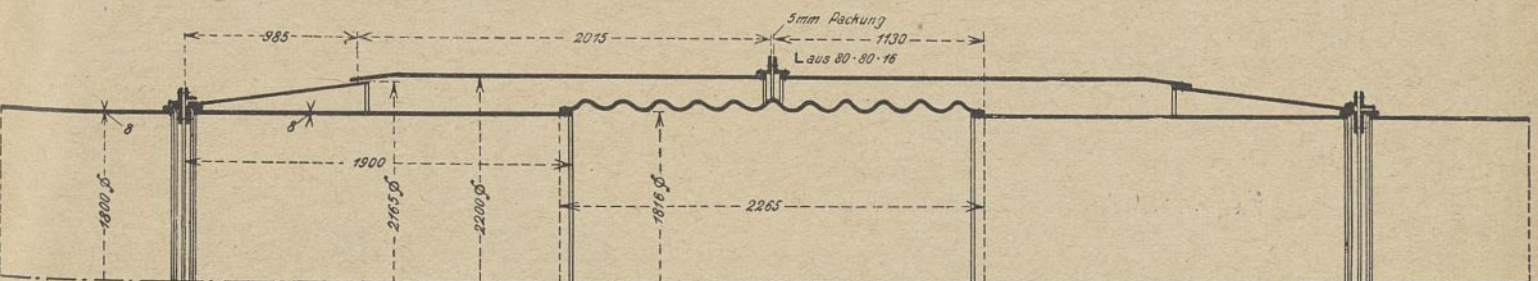


Abb. 5. Sicherung des Tunnels bei den Trennungsfugen.

wert wurde zu 0,75 angenommen und danach die Zeit zu 7¼ Minuten ermittelt. In Wirklichkeit hat sich aber die Füllungs- und Leerungszeit als etwas größer (etwa 9 Minuten) herausgestellt, woraus auf einen Beiwert von etwa 0,6 zu schließen wäre.

Die Unterkanten der wagerecht ausmündenden Stichkanäle liegen 1,1 m über der Sohle; ein Angriff der Sohlen durch das ausströmende Wasser erscheint daher ausgeschlossen. Umlaufunterkante liegt überall auf + 9,0 m. Die Mündungen der Umläufe wurden mit Granitsteinen eingefäßt und kräftig abgerundet. Die Ausläufe der Stichkanäle erhielten ebenfalls Abrundungen, die durch Klinkerformsteine hergestellt wurden.

5. Schleusenabdeckung. Bei der großen Ausdehnung der Schleusenplattform wurden Abdeckplatten nur zur beiderseitigen Besäumung der Mittelmauer und der Tornischenmauern sowie zum Abdecken der Schleusenseitenmauern verwandt. Sie erhielten eine Stärke von 30 cm und eine Breite von 1,25 m; an der vorderen Oberkante wurden sie abgerundet. Die Oberfläche der Mittelmauer und der Häupter wurde mit Mosaiksteinen von etwa 5 cm Kantenlänge abgeplästert; durch Verwendung schwarzer Steine aus Basalt und weißgrauer Steine aus Kalkstein ist eine zu große Gleichförmigkeit in den breiten, ausgedehnten Flächen vermieden. Unmittelbar hinter den Seitenmauern und in einem Abstände von etwa 50 m nördlich und südlich von diesen wurden 2,5 m breite Fußwege aus besonders harten, schwedischen Pflasterklinkern vorgesehen. Unter sich wurden diese Längswege an einigen Stellen durch Querwege verbunden. Die großen Flächen zwischen den Schleusenhäuptern wurden umgepflügt, mit künstlichem Dünger ausgiebig bestreut und dann mit Gras und Klee ausgesät.

6. Einrichtungen für den Schiffahrtsbetrieb. Zum Festmachen großer Schiffe wurden auf der Mittelmauer und hinter den Seitenmauern im ganzen 90 Poller vorgesehen. Die Poller wurden für eine größte Zugkraft der ungelegten Trosse von 60 t berechnet. Sie bestehen aus Gußeisen und sind innen mit Zementmörtel ausgegossen (Abb. 9). Auf der Mittelmauer greifen die Poller in das Betonmauerwerk ein und wurden in ihm vergossen. Hinter den Seitenmauern wurden die Poller in besonderen Betonklötzen versetzt.

Zum Anbinden kleinerer Schiffe dienen 60 Stück Haltekreuze, (Abb. 10), die gleichmäßig über die Kammerwände verteilt wurden. Die Kreuze sitzen in besonderen Werksteinen, durch die ihre Halteisen wagerecht hindurchgreifen.

An Steigeleitern (Abb. 11) wurden im ganzen 28 Stück vorgesehen. Sie reichen von Schleusenoberkante bis + 18,97 hinab und liegen in kleinen im Mauerwerk ausgesparten Nischen, die oben mit gußeisernen Platten abgedeckt sind. In diesen Platten wurden längliche Schlitzlöcher für das Eingreifen der Hände beim Besteigen oder Verlassen der Leiter vorgesehen. Die Leiternischen wurden beiderseitig mit kleinen Werksteinen eingefäßt. Um den Schiffen während des Durchschleusens Trinkwasser an Bord geben zu können, wurden auf der Mittelmauer drei Unterflurhydranten und hinter jeder der beiden Seitenmauern je drei Ueberflurhydranten, im ganzen neun Hydranten, eingebaut, die durch gußeiserne Leitungen Anschluß an das städtische und das kanaleigene Wasserleitungsnetz erhielten. Zur Wasserabgabe an die Schiffe dienen mit Tauwerk umwickelte Lederschläuche.

D. Baustoffe und deren Beschaffung.

Vom Wasserbaudirektor Rogge.

1. Betonstoffe. Als Hauptbaustoff konnte für die Schleusen mit Rücksicht auf Kostenersparnis und Schnelligkeit der Ausführung nur Beton in Frage kommen. Schwierig war die Entscheidung, ob reinem Zementbeton, Trass-Kalkbeton oder Trass-Zementbeton der Vorzug zu geben sei. Die alten Schleusen des Kanals waren mit bestem Erfolg in Traß-Kalkbeton erbaut worden; es lag daher nahe, daß auch für die neuen Schleusen diese Betonart in Aussicht genommen wurde. Bei der Einzelbearbeitung zeigte sich aber, daß bei der täglich erforderlichen großen Betonmenge die Kalkgruben einen solchen Umfang annehmen würden, daß sie auf dem an sich schon sehr beschränkten Baugelände nicht mehr untergebracht werden konnten. Es wurde daher auch erwogen, den Kalk in gelöschtem Zustande als Pulver zu beziehen, und ihn in Mischgefäßen mit dem Traß-Pulver zu vermengen, oder ihn wie in den Kalksteinfabriken, in Trommeln zu löschen, und in diesen Trommeln den zu Brocken vorgebrochenen Traß gleichzeitig zu mahlen und ihn so mit dem Kalk zu mischen. Beide Mörtelbereitungsarten würden wahrscheinlich zum Ziele geführt haben; im vorliegenden Falle aber, wo alles darauf ankam, die Betonbereitung so betriebssicher wie irgend möglich zu gestalten, damit die Pünktlichkeit der Bauausführung nicht gefährdet wurde, erschien es nicht ratsam, bisher noch unerprobte Mörtelbereitungsanlagen zu wählen. Es kam hinzu, daß die Vorteile des Traß-Kalkbetons für den Holtener Schleusenbau nicht so stark ins Gewicht fielen. Einmal hat das Ostsee- und Kanalwasser nur einen solchen geringen Salzgehalt, daß ein Anfressen des Betons kaum zu erwarten, auf seine völlige Undurch-

lässigkeit somit kein zu großes Gewicht zu legen war. Dann lag die Betonbereitungsanlage so dicht bei den Verwendungsstellen, und die Beförderungseinrichtungen (Lokomotiven und Kabelkrane) waren so leistungsfähig, daß ein Abbinden des Betons vor seinem Einbau nicht zu befürchten stand. Endlich kamen Unterwasserschüttungen überhaupt nicht vor, und damit entfiel der sonst erhebliche Vorteil des Traß-Kalkbetons, daß er bei dieser Art der Bauausführung im Gegensatz zum Zementbeton nur sehr wenig Schlamm absondert.

Auf Grund dieser Erwägungen und nach eingehenden Versuchen in der für den Schleusenbau errichteten Versuchsanstalt sowie im Materialprüfungsamt in Groß-Lichterfelde wurde vom Traß-Kalkbeton Abstand genommen und dem Zementbeton mit Traßzusatz der Vorzug gegeben. Der Zuschlag von Traß wurde für erforderlich gehalten, weil bei reinem Zementbeton ein zu schnelles Abbinden und eine zu große Wasserdurchlässigkeit zu befürchten stand. Nach dem Ergebnis sehr ausführlicher Versuchsreihen wurde der Traßzusatz zu 1 Raumteil Traß auf 2 Raumteile Zement festgesetzt. Ob der Traßzusatz wirklich notwendig war, kann nach dem praktischen Ergebnis der Bauausführung zweifelhaft sein. Die Beförderungseinrichtungen für den Beton haben sich als so leistungsfähig erwiesen, daß im ungünstigsten Falle von der Bereitung bis zum Einbau des Betons selten mehr als 25 bis 30 Minuten verstrichen; innerhalb dieser Zeit würde aber auch reiner Zementbeton nicht so stark abgebunden haben, daß seine Verwendung irgendwie bedenklich gewesen wäre. Gegen die Wasserdurchlässigkeit hat aber der Traß nur wenig gewirkt; jedenfalls zeigte sich beim Einbau der eisernen Dükerrohre und in den zum Teil unter Wasser liegenden Maschinenkammern, daß der Beton trotz seiner fetten Mischung und trotz des Traßzusatzes sehr viel Wasser selbst durch reichlich 5 m starke Wände durchließ und daß es erheblicher Dichtungsarbeiten bedurfte, um die unter Wasser liegenden Räume trocken zu halten. Auch in wirtschaftlicher Beziehung hat der Traß keine besonderen Vorteile gebracht. Wenn der Preis des auf der Baustelle gemahlten Trasses auch etwas unter dem des Zements liegt, so gestaltete doch das Verarbeiten des Trasses, insbesondere das ziemlich zeitraubende Löschen der zu Wasser kommenden Tuffsteine, ihre Lagerung in umfangreichen Schuppen und ihr Vermahlen sowie das Mischen des Trasses mit dem Zement die Betonbereitung so viel verwickelter als bei ausschließlicher Verwendung von Zement, daß der Preisunterschied hierdurch mittelbar wieder ausgeglichen wurde.

Von großem Vorteil war aber der Traßzusatz für den beim Verblendmauerwerk benutzten Mörtel, da er geschmeidiger als reiner Zementmörtel ist und sich nach dem Anmachen wesentlich länger als dieser verwendungsfähig hält. Auch die Maurer bestätigten diesen Vorteil immer wieder und betonten besonders, daß beim Traß-Zementmörtel die Hände bei weitem nicht so stark litten, wie beim reinen Zementmörtel.

Bei der Verdingung der Mörtelstoffe war noch nicht endgültig entschieden, welche Betonart gewählt werden würde, zumal die Preisforderungen für die einzelnen Stoffe auf diese Entscheidung noch von Einfluß sein mußten. Es wurden daher in gemeinsamer Ausschreibung gleichzeitig Zement, Tuffsteine und Kalk verdingen; dabei wurde neben Portlandzement auch Eisenportlandzement und neben ungelöschtem Aetzkalk auch gelöschtes Kalkpulver (Zementkalk) zugelassen. In den Verdingungsunterlagen behielt sich die Bauverwaltung, abgesehen von technischen Erwägungen erst nach der Preisstellung die Entscheidung für die eine oder die andere Betonart vor. Auf diese Weise war es möglich, sich gegen zu hohe Preisforderungen der bei allen drei Baustoffen zu Verbänden vereinigten Lieferer zu schützen.

An Portlandzement oder Eisenportlandzement wurden bis zu 70 000 t verdingen. Die Lieferung von Tuffsteinen erstreckte sich auf eine Menge von ebenfalls bis zu 77 000 t. Ungelöschter Kalk (Aetzkalk) wurde in einer Menge bis zu 30 000 t verdingen. Der neben dem Aetzkalk zum Angebot zugelassene gelöschte hydraulische Kalk (Zementkalk) war als Pulver anzuliefern und sollte gegen Einflüsse der Luft mindestens so beständig wie Zement sein. Als Zuschläge zum Beton wurden Kies und Steinschlag gewählt, weil diese beiden Baustoffe an der Ostsee in großen Mengen und zu verhältnismäßig billigen Preisen zur Verfügung stehen. In der Annahme, daß vielleicht ein Teil des Betonkieses in der Schleusenbaugrube gewonnen werden könnte, wurden zunächst 350 000 cbm ausgeschrieben; als sich nachträglich herausstellte, daß der Kies in der Baugrube nicht grob genug war, wurde diese Menge später auf etwa 425 000 cbm erhöht. Der Zuschlag erfolgte auf Grubenkies, der vom östlichen Ufer des Kieler Hafens in großen Mengen zu gewinnen war. An Steinschlag wurden 75 000 cbm verdingen.

Der Zuschlag wurde auf Granitkleinschlag erteilt, der von einem deutschen Lieferer auf der dänischen Insel Seeland aus großen Findlingen in Steinbrechern gebrochen und in Seeleichtern zur Baustelle geschafft wurde.

Die Zusammensetzung des Betons war je nach seiner Beanspruchung verschieden. Der beste Beton wurde für die Häupter- und die Pfeiler verwandt, gegen die die Schiebetore drücken;

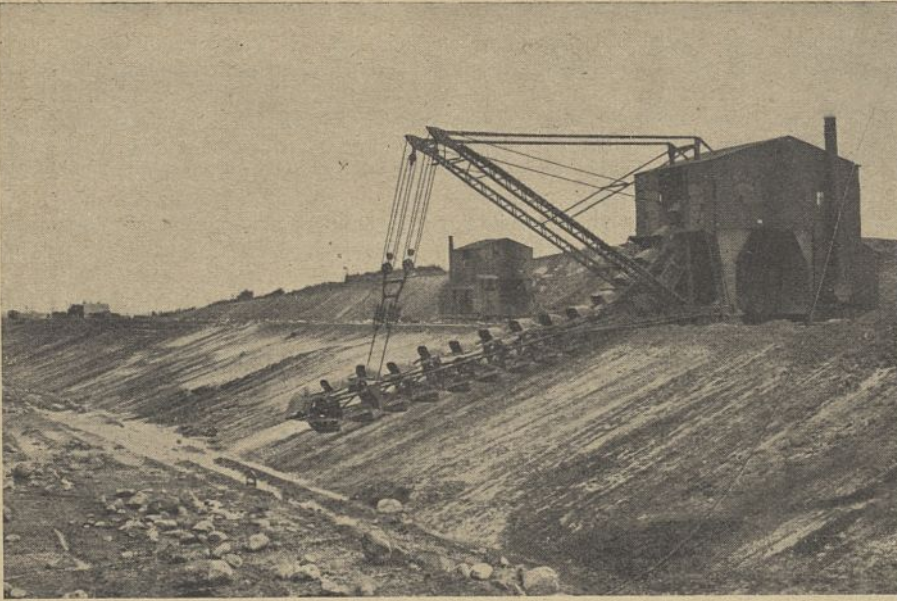


Abb. 12. Abräumen des Baugeländes. ■

er bestand aus dem Zement-Traßgemisch mit Zusatz von Kies und Steinschlag im Verhältnis 2:1. Das Verhältnis des Mörtelbildners zum Zuschlag war 1:5,6, so daß 1 cbm fertiggestampfter Steinschlagbeton 800 l Kies, 400 l Steinschlag, 143 l Zement und 71 l Traß enthielt. Die Schleusenmittelmauer, die Seitenmauern und die Tornischenmauern wurden in Kiesbeton mit einem Mischungsverhältnis von 1 Teil Mörtelbildner auf 7 Teile Zuschlag hergestellt; 1 cbm enthielt 1200 l Kies, 114 l Zement und 57 l Traß. Die Betonabdecksteine der Schleusensohlen bestanden ebenfalls aus reinem Kiesbeton, der aber nur eine magere Mischung von 1 Teil Mörtelbildner auf etwa 9 Teile Kies hatte. Ganz besonders fetter Steinschlagbeton (1 Teil Mörtelbildner auf 4 Teile Zuschläge) wurde für die unterste 30 cm starke Betonlage unter den Häuptern verwandt, um die Sohlen nach unten hin undurchlässig zu machen und sie so gegen den Angriff des Seewassers nach Möglichkeit zu schützen.

2. Verblendklinker und Werksteine. Ursprünglich war in Aussicht genommen, die über Wasser sichtbar bleibenden Außenflächen der Schleusen mit Hausteinen oder Basaltsäulen, die übrigen Flächen aber mit Klinkern zu verblenden. Nachträglich entschied man sich aber dazu, auch über Wasser einer Klinkerverblendung den Vorzug zu geben, weil die Schwimmfelder in den Schleusenkammern beim Reiben an den rauhen Hausteinen oder Basaltsäulen zu stark gelitten hätten.

Im ganzen waren rund 1 100 000 Steine für die Verblendung der Schleusen über Wasser, rund 4 400 000 Steine für die Verblendung der Schleusen unter Wasser, rund 2 600 000 Steine für die Auskleidung der Umläufe und Stichkanäle und rund 5 900 000 Steine für die hinteren Lagen der Schleusenverblendung mit 250 kg/qcm Druckfestigkeit statt 400 bei den übrigen erforderlich. Für alle Steine war das Format $22 \times 10,5 \times 6,5$ vorgeschrieben. Das Normalformat wurde ausnahmsweise nicht gewählt, weil es bei seiner größeren Steinlänge von 25 cm im vorliegenden Falle, wo es sich um eine Verblendung handelte, weniger wirtschaftlich gewesen wäre.

An Werksteinen waren im ganzen 4800 cbm erforderlich. Bei der Verdingung wurden Hartgesteine jeder Art zugelassen, sofern sie den im einzelnen gestellten Bedingungen genügten. Nach ihrem Verwendungszweck und nach der Art ihrer Beanspruchung wurden die Steine in 4 Lose eingeteilt.

Los 1 (820 cbm) umfaßte die Steine der Gleitbahnen, die zur Unterstützung der Torkufen bei den Schiebetoren dienen.

Los 2 (2270 cbm) enthielt den umfangreichsten und wichtigsten Teil der Lieferung, nämlich die den hohen Tordrücken ausgesetzten Anschlagsteine unter Wasser.

Los 3 (730 cbm) umfaßt die geringeren Drücken ausgesetzten Anschlagsteine über Wasser, die Einfassungen der Leiternischen sowie die Steine zum Befestigen der Haltekreuze und der Fenderketten.

Los 4 (700 cbm) waren die 1,25 m breiten und 0,3 m starken Abdeckplatten. Sie durften in ihrer Länge zwischen 0,75 und 1,5 m schwanken. Der Zuschlag erfolgte für Los 1 auf schlesischen und sächsischen, für Los 2 auf schwedischen und schlesischen, für Los 3 auf sächsischen Granit und für Los 4 auf

Basaltlava. Getrennt für sich wurden später noch die Werksteinverblendungen der Umlaufmündungen und die Anschlagsteine der Schützen in einer Gesamtmenge von 280 cbm verdungen. Gewählt wurden zum Teil sächsischer, zum Teil Harzer Granit aus der „Steinernen Renne“.

E. Ausführungen der Erd- und Mauerarbeiten.

Vom Wasserbaudirektor Rogge und Regierungs- und Baurat Prengel.

1. Abräumung des Baugeländes. Das Baugelände der neuen Schleusen nebst ihren Einfahrten war von rund 1,8 Millionen cbm Boden, der sich am höchsten Punkte bis 17 m über der künftigen Höhe des Schleusengeländes erhob, überlagert. Er mußte von Westen nach Osten mit Trockenbaggern abgeräumt werden, um zunächst Platz für den Lagerplatz, die Betriebseinrichtungen des Schleusenbaues und sodann für das Binnenhaupt der Schleuse zu schaffen, da noch vor Beendigung der Abräumung die Arbeiten für den eigentlichen Schleusenbau beginnen mußten. Der Boden mußte mangels geeigneter Ablagerungsflächen oder Verwendungsstellen 17 km weit nach See bis etwa in Höhe von Stein geschafft und dort verklappt werden. Das Schüttgerüst zum Beladen der Schuten mußte, damit die alten Schleusen durch den Schutenverkehr nicht unnötig belastet wurden, am Kieler Hafen errichtet werden, wozu nur das Ufer zwischen der alten Kanaleinfahrt und dem Marinekohlenhof zur Verfügung stand. Dort behinderte der Erdtransport auch den Schleusenbau am wenigsten.

Die Abräumung der 1,8 Millionen cbm wurde der Firma Gebrüder Goedhardt in Düsseldorf auf Grund öffentlicher Ausschreibung zusammen mit etwa 1,1 Millionen cbm Boden, die aus den Schleusenbaugruben zwischen +23,77 und +12,0 auszubaggern waren, übertragen. Der Boden über +23,77 kostete 0,72 M/cbm, der unter +23,77 0,82 M/cbm im Profil gemessen. Die Betriebseinrichtungen, die Arbeitsfläche für die Bagger, das Schüttgerüst mit seinem Hafen und seinen Rampen, wurden zu Anfang des Jahres 1909 hergestellt, so daß mit der Abräumung Ende April 1909 am westlichen Ende begonnen werden konnte. Der Boden wurde in 2 Schnitten, einer über +29 m, der andere unter +29 m durch 2 Lübecker Dampf-Trockenbagger, die auf Ordinate +29 m in der Richtung von Osten nach Westen und später Südwesten nach Nordosten liefen, abgetragen (Abb. 12). Die Eimerkette war bei beiden Baggern an der Leiter fest geführt; der untere Bagger arbeitete mit hängender, der obere mit steigender Leiter. Die Bagger bewegten sich mit eigener Kraft. Die Züge konnten mit ihren Lokomotiven unter den Baggern durchfahren und hatten meistens 22 Wagen von rund 5 cbm Fassungsvermögen, so daß jeder Zug rund 100 cbm Boden beförderte. Jede Zugfüllung dauerte im Durchschnitt etwa eine halbe Stunde. Die Gleise von 1,0 m Spurweite führten von den Baggerstellen zu dem Schüttgerüst, auf dem die Züge entleert wurden. Das Schüttgerüst (Abb. 13) bestand aus 2 einander gleichen Teilen, zwischen denen soviel Raum verblieb, daß die Dampfschute „Leviathan“, die die Bodenbeförderung nach See allein besorgte, zwischen ihnen Platz fand. Die Gerüste standen zu beiden Längs-

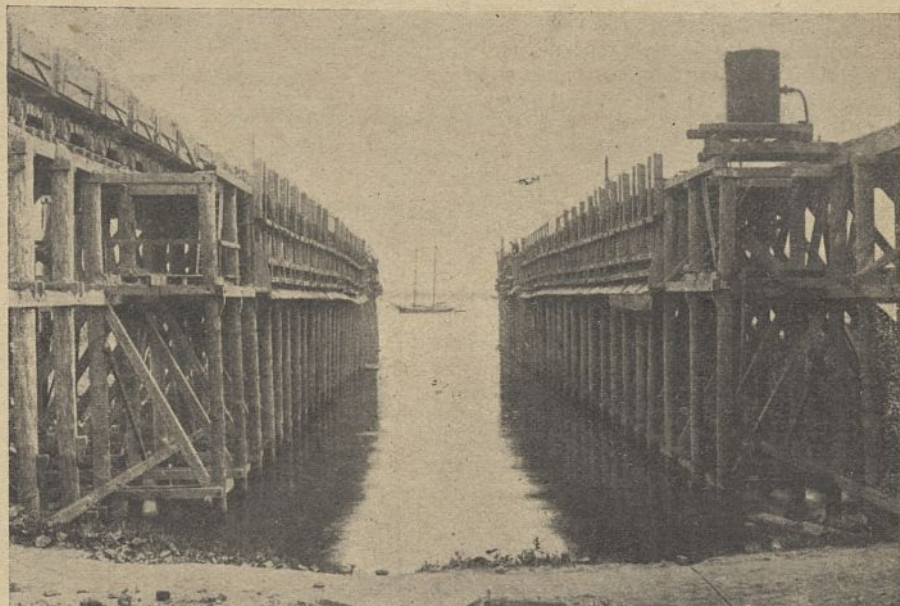


Abb. 13. Schüttgerüst.

seiten eines für den „Leviathan“ besonders ausgehobenen Hafens; sie hatten nach innen Taschen, die mit seitlichen Klappen verschlossen waren und von oben geöffnet werden konnten. Das Fassungsvermögen sämtlicher Taschen betrug etwa 1000 cbm.

Die Dampfschute „Leviathan“ war aus einem Spüler zur Schute mit Bodenklappen umgebaut und faßte etwa 1200 cbm losen Boden. Für die 17 km lange Seefahrt zur Klappstelle, das Klappen und die Rückfahrt brauchte sie zusammen etwa 3 Stunden. Während dieser Zeit hatten die Bagger rund 1000 cbm losen Boden geleistet, die in die Taschen des Schüttgerüsts gefüllt waren. Das Entleeren der Taschen in die Schute dauerte etwa eine halbe Stunde. Die während dieser Zeit von den Baggern geleisteten weiteren 200 cbm wurden durch die offenen Taschen unmittelbar in den „Leviathan“ geschüttet.

Nach Abstellung einiger Mängel bewährte sich dieser Betrieb recht gut. Da der Boden manchmal nicht schnell genug aus dem „Leviathan“ herausfiel, wurden die auf ihm noch vorhandenen Spülpumpen und Leitungen so umgebaut, daß durch sie Wasser in den Lageraum gepumpt werden konnte, was das Entleeren beschleunigte. Das Schüttgerüst mußte nachträglich wesentlich verstärkt werden, da die Beanspruchungen beim Füllen und Entleeren der Taschen größer waren, als zunächst angenommen war.

Die Abräumung war Ende September 1911 beendet, hatte also 29 Monate gedauert, so daß im Mittel von beiden Baggern zusammen etwa 62 000 cbm im Monat geleistet worden sind, entsprechend einer Tagesleistung (12 Stunden reine Arbeitszeit) für jeden Bagger von rund 1250 cbm. Die verhältnismäßig geringe Leistung war eine Folge des sehr schweren, manchmal mit Findlingen durchsetzten Bodens, des häufigen Umsetzens der Bagger und der Störungen, die der Seetransport mit sich brachte. Es wurde nur am Tage gearbeitet, da ein längerer Versuch, den Betrieb Tag und Nacht abrecht zu erhalten, kein günstiges Ergebnis gehabt hatte.

2. Aushub der Baugrube bis +12,0 m. Der Abräumung folgte der Aushub der Baugrube bis +12,0 auf dem Fuße. Die

Schleusenbaugrube (vergl. die Abb. 14 und 15) mußte dabei aus Gründen, die später eingehend dargelegt werden, in 5 Bauabschnitte geteilt werden, die nach einander in der Reihenfolge der Zahlenbezeichnung ausgehoben wurden. Die Arbeit wurde, wie bereits erwähnt, gleichfalls von der Firma Goedhart ausgeführt und zwar durch einen Lübecker Trockenbagger mit hängender Leiter und geführter Baggerkette, der die gleiche Leistung hatte, wie die beiden Bagger der Abräumung. Der Aushub ging mit Zügen der gleichen Art wie bei der Abräumung zu einem besonderen Schüttgerüst am Südufer der Einfahrt zu den alten Schleusen; von ihm aus wurde der Boden in kleinere geschleppte Klappschuten von etwa 80 cbm Ladefähigkeit und in größere Dampfschuten von etwa 200 cbm Fassungsraum geschüttet. Der Boden wurde gleichfalls in See verkippt. Die Abräumung und der Aushub lagen also zwar in gleichen Händen, die Betriebe waren jedoch völlig voneinander getrennt, da jeder seine besonderen Geräte, Fördergleise und Schüttstellen hatte. Im ganzen waren 1,1 Millionen cbm auszuheben. Die Arbeit wurde Anfang September 1912, also in 34 Monaten, beendet, so daß durchschnittlich 32 000 cbm Boden im Monat befördert wurden. Es wurde nur am Tage gearbeitet, bis auf die letzten Arbeitsmonate, in denen die Arbeit auch in der Nacht nicht ruhte. In den einzelnen Bauabschnitten wurde wie folgt vorgegangen:

Der erste Bauabschnitt umfaßte das Binnenhaupt mit 320 000 cbm. Mit der Baggerung wurde am Nordende Anfang November 1909 unter Abpumpen des Tageswassers begonnen. Der Bagger lief in der Richtung Ost—West und rückte von Norden nach Süden vor. Ende November traf er auf +15,0 auf starke Quellen. Die Baggersohle wurde deshalb höher, bis auf +18,0 gelegt, um Platz für die erste Staffel der Grundwassersenkung, von der später ausführlich die Rede sein wird, zu schaffen. Hinter dieser Staffel und in ihrem Schutze ging der Bagger dann tiefer auf +13,0, bis dort Ende Dezember wiederum das Wasser der gleichen Quelle durchbrach. Nunmehr wurde die Baggersohle wieder auf +15,0 erhöht und es wurden hier 13 Brunnen geschlagen und 2 Pumpen aufgestellt, die genügend Wasser brachten, so daß unter ihrem Schutze der Bagger nunmehr unbehindert die gewünschte Tiefe von +12,0 erreichen konnte. Die Grundwassersenkungsanlage folgte dem Bagger; in der ganzen folgenden Zeit hielten allein die im Binnenhaupt niedergetriebenen Brunnen das Wasser auf dem gesamten Schleusenbaugelände so niedrig, daß in sämtlichen Aushubteilen für die Baggerung bis +12,0 keine weiteren Maßnahmen zum Trockenhalten der Baggersohle mehr erforderlich waren. Anfang Oktober 1910, also in 11 Monaten, war die Baggerung des Binnenhaupts beendet. Die monatliche Durchschnittsleistung hatte etwa 28 500 cbm betragen.

Der Bauabschnitt 2 (440 000 cbm) wurde wenige Tage nach Beendigung des Teiles 1, also Anfang Oktober 1910, begonnen. Er umfaßte die Mittelmauer und die Südschleuse mit der Seitenmauer, jedoch ohne die Torkammern des Mittel- und Außenhauptes. Zwischen dem Aushubteil 1 und 2 blieb ein Damm stehen für die später zu erwähnenden Kabelkrane, mit denen der unter +12 m liegende Boden herausgehoben und die Baustoffe für das Mauerwerk

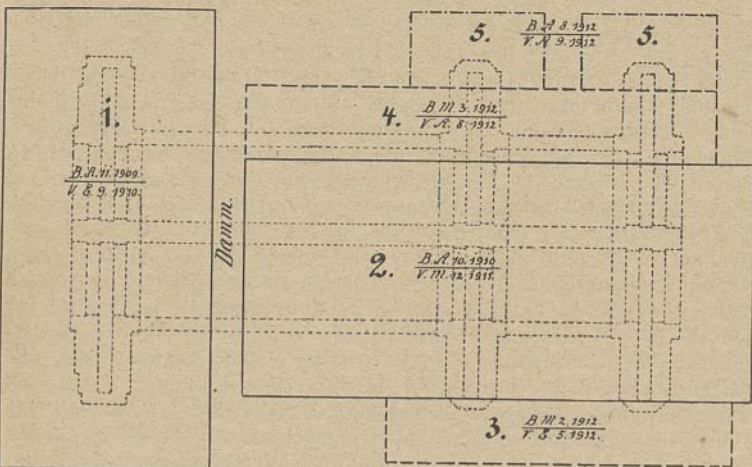


Abb. 14. Baugrubenabschnitte.

B=Beginn-, V=Vollendung der Arbeit. A=Anfang-, M=Mitte-, E=Ende des Monats.

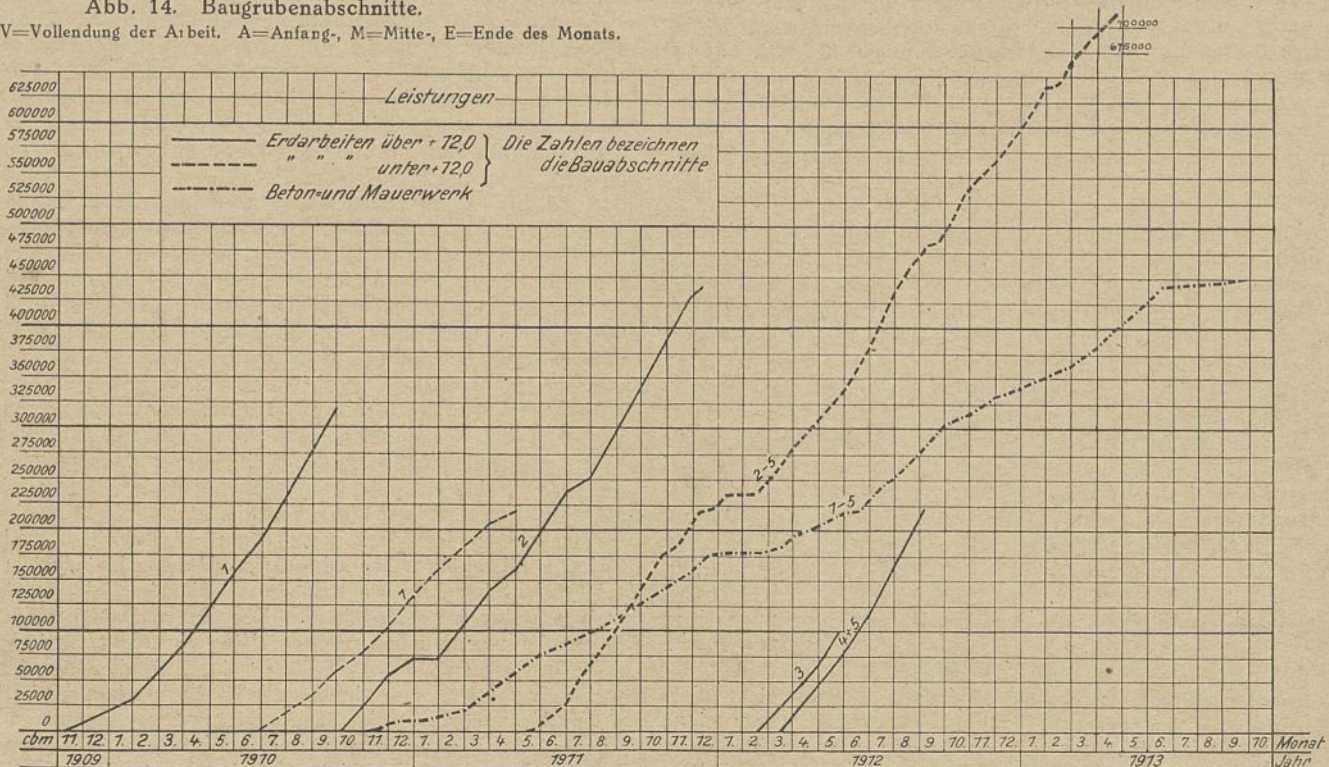


Abb. 15. Leistungen beim Schleusenaushub und beim Betonieren.

eingbracht wurden. Der Bagger lief in der Richtung Nord—Süd und rückte der Abräumung folgend von Westen nach Osten vor. Der gesamte Boden ging über das Schüttgerüst am Außenhafen nach See. Die Arbeit war Mitte Dezember 1911 beendet. Geleistet waren in rund 14 Monaten rund 440 000 cbm, also rund 31 500 cbm im Monat.

Der Bauabschnitt 3 umfaßte die südlichen Mittel- und Außenhaupt-Torkammern mit rund 100 000 cbm. Mit ihm wurde nach dem harten Winter Mitte Februar 1912 begonnen. Der Bagger lief in der Richtung Ost—West und rückte nach Süden vor. Die Arbeit war Ende Mai, also in 3½ Monaten beendet, so daß im Monat durchschnittlich etwa 28 500 cbm geleistet waren. Die geringe Leistung erklärt sich daraus, daß der Boden zum großen Teil nicht nach See gebracht, sondern zum Hinterfüllen der inzwischen fertiggestellten Molen des neuen Marine-Kohlenhofes verwendet wurde. Das Einrichten dieses Sonderbetriebes und die beim Hinterfüllen der tiefgegründeten Molen gebotenen Vorsichtsmaßregeln waren auf den schnellen Fortgang der Baggerarbeit von nachteiligem Einfluß, der aber vom Unterehmer in Kauf genommen wurde, weil er den weiten Seetransport in dieser Zeit ersparte.

Die Bauabschnitte 4 und 5 erstreckten sich auf die Seitenmauer und die Torkammern des Mittel- und Außenhauptes der Nordschleuse. Es waren hier 220 000 cbm zu baggern. Die Arbeit wurde von einem der bei der Abräumung der Baustelle inzwischen entbehrlich gewordenen Bagger ausgeführt, so daß also der Abschnitt 4 bereits in Angriff genommen werden konnte, während im Abschnitt 3 noch gearbeitet wurde. Auf diese Weise ließen sich 3 Baggermonate einsparen. Der Bagger arbeitete in der Richtung Ost—West und rückte nach Norden vor. Zunächst wurde Aushubteil 4 in ganzer Länge ausgeführt und dann — am 1. August beginnend — Teil 5. Zwischen den beiden Torkammern blieb zur Verminderung des Aushubs und damit zur Beschleunigung der Arbeiten ein Damm stehen.

Da zwischen der Baugrube und dem nördlich gelegenen Schleusenbaukraftwerk und dem Kesselhause der Maschinenzentrale der alten Schleusen nur wenig Platz für die Kabelkrane blieb, mußten die Böschungen hier so steil wie möglich gebaggert werden. Während die Böschungen über +12,0 m sonst überall eine Neigung von 1:1,5 hatten, mußten sie hier hinter der Seitenmauer 1:1,2, hinter den Häuptionen sogar 1:1 geneigt werden. Bei dem festen Boden haben diese steilen Böschungen sich im allgemeinen gut gehalten; aus ihnen austretende Quellen wurden aber besonders sorgfältig mit schweren Steinen ausgebaut, um dem Wasser Abzug zu verschaffen und Rutschungen nach Möglichkeit vorzubeugen. Der Aushub war Anfang September 1912, also in 5½ Monaten, beendet, so daß durchschnittlich 40 000 cbm im Monat bei teilweiser Tag- und Nacharbeit geleistet waren. Nach Fertigstellung des Aushubs bis +12,0 räumten die Trockenbagger den Kabelkranen das Feld. Die Schüttgerüste wurden beseitigt, der Hafen für den „Leviathan“ zugeschüttet, und die Uferstrecke vor ihm wieder mit Steinen befestigt.

3. Die Grundwassersenkungsanlagen. Ehe in der Beschreibung der Erdarbeiten fortgefahren wird, empfiehlt es sich, zunächst die Einrichtungen für die Grundwassersenkung zu erörtern. Von ausschlaggebender Bedeutung beim Entwurf für die Grundwassersenkungsanlagen war die richtige Einschätzung des Kraftbedarfs. Einigermassen verlässliche Angaben waren hierfür weder von anderen Bauausführungen noch aus den vorliegenden Veröffentlichungen zu gewinnen. Brennecke gibt zwar in seinem „Grundbau“ die Faustformel $N = \frac{F \times h}{150}$ in der N die Anzahl der erforderlichen Pferdestärken, F die Grundfläche der Baugrube und h die Senkungstiefe bedeutet. Die Unzulänglichkeit dieser Formel liegt aber auf der Hand. Einmal enthält sie keinen Beiwert für die geringere oder stärkere Durchlässigkeit und Wasserführung des Untergrundes; dann aber muß sie für große Baugruben verhältnismäßig zu große Werte ergeben, weil auch bei kleinen Baugruben außerhalb von diesen eine ebenso erhebliche Absenkung stattfindet wie bei einer großen Baugrube, und demnach die für das Absenken des Grundwassers außerhalb der Baugrube nutzlos aufgewandten Kräfte für eine große Baugrube verhältnismäßig geringer sind als für eine kleine. Bei der Flächengröße eines Schleusenhauptes von 8000 qm und der erforderlichen Senkungstiefe von 22 m (von +21,0 m bis -1,0 m) ergab die Brennecke'sche Formel hier einen Kraftbedarf von $N = \frac{8000 \times 22}{150} = 1170$ PS. Mit dieser Maschinenleistung hätten bei einem Gesamtwirkungsgrad von 0,5 in einer Sekunde $N = \frac{1170 \times 75 \times 0,5}{22} = \text{rund } 2000$ Liter gefördert werden können. Nach den Erfahrungen beim Bau der alten Schleusen war mit einem derartig gewaltigen Wasserandrang bestimmt nicht zu rechnen, denn damals war es gelungen, mit insgesamt etwa 100 PS die etwa 20 000 qm große Baugrubenfläche bis auf +7,0 trocken zu halten. Bei einer Förderhöhe von 14 m (von +21,0 m bis +7,0 m) wäre also damals, wenn man den Gesamtwirkungsgrad wieder zu 0,5

annimmt, ein Wasserandrang von nur $100 \frac{100 \times 75 \times 0,5}{14} = \text{rund } 250$

Liter zu bewältigen gewesen. Er erschien daher ausreichend sicher, wenn man bei dem Bau der neuen Schleusen mit einer Höchstmenge von etwa 1000 Liter/sec. rechnete und dementsprechend den Kraftbedarf auf etwa die Hälfte der nach Brennecke errechneten 1170 PS, nämlich auf rund 600 PS festsetzte. Es mag hierbei vorweg bemerkt werden, daß die zu fördernde Wassermenge bei der Bauausführung nie über 860 Liter/sec. gestiegen ist, trotzdem die Grundwassersenkung gleichzeitig nicht allein auf ein einzelnes Haupt von nur 8000 qm Grundfläche, sondern auf die gesamte Schleusenbaugrube mit rund 60 000 qm Grundfläche ausgedehnt wurde. Ueber das Kraftwerk, in dem der für die Grundwassersenkung erforderliche Strom erzeugt wurde, sowie über die Pumpen, Motore, Filterbrunnen, Saug- und Druckleitungen finden sich eingehende Mitteilungen in den in dieser Zeitschrift (Jahrgang 1913, S. 322 u. f.) erschienenen Aufsatz von Gährs und Prietze: „Die Betriebs-einrichtungen beim Bau der neuen Ostseeschleusen des Kaiser-Wilhelm-Kanals.“ Der Vollständigkeit wegen sei über diese Anlagen hier kurz folgendes erwähnt:

Der elektrische Strom für die Grundwassersenkung und die übrigen maschinellen Anlagen des Schleusenbaues wurde in dem nördlich von der Schleusenbaugrube (vergl. Abb. 2) von der Bauverwaltung errichteten und betriebenen Schleusenbaukraftwerk erzeugt. Maschinen, Kessel und Werkstatt lagen in einem massiven Hause; daneben stand der 40 m hohe, oben 1,75 m im Lichten weite Schornstein. Es wurden für den Kraftbedarf von 600 PS, für die Absenkung und ebensoviel für die Baumaschinen und die Beleuchtung drei Maschinensätze zu 500 KW gewählt, von denen zwei gleichzeitig arbeiteten und einer in Betriebsbereitschaft stand. Die Verbraucher waren in die Gruppen: 1 und 2: Grundwassersenkung, 3 und 4: Kabelkrane Baugrube, 5: Kabelkrane Lagerplatz, 6: Lagerplatz, 7: Traßmühle, Zementsilo, Betonmischanlage, 8: Marinekohlenhof, 9, 10 und 11: andere Baustellen in der Nähe, 12: Reserve, eingeteilt. Jeder Gruppe wurde der Strom soweit als irgend möglich durch ein unterirdisches Kabel zugeleitet; nur in ganz seltenen Fällen kamen auch Freileitungen vor. Der Drehstrom wurde durch Turbodynamos erzeugt. In einem Anbau war eine Werkstatt für den gesamten Baubetrieb untergebracht, die Drehbänke, Bohr-, Stoß- und Hobelmaschinen enthielt. In weiteren Nebengebäuden waren eine Schmiede, Elektrikerwerkstatt, Tischlerwerkstatt und ein Wickelraum für Elektromotoren eingerichtet. Das Kraftwerk war von Mitte Dezember 1909 bis Mitte Januar 1914 = 49 Monate dauernd im Betrieb. Der durchschnittliche Tagesverbrauch schwankte innerhalb der Hauptbetriebszeit zwischen etwa 450 und 850 KW. Die Anlage kostete neu rund 426 000 M.; sie wurde für 125 000 M. auf Abbruch verkauft, belastete also den Bau ohne Einrechnung der Zinsen mit rund 300 000 M. Das gesamte Kabel- und Leitungsnetz kostete 80 000 M., der Betrieb an Löhnen, Putz- und Schmierstoffen zusammengenommen 727 000 M.; 1 KW-Stunde stellte sich auf rund 8,5 Pfg. An Unternehmer für Arbeiten auf und in der Nähe der Schleusen wurde die KW.-Stunde zu einem Einheitspreise von 12 Pfg. abgegeben.

Für die Wasserförderung wurden 12 Stück 75 pferdige Pumpen nebst Motoren beschafft, von denen angenommen war, daß 8 mit einem Gesamtkraftbedarf von 600 PS. gleichzeitig arbeiten sollten, während 4 weitere in Betriebsbereitschaft standen. Pumpen und Motoren waren auf einer gemeinsamen gußeisernen Unterlagsplatte festgeschraubt und mit einander durch elastische Lederkupplung verbunden. Für die Förderhöhen zwischen 13 bis 19 m, 19 bis 25 m und 25 bis 32 m wurden je besondere Schaufelräder mit verschiedener Schaufelsteigung eingesetzt, um immer einen möglichst günstigen Wirkungsgrad zu erzielen. Die Umdrehungszahl der Pumpen betrug 975 in der Minute; der Wirkungsgrad war etwa 0,7 und die wirkliche Saughöhe 8,0 m. Die Pumpensätze wurden mit dem Anlasser und dem Ampèremeter in einem Holzhäuschen untergebracht, das leicht zu versetzen war.

Die 15 cm weiten Filterbrunnen waren 13,75 m lang; der eigentliche Filterkörper war aus zwei zusammenschraubbaren, je 3,75 m langen Teilen zusammengesetzt. Das Filterrohr bestand aus verzinktem Eisenblech mit Längsschlitz, um das zunächst ein 3 mm starker, verzinkter Eisendraht gewunden war. Dann folgte die aus Messing bestehende Filtergaze, die zum Schutz noch mit einem weitmaschigen Netz aus verzinktem Eisendraht umgeben wurde. Auf den Filterkörper war das 6,0 m lange schmiedeeiserne Aufsatzrohr aufgeschraubt. Die Brunnen wurden im Schutze eines 300 mm weiten Bohrrohres eingebaut. Der Raum zwischen Bohrrohr und Filterrohr wurde mit gesiebtem Kies ausgefüllt, und das Bohrrohr dann herausgezogen. In das Filterrohr ragte das 10 m lange, 100 mm weite Saugrohr, das oben eine Rückschlagklappe hatte und mit einem Krümmer an die Saugrohrleitung angeschlossen war. Der Abstand der Filterbrunnen voneinander betrug im allgemeinen 5,0 m.

Die Saug- und Druckleitungen hatten einen lichten Durchmesser von 30 cm. Sie bestanden aus 3 mm starken, autogen zusammengeschweißten Eisenblechen von 4 m Stück-Länge. Die Rohre wur-

den mittels loser Flanschen verbunden, die sich hinter winkelförmige, vor Kopf stumpf angeschweißte Wulstringe legten. Als Dichtungsstoff dienten Gummi- oder Papierfaserringe. Diese Rohre haben sich vorzüglich bewährt, einmal weil sie sehr leicht waren, und dann, weil mit dem autogenen Schweißgerät sehr schnell Paßstücke herzustellen waren. Die von jeder Pumpe ausgehenden Stränge der Saugleitungen konnten durch je einen gußeisernen Schieber abgeschlossen werden. Außerdem saß in der Saugleitung unmittelbar vor, in der Druckleitung unmittelbar hinter jeder Pumpe je ein Schieber. Im allgemeinen hatte jede Pumpe eine eigene Druckleitung, die in Rinnen aus Eisenblech entleerte. An wichtigen Stellen wurden 2 Pumpen nebeneinander gesetzt, damit beim Versagen der einen die andere zur Aushilfe dienen konnte; beide bildeten eine Gruppe. Arbeiteten mehrere Gruppen an einer gemeinsamen Saugleitung, so waren beide von einander durch einen Schieber getrennt, so daß jede ihr eigenes Arbeitsgebiet hatte, aber auch in Notfällen beim Versagen der Nachbargruppe deren Arbeit übernehmen konnte. Es war also jede Pumpe, wie jede Pumpengruppe selbständig.

Die Gesamtkosten der für die Grundwassersenkung beschafften Geräte ausschließlich des Kraftwerks und der Kabel setzten sich wie folgt zusammen:

1. 190 Stück Filterbrunnen mit Saugrohr, Rückschlagklappe, Krümmer	39 900 M.
2. 2400 m Saug- und Druckrohrleitung, einschließlich 209 Stück T-Stücken, dazu Krümmer verschiedener Bogenlänge	26 270 „
3. 600 m Abflußrinne	10 440 „
4. 12 Pumpen nebst Motoren, Anlassern usw.	46 300 „
zusammen rund	123 000 M.

Es kostete: 1 Brunnen von einem Unternehmer einzubauen, wieder zu ziehen, zur späteren Wiederverwendung zu säubern und zu lagern 95 M, 1 Sprengung im Bohrrohr 15 M.

Die Saug- und Druckrohrleitungen wurden teils zum vereinbarten Preise von 2,20 M/lfdm., teils im Tagelohn verlegt. Die Pumpen und Motore wurden von der Bauverwaltung aufgestellt und betrieben.

4. Kabelkrane und Löffelbagger. So einfach sich die Baugrubenbaggerung bis zur Tiefe +12,0 m gestaltete, so schwierig erschien zunächst die weitere Tiefenbaggerung bis -1,0 m hinab. Die Schleusenbaugrube war (vergl. Abb. 2) im Norden durch die bestehenden Maschinenanlagen der alten Schleusen, im Osten durch den Marine-Kohlenhof, im Süden durch die städtische Gasanstalt und die Abräumarbeiten auf das äußerste beengt; nur im Westen stand eine freie Fläche zur Verfügung, die aber nur ausreichte, um auf ihr die Lagerplätze für die Baustoffe und die Betonbereitungsanlagen unterzubringen. Bei dieser Beschränktheit der Baustelle war eine Rampenentwicklung für Erdzüge aus der Baugrube heraus völlig ausgeschlossen. Nachdem der Versuch einer öffentlichen Verdingung des Bodenaushubs unter +12,0 m bis -1,0 m hinab für das Binnenhaupt ergebnislos verlaufen war, entschloß sich die Bauverwaltung zur Beschaffung von fahrbaren Kabelkränen, die bis dahin in Deutschland auf Baustellen kaum, in Amerika dagegen schon seit Jahren erprobt waren. Für das Zusammenarbeiten mit den Kabelkränen konnten nur Löffelbagger in Frage kommen, weil diese im Gegensatz zu den Eimerbaggern leicht beweglich sind und das Baggergut ohne weiteres in die Krankübel werfen. Eine erneute Verdingung, bei der dem Unternehmer die Kabelkrane und die ebenfalls von der Bauverwaltung beschafften Löffelbagger zur Verfügung gestellt wurden, ergab einen Einheitspreis von 0,98 M/cbm, in dem der Seetransport miteingeschlossen war, und der somit als günstig bezeichnet werden konnte.

Von Bedeutung und schwierig zu entscheiden war die Frage, welche Spannweite man den Kabelkränen geben sollte. An sich wäre es das einfachste gewesen, die Krane ständig gleichlaufen zur Schleusenlängsachse arbeiten zu lassen und ihnen eine solch große Spannweite zu geben, daß sie die Baugrube in ihrer gesamten Breite bestreichen. Das hätte aber wegen der breiten Häupter eine Stützweite von etwa 325 m und daher sehr schwere, teure und unhandliche Krane erfordert; außerdem hätten auf der sehr beengten Nordseite die breiten Stützen keinen Platz gefunden. Man entschloß sich daher, von einer einheitlichen Ueberspannung der ganzen Baugrube Abstand zu nehmen und diese lieber in einzelne Teile zu zerlegen, für die eine geringere Stützweite genügte. Die Teilung geht aus der Abb. 14 hervor. Danach bestreichen die Krane zunächst von Norden nach Süden laufend die Baugrube des Binnenhauptes, wofür eine Spannweite von 176 m genügte. Sodann schwenkten die Krane linksdrehend um 90° und überspannten den für den Bau

der Mittelmauer und der südlichen Seitenmauer erforderlichen Raum mit einer Spannweite von 160 m. Nach Fertigstellung der Mittelmauer wurden die nördlichen Kranstützen auf einer schweren Holzbrücke über die Böschung hinweg auf die Mittelmauer gebracht, während die Südstützen um ein entsprechendes Stück nach Süden geschoben wurden; nunmehr genügte dieselbe Stützweite von 160 m, um auch die südlichen Tornischen des Mittel- und Außenhauptes zu überbrücken. Für den Bau der Nordschleuse mußten endlich die Krane nacheinander eine Linksschwenkung um 180° machen; in ihrer neuen Stellung vermochten die Krane die gesamte Baugrube der Nordschleuse einschließlich der Nischen des Mittel- und Außenhauptes zu bestreichen.

Die Unterteilung der Baugrube in einzelne Abschnitte brachte allerdings einige Unbequemlichkeiten mit sich. Einmal mußte zwischen Bauteil 1 und 2 ein in der Sohle (-1,0 m) etwa 85 m breiter Damm stehen bleiben, auf dem die östlichen Kranstützen während des Aushubs des Binnenhauptes liefen; die Dammbreite von 85 m ließ sich im Bauabschnitt 2 nicht mit den Kabelkränen bestreichen, und deshalb mußte hier beim Beseitigen des Bodens und dem nachherigen Einbringen des Betons für das westliche 85 m lange Stück der Mittelmauer eine besondere Längsförderung in der Baugrube mittels Loren auf Schienen eingeschaltet werden. Sodann war der Umbau und das Schwenken der Krane nicht ganz einfach; in der ersten Zeit dauerten diese Arbeiten ziemlich lange; nachdem die Leute aber eingearbeitet, und geeignete Drehkreise für das Schwenken der Stützen beschafft waren, dauerte das Versetzen eines Kranes kaum eine Woche, und diese Zeit wurde nebenbei noch zum gründlichen Ueberholen der Maschinen nutzbringend verwandt. Jedenfalls waren die erwähnten Nachteile der Baugrubenteilung nicht derartig schwerwiegend, daß sie die Beschaffung 325 m weit gespannter Krane zum unbehinderten Ueberspannen der ganzen Baugrube gerechtfertigt hätten.

Die Bauart der von der Firma Pohlig in Köln-Zollstock gelieferten vier Kabelkrane, zu denen später noch ein fünfter hinzutrat, ist in dem bereits früher erwähnten Aufsatz von Gähns und Prieze eingehend beschrieben und auch in Einzelzeichnungen genau dargestellt. Hier mögen daher (Abb. 16) folgende kurze Angaben genügen. Die Spurweite der Stützen auf den Kranschielen betrug 8,0 m, die zwischen die Stützen gespannten Trageile hatten einen Durchmesser von 50 mm. Auf dem Trageil lief die Katze mit 8 Tragrollen. Für das Bewegen der Katze und das Heben des Lasthakens diente je ein besonderes Zug- und Hubseil. Das Hub- und Fahrwerk wurde von einem 75 PS. Drehstrommotor angetrieben; die größte zulässige Belastung des Kranhakens betrug 42 t. Der Führerstand war im Kran untergebracht, damit der Führer guten Ueberblick hatte. Zum Herausschaffen des Bodens dienten eiserne Kübel von 1,75 cbm Fassungsraum, die ihren Inhalt nach Losschlagen einer einfachen Klinke durch einen an den Kranstützen angebrachten eisernen Schüttrumpf in die Loren entleerten. Die Kosten jedes Kabelkranes stellten sich einschließlich der Kübel und der Unterstützungsschienen auf rd. 50 000 M. Die mit den Kabelkränen zusammen arbeitenden beiden Löffelbagger mit 1 cbm Löffelinhalt wurden zum Preise von etwa 22 000 M für das Stück von Menck & Hambrock in Altona beschafft; später trat noch ein dem Unternehmer gehöriger Löffelbagger von 1,5 cbm Löffelinhalt hinzu. Im schlanken Betriebe waren in einer Stunde etwa 20 Kranspiele, d. h. Füllungen eines Kübels durch den Bagger und ihr Abtransport durch

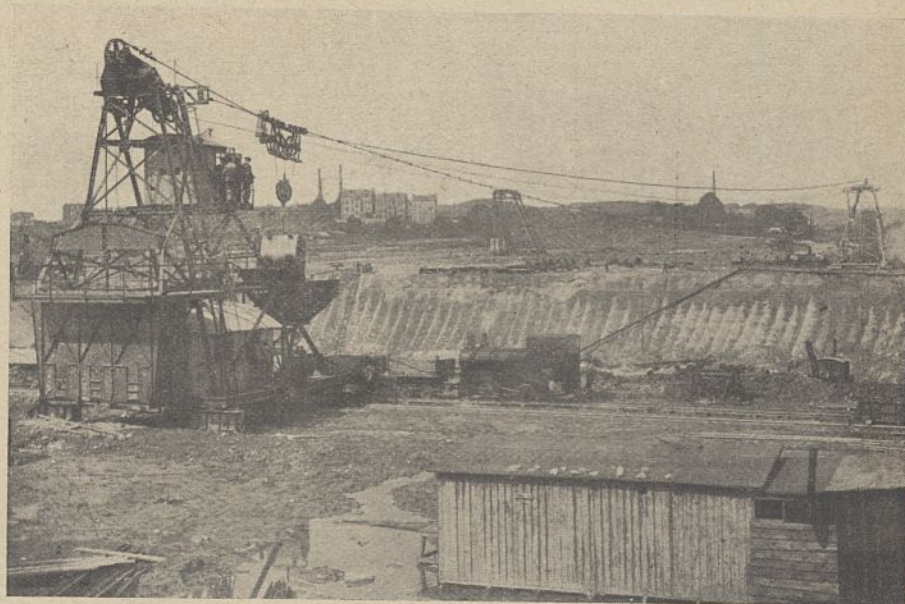


Abb. 16. Kabelkran beim Aushub der Baugrube unter +12,0.

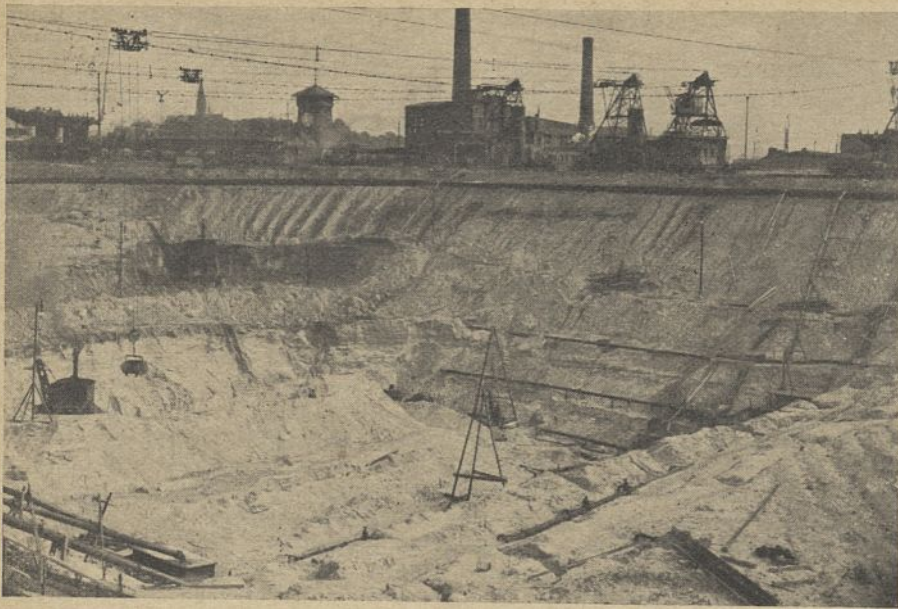


Abb. 17. Grundwasser-Senkungsstafeln im Binnenhaupt.

den Kabelkran entsprechend einer Leistung von etwa 35 cbm Boden zu erzielen. Im großen Durchschnitt leistete ein Kran nebst Bagger in 24 Stunden, von denen etwa zwei Stunden für Arbeitspausen abgingen, etwa 600 cbm.

5. Aushub der Baugrube unter + 12,0 m. Die erste Staffel der Grundwassersenkung wurde, wie schon unter 2 dieses Abschnitts erwähnt, am Nordende des Binnenhauptes von + 18,0 m niedergetrieben; sie brachte indessen wenig Wasser, weil der Lettenboden hier bis in größere Tiefen anstand und wenig Wasser durchließ; immerhin genügte die Staffel, um dem Trockenbagger das Arbeiten zunächst bis + 14,0 m hinab zu ermöglichen, von wo dann die erste wirklich wirksame Staffel, die aus 13 Brunnen und zwei Pumpen bestand, geschlagen wurde. Mit dieser Staffel gelang es leicht, die Baggersohle + 12,0 m dauernd trocken zu halten. Nunmehr wurden von + 12,0 m auf der Westseite 19 Brunnen und auf der Ostseite 14 Brunnen gebohrt, aus denen drei Pumpen das Wasser förderten. Nachdem der Nordteil der Grube des Binnenhauptes in größerer Ausdehnung bis + 12,0 m ausgehoben war, wurde mit dem Löffelbagger im Unternehmerbetrieb begonnen, und zwar am Südrande des vom Trockenbagger freigelegten Baugrubenteils. Da die auf 12,0 m geschlagene Staffel das Wasser bis + 7,0 m abgesenkt hatte, konnten die Löffelbagger sofort unbehindert bis + 8,0 m hinarbeiten. In dieser Höhe wurde dann die zweite Staffel mit 12 Brunnen und zwei Pumpen angelegt, die an beiden Seiten mit dem Vorrücken der Löffelbagger nach Norden zu um im ganzen 17 Brunnen und 1 Pumpe verstärkt wurde. Die Staffel auf + 8,0 m

umschloß also das Arbeitsfeld wie ein Hufeisen, das sich nach Norden öffnete. In ihrem Schutze vertieften die Löffelbagger die Grube bis + 4,0 m, wiederum am Süden beginnend. In dieser Höhe wurde nun die dritte Grundwassersenkungsstaffel geschlagen und ebenfalls nach Norden zu beiderseits verlängert; mit ihr gelang es, die Baugrubensohle in Höhe von + 0 und - 1,0 m zu erreichen. Als der nördliche Teil der Baugrube bis + 0 ausgehoben war, erweiterten sie die Löffelbagger nach Süden zu. Gleichzeitig wurde am Ost- und Westrande je eine Staffel von + 0,50 niedergebracht. Als die Binnenhauptbaugrube bis + 0 und 1,0 fertig ausgehoben war, standen in ihr schließlich auf der Ostseite 37 Brunnen mit 4 Pumpen, auf der Westseite 31 Brunnen mit 5 Pumpen. Damit wurde das Wasser bis auf - 3,0 m abgesenkt. Die Abb. 17 gibt ein anschauliches Bild von den einzelnen übereinanderliegenden Staffeln und von der Arbeitsweise der Löffelbagger.

Das Fallen des Grundwasserstandes wurde in 8 Beobachtungsbrunnen beobachtet, deren Lage aus Abb. 18 hervorgeht. Nr. 1, 2, 3, 5 und 6 lagen in der Nähe des Binnenhauptes, Nr. 7 nördlich der Mitte der Nordmauer, Nr. 21 in der nördlichen Seitenmauer und Nr. 22 in der Mittelmauer der kleinen Schleusenkammer. Wie die Wasserstandskurven der Abb. 19 zeigen, fiel das Wasser in allen Brunnen ziemlich schnell und gleichmäßig, auch in dem Brunnen 21, trotzdem dieser etwa 300 m von den Pumpen entfernt war. Der Wasserstand dieses Brunnens war nur etwa 2-3 m höher als der in den Brunnen am Binnenhaupt. Danach war zu hoffen, daß es mit Brunnen und Pumpen am Binnenhaupt allein gelingen würde, fast die ganze Schleusenbaugrube trocken zu halten. Diese Erwartungen trafen ein, denn es war tatsächlich möglich, mit den 5 in der Baugrube des Binnenhauptes arbeitenden Pumpen die ganze Schleusenfläche bis auf + 0 zu entwässern. Nur für die bis - 1,0 hinabreichenden Gründungen des Mittel- und Außenhauptes mußten später noch einige besondere Brunnen geschlagen werden. Der Grundwasserstand in den einzelnen Beobachtungsbrunnen in der Zeit vom 1. Januar 1913, sowie die Pumpen, welche in dieser Zeit gelaufen haben, sind aus der Abb. 20 zu ersehen. Außer den mit Lot und Schwimmer in bestimmten Zeitabständen gepilten Beobachtungsbrunnen wurde noch in einigem Abstand von den Schleusen ein selbstzeichnender Seibtscher Pegel eingebaut.

Da damit gerechnet werden mußte, daß die Grundwasserentziehung sich auf eine weitere Umgebung um die Baustelle herum fühlbar machen werde, wurden von Beginn des Jahres 1910 an zu Anfang jeden Monats etwa 30 Brunnen, die eine Entfernung bis zu 3000 m von den Schleusen hatten, regelmäßig beobachtet. Das Ergebnis der jeweiligen Messung wurde dem Brunnenbesitzer zur Anerkennung vorgelegt. Schon bald nach Inbetriebnahme der ersten

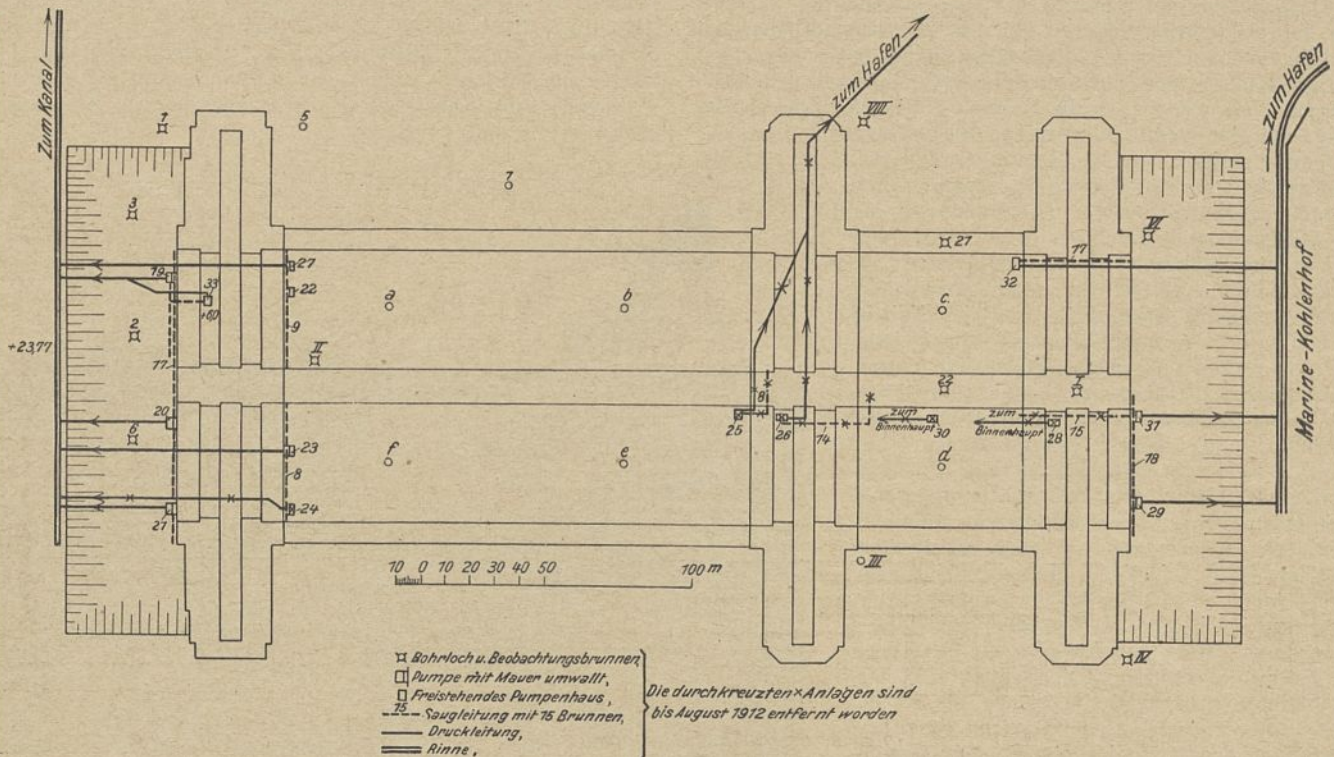


Abb. 18. Plan der Beobachtungsbrunnen, Pumpenstellungen und Rohrleitungen.

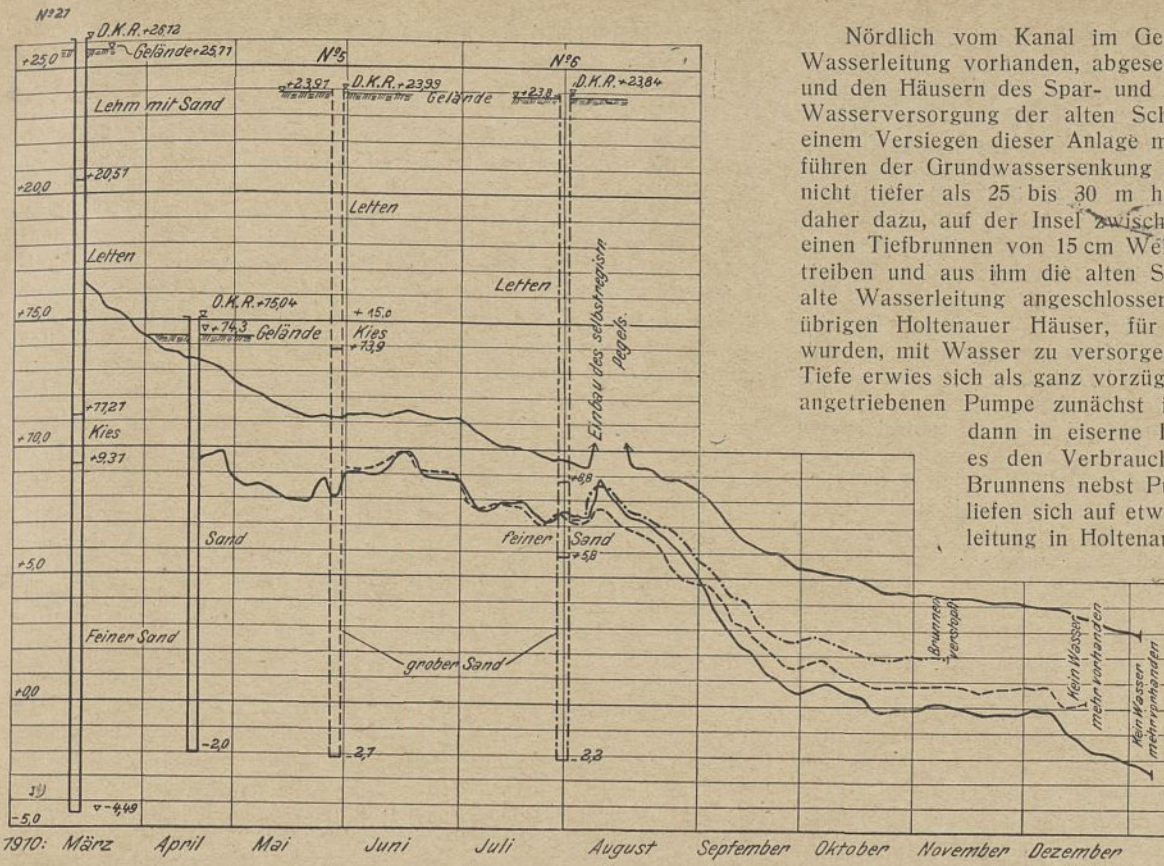


Abb. 19. Wasserstandskurven während der Grundwassersenkung.

Nördlich vom Kanal im Gemeindebezirk Holtenau war keine Wasserleitung vorhanden, abgesehen von den kanaleigenen Häusern und den Häusern des Spar- und Bauvereins, die an die kanaleigene Wasserversorgung der alten Schleusen angeschlossen waren. Mit einem Versiegen dieser Anlage mußte aber mit dem weiteren Fortführen der Grundwassersenkung gerechnet werden, da die Brunnen nicht tiefer als 25 bis 30 m hinabreichen. Man entschloß sich daher dazu, auf der Insel zwischen den alten und neuen Schleusen einen Tiefbrunnen von 15 cm Weite bis auf etwa 180 m Tiefe einzutreiben und aus ihm die alten Schleusen, die bisher schon an die alte Wasserleitung angeschlossen Häuser und endlich auch die übrigen Holtenauer Häuser, für die besondere Leitungen verlegt wurden, mit Wasser zu versorgen. Das Wasser aus dieser großen Tiefe erwies sich als ganz vorzüglich; es wurde mit einer elektrisch angetriebenen Pumpe zunächst in einen Enteisungsapparat und dann in eiserne Hochbehälter gedrückt, von denen es den Verbrauchsstellen zufloß. Die Kosten des Brunnens nebst Pumpe und Enteisungsapparat beliefen sich auf etwa 70 000 M, die der neuen Wasserleitung in Holtenau auf etwa 65 000 M. Das Wasser

wurde den Einwohnern Holtenaus kostenlos geliefert, solange wie die Einwirkung der Grundwasserentziehung dauerte. Mit der Gemeinde wurde ein Vertrag in dem Sinne geschlossen, daß sie nach Wiederanstehen des Wassers in den Hausbrunnen zu seiner alten Höhe entweder die Holtenauer Wasserleitung zu 50 vH der Neubaukosten ankaufen und aus eigenen Brunnen betreiben

Grundwasser-Senkungsstafel (Sommer 1910) zeigte sich in allen Brunnen, auch in denen auf der anderen Kanalseite, ein merkbares Sinken des Grundwassers; es war somit klar, daß die Wasserentziehung auch unter den in festen Letten und Lehm eingebetteten Kanal hindurch einwirkte.

Nach einer vom Reichstag angeregten und ergangenen gesetzlichen Bestimmung (lex Brütt) war das Reich verpflichtet, in derselben Weise, wie das schon für die preußischen Kanalbauten durch Landesgesetz festgelegt war, für jedweden Schaden aufzukommen, der den Anliegern durch den Kanalerweiterungsbau entstehen sollte. Da unter diese Verpflichtung auch die Abwendung von Schäden infolge der Grundwasserentziehung fiel, mußte Vorsorge getroffen werden, für das entzogene Wasser in den Trinkwasserbrunnen Ersatz zu schaffen.

könne, oder daß sie nach wie vor weiter das Wasser von der Kanalverwaltung zu einem Tarife beziehen könne, der 20 vH unter dem jeweils in Kiel gültigen Tarife liegen sollte.

Südlich vom Kanal waren alle Hausbesitzer an die städtische Wasserleitung angeschlossen mit Ausnahme der Marine, die für ihre umfangreichen Kasernenanlagen in der Wik ein eigenes Wasserwerk betrieb. Die Brunnen dieses Werkes reichten auch nur etwa 30 m tief und drohten ebenfalls mit dem weiteren Fallen des Grundwassers zu versiegen. Ursprünglich bestand die Absicht, die Kasernenanlagen während der Einwirkung der Grundwassersenkung auf Kosten der Kanalverwaltung aus der städtischen Wasserversorgung zu speisen. Es zeigte sich aber bald, daß hierdurch ganz unverhältnismäßig hohe Kosten entstanden sein würden, und deshalb wurde auch auf dem Kasernengelände ein gleicher Brunnen wie auf

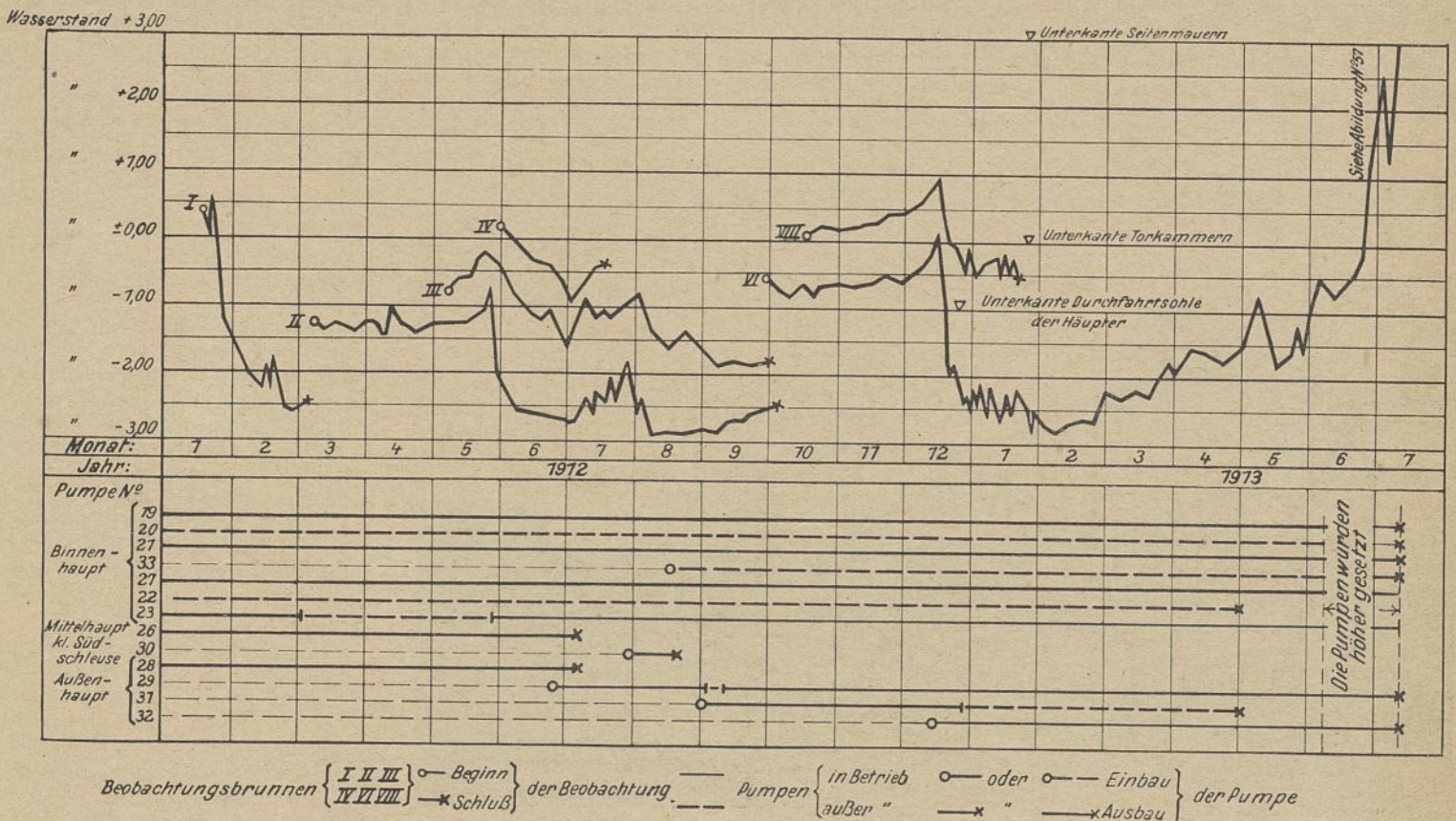


Abb. 20. Grundwasserstände und Betriebsplan der Pumpen vom 1. Januar 1912 bis 11. Juli 1913.

der Schleuseninsel hergestellt und von der Kanalverwaltung mit Strom aus dem Schleusenbau-Kraftwerk betrieben. Die Kosten dieses Brunnens nebst Zubehör haben etwa 80 000 M betragen. Mit der Marine wurde vereinbart, daß sie ihren bisherigen Selbstkostenpreis von 8 Pfg. für 1 cbm Wasser der Kanalverwaltung für die Wasserlieferung ersetzte. Die tatsächlichen Betriebskosten der Kanalverwaltung betragen aber nur 1,5 Pfg je cbm, so daß bei einer Wasserlieferung an die Kasernen bis zum Jahre 1919 die Kosten der Brunnenanlage herausgewirtschaftet wurden, und der Brunnen nebst Pumpen und Enteisungsanlage dann kostenlos an die Marine hätte überwiesen werden können.

Die Gesamtaufwendungen, die der Kanalverwaltung für die Schadloshaltung Dritter infolge der Grundwasserentziehung entstanden sind, haben sich somit im Verhältnis zur Schleusenbausumme in sehr bescheidenen Grenzen gehalten. Bei dem schnellen Gelingen der Grundwassersenkung und dem ausgezeichneten Arbeiten der Kabelkrane mit den Löffelbaggern zusammen ging der gesamte Aushub des Binnenhafens unter +12,0 m glatt vonstatten. Die hier auszuhebende Bodenmenge betrug 220 000 cbm; sie wurde in der Zeit vom Juli 1910 bis April 1911, also in 9 Monaten, geleistet. Die durchschnittliche Tagesleistung jedes Baggers hat somit im Tag- und Nachtbetriebe etwa 500 cbm betragen. Der Boden wurde in nördlicher Richtung fortgeschafft und von einem am Binnenhafen der alten Schleusen (vergl. Abb. 2) errichteten hölzernen Schüttgerüst in Klappschuten gestürzt, die ihn in See brachten.

Der weitere Aushub der Schleusenbaugrube unter +12,0 m umfaßte 710 000 cbm, von denen 180 000 cbm wiederum in See zu verstürzen waren, während der Rest von 530 000 cbm unmittelbar zum Hinterfüllen des Bauwerks diente. Diese Bodenförderung wurde zusammen mit den Mauerarbeiten wiederum unter Ueberweisung der Kabelkrane und der Löffelbagger öffentlich verdungen. Die Baggerarbeit mußte entsprechend den früheren Ausführungen in die mehrfach erwähnten 5 einzelnen Abschnitte zerlegt werden. Auch diese Baggerungen gingen ohne jede Störung plangemäß und zwar in der Zeit vom Mai 1911 bis Februar 1913, also in 21 Monaten, vor sich. Unter Abzug von rd. 80 000 cbm Boden, die mit Rücksicht auf eine nötig gewordene noch weitere Beschleunigung des Schleusenbaues mit einem Sonderbetriebe (Löffelbagger nebst Schrägaufzug) geleistet wurden, verblieben für die beiden Löffelbagger rd. 630 000 cbm zu fördern; die durchschnittliche Tagesleistung ergab sich somit zu etwa 600 cbm. Die bessere Leistung gegen den Aushub der Baugrube des Binnenhafens ist darauf zurückzuführen, daß der Hauptteil des Bodens auf der Baustelle selbst eingebaut wurde, daß somit die mit dem Seetransport immer verbundenen Störungen bei der Hauptmenge in Fortfall kamen.

6. Anfuhr, Lagerung, Verarbeitung und Prüfung der Baustoffe. Als Lagerplatz für die Schleusenbaustoffe stand nur die Fläche westlich der Baustelle zur Verfügung (vergl. Abb. 2). Sie hatte den großen Vorzug, daß sie nördlich mit einer 280 m langen Ufermauer an den Holtenauer Binnenhafen angrenzte. Der Platz war mit der Stadt Kiel durch eine gut gepflasterte Straße verbunden. Für die Lieferung der Baustoffe kam aber in der Hauptsache nur der Wasserweg in Frage. Am Kai mußten im ganzen in etwa 3 Jahren, einschließlich des für den Bau der Marinekohlen-

hofsmolen gebrauchten Zements und der Tuffsteine, sowie einschließlich des Zements, der Tuffsteine und des Kieses für die neue Kai-mauer des Binnenhafens, gelöscht werden rd.: 442 000 cbm = 770 000 t Kies; 68 000 cbm = 102 000 t Schotter, 33 000 t Tuffsteine, 90 000 t Zement, 14 000 000 = 42 000 t Klinker und Hartbrandsteine, 21 000 t Kohle, 2000 t Eisen, d. s. zusammen rd. 1 080 000 t oder 380 000 t in einem Jahre und 1380 t in einem Jahre auf 1 m Kailänge. Auf dem Lagerplatze mußte bei Annahme von 1000 cbm täglicher Betonleistung mit folgenden Vorratsmengen gerechnet werden: 40 000 cbm Kies, 20 000 cbm Schotter, 2000 t Zement, 4000 t Tuffsteine, 1 500 000 Klinker, 1000 cbm Werksteine. Diese Mengen waren richtig angenommen, denn nur dadurch, daß diese großen Vorratsmengen zur Verfügung standen, ist es gelungen, auch in den Zeiten unvermindert zu arbeiten, in denen die Zufuhr der Baustoffe wegen geringen Wasserstandes in den Flüssen, längerer stürmischer oder kalter Witterung, bei Störungen in den Betrieben der Lieferer stockten. Die großen Vorräte erforderten bei der geringen Längenausdehnung der Ufermauer eine große Tiefe des Lagerplatzes und eine hohe Aufstapelung der einzelnen Baustoffe.

Bei der Menge der zu verarbeitenden Baustoffe war ein wirtschaftlicher und schneller Baubetrieb nur unter Verwendung kräftiger und umfangreicher Maschinenanlagen für das Löschen und Verarbeiten der Baustoffe zu erzielen. Die Beschaffung dieser Maschinen und Geräte den Lieferanten oder dem Unternehmer für den Schleusenbau zu überlassen, erschien unmöglich, weil dann der Gesamtanlage die Einheitlichkeit gefehlt hätte und ständige Störungen und Reibungen gar nicht zu vermeiden gewesen wären. Die Bauverwaltung entschloß sich daher, sämtliche Einrichtungen für das Löschen und Verarbeiten der Baustoffe selbst zu beschaffen und zu betreiben. Das hatte auch den großen Vorteil, daß nun die Zeit bis zur Zuschlagserteilung auf den Schleusenbau für die Beschaffung der Geräte ausgenutzt werden konnte, während sonst diese Zeit verloren gewesen wäre, da ja der Unternehmer die Geräte erst nach Uebertragung der Arbeiten hätte in Auftrag geben können.

Ueber die einzelnen Geräte für das Löschen und Verarbeiten der Baustoffe finden sich eingehende Mitteilungen in dem mehrfach erwähnten Gähns- und Prietzeschen Aufsätze, auf den hier wiederum Bezug genommen werden kann. Zum Löschen von Kies, Schotter und Tuffsteinen wurden drei elektrisch angetriebene Kabelkrane (Abb. 21) von der Firma Humboldt in Köln-Kalk beschafft. Gleichlaufend mit der Ufermauer konnten die Krane auf Gleisen mit Hand bewegt werden. Als Fördergefäße dienten für Kies 1 cbm-Greifer, für Schotter 1,25 cbm-Kübel und für Tuffsteine 2,1 cbm-Kübel. Die vielseitige Verwendungsmöglichkeit der Kabelkrane zwischen Schiff, Lagerplatz und Beförderungswagen hat sich im Betriebe vortrefflich bewährt.

Zum Löschen der übrigen Baustoffe dienten 3 elektrische Drehkrane von 3,5 t Tragkraft, von denen einer auch zum Greifen von Kies eingerichtet war.

Als Betonkies, von dem 426 000 cbm gebraucht wurden, wurde ungewaschener Grubenkies aus Mönkeberg am gegenüberliegenden Ufer des Kieler Hafens von der Firma Gebrüder Ihms in Kiel verwendet. Der Betonkies wurde in Kippwagenzügen zu einer Schüttbrücke am Kieler Hafen gefahren, von wo er in Schuten von etwa 80 cbm Fassungsraum durch die alten Schleusen an den Lagerplatzkai geschleppt wurde. Der Kies kostete frei Greifer in der Schute 2,80 M/cbm.

Die Lieferung des Schotters war auf Grund öffentlicher Ausschreibung der Firma Hans Heckt in Kiel übertragen. Diese hatte hierfür an der Nordküste Seelands bei Seelandodde ein Brecherwerk und einen Hafen angelegt. Der gesiebte Schotter wurde in Seglern oder Leichtern von 100 bis 500 cbm Fassungsraum zum Kai geliefert. Dem Löschen diente wiederum einer der Kabelkrane mit Kübelbetrieb. Der Schotter wurde ungereinigt verwendet und kostete frei Löschkübel 7,37 für das cbm.

An Zement wurden für den Schleusenbau allein 70 200 t gebraucht, wozu noch rd. 10 000 t für die Molen- und Ufermauerbauten hinzutraten. Es hatten vertraglich auf Grund öffentlicher Ausschreibung zu liefern, Alsen 40 000 t \pm 25 v H, Breitenburg 20 000 t \pm 10 v H, Hannover

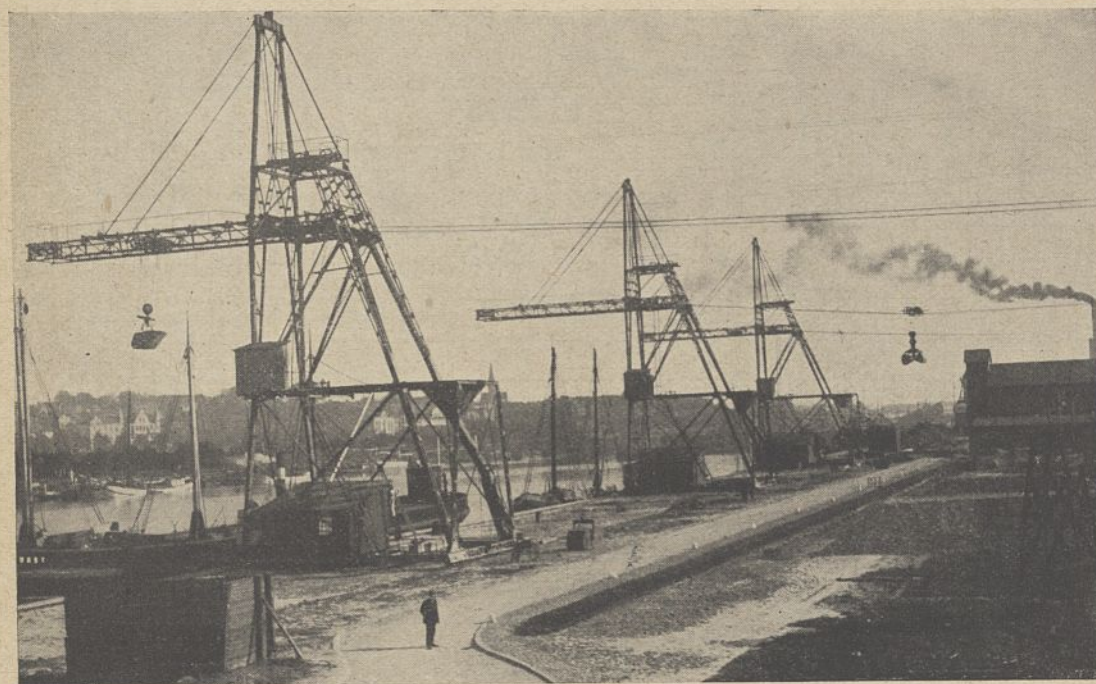


Abb. 21. Kabelkran zum Löschen der Baustoffe.

20 000 t \pm 10 vH und Hemmoor 10 000 t \pm 10 vH. Der eingesackte Zement wurde mit Seglern von etwa 80 t oder mit Leichtern bis zu 1000 t Fassungsvermögen am Kai angeliefert. Dort wurden die Zementsäcke je nach Bedarf mit einem oder zwei Schwenkkranen aus dem Schiff gehoben und in einen Schüttrumpf entleert, aus dem der Zement mittels einer unterirdisch verlegten Schnecke und eines senkrechten Becherwerkes in einen Zementsilo geschafft wurde. Der Silo war in Holz gebaut, hatte 16 einzelne Taschen und ein Gesamtfassungsvermögen von 2200 t. Die Verteilung des Zements auf die einzelnen Zellen erfolgte mit Schnecken, die im Dachgeschoß untergebracht waren. Der Silo wurde statt der sonst üblichen Zementschuppen gewählt, weil er bei seiner großen Höhe nur eine geringe Grundfläche beanspruchte und weil er, da alle Beförderungen maschinell erfolgten, nur sehr wenig Bedienungsmannschaften brauchte. Außerdem konnten die Säcke sofort mit den Schiffen wieder zurückbefördert werden. Der Zement kostete frei Kranhaken am Kai 24,76 bis 24,80 M für die Tonne.

An Tuffsteinen waren 27 300 t für den Schleusenbau und weitere 5700 t für die übrigen Bauwerke erforderlich. Die Steine lieferte auf Grund öffentlicher Ausschreibung die Firma Gerhard Herfeld in Andernach aus ihren Gruben im Nettetal. Die Traßsteine, getrennt nach ihrer gelben, grauen und blauen Farbe verladen, wurden auf dem Seewege über Rotterdam durch den Kaiser-Wilhelm-Kanal zum Kai gebracht. Die Steine wurden in seitlich offenen, mit abnehmbarem Dach versehenen Schuppen aufgestapelt, deren Grundfläche gut entwässert war, damit keine aufsteigende Feuchtigkeit in die Steine eindringen sollte. Die Tuffsteine kosteten frei Krankübel 22,90 M für die Tonne. Der Wert sämtlicher Baustoffe in einem cbm fertig gestampftem Beton ergibt sich beim Schotterbeton zu etwa 11,70, beim Kiesbeton zu etwa 8,70 M.

Von dem Bedarf an Verblendklinkern und Hartbrandhintermauerungssteinen lieferten auf Grund öffentlicher Ausschreibung Los 1 mit rd. 1 100 000 Klinkern (siehe oben unter D 2) die Tonwaren-Aktiengesellschaft in Oeynhausen, Los 2 mit rd. 4 400 000 Klinkern die Firma Jaspersen in Kiel aus der Ziegelei Dehme bei Oeynhausen, Los 3 mit rd. 2 600 000 Klinkern die Firma Hesse in Hamburg aus den Ziegeleien von Ernst Erben in Beesenlaublingen und von Schmidt in Bernburg und Los 4 mit rd. 5 900 000 Hartbrandsteinen die Firma Ernst Loeck in Kiel aus der Holzmannschen Ziegelei in Rosenkranz am Kaiser-Wilhelm-Kanal und aus der Kieler städtischen Ziegelei, sämtlich auf dem Wasserwege in Seglern oder Leichtern von 10 000 bis 300 000 Stück Fassungsvermögen. Es wurden am Tage durchschnittlich von den einzelnen Losen 2000 + 5500 + 7500 Steine, im ganzen 18 500, vermauert; der höchste Tagesbedarf stieg bis auf 45 000 Steine.

Die Werksteine kamen mit Ausnahme der vom Harz, die mit der Eisenbahn über Kiel angeliefert wurden, ebenfalls auf dem Wasserwege an und zwar die schwedischen Steine in kleinen Ostseedampfern, die deutschen Steine in Seeleichtern über Hamburg, Stettin und Rotterdam.

Dem Entwurf für die Betonbereitungsanlage wurde eine Tagesleistung (22 Stunden reine Arbeitszeit) von 1000 cbm fertig gestampftem Beton zugrunde gelegt, wozu etwa täglich 1000 cbm Kies, 200 cbm Schotter, 130 000 kg Zement und 65 000 kg Traß gebraucht wurden. Zur Feinmahlung der Tuffsteine zum Traß waren von der Firma Pfeifer in Kaiserslautern zwei Kugelmühlen mit einer Stundenleistung von 5 t Mahlgut beschafft, die abwechselnd arbeiteten. Die Tuffsteine wurden zunächst in zwei Steinbrechern zu Brocken gebrochen, die den Kugelmühlen mit senkrechten Becherwerken zugeführt wurden. Das Mahlgut wurde mit Hilfe von Becherwerken in die über den Mühlen stehenden Windsichter geschafft, die aus ihm die zu groben Teile ausschieden. Der ausreichend feingemahlene Traß gelangte mit Schnecken in vier Silozellen von rd. 300 cbm Gesamtfassungsvermögen. Die Mühlen, die Steinbrecher, die Becherwerke und der Windsichter wurden mit Drehstrommotoren betrieben; ein Mann genügte zum Bedienen aller Anlagen und zum Überwachen der Mahlfeinheit, die durch Veränderung in der Umdrehungszahl der Windsichter leicht zu regeln war. Als Maß für die Mahlfeinheit war vorgeschrieben, daß der Rückstand auf einem 5000 Maschensieb nicht größer als 40 vH sein durfte. Zur Vermischung von Traß und Zement war ein besonderes Mischgebäude errichtet, das zwei Silozellen, eine große für Zement und eine kleinere für Traß enthielt. Diesen Zellen wurden Zement und Traß aus deren Silos mittels Schnecken und Becherwerken zugeführt. Aus den beiden Zellen fielen Zement und Traß auf je eine selbsttätige Wage, von denen die größere immer 100 kg Zement, die kleinere etwa 40 kg Traß (Raumverhältnis 2 : 1) abwog. Aus den Wagen, die mit Zählwerken ausgerüstet waren, fielen Zement und Traß in einen etwa 3 m langen zylinderförmigen Mischtrug, in dem sie mit Hilfe von schräggestellten, auf einer Welle befestigten Messern innig gemengt wurden und von wo sie mittels einer unterirdisch verlegten Schnecke zur Betonmischanlage gelangten. Zum Bedienen der Traß-Zement-Mischanlage genügten 2 Mann.

Der Beton wurde in drei von der Firma Gauhe, Gockel u. Cie. gelieferten Mischmaschinen für 1,5 cbm Betonmasse bereitet, zu denen später noch eine vierte Maschine hinzutrat. Die Maschinen standen in einem Gebäude aus Holzfachwerk (Abb. 22), das vier Geschosse hatte. In Höhe des Erdgeschosses lag das Abfuhrgleis für den fertigen Beton. Im ersten Geschöß standen die Mischmaschinen nebst den Antriebsmotoren, Anlassern usw. Im zweiten Geschöß befanden sich der Stand für den Bedienungsmann, der Trichter zum Einlassen der Baustoffe in die Trommeln und die Wasserbehälter. Im obersten Geschöß lief die Förderschnecke. Die Kies- und Schotter-Loren entleerten ihren Inhalt in einen versenkt angeordneten Kübel, der auf einem steilen Schrägaufzug nach oben bis zur Höhe des zweiten Geschosses gehoben wurde und dort seinen Inhalt in den Zulauftrichter zur Mischtrommel schüttete. Das Zement-Traß-Gemisch fiel aus der Förderschnecke in kleine Silozellen, von denen je eine über jeder Trommel angeordnet war, und kam über selbsttätig arbeitende Wagen in dem Augenblick, in dem der Kübel kippte, durch ein Fallrohr in die Zulauftrichter der Trommel. Dann traten die Mischmaschinen in Tätigkeit, denen während der 1½ Minuten dauernden Drehung aus den Behältern das Wasser selbsttätig zugesetzt wurde. Jede Trommel konnte stündlich bis zu 20 Mischungen oder 30 cbm losen Beton leisten; im großen Durchschnitt ging die Leistung aber nicht über 17 Mischungen in der Stunde hinaus. Zum Bedienen jeder Mischmaschine genügte ein Mann; für das Bedienen der Förderschnecken und des Becherwerkes war ein weiterer Arbeiter erforderlich.

Für die Prüfung der Baustoffe wurde im Frühjahr 1908 eine Versuchsanstalt auf dem westlichen Teile des Lagerplatzes eingerichtet. Sie enthielt einen Raum für die Lagerung der zu untersuchenden Proben, einen Raum für Herstellung der Betonversuchskörper und einen Versuchsraum, in dem die Prüfungsmaschinen, nämlich eine Betondruckpresse für 30 cm Würfel, Zerreißapparat, Glühofen und andere Versuchsgeräte untergebracht waren. Daneben waren Bureauräume für die Techniker, die die Anfuhr der Baustoffe überwachten, vorhanden. Der Keller diente zur Lagerung von Betonkörpern. Sämtliche Räume wurden mittels Sammelheizung erwärmt, um in den Versuchs- und Lagerräumen stets eine möglichst gleiche Wärme zu haben.

Die einzelnen Baustofflieferungen wurden folgenden Prüfungen unterworfen:

1. Kies auf Korngröße, Gewicht, Hohlraum, Tongehalt und Festigkeit im Betonwürfel.
2. Schotter auf Gewicht, Reinheit und Korngröße.
3. Zement jeder Lieferung auf Mahlfeinheit, Abbindefähigkeit und Zugfestigkeit.
4. Traß jeder Lieferung auf Bindefähigkeit, Zug- und Druckfestigkeit, Mahlfähigkeit, ferner täglich der in der Traßmühle gemahlene Traß auf Mahlfeinheit.
5. Beton auf Druckfestigkeit. Der Beton wurde von Zeit zu Zeit den Betontrommeln entnommen. Gleichzeitig wurde aus gleichen Baustoffen in gleicher Mischung Beton in der Anstalt mit einer kleinen Handmischmaschine hergestellt. Trommelbeton und Versuchsbeton wurden dann zu gleicher Zeit zum Vergleiche gedrückt.
6. Klinker und Hartbrandsteine auf Druckfestigkeit.

Außerdem wurden eine Reihe von Versuchen mit Baustoffen, vornehmlich mit Beton und Mörtel, zur Feststellung ihrer besonderen Eigenschaften angestellt.

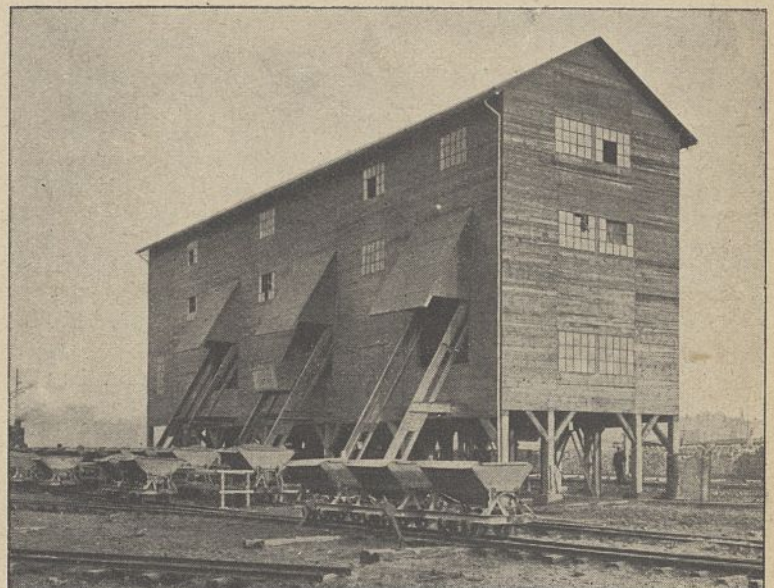


Abb. 22. Betonmischgebäude.

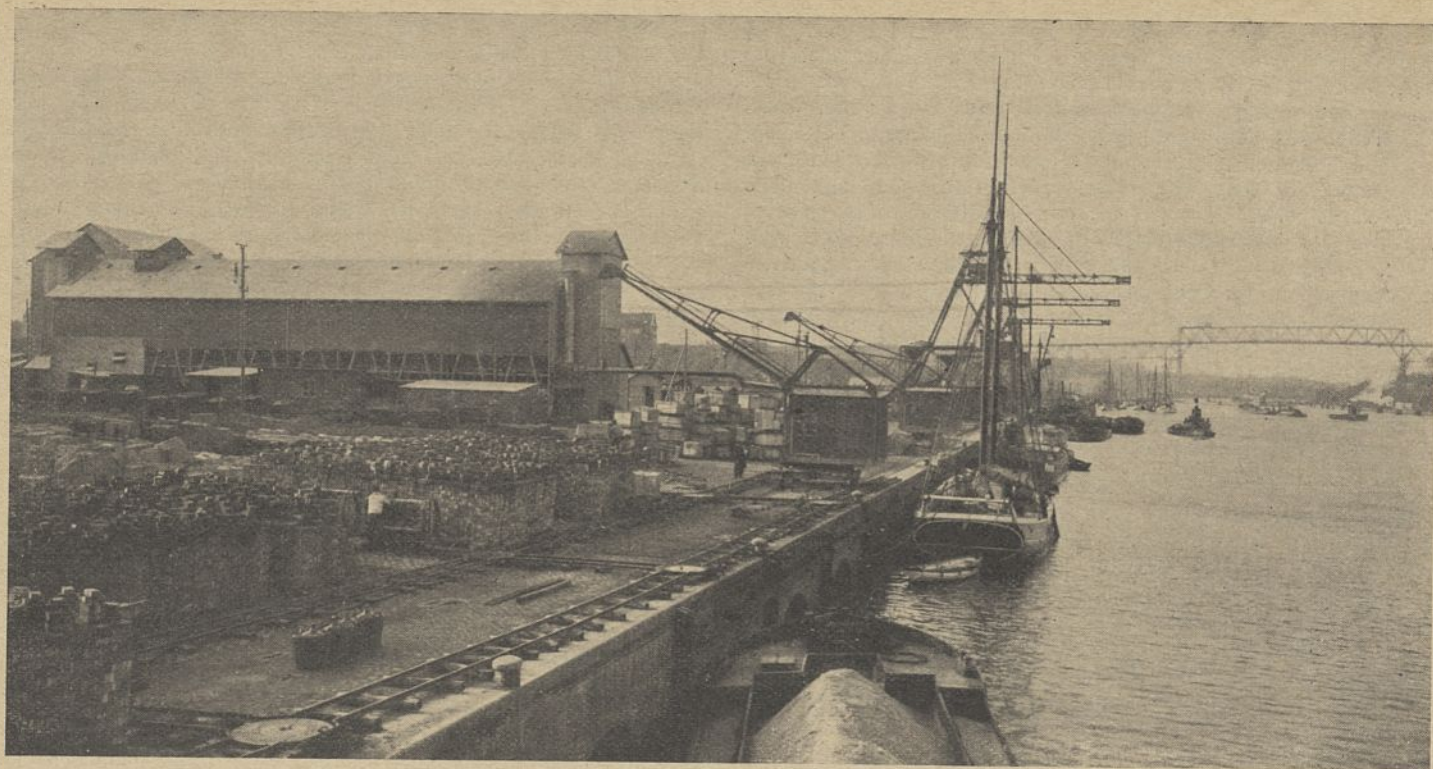


Abb. 23. Gesamtübersicht über den Lagerplatz.

Für die Unterbringung von Ersatzteilen und Betriebsstoffen war westlich neben dem Zementsilo als Nebenanlage ein Schuppen in Holzfachwerk errichtet, der auch Bureauräume und Aufenthaltszimmer für die Betriebsbeamten und Techniker enthielt. In der Nähe der Traßmühle stand eine Schmiede mit einigen kleinen Werkzeugmaschinen. In einem Anbau der Schmiede befanden sich Aufenthaltsraum für Schlosser, Kranführer und Platzarbeiter. Ein ausgedehntes Netz von gepflasterten Straßen und Gleisen vervollständigte den Lagerplatz, der auch mit Wasseranschlüssen an das städtische und das kanaleigene Leitungsnetz und einer umfangreichen Beleuchtungsanlage mittels elektrischer Bogenlampen versehen war. In allen Gebäuden waren Handfeuerlöcher in großer Zahl aufgehängt; außerdem war eine fahrbare Feuerspritze mit Kohlendruck beschafft.

Die für die Einrichtung und den Betrieb der Lagerplatzeinrichtungen aufgewendeten Mittel setzen sich etwa wie folgt zusammen:

1. Beschaffung der 3 Kabelkrane nebst Kübeln, Greifern, Schienen usw.	150 000 M.
2. Beschaffung der 3 Schwenkkrane nebst Zubehör	60 000 „
3. Beschaffung der Traßmühle	80 000 „
4. Beschaffung des Zementsilos nebst der Mischanlage für Zement und Traß	70 000 „
5. Beschaffung der Betonmischanlage	70 000 „
6. Tuffsteinschuppen, Geräteschuppen, Schmiede, Aufenthaltsraum und Prüfungsanstalt	80 000 „
7. Straßen, Wasserleitungen, Beleuchtung, Feuerlöschrichtungen usw.	50 000 „
8. Betriebslöhne	300 000 „
9. Elektrischer Strom vom Kraftwerk	150 000 „
10. Ersatzteile für Maschinen usw.	100 000 „
zusammen	1 110 000 M.

Diese Summe auf die im ganzen verarbeiteten rd. 415 000 cbm Beton verteilt, ergibt einen Einheitspreis von rd. 2,70 M/cbm, der sich aber mit Rücksicht auf den erzielten Erlös beim Verkauf der Geräte und auf die beim Löschen der übrigen Baustoffe entstandenen anteiligen Kosten auf etwa 2,50 M/cbm ermäßigt. Unter Hinzurechnung der früher ermittelten reinen Baustoffkosten, ergibt sich somit für den Schotterbeton ein Einheitspreis von 14,20 M/cbm und für den Kiesbeton ein Einheitspreis von 11,20 M/cbm im fertig gemischten Zustande.

Die Abb. 23 gibt einen Gesamtüberblick über den Lagerplatz.

7. Maurer- und Betonierungsarbeiten. Verdingung. Das Bestreben der Bauverwaltung war darauf gerichtet, alle diejenigen Einrichtungen selbst zu treffen und zu betreiben, die mit einem gewissen Wagnis verbunden waren und die sich ihrem Umfange und ihren Kosten nach vorher schwer übersehen ließen. Dahin gehören die Beschaffung und der Betrieb des Kraftwerkes, der Grundwassersenkungs-Anlagen und der Lagerplatz-Einrichtungen, sowie Beschaffung und Betrieb der Kabelkrane nebst Löffelbaggern für die Baugrube; den Ankauf sämtlicher Baustoffe hatte sich die Bauverwaltung außerdem vorbehalten. Dem Unternehmer des Schleusenbaues verblieb dagegen die Baggerung des Bodens in der Baugrube

unter +12,0 m, die Beförderung von Kies und Schotter zur Betonmischanlage, die Beförderung des ihm übergebenen fertigen Betons und der übrigen Baustoffe vom Lagerplatz zur Baustelle und die Herstellung des Bauwerks selbst. So aber war auch kleineren Firmen die Möglichkeit gegeben, sich an der Verdingung des Schleusenbaues mit Erfolg zu beteiligen. Außerdem war der Bauverwaltung so am besten die Möglichkeit gewahrt, dem Unternehmer, falls er sich nicht bewähren sollte, die Arbeit zu entziehen und sie selbst mit den eigenen Geräten fortzuführen. Dank des guten Gelingens der Grundwassersenkung, der reichlichen Bemessung des Kraftwerkes und der Lagerplatz-Einrichtungen hat sich aber das Zusammenarbeiten von Bauverwaltung und Unternehmer ohne die geringsten Störungen glatt abgewickelt, wozu die Leistungsfähigkeit und das schnelle sachgemäße Arbeiten der Firma Scharnberg u. Nielsen in Kiel wesentlich beitrug, die auf Grund der stattgehabten öffentlichen Ausschreibung den Zuschlag erhalten hatte.

Die dem Vertrage mit dem Unternehmer zugrunde gelegten Haupteinheitspreise waren:

1. 1 cbm Boden unter +12,0 m zu baggern, zu fördern und zu hinterfüllen oder auf von der Verwaltung vorgehaltenen Schüttgerüsten in Schuten zu stürzen . . .	0,80 M.
2. 1 cbm fertigen Kiesbeton im Trocknen einzubauen . . .	2,05 „
3. 1 cbm Schotterbeton desgl.	2,15 „
4. 1 cbm Klinkermauerwerk herzustellen	9,00 „
5. 1 cbm Werksteinmauerwerk herzustellen	13,20 „
6. 1 qm Gleitflächen der Torlaufbahnen zu schleifen und zu polieren	50,00 „
7. 1 qm 18 cm starke Spundwand anzuliefern	16,00 „
8. 1 lfdm Spundwand 6,0 m tief einzurammen	32,00 „
9. 1 t Eiseneinlagen einzubauen	14,00 „

Betriebseinrichtungen des Unternehmers. Die vom Unternehmer für seine eigenen Betriebseinrichtungen aufzuwendenden Mittel waren verhältnismäßig gering. Der Unternehmer hat für die Beförderungsanlagen für Erde und Baustoffe, an Gleisen von 60 cm Spurweite 10 000 m nebst 40 Weichen und 10 Drehscheiben, ferner für die Bodenförderung 56 eiserne Loren von 1¼ cbm, für die Kiesanfuhr 30 Stück von 1,0 cbm und für die Schotteranfuhr 30 Stück von 0,5 cbm Fassungsraum gebraucht, dazu noch 10 Plattformwagen für Klinker- und Werkstein-Transport und 30 Betonwagen mit 1,5 cbm Fassungsraum für das Heranschaffen des Betons zur Baugrube. Der eigentliche Betonkübel dieser Wagen, die die Form eines W hatte, war lose aufgesetzt und der Beton stürzte seitlich heraus, nachdem die oben mit Scharnieren befestigten und unten mit Klinken festgehaltenen Seitenklappen geöffnet waren. Der steile, scharfe Rücken in der Mitte des Kübels sorgte dafür, daß der Beton schnell und restlos herausfiel. Für den Angriff der Kranhaken waren oben zwei starke Oesen angenietet. Der Beförderung sämtlicher Boden-, Kies-, Schotter- und Betonzüge dienten im ganzen neun Dampflokomotiven von 40 PS Stärke. Zum Stampfen des Betons hatte der Unternehmer die vertraglich vorgesehene Preßluftstampfer nebst der Betriebsanlage vorzuhalten und zu betreiben, wozu ihm die Bauverwaltung den Drehstrom kostenlos

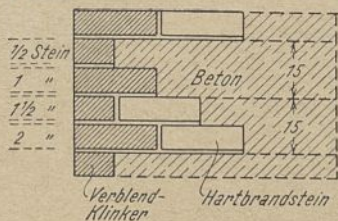


Abb. 24 I Ausführung.

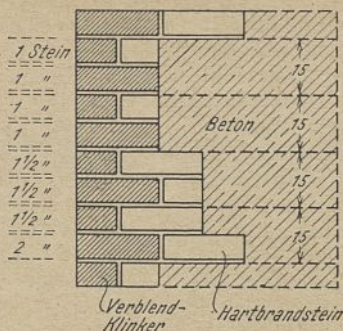


Abb. 25. II Ausführung.

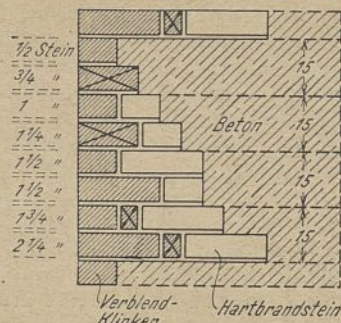


Abb. 26. III Ausführung.

Abb. 24—26. Steinverband.

lieferte. Zur Unterhaltung der Geräte diente eine Schmiede- und eine Zimmererwerkstatt; zum Unterbringen der Handwerker und Arbeiter waren mehrere Holzfachwerkschuppen errichtet. Endlich war noch ein Bureaugebäude aus Holzfachwerk erbaut, das in besonderen Räumen auch Uebernachtungsmöglichkeit bot. Der Unternehmer hatte ferner die Kabelkrane über der Baugrube und die Löffelbagger auf seine Kosten zu unterhalten; nur die Ersatzlieferung der schweren Tragseile hatte die Bauverwaltung auf sich genommen, weil vorher schwer zu übersehen war, wie lange diese vorhalten würden.

Die Kosten der Unternehmergeräte setzen sich wie folgt zusammen:

1. 10 000 m Gleise nebst Weichen und Drehscheiben . . .	52 000 M
2. 9 Lokomotiven	58 000 „
3. 126 Loren	21 000 „
4. 30 Betonwagen	11 500 „
5. Verdichter nebst Leitungen und 12 Stampfern	20 000 „
6. Schmiede- und Zimmererwerkstatt	4 000 „
7. Unterkunftsraum für Arbeiter	2 500 „
8. Bureaugebäude	4 000 „
9. Kleinere Geräte	rd. 27 000 „
zusammen 200 000 M	

Rechnet man mit einer Abschreibung während der Bauzeit von 50 vH auf diese Summe, so verbleiben 100 000 M, die auf die geleistete Arbeit von rd. 450 000 cbm Beton und Mauerwerk sowie rd. 910 000 cbm Bodenförderung zu verteilen sind. Daraus ergibt sich, daß dem Unternehmer das Verhalten seiner Gerätschaften nur den sehr geringen Betrag von etwa 7,5 Pfg./cbm gekostet hat. Dazu kamen noch die zwei Stück Dampframmen zum Einrammen der Spundwände und im letzten Teile der Bauausführung ein Löffelbagger von 1,5 cbm Löffelinhalt hinzu.

Ausführungsart der Arbeiten. Beton, Klinker und Werksteine kamen in Zügen von je 8 bis 10 Wagen vom Lagerplatz am Rande der Baugrube an und wurden mit den Kabelkranen in die Baugrube befördert. Auch bei diesen Arbeiten bewährten sich die Kabelkrane ebenso vorzüglich wie bei der Bodenförderung. Dank ihrer eigenen Längsbeweglichkeit und der Querbeweglichkeit der Katze war es stets möglich, die Baustoffe genau an den Punkt zu schaffen, an dem sie eingebaut werden sollten, so daß Längs- und Quertransporte in der Baugrube selbst völlig entfielen. Es war daher mit einer Mindestzahl von Arbeitern auszukommen.

Der Beton wurde in 20 cm starken Schichten festgestampft. Mit einem Preßluftstamper konnten etwa 18 bis 20 cbm Beton in einer Stunde von einem Arbeiter gestampft werden, während mit einem Handstamper nur etwa 4 cbm zu leisten waren. Mit einem Kabelkran konnten in 24 Stunden im großen Durchschnitt etwa 500 cbm Beton geleistet werden. Eine Betonkolonne für einen Kabelkran bestand aus neun Mann, nämlich einem Kranführer, einem Vorarbeiter, zwei Mann zum Lenken und Anhängen der Kübel, vier Mann zum Aufschlagen des Kübels und Verteilen des Betons, ein Mann zum Stampfen. Nach Arbeitspausen wurde auf den mit Piassavabesen abgekehrten oder mit der Spitzhaue aufgerauten und angefeuchteten Beton eine Schicht fetten Mörtels aufgebracht und darauf erst der frische Beton. Mehrfache Versuche in der Versuchsanstalt hatten ergeben, daß dadurch die größte Gewähr für den Zusammenhalt beider Schichten gegeben war. Ebenso wurde Klinker- und Werksteinmauerwerk vor dem Gegenstampfen des Betons mit einem etwa 2 cm starken Mörtelputz beworfen. Der Mörtel für das Verblenden der Außenflächen bestand aus einem Raunteil Zement-Traß-Gemisch auf drei Teile Sand.

Die Verblendung sollte ursprünglich einen vierschichtigen Steinverband nach Abb. 24 haben und drei Tage alt sein, bevor sie hinterstampft werden durfte. Hierbei waren keine ausreichenden Betonleistungen zu erzielen, da die Schichthöhe mit vier Steinen für das schnelle Fortschreiten der Betonarbeiten zu niedrig war. Daher wurde die Schichthöhe des Mauerwerks nachträglich verdoppelt und die Erhärtungsdauer auf 12—24 Stunden herabgesetzt. Zunächst

wurde nach Abb. 25 weiter gemauert. Das Spalten der Klinker in $\frac{1}{4}$ und $\frac{3}{4}$ Steine gab aber viel Verhau und hielt unnötig auf. Deswegen ging man endlich zur Verblendung nach Abb. 26 über. Sie ist beim größten Teil der Schleuse ausgeführt und hat sich, wie umfangreiche Stenmarbeiten gezeigt haben, bewährt. Am Tage mußte im voraus immer so viel Verblendung hergestellt werden, daß sie auch für die Betonierungsarbeiten in der folgenden Nacht genügte.

Beim Versetzen der Werksteine leisteten die Kabelkrane vorzügliche Dienste, da das sonst so lästige seitliche Bewegen der schweren Stücke hier völlig entfiel. Die Maschinenkammern für die Schützen und Spills wurden ringum mittels mit den Beton eingelegter und unter sich verklebter Lagen von Asphaltpappe gegen das Eindringen von Feuchtigkeit gedichtet.

Bei den Mauer- und Betonierungsarbeiten wurden zusammen mit der Bodenförderung unter + 12,0 m vom Unternehmer im Durchschnitt etwa 425 Handwerker und Arbeiter beschäftigt. Von diesen entfielen etwa 300 Mann auf die Tagesschicht und etwa 125 Mann auf die Nachtschicht, in der die Mauerarbeiten und die Unterhaltungsarbeiten an den Geräten ruhten. Die Bauverwaltung beschäftigte gleichzeitig in ihren Betrieben etwa 70 Mann am Tage und 50 Mann in der Nacht.

Umfang und Reihenfolge der Arbeiten. Entwurfsgemäß sollte die Kanalerweiterung bis zum 1. April 1914 soweit durchgeführt sein, daß dann die Kriegsschiffe den Kanal wieder benutzen konnten. Dazu war nötig, daß der Schleusenbau bis spätestens zum 1. Oktober 1913 im Rohbau fertig war, da das dann noch bis zum 1. April 1914 verbleibende halbe Baujahr gebraucht wurde, um die Maschinenanlagen fertigzustellen und die Zufahrten zu den Schleusen freizubaggern. Weitere drei Monate vor Beendigung der Mauerarbeiten, also bis zum 1. Juli 1913, mußten die Erdarbeiten unter + 12,0 m abgeschlossen sein. Da mit den Erdarbeiten unter + 12,0 m nicht vor Mitte Juli 1910 und mit den Mauerarbeiten nicht vor Anfang November 1910 begonnen werden konnte, standen somit für beide Arbeiten je rd. 35 Monate zur Verfügung. Bei den 930 000 cbm betragenden Erdarbeiten war daher im großen Durchschnitt mit einer Monatsleistung von rd. 26 000 cbm und einer Tagesleistung von rd. 1050 cbm, bei den rd. 450 000 cbm umfassenden Mauerwerksmassen mit einer Monatsleistung von rd. 13 000 cbm und einer Tagesleistung von rd. 520 cbm zu rechnen. Mit Rücksicht auf die drei in die Bauzeit fallenden Winter, auf schlechte Witterungsverhältnisse, auf unvermeidliche Störungen im Betriebe und auf die Zeitverluste beim Umbau der Kabelkrane mußte diesen Mengen vorsichtigerweise etwa 25 vH hinzugeschlagen werden, so daß sich eine wirkliche Durchschnittsleistung von etwa 1350 cbm Bodenförderung und von etwa 650 cbm Beton und Mauerwerk täglich ergab.

Die Beton- und Mauerarbeiten folgten dem Bodenaushub immer unmittelbar auf dem Fuße und waren von dessen Fortschreiten abhängig. In großen Zügen zerlegten sich diese Arbeiten wieder in

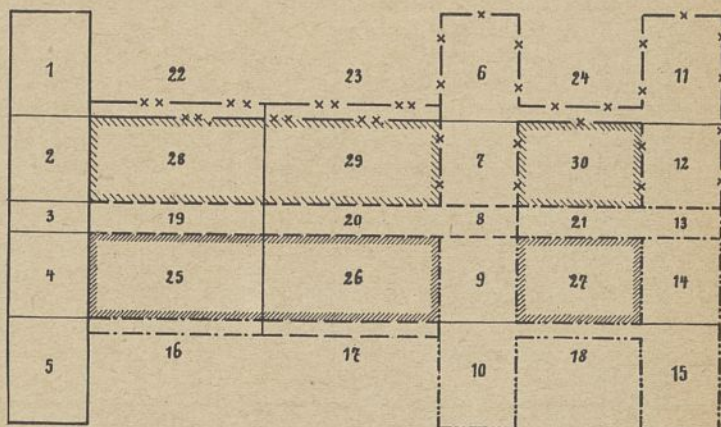


Abb. 27. Die 30 einzelnen Bauteile der Schleusen.

die früher bei den Erdarbeiten erörterten und begründeten fünf Bauabschnitte. Das ganze Bauwerk wurde bei Bearbeitung des Bauplanes in 30 einzelne Teile (vergl. Abb. 27) zerlegt. Die Teile 1—15 umfassen dabei in Richtung Nord-Süd fortlaufend die Häupter, die Teile 16—24 in Richtung West-Ost fortlaufend die Schleusenmauern und die Teile 25—30 wiederum in Richtung West-Ost fortlaufend die Schleusensohlen. Unter sich werden die einzelnen Teile entsprechend ihrer gemeinsamen und gleichzeitigen Ausführung zu acht Baugruppen zusammengefaßt, die aus der Tabelle 3 zu ersehen sind. Zu den folgenden Ausführungen, die die Zeitfolge und Einzelleistungen bei der Bauausführung behandeln, werden zweckmäßig auch die Abb. 15 (Leistungen bei den Erd- und Maurerarbeiten) und 18 (Plan der Beobachtungsbrunnen, Pumpenstellungen und Rohrleitungen) mit herangezogen.

Die Baugruppe 1 (Bauteile 1—5) umfaßt das gesamte Binnenhaupt mit einer Bodenförderung unter + 12,0 m von 220 000 cbm und einer Mauerwerksmenge von 100 000 cbm. Die Bodenbewegung ist bereits früher eingehend beschrieben. Am 3. November 1910 wurde der erste Kübel Beton in die Schleuse eingebaut und zwar in das nördliche Binnenhaupt (Bt. 1). Weil durch den stehen gebliebenen Damm zwischen der Baugrube und dem alten Kanal immer Wasser durchsickerte, was leicht zu einer an dieser gefährlichen Stelle doppelt unerwünschten Böschungsrutschung hätte führen können, wurde die Mauer am Fuße der Nordböschung mit Beschleunigung geschüttet und sofort hinterfüllt. Aus Abb. 28 ist die weitere Ausführung des Binnenhauptes zu ersehen.

Für den Bau der Gruppe II — Mittelmauer der langen Kammern und Osthälfte der langen Südmauer — (Bt. 20, 17, 19, 8) mit 117 000 cbm Bodenförderung und 78 000 cbm Beton und Mauerwerk begannen die Erdarbeiten nach dem Umsetzen der Kabelkrane Mitte Mai 1911 mit dem Aushub von Bauteil 20, dann folgte Bauteil 19 (Entfernung des stehengebliebenen Damms) und gleichzeitig 17, danach 8. Von den 117 000 cbm Aushub wurden etwa 85 000 cbm hinter die fertigen Bauteile 1, 5 und 17 geschüttet und etwa 32 000 cbm Boden nach See geschleppt. Die Beton- und Maurerarbeiten wurden in der erwähnten Reihenfolge: Bt. 20, 17, 19 und 8 in der Zeit von Ende Juli bis Ende Dezember 1911, also in fünf Monaten ausgeführt. Die Mittelmauer, Bt. 19, 20 und 8, mußte vor Eintritt des Winters fertiggestellt werden, damit im Winter die Kabelkrane für die Gruppe 3 auf sie gestellt werden konnte. Dies gelang, trotzdem mit Bauteil 8 (15 000 cbm Beton und Mauerwerk) erst wegen verspäteter Lieferung der Tunnelrohre Anfang November begonnen werden konnte.

Ursprünglich bestand die Absicht, in diesem Bauabschnitt die ganze Mittelmauer, also einschließlich der Bauteile 21 und 13 herzu-

stellen. Das erwies sich aber als unmöglich, weil sich die Erdarbeiten über + 12 m in den Bauteilen 21 und 23 verzögert hatten. Diese Verzögerung zwang zur Teilung der geplanten Gruppe und verursachte durch die hierzu nötigen Kabelkranumbauten und Gleisverlegungen eine empfindliche Störung der Bauarbeiten. Die Störung mußte nun in der folgenden Zeit nicht nur eingeholt werden, sondern es mußte sogar noch dafür gesorgt werden, daß der Rohbau ein volles Vierteljahr vor dem auf den 1. Oktober 1913 in Aussicht genommenen Endtermin beendet wurde, weil sich bei den in der Nähe der Schleusen inzwischen aufgenommenen Naßbaggerarbeiten der Boden als so schwer herausgestellt hatte, daß statt mit den für ausreichend gehaltenen sechs Monaten mindestens mit neun Monaten für das Freibaggern der Schleuseneinfahrten gerechnet werden mußte. Das Wiederaufholen der Betriebsstörung und die Kürzung der Bauzeit um $\frac{1}{4}$ Jahr zwangen zu Verstärkungen der Betriebsmittel. Die drei Betonmischmaschinen wurden um eine vermehrt. Zu den vier Kabelkranen der Baugrube kam ein fünfter hinzu. Ein Schrägaufzug, der ungefähr die gleiche Leistung wie ein Kabelkran erzielen sollte, wurde in der Südostecke der Baugrube eingebaut. Der Unternehmer verstärkte seine Betriebsmittel durch Einstellung eines eigenen Löffelbaggers, der mit dem Schrägaufzug zusammen arbeiten sollte und um weitere Lokomotiven, Wagen und Gleise. Für die Erhöhung seiner Unkosten erhielt er auf den vertraglichen Bodenaushubpreis einen Zuschlag von 10 Pfg. und auf den Beton einen Zuschlag von 15 Pfg. Ferner wurde ihm eine Prämie von 20 000 M für jeden Monat in Aussicht gestellt, um den er die Rohbauarbeiten der Schleusen vor dem 1. Oktober 1913 fertigstellen würde. Die gesamte Sonderentschädigung des Unternehmers einschließlich der Prämie für $3\frac{1}{2}$ Monate hat sich nach der Abrechnung zu etwa 220 000 M ergeben. Sie wurde beinahe völlig dadurch wieder ausgeglichen, daß infolge der Beschleunigung der Arbeiten die Bauverwaltung ihrerseits das Kraftwerk, die Grundwasser-senkung und den Lagerplatz um $3\frac{1}{2}$ Monate früher außer Betrieb nehmen konnte. Die hinzukommenden Geräte und Einrichtungen wurden im Winter 1911—1912 beschafft und aufgestellt. Sie wurden Mitte April 1912 bei Beginn der Erdarbeiten in Gruppe 4 in Betrieb genommen.

Die Gruppe 3 — Rest der Mittelmauer und der großen Südmauer — (Bt. 21, 13 und 16) mit 78 000 cbm Erde und 45 000 cbm Beton und Mauerwerk sollte, wie schon oben gesagt, einen Teil der Gruppe 2 bilden. Wegen des Rückstandes der Erdarbeiten über + 12,0 m konnten aber die Kabelkrane in Richtung Nord-Süd die Bauteile 21 und 13 nicht überbrücken, weil ihre Südstützen mit dem Eimerbagger in Berührung gekommen wären. Es wurde daher ein Kabelkran derart um 90° gedreht, daß seine eine Stütze fest

Tabelle 3
Leistungen in den einzelnen Baugruppen.

Nr.	Baugruppen		Erdmassen unter + 12,00			Beton und Mauerwerk				Bauzeiten		
	Zeichen Striche der Ränder	Teile nach obiger Skizze, geordnet nach dem Beginn der Betonarbeiten	Aushub	als Hinter- füllung ver- wendet	nach See ge- schleppt oder ander- weit ver- wendet	Beton		Klinker- und Werk- stein- mauer- werk	im ganzen (abge- rundet auf 1000 cbm)	Erd- arbeiten	Beton und Mauer- arbeiten	Die Gruppen fallen in die Jahre
						Schotter- (abgerundet auf 100 cbm)	Kies- und Spar- mauer- werk					
1	—	1, 3, 2, 4, 5	220 000	—	220 000	66 600	25 900	7 800	100 000	M. 7. 1910 M. 4. 1911	A. 11. 1910 A. 8. 1911	1910 u. 1911
2	— —	20, 19, 8, 17	117 000	85 000	32 000	9 100	61 400	7 100	78 000	M. 5. E. 10. 1911	E. 7. E. 12. 1911	
3	— — —	21, 13, 16	78 000	41 000	37 000	9 000	32 000	4 400	45 000	E. 10. 1911 M. 3. 1912	A. 3. E. 5. 1912	1912
4	— — — —	9, 10, 14, 15, 18	173 000	62 000	111 000	56 000	29 800	6 400	92 000	A. 4. 1911 M. 9. 1912	M. 6. E. 10. 1912	
5	////	25, 26, 27	57 000	57 000	—	—	8 700	—	9 000	A. 3. 1911 A. 10. 1912	A. 4. M. 10. 1912	
6	— x —	6, 7, 11, 12, 24	173 000	173 000	—	55 900	28 900	6 400	91 000	M. 9. 1912 E. 5. 1913	M. 11. 1912 A. 6. 1913	
7	— x x —	22, 23	56 000	56 000	—	—	23 400	2 300	26 000	A. 2. A. 6. 1913	A. 2. A. 6. 1913	1913
8	////	28, 29, 30	56 000	56 000	—	—	8 700	—	9 000	A. 2. E. 5. 1913	M. 12. 1912 M. 6. 1913	
		Sa.	930 000	530 000	400 000	196 600	218 800	34 400	450 000	genau: 449 800		

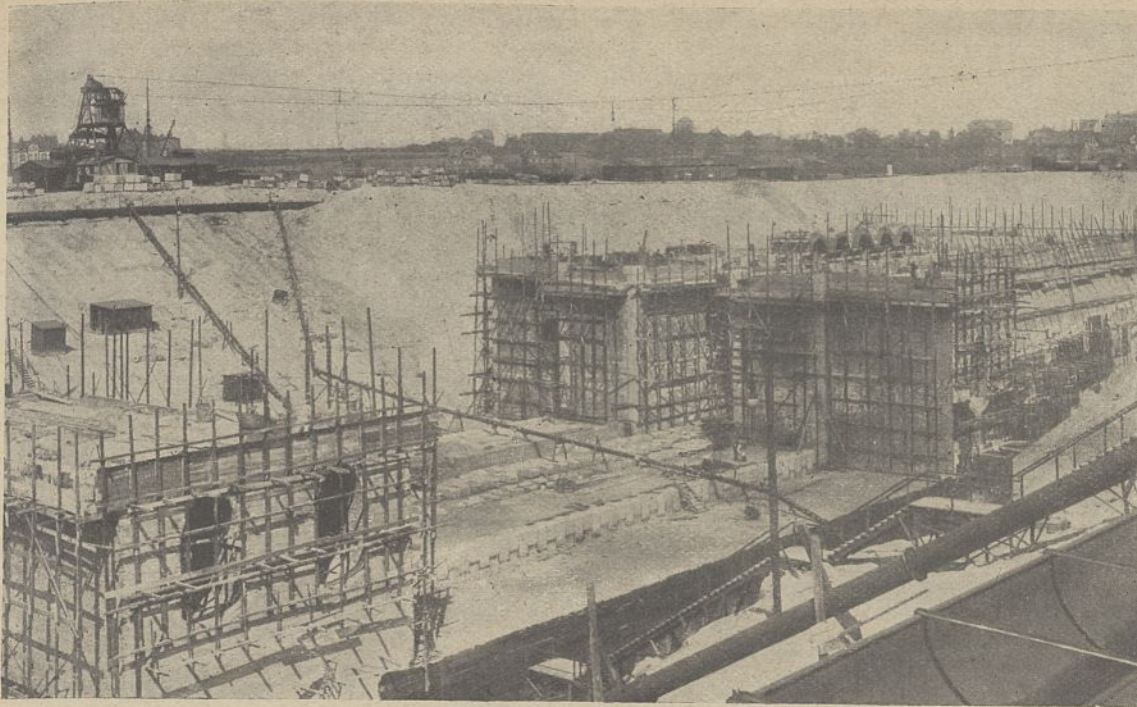


Abb. 28. Autmauerung des Binnenhauptes. Nordnische, nördliche Durchfahrt und Mittelpfeiler.

auf dem mit aller Beschleunigung hochgeführten Bauteile 8 stand, während die andere Stütze auf einem kreisförmigen Gleise am Rande der Ostböschung der Baugrube lief. So konnten die Erdarbeiten für die Bauteile 21 und 13 ohne jede Querverföderung, die Maurerarbeiten unter geringfügigem Seitwärtsverteilen des Betons ausgeführt werden. Auf den Bauteil 16 (vergl. Abb. 29) arbeiteten inzwischen die verbleibenden Kabelkrane in Richtung Nord-Süd. Die 37 000 cbm Boden aus Bt. 21 und 13 wurden von Ende Oktober 1911 bis Mitte März 1912 aufgehoben, und die Betonarbeiten von Anfang März bis Ende Mai 1912 mit größter Beschleunigung (durchschnittliche Tagesleistung 800 cbm) ausgeführt.

Die Gruppe 4 — Südliches Mittel- und Außenhaupt und kleine Südmauer — (Bt. 9, 10, 14, 15, 18) mit 173 000 cbm Erde und 92 000 cbm Beton und Mauerwerk konnte, nachdem inzwischen die Mittelmauer fast in ihrer ganzen Länge fertiggestellt und die Bodenerföderung über + 12,0 m für die Südschleuse nahezu beendet war, Anfang April 1912 um so kräftiger in Angriff genommen werden, als zu diesem Zeitpunkte die Verstärkung der Geräte in Wirksamkeit trat. So gelang es denn, diesen umfangreichen Abschnitt in der sehr kurzen Bauzeit von nicht ganz sieben Wochen (Anfang April bis Ende Oktober 1912) fertigzustellen. Auch die Leistungskurven der Abb. 15 lassen deutlich den schärferen Arbeitsbetrieb von April 1912 ab erkennen.

Gruppe 5 umfaßt die Kammersohle der Südschleuse (Bt. 25, 26, 27) mit 57 000 cbm Erde und 8500 cbm Sohlenbeton. Die Erdarbeiten wurden zugleich mit denen der Gruppe 3 unter gleichen Verhältnissen und Schwierigkeiten in der Zeit vom Anfang März bis Anfang Oktober 1912 ausgeführt. Der Boden wurde hinter die südliche Seitenmauer und die Torkammer verteilt. Die Sohlenplatten der beiden Kammern wurden in der Richtung von Westen nach Osten vorschreitend in der Zeit von Anfang April bis Mitte Oktober 1912 eingebaut. Die große Kammersohle war Ende September fertig. Auf ihr begann im Herbst 1912 die Aufstellung der Schiebetoren. Die Sohlenplatten sollten, wie oben gesagt ursprünglich 3×3 m groß sein. Da für jede Platte eine besondere Schalung aufgestellt werden mußte, die verhältnismäßig wenig Beton umfaßte, ging die Arbeit sehr langsam vonstatten. Die Platten wurden deshalb auf 6×6 m vergrößert.

Die Gruppe 6 — Nördliches Mittel- und Außenhaupt und kleine Nordmauer — (Bt. 6, 7, 11, 12, 24) mit 17 300 cbm Erde und 91 000 cbm Beton und Mauerwerk konnte nicht eher mit Kabelkranen überspannt werden, als die Erdarbeiten über + 12,0 m auf dieser Fläche beendet waren. Am 3. September 1912 war das der Fall; am 12. begannen die Erdarbeiten unter + 12,0 m, und genau zwei Monate darauf die Betonarbeiten. Von den fünf Kabelkranen standen die Nebenstützen auf der Mittelmauer, die Maschinenstützen am Rande der Nordböschung. Planmäßig waren die Erdarbeiten Ende Mai, die Beton- und Maurerarbeiten Anfang

Juni 1913 beendet. Die Arbeit dauerte wesentlich länger als bei der gleich umfangreichen Baugruppe 4, weil gleichzeitig auch die Gruppen 7 und 8 ausgeführt wurden. Einige Schwierigkeiten entstanden dadurch, daß die Nordböschung der Baugrube aus den schon früher angeführten Gründen sehr steil, nämlich von unten bis oben in 24 m Höhe 1 : 1 angelegt werden mußte. Durch die früher erwähnten Sicherheitsmaßnahmen gelang es aber, schwerere Böschungsrutsche zu vermeiden.

Für Gruppe 7 — große Nordmauer — (Bt. 22 und 23) mit 56 000 cbm Beton und Mauerwerk standen nur zwei Kabelkrane zur Verfügung, weil die übrigen in Gruppe 6 noch tätig waren.

Die Böschung hinter der Seitenmauer mußte auch hier wegen des beschränkten Platzes steiler als erwünscht angelegt werden, unten von + 3 bis + 12 m etwa 1 : 1

darüber bis Gelände 1 : 1,2. Die Schwierigkeiten waren aber nicht so groß wie bei Gruppe 6, weil die Böschung weniger feucht, fester in der Bodenart und 3 m niedriger war. Der gesamte Erdaushub und die Mauerwerksarbeiten wurden von Anfang Februar bis Anfang Juni 1913 erledigt.

Gruppe 8 — Kammersohle der Nordschleuse — (Bt. 28, 29, 30) mit 56 000 cbm Erde und 9000 cbm Beton wurde mit Gruppe 6 und 7 gleichzeitig ausgeführt, und zwar die Erdarbeiten von Anfang Februar bis Anfang Mai 1913. Die Erde ging hinter die fertige Nordmauer. Die Sohlenplatten wurden in gleicher Weise wie auf der Südseite hergestellt, und damit war der Schleusenrohbau beendet. Die Abb. 30 gibt einen Ueberblick über die fertige Nordschleuse. Zum Schlusse mußten die keilförmigen Baugruben am Binnen- und Außenhaupt, auf deren Sohle (etwa — 0,5 m) die Pumpen mit ihren Brunnen und Saugleitungen standen, mit Erde ausgefüllt und mit Beton abgedeckt werden. Die Pumpenhäuser waren bis auf zwei, nämlich Nr. 31 und 32, mit einer Ringmauer umgeben; sie wurden innen durch starke Balken abgesteift, so daß sie den Druck der Schüttung aushielten. Die beiden nicht ummauerten Pumpen wurden Anfang Juni 1913 auf die Schleusenvorböden + 5,0 m gesetzt, wo sie weiter arbeiteten, so daß ihr früherer Standort ausgefüllt werden konnte. Die Pumpen in den Umwallungen wurden nach und nach gleichfalls auf + 5 m gesetzt, worauf der Raum zwischen den Umwehrungsmauern mit Boden ausgefüllt und mit Beton abgedeckt wurde. Bei dem Ausfüllen der Keile ließ es sich nicht vermeiden, daß die in ihrem Bereich niedergetriebenen

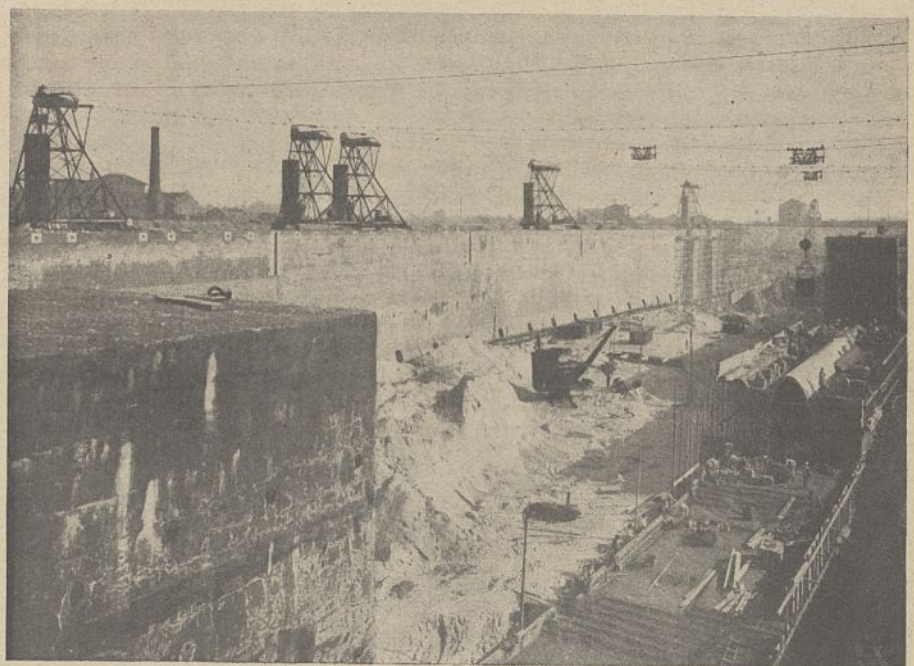


Abb. 29. Bau des westlichen Teiles der südlichen Seitenmauer.

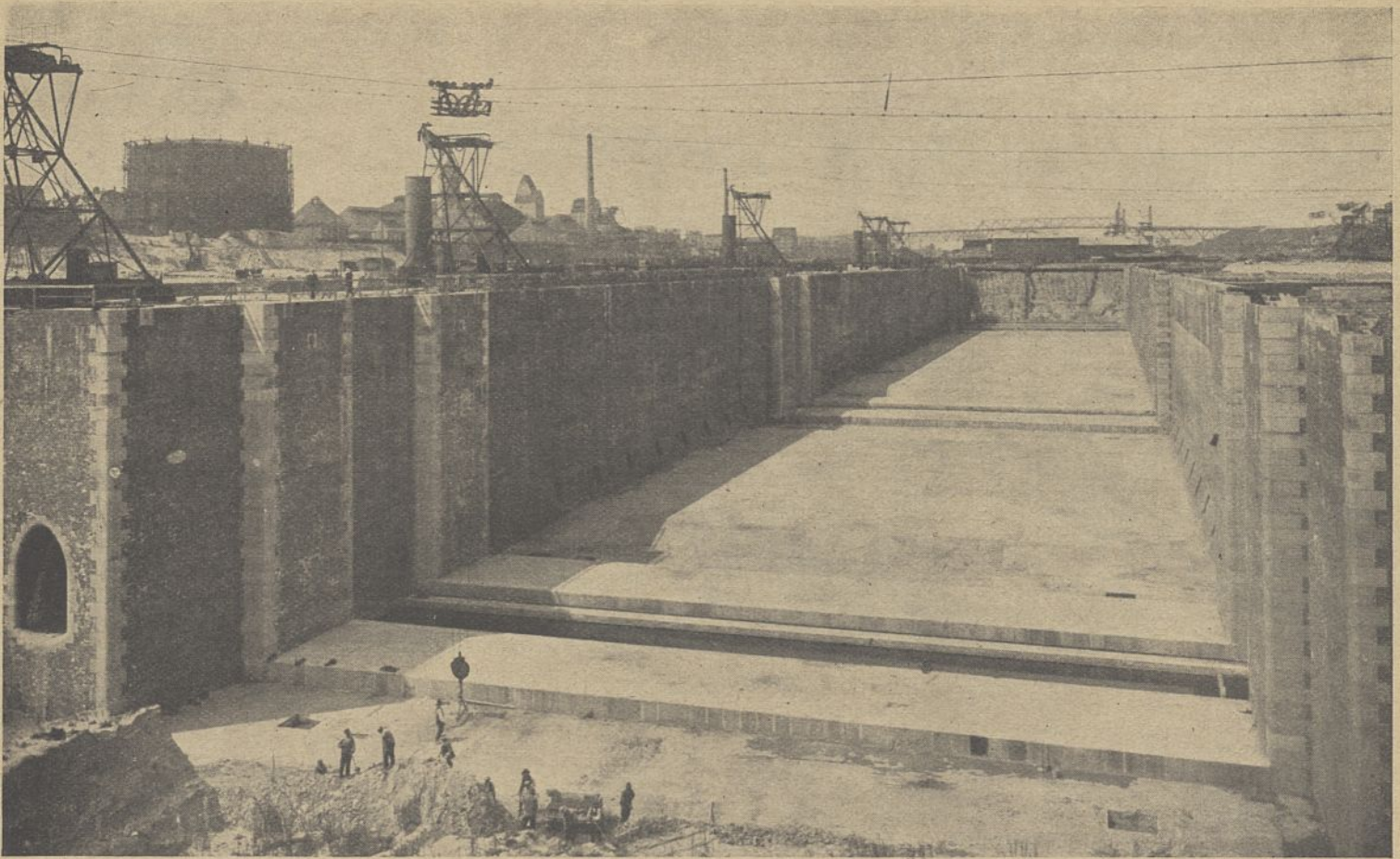


Abb. 30. Blick in die fertige Nordschleuse von Osten

Brunnen und ein großer Teil der Saugleitungen infolge Ueber-schüttung verloren gingen. Gleichzeitig mit dem Ausfüllen der Keile vor den Drempeln wurden die Sohlen und Böschungen der Außen- und Binneneinfahrten im Bereiche der Baugrube hergestellt. Die Sohlen der Schleuseneinfahrten wurden nach Ausfüllung der Keile vor den Häuptern auf 15 bis 20 m Länge mit 25 cm Kies und 0,75 m starkem Kiesbeton abgedeckt. An die Sohle schlossen sich seitlich die Böschungen mit einer Neigung von etwa 1:3; diese wurden mit einer 25 cm starken Kieslage und 0,5 m starken Betonplatten in Größen von 3:3 m abgedeckt. Nur die Nordböschung am Außenhaupt erhielt statt der Betonplatten eine 1,0 m starke Abdeckung aus groben Betonbrocken, die bei der Beseitigung einer Ufermauer und einer Mole auf dem Marinekohlenhof gewonnen waren. Die Böschungskleidung mit Betonplatten oder Betonbrocken reichte bis + 18,50 m. Weiter nach oben folgte eine Abdeckung aus Basaltäulen, die auf Ziegelschotter verlegt wurden. Mit der Abdeckung der Schleusenvorböden und der Böschungen im Bereiche der Baugrube waren sämtliche Rohbauarbeiten der Schleusen Ende Juni 1913 beendet.

8. Steigenlassen des Grundwassers. Nach Abb. 18 waren am Schlusse der Bauzeit die in der Tabelle 5 näher bezeichneten Pumpen aufgestellt. Sie standen sämtlich auf einer Höhe von etwa + 0 bis + 0,50 m.

Tabelle 4: Anzahl und Verteilung der Pumpen und Brunnen am Schlusse des Baues.

Bezeichnung des Standortes.	Benennung der Pumpen.	Zahl der Pumpen und Brunnen, die dauernd im Betrieb waren.
Binnenhaupt West	19 20 21	2 Pumpen 17 Brunnen
" Ost Nord	27 22	1 " 9 "
" Ost Süd	23	1 " 8 "
Außenhaupt Ost	31 29	1 " 18 "
" Nord	32	1 " 17 "
In der ganzen Schleuse	9 Pumpen	6 Pumpen 69 Brunnen

Die sechs ständig laufenden Pumpen verbrauchten höchstens etwa 400 bis 500 KW. Bei einer Druckhöhe von rd. 22 m und einem gesamten Wirkungsgrad der Anlage von etwa 0,6 sind das rd. 850 l in der Sekunde. Die bei Aufstellung des Entwurfs entwickelten Annahmen über den Wasserzudrang und den Kraftbedarf haben sich somit einigermaßen bestätigt. Nach Abb. 21 war der

Grundwasserstand zu Anfang des Jahres 1913 beim Bau des nördlichen Mittel- und Außenhauptes im östlichen Teil der Nordschleuse auf etwa - 2 abgesenkt. Nach Fertigstellung der Gründung Anfang Mai 1913 konnte man das Wasser ansteigen lassen. Dies geschah nach folgendem Grundplane:

Die weniger wichtigen Pumpen sollten entfernt, die wichtigen nach und nach von ihrer tiefen Lage, etwa + 0,0 auf die Vorschleusenböden + 5 m gesetzt und dort weiter betrieben werden. An der wichtigsten Seite — Binnenhaupt West — sollte dies unter dem Schutze einer auf + 5,0 m stehenden Pumpe geschehen, die aus besonders zu schlagenden Brunnen saugen sollte. Die Brunnen und Saugleitungen sollten mit Erde überschüttet, die umwallten Pumpenstände mit Erde ausgefüllt werden. Nach Fertigstellung aller Arbeiten sollten alle Pumpen zusammen in ein bis zwei Stunden entfernt werden. Dieser Plan konnte durchgeführt werden. Zunächst wurde die Schutzstaffel auf + 5,5 m am Binnenhaupt hergestellt, worauf im Mai die Pumpen 31 und 22 entfernt werden konnten. Anfang Juni eroff in einer Nacht Pumpe 27 am Binnenhaupt. Sie stand dem von Nordwest nach Südost gerichteten Grundwasserstrom, der das meiste Wasser brachte, zunächst, war mithin eine der wichtigsten Pumpen. Da es nicht gelang, sie wieder auf ± 0 in Betrieb zu setzen, mußte sie durch eine auf + 5 m gestellte Pumpe ersetzt werden. Dadurch mußte sich der Wasserstand zunächst im nördlichen, dann im südlichen Binnenhaupt erhöhen. Das Wasser stieg in wenigen Tagen, da auch gleichzeitig am Außenhaupt die Pumpe 29 versagte, so rasch an, daß es nur unter ständiger Tag- und Nacharbeit und Aufbietung aller Kräfte gelang, die Pumpen 19, 20, 21 und 23 nach und nach höher zu setzen. Um das Wasser mit Rücksicht auf die Nachbarpumpen möglichst niedrig zu halten, wurden die Pumpen 19, 20 und 21 nicht gleich auf + 5, sondern auf die Balkenlage gesetzt, die auf etwa + 2 m die Umwallungsmauern der Pumpen gegeneinander absteifte. Das innerhalb der Umwallungen aus dem Boden steigende Wasser wurde mit kleinen elektrischen und Handpumpen ständig ausgepumpt. Ihr Wasser wurde in Holzrinnen oder Druckrohren zu einem Pumpensumpf geleitet; aus ihm wurde das Wasser mit einer besonderen elektrischen Pumpe ausgepumpt und durch die Druckleitung der Pumpe 33 hinaufgedrückt. In der 2. und 3. Juniwoche gelang es, die Pumpen 19, 20 und 21 weiter auf + 5,0 zu heben. Am Tage nach der Nacht, in der die Pumpe 27 am Binnenhaupt eroff, brach die Welle der Pumpe 29 des Außenhauptes. Da Pumpe 31 schon entfernt war, und andere Aushilfe nicht zur Verfügung stand, stieg das Wasser in der Pumpenumwallung so rasch, daß es nicht mehr möglich war, die Pumpe auf ± 0 wieder in Gang zu setzen; sie wurde daher auf etwa + 2 auf die Balkenlage gesetzt. Als die Gefahr am Binnenhaupt beseitigt, und dort sämtliche Pumpen

auf +5,0 gesetzt waren, wurden nacheinander Pumpe 29 und 32 gleichfalls auf +5 gehoben. Damit waren nunmehr sämtliche Pumpen aus der gefährdeten Staffel ± 0 geborgen und auf den trockenen Schleusenvorböden in Sicherheit gebracht.

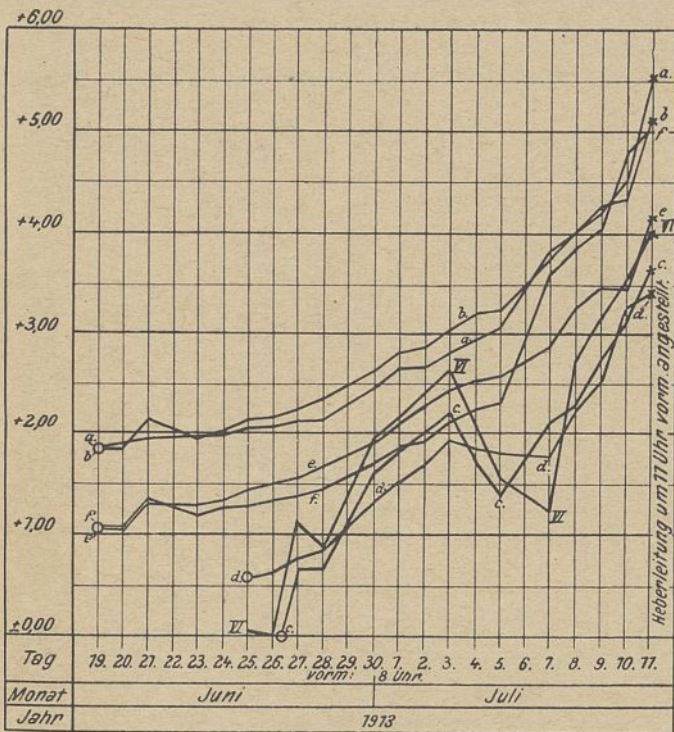
Nachdem inzwischen auch die Aufstellung der Schiebetore in der Südschleuse beendet war, konnte Ende Juni 1913 mit der Außerbetriebsetzung der Grundwassersenkung und dem Einlassen des Wassers in die Schleusen begonnen werden. Aus dem ständig während des Höhersetzens der Pumpen vorgenommenen Messungen der Grundwasserstände hatte sich ergeben, daß das Ansteigen des Grundwassers keinesfalls plötzlich, sondern nur ganz allmählich erfolgen, daß somit Zeit genug verbleiben werde, alle Pumpen ohne besondere Hast nacheinander aus der Baugrube zu entfernen. Zuerst wurden die Pumpen am Außenhaupt nebst ihren aus dem Beton des Außenvorbodens herausragenden Saugrohren und Leitungen fortgeschafft; die Brunnenöffnungen wurden durch Eingießen von Mörtel verschlossen. Dann folgten nacheinander die Pumpen nebst Zubehör am Binnenhaupt, bis schließlich nur noch die aus der Hilfsstaffel auf +5,0 m arbeitende Pumpe 30 übrigblieb. Diese wurde am 10. Juli 1913 außer Betrieb gesetzt und aus der Baugrube entfernt. Damit hatte die Grundwassersenkung ihr Ende erreicht. Das Steigen des Grundwassers während der Zeit des Höhersetzens und Entfernens der Pumpen ist aus der Abb. 31 zu ersehen. Bei dem langsamen Anwachsen des Grundwasserstandes würde das Füllen der Schleusen ohne Einlassen von Außenwasser eine sehr lange Zeit in Anspruch genommen haben. Es wurden daher schon Ende Juni 3 Heberleitungen von 30 cm Durchmesser vom Binnenhafen aus durch den stehengebliebenen Damm hindurch in die nördliche Binnenhauptnische verlegt. Nach der Außerbetriebsetzung der Grundwassersenkung wurden diese Heber (sich Abb. 32) am 11. Juli angestellt, und mit ihrer Hilfe gelang es, die Schleuse in etwa 3 Wochen bis zur Höhe des Kanalwasserstandes anzufüllen.

9. Nachträgliche Verankerung und Hinterfüllung der Seitenmauern. Ursprünglich sollten nicht nur die Häupter, sondern auch die Seitenmauern unmittelbar nach ihrer Herstellung bis zur vollen Höhe hinterfüllt werden. Dabei hätte sich für die Vorderkante der Seitenmauern eine Bodenpressung von etwa 7,0 kg/qcm ergeben. Man entschloß sich daher dazu, nur die Häupter ganz zu hinterschütten, die Anfüllung hinter den Seitenmauern aber während des Baues nur bis +20,10 m zu führen. Die Kantenpressung ermäßigte sich dadurch, wie schon an früherer Stelle mitgeteilt, auf rd. 6,5 kg/qcm. Da die auf +3,0 m liegende Gründungssohle im Naturzustande eine Auflast von etwa 25 m, das heißt $25 \cdot 1,8 = 45 \text{ t/qm} = 4,5 \text{ kg/qcm}$ hat tragen müssen, so kam durch die Seitenmauer nur eine Mehrlast von 2,0 kg/cm hinzu, die zunächst unbedenklich erschien.

Der östliche Teil der langen Südmauer hatte seit seiner Vollendung im Herbst 1911 bis Herbst 1912 hinterfüllt gestanden, ohne Bewegungen zu zeigen. Ein Riß trat zwar im Winter 1911/1912 auf, der aber auf Wärmeeinflüsse zurückzuführen war. Nachdem dann im Herbst 1912 hinter der Mauer die Luftverdichter für die Preßluft-

nietung der Schiebetore in Betrieb genommen waren, zeigten sich gleichzeitig an mehreren Stellen Risse, ohne daß indessen irgendwelche Bewegungen der Mauer nach vorne festzustellen waren. Nach dem Aussehen und dem Verlauf der Risse mußte auf ein ungleichmäßiges Setzen der Mauer, begünstigt durch die örtlichen Erschütterungen infolge des Arbeitens der Luftverdichter, geschlossen werden. Um sicher zu gehen, wurde die Mauer an den Stellen, wo die Risse aufgetreten waren, mit 9 eisernen, 50 m langen Anker in Abständen von 10 bis 15 m nach hinten verankert. Die Anker konnten je rd. 60 t Zug aufnehmen; ihre Bauart zeigt Abb. 33. Jeder Anker bestand aus einer durch die Mauer gehenden 70 mm starken Rundeisenstange, die weiter hinten in zwei schwächere Rundeisen von 50 mm Durchmesser und 50 m Länge aufgelöst wurde. Die Verbindung zwischen dem starken und den beiden schwachen Rundeisen stellte ein kurzer I-Träger mit Keilvorrichtung her. Vorn faßte der Anker durch 4 m lange, senkrecht vor der Mauer angebrachte I-Träger Nr. 30 hindurch und wurde mit diesen durch Unterlagsplatten und Keile verbunden. Die im gewachsenen Boden rd. 50 m hinter der Mauer eingebauten Ankertafeln hatten eine Größe von $4,0 \times 4,0 \text{ m}$. Die Anker wurden zunächst in ihrer ganzen Länge nur lose verlegt und vorn mit den senkrechten Eisen, hinten mit der Ankertafel verbunden. Dann wurden zwischen die zu Häuptern aus I Eisen ausgebildeten Ankerstöße Wasserpressen eingebaut, mit deren Hilfe die Anker scharf angespannt wurden. Die Arbeit wurde von Mitte Dezember 1912 bis Mitte März 1913 ausgeführt.

Als das Wasser im Juli und August 1913 in die Schleuse eingelassen wurde und den auf +13,87 m liegenden Böschungfuß der Hinterfüllung erreichte, begann die zurückliegende Böschung stellenweise zu rutschen. Um weiteren Rutschungen und damit Erschütterungen der Mauer vorzubeugen, wurden die Böschungen abgeflacht und der untere Keil zwischen Mauer und Erde bis etwa +20 m wagerecht ausgefüllt. Ferner entschloß man sich, sämtliche Seitenmauern nachträglich zu verankern, um ihre Standsicherheit dauernd zu erhöhen, und sie gegen Schäden durch die unvermeidlichen Bewegungen des Hinterfüllungsbodens in den ersten Jahren zu schützen. Die Verankerung wurde so berechnet, daß sie in der Lage sein sollte, die unter ungünstigen Belastungsannahmen zu 6,82 kg/qcm, ermittelte vordere Kantenpressung auf 4,5 kg/qcm, d. h. also auf die früher durch Ueberlagerung vorhanden gewesene Bodenpressung zu ermäßigen. Rechnungsgemäß waren hierzu 60 mm starke Rundeisenanker in 5,0 m Entfernung bei einer Höhenlage von +20,0 m erforderlich. Demnach erhielt jede der langen Seitenwände 36, jede der kurzen Seitenwände 12, die ganze Schleuse also $(36 + 12) = 96$ Verankerungen.



a-f, VII = Beobachtungsbrunnen — o — Beginn der Beobachtung — x — Schluß der Beobachtung

Abb 31. Grundwasserstände vom 19. Juni bis 11. Juli 1913.

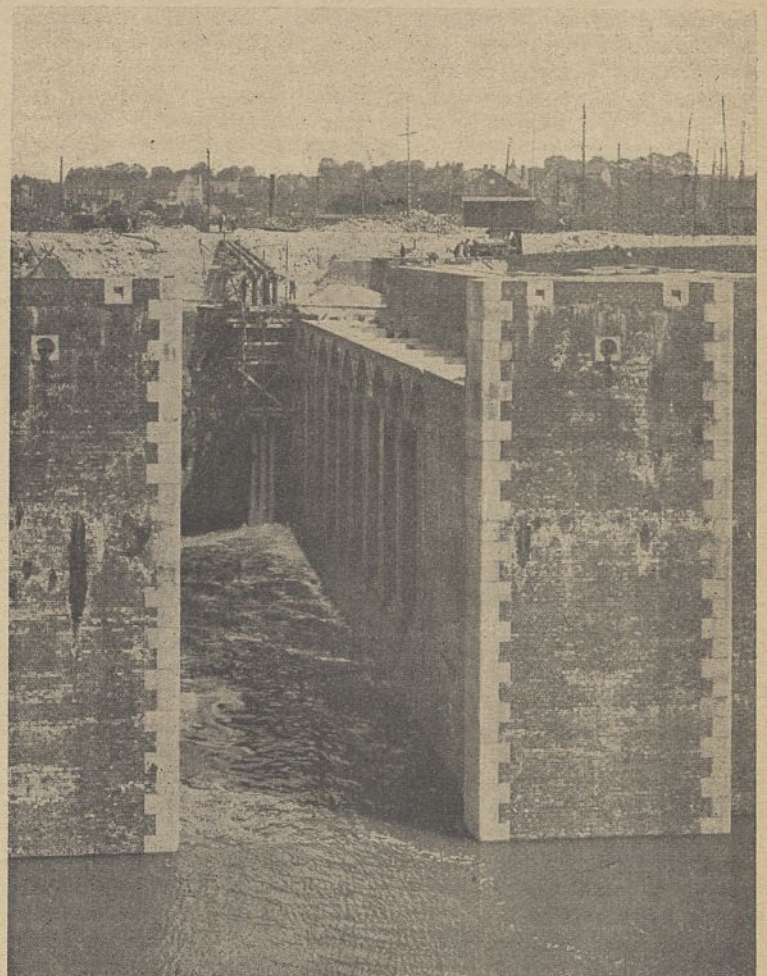


Abb. 32. Heber zum Füllen der Schleusen.

sparungen mit Asphaltfilzpappe wasserdicht ausgekleidet, und dann Beton- und Mauerwerk entsprechend der endgültigen Gestaltung der Maschinenkammern eingebracht. Auf diese Weise ließen sich Stemmarbeiten für die Verankerung der Maschinenteile fast, völlig vermeiden. Für den Einbau der im Schützschacht unter Wasser liegenden Teile der Schützenantriebe mußte das Wasser zwischen den Dammbalkentafeln mit elektrisch angetriebenen Kreiselpumpen in 2 Staffeln abgesenkt werden. Die Dammbalkentafeln wurden auf der Wasserseite mit Segeltuch verkleidet, auf der Unterseite erhielten sie einen Wulst aus Werg, der mit Segelleinwand umhüllt und festgenagelt wurde. Ohne diese Dichtungen wäre es nicht möglich gewesen, das Wasser zu lenzen. Die Abpflasterung der Schleusen wurde nach Fertigstellung der Mittelmauer mit ihren Maschinenkammern und Kabelkanälen sowie der Hinterfüllung der Seitenmauern in der Zeit von Anfang November 1913 bis Ende Juli 1914 ausgeführt, und zwar die Mittelmauer mit Kleinpflaster auf Kies. Im Kies liegende Dränröhren führen das durchtretende Wasser zu Fallschächten, die in die Umläufe münden. Die Torkammern sind in gleicher Weise abgeplastert. Die Dräns konnten hier fortgelassen werden; es genügte, das von den nach innen geneigten Pflasterflächen ablaufende Wasser in kleinen betonierten Mulden zu sammeln und von hier aus mit Sammelschächten in die Tornischen zu leiten. Gleichzeitig mit der Abpflasterung des Mauerwerks wurden die früher erwähnten Wege aus Klinkerpflaster und die Rasenflächen zwischen den Tornischen hergestellt. Endlich waren noch die Hydranten für die Wasserversorgung der Schleusen und die Einrichtungen für den Schiffahrtsbetrieb (Poller, Steigeleitern, Haltekreuze) einzubauen.

11. Abbruchsarbeiten und Verkauf der Geräte. Nach Fertigstellung aller Betonarbeiten mußte der Lagerplatz mit seinen Einrichtungen schleunigst geräumt werden, um Platz für die Naßbagger zu schaffen. Da es nicht gelang, sämtliche Maschinen rechtzeitig zu verkaufen, wurden diese von der Bauverwaltung abgebrochen und besonders gelagert. Sämtliche Häuser über den Fundamenten wurden meistbietend an Unternehmer verkauft, die sie abzurechen hatten. Die Fundamente wurden von der Bauverwaltung gesprengt und beseitigt; da einige von ihnen großen Umfang hatten und zum Teil auch wegen schlechten Untergrundes tief hinabge-

führt waren, war das eine umfangreiche und schwierige Arbeit. Empfehlenswert wäre es gewesen, wenn man in diesen Fundamenten gleich beim Bau Sprenglöcher vorgesehen hätte; so mußten diese unter erheblichem Zeit- und Geldaufwand erst nachträglich eingebohrt werden. Das Kraftwerk wurde mit dem Gebäude und den Werkstatteinrichtungen zusammen für einen Pauschalpreis von 125 000 M verkauft; es sollte in Kleinasien wieder aufgebaut werden. Sämtliche übrigen Geräte (Kabelkrane, Uferkrane, Löffelbagger, Lagerplatzeinrichtungen usw.) erzielten einen Erlös von zusammen etwa 110 000 M, so daß sich der Gesamterlös einschließlich des Kraftwerkes auf etwa 235 000 M oder auf rd. 18 vH der Beschaffungskosten stellte.

F. Die Schleuseneinfahrten.

Vom Wasserbaudirektor Rogge und Regierungs- und Baurat Pregel.

1. Leitwerke und Fender. Die Einfahrten in die beiden Schleusen sind auf 150 m Länge beiderseits durch hölzerne Leitwerke begrenzt. In der Verlängerung der Mittelmauer liegen die beiden Schleusen gemeinsamen Mittelleitwerke; an den Torkammern setzen die Seitenleitwerke an, die gegen die Schleusenachse derart geneigt sind, daß der Abstand zwischen ihnen und dieser Achse (Mitte Mittelmauer) in einer Entfernung von 500 m in der Binneneinfahrt 100 m und in der Außeneinfahrt 88 m beträgt. Jedes Leitwerk (siehe Abb. 35) besteht aus 8 Stück 33pfähligen Dalben, die in gleichem lichten Abstände von 15 m gerammt und durch Laufbrücken miteinander verbunden sind, und einem dreieckförmigen, außen verschalteten Kopfdalben. Binnen und Außenleitwerk sind in der Bauart einander gleich. Mit Rücksicht auf die verschiedenen Wasserstände liegt aber Oberkante Binnenleitwerk nur auf + 21,77, Oberkante Außenleitwerk dagegen auf + 22,97. Vor dem Dalben sind 2,5 m breite Schwimmfender angeordnet, die durch Holztreppen von den Laufbrücken aus zugänglich sind.

Jeder Dalben hat 32 senkrecht stehende kieferne Pfähle, die mit Tannenholz verzimmert sind. Die Pfähle stecken mit Rücksicht auf eine künftige Vertiefung des Kanals von 11 auf 12 m etwa 5 3/4 m tief in den Boden. Die tannenen 2,15 m breiten Laufbrücken sind durch

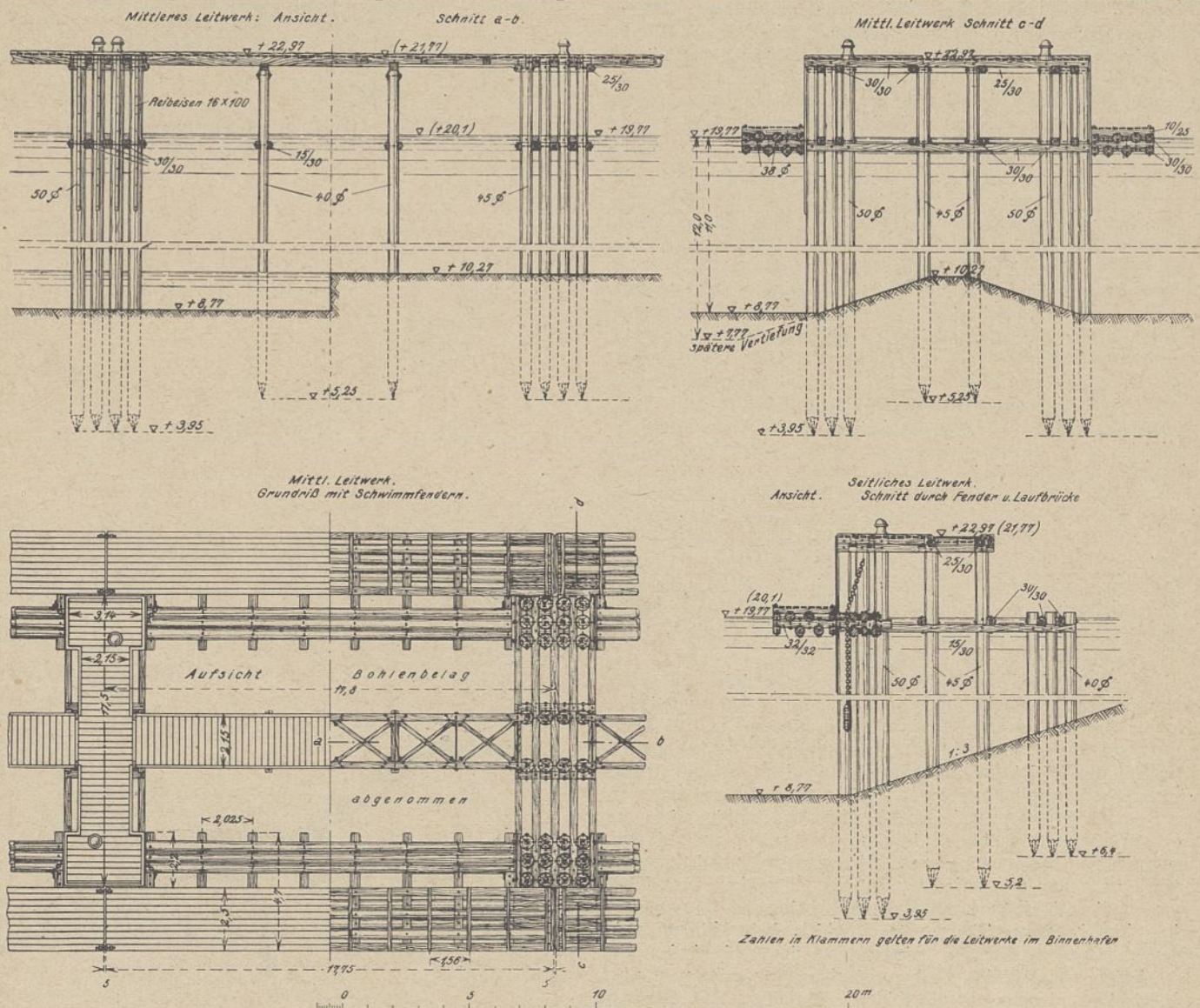


Abb. 35. Leitwerke nebst Schwimmfendern.

je zwei kieferne Pfahljoche zwischen den Dalben unterstützt. Die Schwimmfender vor den Dalben bestehen aus Tannenrund- und Kantholz.

Um das Mauerwerk der Schleuse gegen Beschädigung durch Schiffe zu schützen, liegen vor den Mauern 1,2 m breite Fender aus Tannen-Kantholz (vergl. Abb. 36). Sämtliche Fender werden durch Ketten, die über Wasser am Mauerwerk oder an den Dalben befestigt sind, durch ein mit Eisen geschütztes offenes Feld des Fenders laufen und unten ein schweres Gewicht tragen gegen Mauer oder Dalben gedrückt, so daß die Fender dem Steigen oder Fallen des Wassers unbehindert folgen können.

Die Holzlieferung und die Ramm- und Zimmerarbeiten wurden getrennt vergeben. Die 5600 cbm Rundpfähle der Dalben (Los 1) lieferte die Firma Böttcher in Wesenberg aus Kiefernrundholz für rd. 286 000 M, die 4125 cbm Rund- und Kanthölzer der Dalbenverzimmerung und der Fender (Los 2) die Firma Gehlsen in Glückstadt für rd. 254 000 M. Die Ramm- und Zimmerarbeiten der Leitwerke, sowie der Bau der Fender führte auf Grund öffentlicher Ausschreibung die Firma Karl Scharnberg vom Sommer 1913 bis Herbst 1915 für rd. 150 000 M aus. Die Gesamtkosten der Leitwerke und Fender haben rd. 900 000 M betragen.

2. Aeußerer Vorhafen. Der Außeneinfahrt zu den neuen Schleusen mußte, wie schon eingangs erwähnt, der alte Marinekohlenhof fast in seiner gesamten Ausdehnung zum Opfer fallen. Der Kohlenhof (vergl. Abb. 1 und 2) bestand in der Hauptsache aus einem etwa 50 m breiten und 250 m langen, 5 bis 6 m tiefen Hafenbecken, das östlich und nördlich von einer frei im Wasser stehenden Betonmole, westlich von einem hölzernen Bohlwerk und auf einer kurzen Strecke von einer Ufermauer begrenzt war, während es südlich in den Kieler Hafen ausmündete. An Stelle dieser beengten und in ihren Einrichtungen veralteten Anlage wurde südlich davon eine neue Bekohlungsanlage geschaffen, der 11 m tiefe Marinekohlenhof, dessen Herstellung die Kanalverwaltung auf ihre Kosten übernahm. Einzelne Arbeiten, wie das Umsetzen der Kohlenschuppen und der Oelbehälter, die Umlegung von Oelleitungen und Gleisen u. dergl. führte die Marineverwaltung gegen eine pauschale Entschädigung von 400 000 M selber aus. Auch die größten Schiffe der Flotte sollten ihre Kohlen hier unmittelbar von Land aus übernehmen können. Nähere Angaben über den 1910 bis 1916 durchgeführten Gesamtbau des Marinekohlenhofs finden sich in einem Aufsatz des Wasserbaudirektors Rogge und des Regierungs- und Baurats Dr.-Ing. Lohmeyer im Heft 39 des Jahrgangs 1923 der „Bautechnik“, Verlag von Wilhelm Ernst u. Sohn, Berlin.

Anfang 1913, als die Rohbauarbeiten der Schleusen sich ihrem Ende näherten, war die Südzunge des neuen Kohlenhofs bereits der Marine überwiesen worden und von ihr in Benutzung genommen. Zu gleicher Zeit konnte daher mit dem Abbruch des alten Kohlenhofs begonnen werden. Große Mühe machte die Beseitigung der alten Betonmole, die reichlich 20 000 cbm Beton und Mauerwerk enthielt und deren Gründungssohle bis 11,50 m unter Mittelwasser reichte. Eine genaue Beschreibung dieser schwierigen, im Eigenbetriebe der Bauverwaltung ausgeführten Abbruchsarbeit findet sich in dem Aufsatz des Regierungs- und Baurats Dr.-Ing. Lohmeyer „Beseitigung der Kreuzermole und der Binnenhafenkaimauer vor den neuen Ostseeschleusen des Kaiser-Wilhelm-Kanals“ auf S. 147 und folgende des Jahrgangs 1921 der Zeitschrift für Bauwesen.

Gleichzeitig mit der Beseitigung der Mole wurde der Aushub des äußeren Schleusenvorhafens durchgeführt, der eine Naßbaggerung von etwa 750 000 cbm erforderte. Die Schleusentiefe des Außenhafens betrug zunächst 11 m unter mittlerem Hafenwasser = (19,77 — 11,00) = + 8,77 m. Während des Krieges wurde die Sohle noch um 0,50 m, also auf + 8,27 m, tiefer gelegt. Die gesamte Baggerung, die der Firma Steffen Sohst in Kiel übertragen war, wurde plangemäß bis zum 1. April 1914, dem Tage der Inbetriebnahme der neuen Schleusen, beendet, nachdem die Durchfahrt schon im Herbst 1913 freigebaggert war.

Die Ufer des Außenhafens sind mittels Basaltsäulen auf einer Unterbettung aus Ziegelschotter eingefaßt. Auf den westlichen Strecken, die im gewachsenen Boden lagen, genügte es, die Uferdeckung, entsprechend der Abb. 37, auszuführen. Auf der östlichen Strecke der Südeinfassung dagegen, die hier auf dem frisch aufgeschütteten Hinterfüllungsboden der nördlichen Kohlenzunge herzustellen war, wurde, entsprechend der Abb. 38, ein Sinkstück aus Faschinen vorgesehen, das bis + 13,77 m hinabreicht und mit aufgeworfenen Steinen beschwert wurde. Ueber dem Sinkstück wurde die Uferdeckung genau wie auf den westlichen Strecken ausgeführt. Oben wurden die Böschungskanten mit 1,0 m breiten Betonplatten abgedeckt. Zur besseren Führung der Schiffe beim Einlaufen in die Schleusen wurden vor den Böschungen des Außenhafens im ganzen 11 Stück neunpfählige Dalben geschlagen, von denen zwei auf die Nordseite und neun auf die Südseite entfallen. Die Gesamtkosten für den Bau des Außenhafens einschließlich Beseitigung der Mole belaufen sich auf etwa 1 500 000 M,

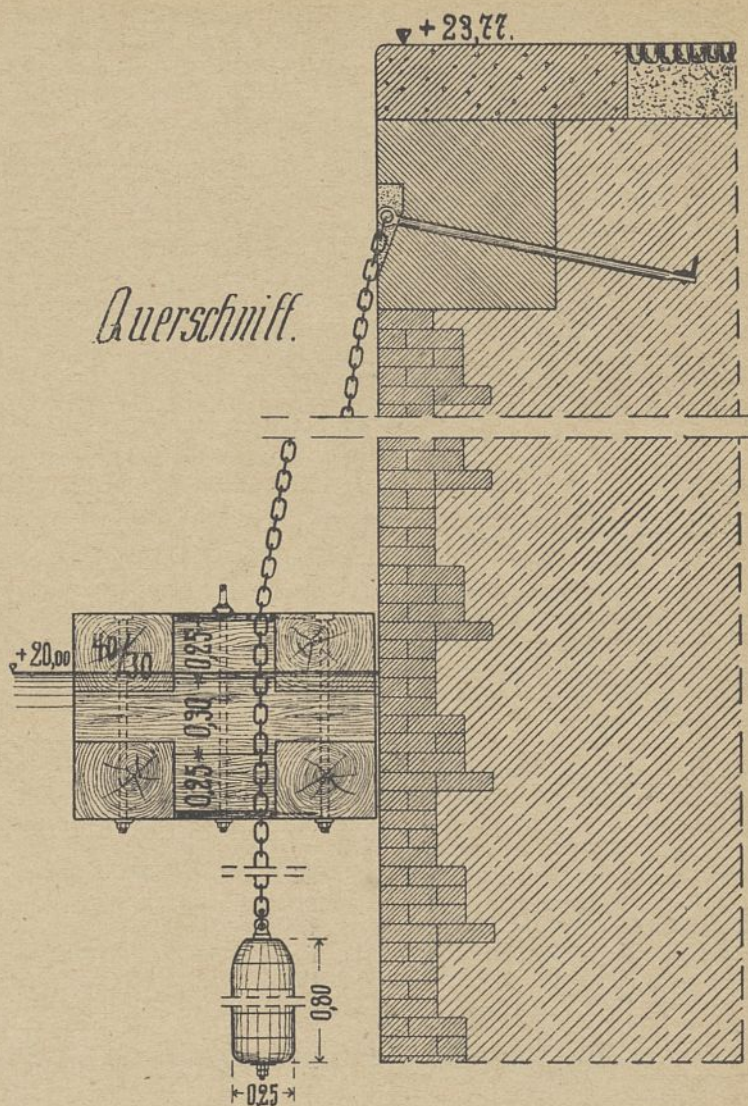


Abb. 36. Fender in den Schleusenkammern.

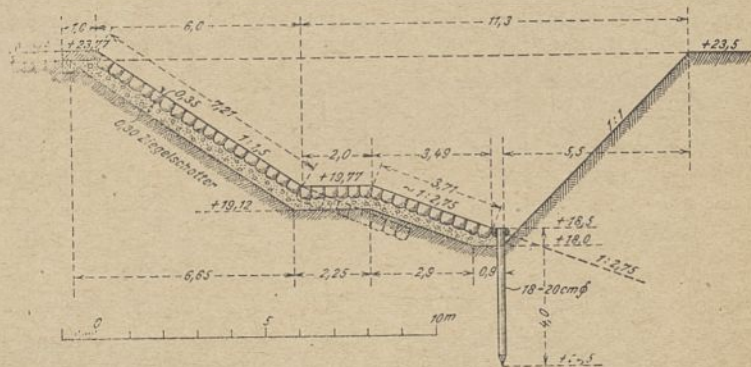


Abb. 37. Uferdeckung des Außenhafens, westlicher Teil.

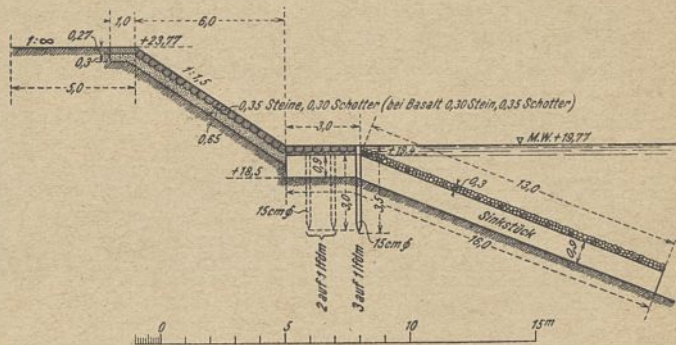


Abb. 38. Uferdeckung des Außenhafens, östlicher Teil.

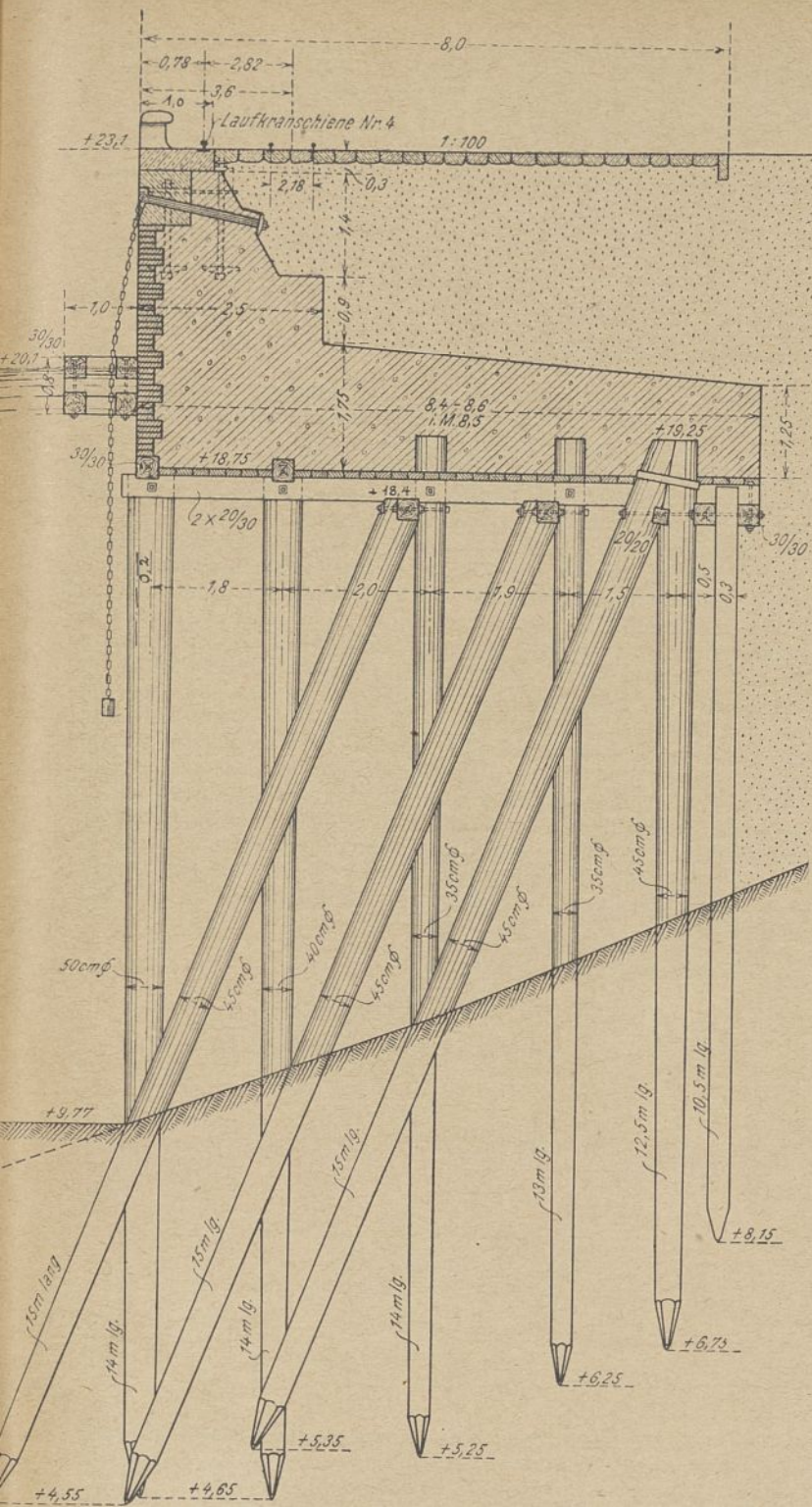


Abb. 40. Kaimauer am Binnenhafen in Holtenau.

3. Innerer Vorhafen. Der alte Holtenauer Binnenhafen (vergl. Abb. 1) reichte von der zwischen Kiel und Holtenau über den Kanal führenden Prahmdrehbrücke bis zur Einfahrt in die alten Schleusen. Er hatte eine Länge von 850 m und war im westlichen Teil etwa 80 m, im östlichen etwa 100 m breit. Als Uferbefestigungen dienten Steinabpflasterungen. Nur auf der Südseite kurz vor der Schleuseneinfahrt war eine 280 m lange Ufermauer vorhanden, die, wie früher ausgeführt, beim Bau der neuen Schleusen für das Löschen der Baustoffe benutzt wurde. Damit das für den Kanalbetrieb sehr wichtige Bunkergeschäft an dieser Ufermauer keine Störung erlitt, wurde dem früheren Pächter der Ufermauer ein vorübergehender Bunkerplatz weiter westlich überwiesen und mit hölzernen Lös- und Ladebrücken versehen. Zur Einfahrt in die neuen Ostseeschleusen wurde der Hafen nach Westen zu, nachdem inzwischen die alte Prahmdrehbrücke durch die neue Holtenauer Hochbrücke (Prinz-Heinrich-Brücke) ersetzt war, um etwa 300 m verlängert, so daß er nunmehr in einer Längenausdehnung von etwa 1200 m von der Hochbrücke bis zu den Schleusen reicht. Durch Zurücklegung der Ufer wurde am Westende eine Breite von 180 m erzielt, die sich nach Osten zu trichterförmig bis auf etwa 320 m vergrößert. Die Hafensohle wurde entsprechend der gesamten Kanalvertiefung von 9 m auf 11 m unter Mittelwasser vertieft.

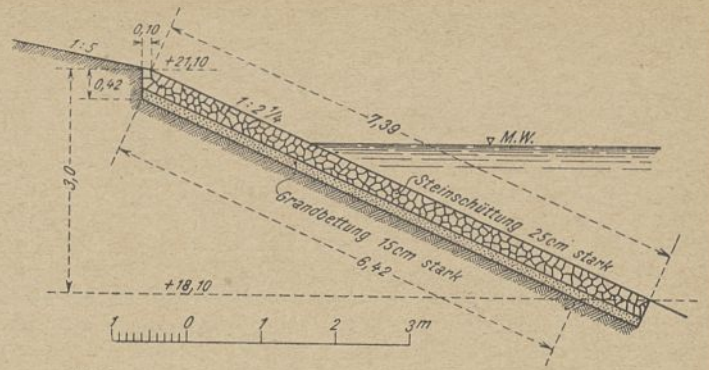


Abb. 39. Uferbefestigung am Kaiser-Wilhelm-Kanal.

Für die Hafenerweiterung war eine Baggerung von 2 825 000 cbm erforderlich, von denen 450 000 cbm auf die Trockenbaggerung auf der Südseite, 225 000 cbm auf die Trockenbaggerung auf der Nordseite und die übrigen 2 150 000 cbm auf die Naßbaggerung entfielen. Die Trockenbaggerung auf der Südseite war zusammen mit den westlich anschließenden erheblichen Bodenbewegungen der Kanalerweiterung der Firma Hermann Bachstein in Berlin übertragen, die den Boden teils in die Südrampe der Prinz-Heinrich-Brücke, teils auf Ablagerungsflächen schaffte. Die Trockenbaggerung auf der Nordseite und die Naßbaggerung führte die Firma Habermann u. Guckes Akt.-Ges. in Kiel aus; das Trockenbaggergut diente zu Auffüllungen am Kieler Hafen nördlich der alten Schleusen, der Boden der Naßbaggerung wurde durch die alten Schleusen nach See gebracht und dort geklappt. Die Baggerungen waren am 1. April 1914 im südlichen Teil des Vorhafens planmäßig soweit gefördert, daß von diesem Tage ab die größten Kriegsschiffe in die neuen Schleusen einlaufen konnten. Die weitere Ausbaggerung des Hafens nach Norden zu wurde bis zum Sommer 1915 durchgeführt. Mit der Beendigung des Schleusenrohbaues im Sommer 1913 konnte mit der Beseitigung der zum Löschen der Baustoffe benutzten Ufermauer begonnen werden. Wegen der Ausführung dieser Sprengarbeit kann wieder auf den oben näher bezeichneten Lohmeyerschen Aufsatz Bezug genommen werden.

Die Ufer des Binnenhafens wurden (vergl. Abb. 39) auf der ganzen Nordseite und dem östlichen Teile der Südseite mit einer Steinpflasterung auf Grundunterbettung entsprechend der Ausführungsart bei der sogenannten Kanalerweiterung befestigt. Vor der westlichen Strecke der Südseite wurde in einer Länge von 800 m eine neue Ufermauer auf Pfahlrost erbaut, deren Einzelheiten aus der Abb. 40 hervorgehen. Da es bedenklich erschien, die Pfähle in ganzer Länge durch den zum Teil sehr schweren Letten- und Sandboden zu rammen, wurde zunächst mit einem Naßbagger ein 10 m tiefer Schlitz hinter dem stehengelassenen alten Ufer in Längsrichtung der neuen Mauer ausgehoben. Nach Fertigstellung des Baggerschlitzes wurde die Stelle, an der der Bagger vom alten Hafen aus in das Land eingedrungen war, durch einen Damm wieder geschlossen. Es entstand so eine vom Hafenwasserstand unabhängige, mit Wasser angefüllte Baugrube, in der die Pfähle bei nur geringer Rammtiefe gerammt, und der Rost unter Absenken des Wassers um etwa 1,5 m im Trockenem verzimmert werden konnte. Diese Ausführungsart hat sich sehr bewährt. Die Herstellung des Pfahlrostes war der Firma Steffen Sohst in Kiel, die Ausführung der Beton- und Mauerarbeiten der Firma Scharnberg u. Nielsen in Kiel übertragen. Die Kosten der Ufermauer stellten sich auf etwa 1650 M/lfdm.

Der östliche Teil der Ufermauer wurde in einer Länge von 150 m der Stadt Kiel überwiesen, die hier umfangreiche Krananlagen zum Löschen der Kohlen für das neue Wiker Gaswerk und zum Verladen von Koks aufstellte. In einem Abstände von 60 m hinter der Ufermauer wurde eine 7,0 m breite, gepflasterte Fahrstraße mit beiderseitigem, 2,5 m breitem Bürgersteig, vorgesehen. Neben dieser Straße sind später zwei Gleise verlegt worden, von denen das eine bis zum neuen Marine-Kohlenhof verlängert worden ist. Für das Festmachen kleinerer Schiffe wurden vor dem Nordufer des Binnenhafens 56 Stück fünfpfählige Dalben gerammt, an denen eine Wassertiefe von 6 m vorhanden ist. Vor die Dalben wurden begehbare hölzerne Schwimmfelder gelegt, die mit dem Uferbankett durch leichte, hölzerne Brücken in Verbindung stehen. Zur Erleichterung des Personenverkehrs zwischen Kiel und Holtenau wurde eine Fährverbindung mittels Motorbooten über den Binnenhafen eingerichtet. Der Zugang zur Fähre erfolgt auf der Südseite auf einer in die Ufermauer eingebauten Steintreppe, auf der Nordseite über eine hölzerne Anlegebrücke. Die Gesamtkosten für den Ausbau des Binnenhafens haben etwa 4 000 000 M betragen.

(Schluß folgt.)

Geschiebebewegung in Flüssen.

Von Professor Ph. Forchheimer in Wien-Döbling.

Die Untersuchungen über die Bewegung der Geschiebe reichen in ihren Anfängen weit zurück, aber die ersten Messungen der Geschiebemengen, welche bei verschiedenen Geschwindigkeiten vom Wasser fortgeschwemmt werden, veröffentlichte G. F. Deacon¹⁾. Er hatte sie in einem mit Glaswänden versehenen Versuchsgerinne an stark schlammhaltigem, aus der Mersey-Mündung stammendem Sand vorgenommen, von dem ein großer Teil schwebend fortgeführt wurde.

Umfassendere Beobachtungen erholte man zwanzig Jahre später A. Schoklitsch²⁾ im Wasserbau-Laboratorium der Technischen Hochschule in Graz vor. Bei Gleichmäßigkeit des Geschiebes fingen bei einer bestimmten Geschwindigkeit des Wassers einzelne Körner zu vibrieren an, die bei noch zunehmender Geschwindigkeit durch einen Pulsstoß des Wassers aus ihrem Lager geschleudert und gleitend fortgeschleppt wurden. Bei weiterer Geschwindigkeitssteigerung ging das Gleiten bald in Rollen, dieses in ein durch Sprünge unterbrochenes Rollen über, bis endlich die Bewegung der einen Hühner glich, das halb springt halb flattert. Dabei seien es meistens Wirbel gewesen, welche die Körner in die Höhe schleuderten. Hat man es mit gemischtem Geschiebe, wie solches die Flüsse führen, zu tun, so unterscheidet sich der Vorgang vom geschilderten insofern, als sich nicht eine bestimmte Grenzgeschwindigkeit feststellen lasse, bei der die Geschiebebewegung ihren Anfang nimmt. Staub treibt eben selbst bei Niedrigwasser schwebend den Fluß hinab.

Etwas abweichend äußert sich F. Schaffernak³⁾ auf Grund seiner im Wiener Flußbau-Laboratorium angestellten Untersuchungen. Er sagt nämlich, daß nach Ueberwindung des Grenzzustandes nicht die einzelnen Stücke in großen Sätzen flußabwärts eilen, sondern das Geschiebe eher wie eine breiartige Masse abfließt, also bei gemischter Zusammensetzung ein wirkliches Geschobenwerden stattfindet. Er bringt diese Beobachtung mit der Erscheinung in Zusammenhang, daß dort, wo voller Geschiebetrieb in einem Flusse eintritt, die Sohle plötzlich „weich“ wird und in die Sohle gestößene Peilstangen weit geringeren Widerstand als vorher finden.

Noch aus einem dritten Laboratorium, welches sogar eigens zum Zwecke der Erforschung der Geschiebebewegung an der Berkeley-Universität in Kalifornien errichtet wurde, liegt ein Bericht vor⁴⁾. Um die Bewegung der Einzelteilchen im Gerinne leichter verfolgen zu können, betrachteten die dortigen Beobachter Gilbert und Murphy den Vorgang durch eine Glaswand, längs welcher sie ein Schiebebrett mit Guckloch beliebig rasch verschieben konnten. So überzeugten sie sich,⁵⁾ daß ein Gleiten die vernachlässigbare Ausnahme bildet und daß bei gleichmäßigem Korn das Rollen nur die Einleitung zum Hüpfen darstellt. Bei gemischtem Geschiebe gilt das Gesagte für die feineren Körner, während unter Umständen ständig größere Körner über die aus feineren bestehende Oberfläche rollen und die größten Stücke überhaupt nur durch Rollen vorwärts kommen. Die hüpfenden Teilchen befinden sich über der Sohle in einer gleichmäßig hohen Zone, die von oben angeschaut trübe erscheint und seitlich durch die Glaswand angesehen eine nach oben abnehmende Trübung aufweist, entsprechend der Verminderung der Zahl der springenden Körner mit zunehmendem Abstand von der Sohle. Bei Betrachtung durch das Guckloch konnte man bei entsprechend schneller Verschiebung des Schiebebrettes erkennen, daß die Teilchen bogenförmige Sprünge ausführten, deren wagrechte Teilgeschwindigkeit, wohl infolge der nach oben zunehmenden Strömungsgeschwindigkeit mit der

Entfernung von der Sohle wuchs. Die Höhe der Schicht, innerhalb welcher man bei ein und derselben Gucklochgeschwindigkeit die Körner gut erkennen konnte, wuchs ebenfalls mit dem Sohlenabstand, so daß sich schließen ließ, daß die wagrechte Teilgeschwindigkeit bei Annäherung an die Sohle erst langsamer und dann rascher abnimmt.

Schoklitsch⁶⁾, der anscheinend mit etwa 5 cm Wassertiefe arbeitete, streute bei seinen Versuchen am oberen Rinnende gleichmäßig annähernd so viel Geschiebe ein, als das Wasser fortschleppte und er erwähnt nicht, daß er hierbei besonderen Schwierigkeiten begegnet sei. Schaffernak empfand es als störend, daß die Sohle nicht eben zu bleiben pflegt und er lagerte, um gleichmäßigere Ergebnisse zu erzielen, sein Geschiebe auf bewegliche Platten, welche man in dem Maße hob, als sich ein Kolk bilden wollte, so daß die Oberfläche bei ihm immer eben blieb. Auch seine Wassertiefe betrug 5 cm.⁷⁾ Gilbert, der Wassertiefen von über 1 bis gegen 23 cm anwendete, überließ das Geschiebe sich selbst. Der am Oberende des Gerinnes möglichst gleichmäßig eingestreute Sand baute dadurch selbsttätig das Bett auf. Zuerst lagerte er sich auf der jeweiligen Oberfläche in Riffeln ab, die langsam stromab wan-

⁶⁾ Ueber Schleppkraft. S. 48.

⁷⁾ Neue Grundlagen. S. 5.

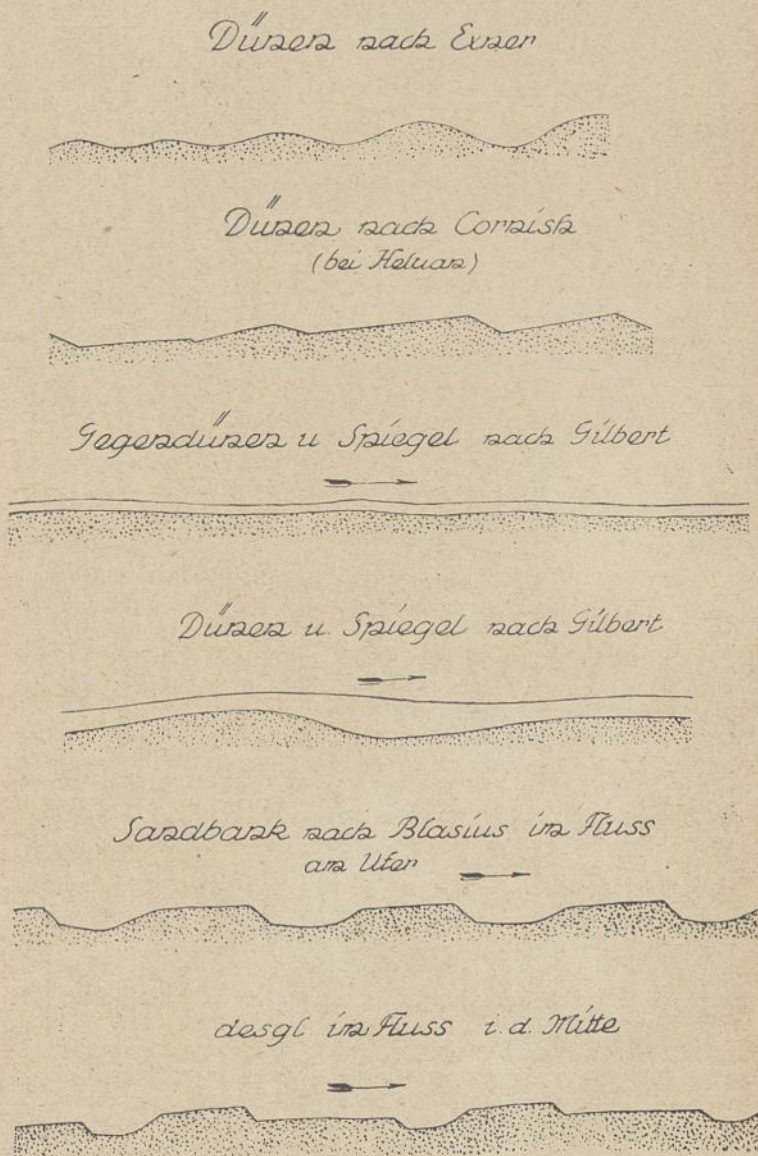


Abb. 1. Dünen und Gegendünen.

¹⁾ Minut. of Proc. of the Inst. of Civ. Eng. 118 (1894) S. 93.

²⁾ Schoklitsch, Ueber Schleppkraft und Geschiebebewegung 1914, S. 15, 17.

³⁾ Schaffernak, Neue Grundlagen für die Berechnung der Geschiebeführung in Flußläufen, Leipzig-Wien, 1922, S. 13, 19, 21.

⁴⁾ Department of the Interior. United States Geological Survey. Professional Paper 86. The Transportation of Débris by Running Water by Grove Karl Gilbert . . . with the Assistance of Edward Chales Murphy, Washington 1914.

⁵⁾ Ebenda S. 26.

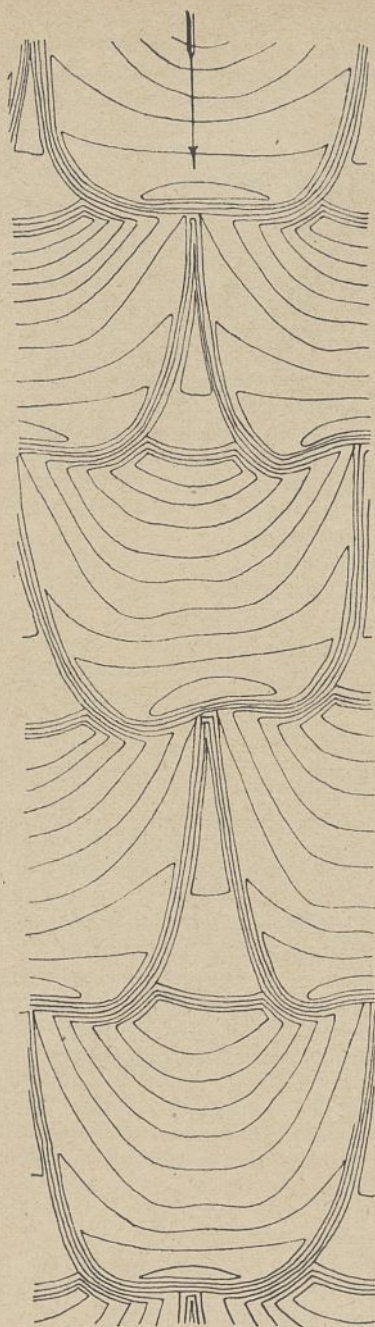


Abb. 2. Kolke und Bänke nach Blasius.

derten. Bei vermehrtem Zusatz und infolgedessen stärkerer Sohlenneigung und größerer Geschwindigkeit verschwanden die Riffeln plötzlich und blieb die Sohle trotz des steigenden Sandgehaltes des Wassers eine Zeitlang ziemlich eben. Dann traten aber bei weiterer Zunahme der Sohlen- und Spiegelneigung neuerdings Sandwellen auf, die stromauf schritten und zwar viel rascher als die Anfangsrippeln stromab gewandert waren. Auch unterschied sich der nunmehrige Spiegel vom früheren dadurch, daß er der neuen Oberfläche ungefähr in gleichem Abstände folgte, also ganz wie diese gekrümmt war, während der Spiegel über den erstentstandenen Ablagerungen nur eine geringe Wellung aufgewiesen hatte. Die Geschwindigkeit, bei der die ebene Sohle sich wellte, zeigte sich 1,08 bis 1,85 mal so groß wie die, bei der sie sich eingeebnet hatte.

Gilbert bezeichnet von den beiden von ihm beobachteten Sandwellen die mit dem Strome wandernden mit dem Namen Dünen und die gegen den Strom ziehenden mit dem Namen „Antidunes“ oder Gegendünen (Abb. 1). Der Name Dünen ist nicht unpassend, denn diese Gebilde ähneln in der Tat den Dünen, die der Wind an den Meeresküsten und in der Wüste anhäuft, wo sie in der Windrichtung fortzuschreiten pflegen. Es geschieht dies dadurch, daß der Wind auf der Luvseite den Sand aufwirbelt und dieser dann auf der Leeseite niederfällt, ein Vorgang, der sich in der Luft beim Schneetreiben in den Schneewächten und unter Wasser in den Sandbänken wiederholt. Hier ist er schon öfter u. a. trefflich von Schoklitsch⁸⁾ be-

schrieben worden. Eine flache Böschung auf der Luvseite, eine Steilböschung auf der Leeseite kennzeichnet diese Bänke und verrät ihre Entstehungsweise.

In einem Gerinne von rechteckigem Querschnitt sind die die Sohle quer durchsetzenden Sandbänke an den Seitenwänden stromauf gebogen und außerdem in der Mitte stromauf eingekrümmt⁹⁾, so als ob hart an den Seiten und in der Mitte das Wasser eine geringere Schleppkraft als auf der übrigen Sohlenfläche ausüben würde, welche Kraftabnahme durch die bemerkenswerten Messungen Schobers¹⁰⁾ seitdem tatsächlich bestätigt worden ist. Auch zeigten Aufnahmen, die Schaffernak¹¹⁾ in der Mur bei Landscha, also in einem Flusse mit geneigten Uferböschungen vornahm, daß in der Mitte wie an den Seiten sowohl die auf der Sohle geschleppte als auch die schwebend geförderte Sand- und Kiesmenge fast auf Null sank. Dabei nahm das Höchstgewicht des Einzelkornes von 88 g auf der Sohle auf 1,1 g in 2 m Höhe über der Sohle ab.

Die einfache Kerbung kann, wie Blasius¹²⁾ in einem breiten Gerinne der Berliner Versuchsanstalt gezeigt hat, zu einem wiederkehrenden Muster werden, nach welchem die ganze Sohle umgemodelt erscheint. Die Muster zerfallen in zwei Gattungen, deren Entstehung nach ihm davon abhängt, ob der Lauf einen „Fluß“ oder einen „Wildbach“ darstellt. Ein Fluß schneidet aus dem Muster eine gestaffelte Reihe von Bänken und Kolken heraus, wie dies beistehende Abbildung nach einem Höhenkurvenplan von Blasius zeigt. Das entscheidende Merkmal für die Scheidung in Fluß und Wildbach bildet — wenn U die mittlere Fließgeschwindigkeit, h die Wassertiefe, g die Beschleunigung der Schwere bedeutet — der Umstand, ob $U \leq \sqrt{gh}$ ist. Es lag nahe, nachzusehen, auf welche Ungleichung die Gilbertschen Daten führen. Meine Ausrechnung lieferte umstehende Zahlentafel. (Seite 214.)

Sie läßt trotz Ungenauigkeit erkennen, daß in der Tat die Gleichung $U = \sqrt{gh}$ für die Entstehung der Dünen und Gegendünen maßgebend ist, daß aber eine Einebnung der Dünen bei Verwandlung eines Flusses in einen Wildbach erst eintritt, wenn U bereits etwas größer als \sqrt{gh} geworden ist oder der Wasserlauf bereits einen Wildbach bildet. Bemerkenswert ist es, daß die Wildbachrippeln nach Blasius viel rascher stromauf wandern — mindestens 10 mal so rasch — als die Flußrippeln stromab, ähnlich wie das Gilbert von seinen Gegendünen und Dünen berichtet. Die Ursache dieser entgegengesetzten Wanderung scheint darin zu liegen, daß bei den Dünen wie bei Sandbänken auf den stromaufgekehrten Seiten und bei den Gegendünen auf den stromabgekehrten Abhängen große Geschwindigkeiten herrschen, während auf der Stromaufseite bei den Gegendünen infolge ihrer Stauwirkung die Geschwindigkeit kleiner ist und bei den Dünen auf der Stromabseite das Wasser sogar eine Walze bildet.

Daß es Sandwellen gibt, beweist, daß aus irgend einem Anlaß entstandenen kleinen Wellungen die Tendenz innewohnt, anzuwachsen. F. Exner¹⁴⁾ führt dies für Dünen in der Luft auf ein Bestreben der Luft zurück, zu einer Potentialströmung überzugehen, d. i. zu einer Strömung, bei der ein Längenschnitt durch das Netz der Potentiallinien und Stromlinien in unendlich viele Quadrate zerlegt wird. Eine solche Zerlegung liefert bei einer Potentialströmung über einer Ebene lauter gleich große Quadrate, also überall gleich große Geschwindigkeit. Da nun beim Wehen des Windes die Geschwindigkeit nach unten abnimmt, sei über einer Ebene eine Potentialbewegung nicht möglich und trachte der Wind, die Bodenoberfläche in eine Wellenfläche umzugestalten. Exner gibt für eine solche, welche sich dadurch auszeichnet, daß die Wellenlängen und -höhen leewärts (stromab) zunehmen, auch die mathematische Lösung. Analoge Vorgänge müssen sich unter strömendem Wasser ereignen.

Ueber den Spiegel, der über einer nach einer Sinuslinie geformten welligen Sohle entsteht, hat J. Boussinesq eingehende Berechnungen angestellt.¹⁵⁾ Er weist nach, daß eine

⁹⁾ Ebenda S. 3.

¹⁰⁾ R. Schober, Versuche über den Reibungswiderstand zwischen fließendem Wasser und benetztem Umfang, Dresden 1916. Versuch einer Erklärung durch Pulsationen, Ph. Forchheimer, österreich. Monatsschr. f. d. öffentl. Baudienst 23 (1917) Sp. 545. Ueber Geschwindigkeitsabnahme in Röhren gegen deren Mitte s. F. Prášil, Technische Hydrodynamik, Berlin 1913 S. 150, 194, 208.

¹¹⁾ Neue Grundlagen, s. auch Zeitschr. d. öst. Ing. u. Arch.-Ver. 68 (1916) S. 514. Kurzmann, Beobachtungen über Geschiebeführung. München 1919, Taf. III.

¹²⁾ Zeitschr. f. Bauwesen 60 (1910) Sp. 465 f.

¹⁴⁾ Zur Physik der Dünen. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften. Abt. 2a, Bd. 129 (1920) S. 929 f. (Sonderabdr. bei Hölder-Pichler-Tempsky A.G. Wien-Leipzig.)

¹⁵⁾ Essai sur la théorie des eaux courantes. Mémoires présentés à l'académie des sciences, 23 (1877) S. 220 f. auch Forchheimer; Hydraulik 1914, S. 160 f.

⁸⁾ Ueber Schleppkraft S. 17. Bezüglich Schnee und Sand in der Luft sieh z. B. Vaughan Cornish, Waves of Sand and Snow, (T. Fisher-Urwin) London-Leipzig, Vorrede von 1913.

Sandsorte	Rinnenweite	Geschwindigkeit	\sqrt{gh}	Sohlenzustand
	cm	cm/sec.	cm/sec.	
A	40	50	46	Wandlung
	"	64	60	Wellung
	"	83	65	Eben
	60	73	66	Eben
	"	63	63	Wellung
B	"	79	78	Eben
	"	105	68	Wellung
	13	59	55	Eben
	"	69	51	Wellung
	"	65	73	Glättung
	"	71	70	Eben
	20	67	67	Glättung
	"	82	76	Eben
	"	83	75	Eben
	"	94	70	Wellung
C	40	82	76	Glättung
	"	88	74	Eben
	13	46	65	Glättung
	"	49	67	Eben
	"	54	80	Glättung
	"	76	68	Eben
	"	91	62	Dünen
	20	72	57	Glättung
	"	58	52	Eben
	36	82	76	Glättung
	"	90	72	Eben
	60	56	53	Glättung
	"	71	47	Eben
	"	72	47	Eben
	D	30,5	67	68
"	"	81	62	Eben
E	30,5	95	81	Glättung
C ₁ E ₁	30,5	58	52	Glättung
	"	61	50	Eben
	"	69	48	Eben
C ₁ E ₂	"	73	65	Glättung
	30,5	63	50	Glättung
"	"	68	48	Eben

Beschreibung der Sandsorten

	A	B	C	D	E
Mittlerer Durchmesser der in Kugeln umgeformt gedachten Körner	0,304	0,376	0,506	0,786	1,71
Zahl der Körner, die aneinandergereiht 10 cm messen	329	266	198	127	58
C ₁ E ₁ besteht ¹³⁾ aus 1 Gewichtsteil C und 1 Gewichtsteil E					
C ₁ E ₂ " " 1 " C " 2 " E					

solche Sinuslinie von der Gleichung

$$z = K \cos \frac{2\pi x}{S}$$

(in der z den Abstand der Sohlenpunkte von der geraden Bodenmittellinie, K den halben Höhenunterschied zwischen Sohlenwellenscheitel und Sohlenwellental, x die Abszissen und S die ganze Wellenlänge bezeichnet) Hebungen und Senkungen z_1 unter der zur Sohle parallelen Spiegelmittellinie zur Folge hat für welche die Gleichung

$$z_1 = K_1 \cos \frac{2\pi(x+s)}{S}$$

gilt. Bezüglich der Beziehung zwischen der Spiegelamplitude K_1 , welche sowohl größer wie kleiner als K sein kann, werde auf die unten angegebene Quelle verwiesen, und hier nur bemerkt, daß s die Strecke bezeichnet, um welche die Spiegelwellen, die gleiche Länge wie die Sohlenwellen besitzen, stromauf gegen letztere verschoben sind. Wenn das mittlere Sohlengefälle (die Neigung der Sohlenmittellinie) kleiner als $\frac{S^2}{2h^2c^2}$ ist (worin h die mittlere Wassertiefe, c die de Chézy'sche Zahl bedeutet), fällt s positiv aus oder staut die Sohlenwelle stromauf; das ist in Flüssen wohl immer der Fall.

In der Natur sind die stromabwandernden Bänke häufiger als die stromaufwandernden Wellen. Letztere ziehen sich quer durch das Bett oder folgen hintereinander in der Flußrichtung. Sie entstehen plötzlich und schrumpfen während ihrer Wanderung allmählich ein oder werden schwingungsartig bald niedriger bald höher. Häufig hat R. C. Pierce¹⁶⁾ im San Juan-Flusse Wanderung stromab bei N.W. und Gegenwanderung bei H.W. beobachtet. Er beschreibt die Erscheinung wie folgt: In den tieferen Flußstrecken sind die Sandwellen gewöhnlich 4,5 bis 6 m lang und zwischen Talsohle und Scheitel etwa 90 cm hoch.

wenngleich auch schon solche von mindestens 1,8 m Höhe beobachtet worden sind. Sie treten mit einem gewissen Rhythmus auf. Der Fluß läuft einige hundert Meter eben, dann erscheinen plötzlich einige Wellen, meistens 6 bis 10, die innerhalb weniger Sekunden zu ihrer größten Höhe anwachsen und nach 2 oder 3 Minuten wieder plötzlich verschwinden. Häufig brechen sie etwa eine halbe Minute vor ihrem Vergehen unter Brausen (roaring sound). Während man beim bloßen Anblick glauben könnte, daß sie still stehen, lehrt eine aufmerksame Beobachtung, daß sie langsam stromauf ziehen. Die größten bisher bekannten Wellungen hat A. Hider¹⁷⁾ im unteren Mississippi bemerkt wo er die größte Wellenhöhe zwischen Scheitel und Tal zu 6,7 m, die größte Wellenlänge von Scheitel zu Scheitel zu 276 m und den raschesten Fortschritt zu 25 m im Tag bestimmte. Dafür, daß die Spiegelwelle gegenüber der Sohlenwelle stromauf verschoben ist, liegt u. a. der Beleg vor, daß H. E. Gregory¹⁸⁾ beim Durchwaten einer Strecke des San Juan-Flusses die gegenläufigen Berge mit den Füßen berühren und gleichzeitig den Kopf über Wasser halten konnte, während er über den Tälern um mehr als Armlänge tauchen mußte, um auf den Boden zu kommen.

Wichtiger noch als die Form, in der sie erfolgt, ist die Größe der Geschiebeförderung. Die bezüglichlichen Betrachtungen nahmen ihre erste greifbare Gestalt mit der Theorie von P. du Boys¹⁹⁾ an, welcher für den Geschiebetrieb der Breiten-einheit, d. i. z. B. für die Geschiebemenge in kg die sekundlich in einem 1 m breiten Flußstreifen stromab wandert, den Ausdruck $\phi \cdot J^2 h (h - h_0)$ aufstellte. In ihm bedeutet γ das Eigengewicht des Wassers in t/m, J das Spiegelgefälle, h die zurzeit herrschende Wassertiefe in m, h_0 die Wassertiefe, bei der an der betreffenden Flußstelle das Geschiebe in Bewegung gerät und ϕ eine von der Beschaffenheit des dortigen Geschiebes abhängige Zahl, also für dasselbe Geschiebe immer dieselbe Zahl. In Frankreich hat du Boys wenig Beachtung gefunden, um so mehr in Deutschland, wo Prof. F. Kreuter²⁰⁾ in München durch Summierung der Triebmengen sämtlicher Flußstreifen während des ganzen Jahres zu dem Ausdruck für die jährliche Geschiebefracht gelangte. Wenn auch in einem solchen Ausdruck die Zahl ϕ unbekannt ist, gestattet er doch nachzurechnen²¹⁾, in welchem Verhältnis sich die Geschiebefracht eines Jahres bei Aenderung der Wasserführung oder des Bettquerschnittes ändert. Du Boys's Formel fußt auf der Annahme, daß der Geschiebetrieb darin bestehe, daß die übereinander liegenden Sohlenschichten übereinander weggleiten, die oberste Schicht am schnellsten, die darunter befindlichen immer langsamer bis zur letztbewegten Schicht hinab. Mit zunehmender Geschwindigkeit sollen immer mehr Schichten in Bewegung kommen und durchschnittlich schneller laufen.

Die erste Prüfung dieser Theorie durch Versuche und Messungen nahm Schoklitsch²²⁾ vor, der wie oben bereits mitgeteilt, nachwies, daß das Geschiebe sich keineswegs in der eben geschilderten Weise bewegt. Trotzdem glaubte Schoklitsch für gleichmäßiges Geschiebe die Formel du Boys's bestätigen, ja sogar die Zahl ϕ insofern angeben zu können, als er mit γ_1 als Eigengewicht des Geschiebestoffes in g/cm³ den Geschiebetrieb in g/secm für h in cm zu

$$540 \frac{\gamma_1}{\gamma_1 - \gamma} J^2 h (h - h_0)$$

ermittelte. Bei ungleichförmigem Geschiebe, für welches man, wie ebenfalls schon erwähnt, keine Grenzgeschwindigkeit feststellen kann, vermöge man ebensowenig eine Tiefe h_0 zu bestimmen, bei der die Bewegung beginnt. Immerhin könne häufig eine rohe Schätzung an die Stelle treten.

Wenn es bei gemischtem Geschiebe keine scharf ausgesprochene Grenzgeschwindigkeit gibt, unterhalb welcher aller Sand in Ruhe verharret, so gibt es dafür hier wie Schaffernak²⁴⁾ betont, eine „kritische“ Geschwindigkeit, bei der aller Kies läuft. Für gemischtes Geschiebe mit allen Korngrößen unter 5 mm bestätigte auch er den Ansatz von du Boys, der so ziemlich besagt, daß bei Einschrumpfung von h_0 der Geschiebetrieb mit $J^2 h^2$ und hiermit auch mit u_s^4 , d. h. mit der vierten Potenz der Sohlengeschwindigkeit u_s proportional wird. Bei Korngrößen über 10 mm und Ueberschreitung der kritischen Sohlengeschwindigkeit zeigte sich die Menge jedoch bei seinen Ver-

¹⁷⁾ Gilbert führt S. 31 an: Mississippi River Commission Report 1882, S. 83—88.

¹⁸⁾ Pierce a. a. O. S. 43.

¹⁹⁾ Annales des ponts et chaussées, 1879, 2. Sem., S. 159.

²⁰⁾ Handbuch der Ingenieur-Wissenschaften, 3. Teil, 2. Abt., 1. Hälfte, 3. Auflage, 1900, S. 177.

²¹⁾ Forchheimer, Hydraulik, 1914, S. 488.

²²⁾ Ueber Schleppkraft, S. 36, 50, 51.

²³⁾ Neue Grundlagen, S. 20.

²⁴⁾ Neue Grundlagen S. 20.

¹³⁾ Professional Paper 86, S. 169, 173.

¹⁶⁾ United States Geological Survey. Water Supply Paper, 400 C. Washington 1916, S. 42.

suchen proportional mit einem Ausdrucke $u_s^2 - u_0^2$, worin u_0 für den betreffenden Sand konstant war.

Auch Gilbert trachtete die Gesetze der Geschiebebewegung zu ermitteln, ja dies war das Hauptziel seiner Arbeiten. Seine Bemühungen hatten aber, weil die Vorgänge sich als sehr verwickelt herausstellten, nicht den gewünschten Erfolg. Es zeigte sich, daß der Geschiebetrieb ungleichförmig vor sich geht und daß neben den kleineren Sandwellen größere, langgestreckte auftraten. Einen geringeren Uebelstand bildete es, daß das entstehende Sohlengefälle gewöhnlich vom Spiegelgefälle abwich und meist nur das erstere bestimmt wurde, welches denn auch als das Gefälle der Gilbert'schen Gleichungen zu betrachten ist. Schließlich gelangte er zu nachstehenden Ausdrücken²⁵⁾, in denen (bei Abänderung seiner Bezeichnungswiese) G den Geschiebetrieb des Gerinnes, Q den Durchfluß, i das Gefälle, D den mittleren Korndurchmesser bezeichnet und $F_1, F_2, F_3, f_1, f_2, f_3, \varnothing_1, \varnothing_2, \varnothing_3$ ganz allgemein Funktion, also z. B. $F_1(Q, D)$ Funktion von Q und D bedeutet

$$G = F_1(Q, D) [i - f_1(Q, D)] \varnothing_1(Q, D)$$

$$= F_2(i, D) [Q - f_2(i, D)] \varnothing_2(i, D)$$

$$= F_3(i, Q) \left[\frac{1}{D} - f_3(i, Q) \right] \varnothing_3(i, Q)$$

Leider ist von den Funktionen nicht mehr bekannt geworden, als daß sämtliche f und \varnothing sich in gleichem Sinne wie D und im entgegengesetzten wie Q und i ändern und daß für gleichmäßiges Korn von $D = 0,0003$ bis $0,007$ m

$\varnothing_1 = 0,93$ bis $2,37$, $\varnothing_2 = 0,81$ bis $1,24$, $\varnothing_3 = 0,50$ bis $0,620$ ist. Gilbert sagt weiter, daß, wenn der Durchfluß Q bzw. das Gefälle i , bzw. die Tiefe h unveränderlich gehalten werden, der Geschiebetrieb G proportional mit den Potenzen U^4 bzw. $U^{3,2}$ bzw. $U^{3,7}$ der mittleren Geschwindigkeit U wächst. Nun gilt für ein- und dasselbe ursprüngliche Geschiebe, soweit die Tiefe an die Stelle des Profiltradius gesetzt werden darf, nach der de Chézy'schen Formel, welche Gilbert als geltend betrachtet,

$$U = c h^{0,5} i^{0,5} \text{ oder } h = \frac{U^2}{c^2 i}$$

daher in der Rinne von der Breite B

$$Q = BhU = \frac{BU^3}{c^2 i} \text{ oder } U = \frac{c^{2/3}}{B^{1/3}} Q^{1/3} i^{1/3}$$

Bezeichnet man alle Konstanten mit k , so soll also im selben Gerinne für gleiches Geschiebe nach Gilbert gleichzeitig sein für konstantes Q $G = k_1 (i - k_2)^{0,93}$ bis $2,37$ und $G = k_3 U^4 = k_4 i^{1,33}$
 „ „ „ i $G = k_5 (Q - k_6)^{0,81}$ bis $1,24$ „ „ $G = k_7 U^{3,2} = k_8 Q^{1,07}$
 Hierin liegt ein Widerspruch, der auch nicht behoben wird, wenn man das Geschiebe als unveränderbar betrachtet und daher $U = k_9 h^{0,7} i^{0,5}$ setzt²⁶⁾.

Auf das du Boys'sche Gesetz ist Gilbert nicht eingegangen; dafür berichtet er über seine Versuche so ausführlich, daß sich dies nachtragen läßt. Bemerkt werde, daß die Messungen, wie dies beim Geschiebetreiben immer der Fall ist, ganz außerordentlich streuten, besonders, wenn die Geschwindigkeit nur wenig über die Grenzgeschwindigkeit hinausging; aber auch bei rascherem Fließen kamen große Abweichungen vor, wie nachstehendes Beispiel erläutern soll:

Sand B

100fache Tiefe in engl. Fuß = 100 h	5,8	6,0	9,9	12,0	15,8	18,8	19,9	25,7	25,7	Mittel
Gefälle in ‰ = 1000 i	21,1	20,0	12,0	10,0	7,8	6,5	5,8	4,8	4,5	
100 000 hi	122	120	119	120	122	115	123	116	120	
Geschiebetrieb G in g pro Sekunde u. engl. Fuß Gerinnebreite	86	124	78	79	46	65	68	48	54	72

Um die Messungen verwerten zu können, werden sie hier in Gruppen vereinigt. So ergibt sich für die 4 feineren Sandsorten mit h in engl. Fuß und G in g/sec. Fuß für

Sand A

Zahl der Messungen	10	8	4	5	3	7	4
Mittel von 100 000 hi	62,6	71,5	81,4	91,5	99,6	117	138
„ „ G	17	55	50	55	73	100	128

Sand B

Zahl der Messungen	12	15	10	20	7	12	9	8	8
Mittel von 100 000 hi	61,5	69,9	80,4	89,2	98,7	110	120	132	139
„ „ G	16,3	26,7	36,7	39,3	71	62	72	90	112

Zahl der Messungen	4	9	4	8	6
Mittel von 100,000 hi	152	160	178	195	226
„ „ G	130	144	167	171	223

²⁵⁾ Sie bilden den wesentlichen Inhalt einer Besprechung von H. Engels im Zentrabl. d. Bauverw. 34 (1914) S. 623, 35 (1915) S. 96.
²⁶⁾ Sieh diesbezüglich: Ph. Forchheimer, Der Durchfluß des Wassers durch Röhren und Gräben, insbesondere durch Werkgräben großer Abmessungen, Berlin (Springer) 1923, S. 42.

Sand C

Zahl der Messungen	7	7	13	16	11	25	17	23	11
Mittel von 100 000 hi	62,4	69,6	80,7	90,9	101	109	119	130	140
„ „ G	8,7	13,5	27,0	37,4	54,0	66,7	81	103	111
Zahl der Messungen	8	10	8	5					
Mittel von 100 000 hi	149	163	183	202					
„ „ G	119	183	165	208					

Sand D

Zahl der Messungen	7	11	9	7	8	10	10	11	10	6	6
Mittel von 100 000 hi	101	110	120	129	138	150	164	181	225	273	322
„ „ G	19,2	38,1	44,6	45,1	58,7	75	127	134	192	307	342

Die graphische Darstellung dieser Mittelzahlen lehrt, daß in obigen Maßen für alle 4 Sorten

$$G = 140\,000 hi - k_{10}$$

gesetzt werden kann, wobei

für die Sandsorte	A	B	C	D
k_{10} ungefähr =	45	56	65	80

ist. Drückt man h in cm, G in g/sec cm aus, so verwandeln sich die Beziehungen in

$$G = 151 hi - k_{11}$$

und für h in m, G in kg/secm in

$$G = 1510 hi - k_{12}$$

dabei ist für die Sorte	A	B	C	D
k_{11} ungefähr =	1,5	1,8	2,1	2,6
k_{12} „	0,15	0,18	0,20	0,26

Diese Ausdrücke stehen mit den oben erwähnten Beobachtungen von Schaffernak, daß oberhalb der kritischen Geschwindigkeit G proportional mit $u_s^2 - u_0^2$ sei, im Einklange, da u_s^2 mehr oder weniger genau proportional mit hi und u_0^2 eine für die betreffende Sandgattung konstante Größe ist. Die Uebereinstimmung erstreckt sich aber noch weiter, da die graphischen Darstellungen Schaffernaks erkennen lassen, daß für feines Korn der Faktor von $u_s^2 - u_0^2$ unabhängig von der Korngröße ist, gerade so wie der Faktor 1510 im Ausdrucke $1510 hi - k_{12}$.

Uebrigens hat auch Schoklitsch seine Größe $540 \frac{\gamma}{\gamma_1 - \gamma}$ unabhängig von der Korngröße erhalten. Gilbert und Schaffernak haben mit Sand von ähnlichem durchschnittlichen Eigengewicht des Gesteines gearbeitet, mit solchem von 2,69 der erstere, mit solchem von 2,74 der letztere. Da scheint es von Belang, nachzusehen, ob deren Messungen auch zahlenmäßig einigermaßen übereinstimmen. Recht regelmäßige Ergebnisse wurden in Wien mit der Mischungstypen III erzielt, das ist mit einer Mischung von Körnern von den Durchmessern 0—10 mm bzw. 0—20 mm bzw. 0—30 mm mit gleichem Anteil aller Einzelbestandteile. Für die genannten 3 Sorten geht aus der betreffenden Zeichnung $G = 2,93 (u_s^2 - u_0^2)$

hervor, mit einem bei Vergrößerung der Mischung zunehmenden Wert von u_0^2 . Wird die Uebereinstimmung beider Beobachter gefordert, und auf eine Korrektur mit Rücksicht auf die Wirkung der Seitenwände verzichtet, so muß $2,93 u_s^2 = 1510 hi$ oder die Sohlengeschwindigkeit $u_s = 22,7 \sqrt{hi}$ sein, und das ist eine Beziehung, die für Sandboden vermutlich zutrifft. Für grobes Korn weisen sowohl die Schaffernak'schen Zeichnungen wie nach ihrer Auswertung die Gilbert'schen Zahlenreihen eine Abnahme des Faktors von hi und u_s^2 bei Zunahme des Korndurchmessers auf, so gab die Sorte F von 3,2 mm mittlerem Korndurchmesser

für h in Fuß, G in g/sec Fuß,	$G = 43700 hi - 54$
„ „ „ cm „ „ g/sec cm	„ „ = $47,0 hi - 1,8$
„ „ „ m „ „ kg/sec m	„ „ = $470 hi - 0,18$

Bei gemischtem Geschiebe ist nach Schoklitsch die geförderte Menge größer, als wenn aller Sand die mittlere Korngröße hätte, manchmal sogar größer, als wenn er nur aus der feinsten Sorte bestände. Gilbert²⁷⁾ hat diese Erscheinung näher untersucht. Für das Verhalten eines aus zwei Sorten bestehenden Gemenges sind folgende zwei kleine Tabellen kennzeichnend, in welchen wie früher Indices das Mischungsverhältnis angeben, also z. B. $A_3 G_1$ besagt, daß $3/4$ des Gewichtes aus Sorte A, $1/4$ aus Sorte G besteht. Es betrug bei Sand

	A	B	C	D	E	F	G
der mittl. Durchm. in mm	0,304	0,376	0,506	0,786	1,71	3,17	4,94

Wäre das Gemenge unverändert fortgeschleppt worden und würde der Geschiebetrieb dem Verhältnis der Treibmengen der Bestandteile entsprechen, so müßte z. B. der

$$\text{Geschiebetrieb von } A_3 G_1 = 3/4 \text{ desjenigen von A} + 1/4 \text{ desjenigen von G}$$

sein, welche Zahl ebenfalls in der Tabelle unter der Ueberschrift „Unveränderte Förderung“ angeführt ist. Alle Messungen wurden im gleichen Gerinne von 305 mm Lichtweite bei gleichem Durchfluß von $0,0566 \text{ m}^3/\text{sec}$ und scheinbar gleichem Gefälle von $0,014$ durchgeführt.

²⁷⁾ Professional Paper 86 S. 172.

Ueber Schiebetore für Seeschleusen und Trockendocks.

Von Regierungs- und Baurat Groth in Minden in Westfalen.

An Binnenwasserstraßen wird das Schiebetor nur in Ausnahmefällen verwandt. Verschiedene Umstände, die im Seegebiet für das Schiebetor und gegen andere Torarten sprechen (Seegang, Schlickfall, Schwierigkeiten der Trockenlegung eines Hauptes), fallen im Binnenlande fort. Auch der Vorteil des Schiebetors, daß es nach beiden Seiten kehrt, kommt bei Binnenwasserstraßen nur selten zur Geltung. In dem meist vorliegenden Fall, daß stets dieselbe Haltung den höheren Wasserstand aufweist, sind bei den verhältnismäßig geringen Schleusenweiten an den Binnenwasserstraßen andere Torarten (Stemmtor, Klapptor, Hubtor) dem Schiebetor überlegen, soweit nicht besondere Verhältnisse, wie im Bergbaugebiet, die Verwendung von Schiebetoren erfordern.

Im Seegebiet tritt das Schiebetor nur mit dem Stemmtor und dem Schwimmator in Wettbewerb. Zuerst von Kinipple in eine praktisch verwertbare Form gebracht, hat es vorwiegend in England und seinen Kolonien für Seeschleusen und Trockendocks Verwendung gefunden. Auch für den von Lesseps begonnenen, unvollendet gebliebenen Panamakanal waren Schiebetore nach einem Entwurf von Eiffel in Aussicht genommen. In Deutschland war die erste Schiebetoranlage von größeren Abmessungen die für die alte Kaiserschleuse in Bremerhaven (seit 1897 in Betrieb). Es folgten dann an größeren Anlagen Trockendock V und VI der Reichswerft in Kiel, Schleuse des Industriehafens Bremen-Oslebshausen, 3. Hafeneinfahrt in Wilhelmshaven, das „Hafentor“ der Reichswerft Wilhelmshaven, neue Seeschleuse in Emden und die neuen Seeschleusen des Kaiser-Wilhelm-Kanals, ferner an kleineren Anlagen die neue Hafenschleuse in Leer, die Reiherstiegsperrschleuse bei Harburg und eine Anzahl von Sperrschleusen in den Hamburger Häfen.

Da über einen Teil der neueren Anlagen bisher nur kurze oder gar keine Veröffentlichungen vorliegen und auch die ausführlicheren Abhandlungen nur unvollkommen ein Urteil darüber ermöglichen, wie sich die Anlagen im Betriebe bewährt haben, seien im folgenden unter Berücksichtigung der bisherigen Betriebserfahrungen die Vorzüge und Nachteile der Schiebetore und die unter den jeweiligen Verhältnissen zweckmäßigste Bauweise erörtert.

Vor- und Nachteile des Schiebetores. Dem Stemmtor gegenüber hat das Schiebetor folgende Vorzüge:

1. es kann nach beiden Seiten kehren.
2. die Schleuse oder das Dock wird infolge Fortfalls der Stemmtornischen kürzer.
3. bei nach beiden Seiten kehrenden Toren ist der Eisenbedarf geringer.
4. der Torkörper ist einfacher und statisch klarer
5. der Einbau ist einfacher.
6. Tor nebst Bewegungsvorrichtung lassen sich leichter überwachern und unterhalten.
7. das Tor läßt sich leichter auswechseln.
8. die Zahl der Antriebsvorrichtungen ist geringer.
9. die Anlage ist betriebssicherer.
10. das Tor ist weniger empfindlich gegen Bewegungen des Mauerwerks.
11. das Tor läßt sich bei entsprechender Ausbildung auch bei stärkerer Strömung schließen und gegen Ueberdruck öffnen
12. das Tor läßt sich bei entsprechend kräftiger Bauweise als Notabschluß bei Trockenlegung eines Hauptes verwenden.
13. die Schleuse oder das Dock läßt sich von Fußgängern bequemer überschreiten und unter Ersparung einer besonderen Ueberbrückung auch mit Straßen für Fuhrwerk und mit Gleisen kreuzen.

Nachteile des Schiebetores gegenüber dem Stemmtor sind:

1. das Schleusen- oder Dockhaupt wird wegen der Torkammer breiter.
2. Dremmel und seitliche Anschläge des Mauerwerks werden ungünstiger beansprucht.
3. bei einseitig kehrenden Anlagen ist der Eisenbedarf größer.
4. der Arbeitsbedarf für das Öffnen und Schließen ist größer.
5. der Handantrieb bei Versagen des maschinellen Antriebs ist schwieriger.
6. die Torkammer ist der Verschlickung ausgesetzt;
7. Eisbildung ist störender.
8. der Verkehr auf dem Schleusen- oder Dockgelände wird durch die Torkammern erschwert, falls sie nicht abgedeckt sind.

Für Trockendocks hat das Schiebetor gegenüber dem Schwimmator noch folgende Nachteile:

1. Bau und Unterhaltung der Docks wird teurer wegen der beim Schwimmator entbehrlichen Torkammern und Antriebsvorrichtungen.

2. bei Docks, die zur Anpassung der Docklänge an die Länge der Schiffe mehrere Toranschläge haben, kann das Schiebetor nicht, wie das Schwimmator, ohne weiteres an jedem beliebigen dieser Anschläge eingesetzt werden.
3. das Schiebetor kann nicht, wie das Schwimmator, unter abwechselnder Benutzung bald der einen, bald der anderen Anschlagfläche während des Dockens nachgesehen, gereinigt, ausgebessert und gestrichen werden.
4. die Torkammer ist schwer vor dem Verschlickern und Zufrieren zu schützen.
5. bei verdeckter Torkammer lassen sich auf dem Schiebetor nicht, wie beim Schwimmator, Krane und Spills anordnen.

Zu diesen Vor- und Nachteilen ist im einzelnen folgendes zu bemerken:

Die Ersparnis an Baukosten infolge Fortfalls der Stemmtornischen wird meist überschätzt gegenüber dem Mehrbedarf für die seitlichen Torkammern. Auch wird nicht selten übersehen, daß die Mehrlänge der Häupter bei Schleusen mit Stemmtoren zum Teil innerhalb der nutzbaren Länge liegt, die Gesamtlänge des Bauwerks also nicht um die ganze Mehrlänge der Häupter größer wird. Gleichwohl erfordert eine nur nach einer Seite kehrende Schiebetorschleuse stets mehr Mauerwerk wie eine ebensolche Stemmtorschleuse. Auch bei nach beiden Seiten kehrenden Schleusen tritt erst bei größeren Lichtweiten eine Ersparnis an Mauerwerk ein. Eine nennenswerte Ersparnis bei Verwendung von Schiebetoren ergibt sich für nach beiden Seiten kehrende Schleusen, wenn die Schiebetore gleichzeitig noch ein besonderes Sturmfluttorpaar ersetzen oder infolge ihrer größeren Betriebssicherheit und leichteren Auswechselbarkeit auf Notanschläge zur Trockenlegung der Häupter verzichtet wird.

Was die Kosten der Tore selbst betrifft, so findet man vielfach die Ansicht vertreten, daß ein Schiebetor bedeutend teurer sein müsse als ein Paar Stemmtore, da bei Berechnung der Hauptteile des Eisenwerks, der Riegel, beim Stemmtor nur etwas mehr als die halbe, beim Schiebetor dagegen mehr als die ganze Lichtweite der Schleuse oder der Dockeinfahrt als Stützweite einzusetzen sei. Vergessen wird dabei aber, daß für einen großen Teil des Eisenwerks, insbesondere die Blechhaut und die Ständer, die den Wasserdruck auf die Riegel oder den Dremmel übertragen, die Abmessungen unabhängig sind von der Stützweite der Riegel, und daß die Breite des Schiebetores, also auch die Trägerhöhe der Riegel, beim Schiebetor wesentlich größer ist, so daß sie bei gleichen Biegemomenten weniger Eisen erfordern, wie die Riegel der Stemmtore, die überdies infolge der Stemmwirkung auch bedeutende Kräfte in ihrer Längsrichtung zu übertragen haben. Dazu kommt, daß das Eisenwerk des Schiebetors baulich einfacher und statisch klarer ist. Man kann deshalb bei seiner Berechnung höhere Beanspruchungen zulassen wie beim Stemmtor, bei dem leicht erhebliche Zusatzspannungen, die sich rechnerisch kaum nachweisen lassen, auftreten, z. B. durch Einklemmen treibender Gegenstände, Bewegungen des Mauerwerks, ungleiche Stemmwirkung der Riegel infolge von ungleicher Wärmeausdehnung oder von Ungenauigkeiten beim Einbau der Lager und Stemmkörper.

Tatsächlich sind, wie ein Vergleich ausgeführter Anlagen zeigt, die Mehrkosten eines Schiebetors verhältnismäßig gering, zwei Paar Stemmtore aber unter allen Umständen teurer wie ein Schiebetor. Auch im Band „Schiffschleusen“ des Handbuchs der Ingenieurwissenschaften wird wegen des geringeren Eisenbedarfs für Schleusen, die nach beiden Seiten kehren, dem Schiebetor der Vorzug gegeben. Indessen wird dieses Urteil in der 4. Auflage des genannten Werkes (S. 154) dahin eingeschränkt, daß bei weiterem Wachsen der Schleusenweiten „voraussichtlich die Stoffersparnis, die die nur etwas über halb so langen beiden Stemmtore gegenüber einem einflügligen Torkörper ermöglichen, so sehr ins Gewicht fallen würde, daß die letzteren sich wieder eine Einschränkung ihrer Verwendung gefallen lassen müßten.“ Diesem Urteil kann nach vorstehenden Ausführungen, soweit es sich um nach beiden Seiten kehrende Schleusen handelt, nicht beigetreten werden. In der 5. Auflage des genannten Werkes (S. 173) ist sodann die Frage aufgeworfen, „ob bei so großen Weiten, wie sie jetzt (1913) die neuen Schleusen für den Kaiser-Wilhelm-Kanal erhalten (45 m), Schiebetore noch die günstigste Lösung für den Verschluß darstellen.“ Daß diese Frage, wenigstens hinsichtlich der Anlagekosten, unbedingt zu bejahen ist, zeigt — ganz abgesehen davon, daß bei Verwendung von Schiebetoren für beiderseits kehrende Schleusenanlagen auch eine bedeutende Ersparnis an Kosten für das Schleusenbauwerk selbst, sowie für die Antriebsvorrichtungen eintritt — schon ein Vergleich zwischen den Toren des Kaiser-Wilhelm-Kanals und denen des Panamakanals. Denn eines der als

Notverschluß für Trockenlegung eines Hauptes bestimmten Schiebetore der neuen Holtenauer Schleusen, die bei 18,5 m Höhe und 47 m Länge, also gegen 900 qm Fläche, bei Trockenlegung eines Hauptes einen Wasserdruck von etwa 6000 t aufzunehmen haben, enthält, obwohl es zwei Stemmtorpaare ersetzt, rd. 30 vH weniger Eisen als nur ein Paar der schwersten Stemmtorflügel des Panamakanals, auf die bei 33 m Lichtweite und 25 m Höhe, also ebenfalls etwa 900 qm Gesamtfläche und 12 m größtem Wasserstandunterschied ein Wasserdruck von etwa 7500 t kommt.

Herstellung, Einbau und Unterhaltung sind beim Schiebetor wesentlich einfacher wie beim Stemmtor. Auch die Auswechslung zwecks Ausbesserung ist trotz der gewaltigen Abmessungen überraschend einfach im Gegensatz zum Stemmtor. Ein Nachteil des Schiebetors ist allerdings, daß es für Ausbesserungsarbeiten, die sich nicht in der Torkammer ausführen lassen, auf ein Schwimm- oder Trockendock für entsprechenden Tiefgang angewiesen ist und daß es, falls sich kein geeignetes Dock am Ort befindet, einer längeren, namentlich über See recht kostspieligen und gefährlichen Reise bedarf, während für die Ausbesserung eines Stemmtorflügels schon Aufschleppen einfachster Art genügen.

Von besonderer Bedeutung ist die größere Betriebssicherheit des Schiebetores. Unfälle infolge Anrennens von Schiffen sind, wie die Erfahrung gezeigt hat, viel weniger folgenschwer, wie beim Stemmtor. Bei diesem kann schon ein verhältnismäßig schwacher Stoß gegen die Unterwasserseite eines Torflügels in einem nicht ausgespielten Schleusenhaus verhängnisvoll sein, wenn durch das Aufdrücken eines Torflügels die Stemmwirkung aufgehoben wird, was die Zerstörung des Tores durch den Wasserüberdruck zur Folge hat. In Amerika hat man infolge von schweren Unfällen dieser Art bei neueren Schleusen mit Stemmtoren weitgehende Sicherheitsvorkehrungen getroffen. So hat man bei den neuen Schleusen im St. Mary-Strom und beim Panamakanal die Häupter mit je zwei Torpaaren versehen, die stets beide geschlossen werden, und zur weiteren Sicherheit Sperrketten angeordnet. Auch die neuen Schleusen des Trollhättan-Kanals sind mit Schutzketten versehen.

Eisbildung ist bei Schiebetoren deshalb unbequemer, weil die Schiebetorkammer weit schwerer wie die vom Stemmtor durchfahrene Wasserfläche frei von Eisschollen gehalten werden kann. Bei starkem Frost staut sich nicht selten beim Öffnen der Tore das Eis am landseitigen Ende der Torkammern. Die Stirnwand der Torkammern wird deshalb zweckmäßig abgeschrägt, damit sich an ihr die Eisschollen beim Öffnen des Tores hinaufschieben können. Beim Schließen des Tores klemmen sich leicht Eisschollen in der Tornische fest, so daß sich das Tor nicht völlig schließen läßt. Abhilfe ist dadurch möglich, daß man das Tor nochmals eine kurze Strecke zurückzieht. Das dabei wieder aus der Torkammer verdrängte Wasser strömt dann mit erheblicher Geschwindigkeit zwischen den Wänden des Tores hindurch gegen die Tornische und treibt das dort angesammelte Eis auseinander. Wichtig ist, daß sich bei Toren, die sich in einem für gewöhnlich gleich hoch bleibenden Wasserspiegel bewegen, z. B. bei Binnentoren von Dockhäfen, nicht gerade in Wasserspiegellhöhe umfangreichere Eisenteile, wie Riegel und wagerechte Verstreben, befinden, die den Eisschollen Widerstand bieten. Im übrigen ist darauf zu achten, daß die senkrechten Querverbände im oberen Teil des Tores so stark ausgebildet sind, daß sie nicht durch Eisschollen verbogen werden können, wie es an ausgeführten Anlagen vorgekommen ist.

Sehr umstritten ist die Frage, ob in bezug auf die Möglichkeit des Öffnens gegen Ueberdruck und des Schließens bei durchgehender Strömung der Schiebetore dem Stemmtor überlegen ist. Während im Jahrgang 1914 der „Zeitschrift für Bauwesen“ bei Begründung der Wahl von Schiebetoren für die neue Emdener Seeschleuse die Ansicht vertreten ist, daß das Schiebetor im Gegensatz zum Stemmtor schon bei mäßigem einseitigen Ueberdruck bewegt und im Notfall auch bei strömendem Wasser geschlossen werden könne, während das Schließen von Stemmtoren bei Strömung sehr bald unmöglich würde, geht aus älteren Fachschriften hervor, daß sich Stemmtore beim Öffnen gegen Ueberdruck und beim Schließen in strömendem Wasser durchaus bewährt haben, z. B. bei der 24 m weiten Schleuse des Barry-Docks zu Cardiff, deren Tore, wie im Band „Schiffschleusen“ des Handbuchs der Ingenieur-Wissenschaften mitgeteilt ist, gegen 46 cm Ueberdruck geöffnet und bei durchgehender Strömung geschlossen werden. Man hat deshalb auch beim Bau der Kaiserschleuse in Bremerhaven, die bei Ueberdruck geöffnet und bei Strömung geschlossen werden muß, für das Außenhaupt gerade deshalb von der Verwendung eines Schiebetores abgesehen, weil man Stemmtore für sicherer hielt. Doch ist schon in der Beschreibung der Bremerhavener Hafenanlagen im Jahrgang 1900 der „Zeitschrift für Arch. und Ing.-Wesen“ hervorgehoben, daß „Ueberlegungen statischer und dynamischer Art kein besonderes Bedenken gegen die Schiebetore ergaben“, daß man nur, weil „die theoretischen Erwägungen noch nicht durch die Praxis ihre Bestätigung erfahren hatten“, für das Außenhaupt

Stemmtore gewählt habe und daß man nach den dreijährigen Erfahrungen seit der Inbetriebnahme wohl auch für das Außenhaupt unbedingt ein Schiebetor hätte wählen können.

Tatsächlich sind die auf das Tor wirkenden Kräfte weder beim Öffnen vor völliger Ausspiegelung, noch beim Schließen bei durchgehender Strömung besonders groß. Beim Öffnen eines Tores gegen Ueberdruck lohnt es sich nicht, über 10 cm hinauszugehen, weil hierbei bereits die Schleusungsdauer bei den üblichen Abmessungen der Umläufe und z. B. 2 m Schleusengefälle um reichlich 25 vH verringert wird. Dem Ueberdruck von 10 cm würde eine Wassergeschwindigkeit von etwa 1 m/Sek. entsprechen. Bei neueren Schleusenanlagen hat man aber Schiebetore bei einem Ueberdruck von 30 cm entsprechend einer Wassergeschwindigkeit von etwa 1,70 m/Sek. ohne nachteilige Folgen geöffnet, bei Schiebetoranlagen in England sogar bei noch erheblich größeren Wasserstandsunterschieden und heftigstem Seegang.

Noch geringer ist die Wassergeschwindigkeit und die am Schluß der Bewegung sich einstellende Stauhöhe beim Schließen der Tore von zeitweise offenstehenden Schleusen von Dockhäfen. In Bremerhaven z. B. steigt oder fällt das Außenwasser während des Schließens der Schleuse, wenn dieses 2½ Minuten dauert, selbst bei Sturmflut nur um etwa 10 cm. Die Druckhöhe am Ende der Bewegung ist aber wesentlich kleiner, da auch der Hafenspiegel während der Bewegung noch steigt oder fällt.

Für Trockendocks ist das Schiebetor in neuerer Zeit nur noch mit dem Schwimmator in Wettbewerb getreten. Dem Hauptvorteil des Schwimmators, dem Fortfall der Torkammer und der Antriebsvorrichtungen, stehen als einzige Nachteile von Bedeutung der größere Zeitbedarf für das Ein- und Ausfahren und die Abhängigkeit von Wind, Seegang und etwaiger Strömung vor der Dockeinfahrt gegenüber.

Der größere Zeitbedarf für das Ein- und Ausfahren spielt für den Dockbetrieb kaum eine Rolle. Denn das Öffnen der Einfahrt kann beim Eindocken in der Regel lange vor dem Erscheinen des zu dockenden Schiffes, beim Ausdocken gleichzeitig mit dem Losmachen und Ingangbringen des Schiffes erfolgen. Die Zeit aber, die das Schließen der Dockeinfahrt beim Eindocken des Schiffes erfordert, vergeht bei tiefgehenden Schiffen mit dem genauen Festlegen des Schiffes über den Kielstapeln. Nur bei weniger tiefgehenden Schiffen, bei denen das Festlegen erst möglich ist, wenn der Wasserstand soweit gesenkt ist, daß sich das Schiff dicht über den Kielstapeln befindet, geht die Zeit, die das Einbringen und Absenken des Tores erfordert, verloren. Dieser Zeitverlust ist indessen im Vergleich zu dem tage- oder wochenlangen Aufenthalt der Schiffe im Dock von untergeordneter Bedeutung.

Wesentlich schwerer wiegt der Nachteil, daß man beim Aus- und Einfahren des Schwimmators von Wind, Seegang und Strömung abhängig ist. Sobald ein stärkerer Wind quer zum Tor weht und Seegang und Strömung herrscht, macht das Verholen, besonders aber das Absenken des Schwimmators erhebliche Schwierigkeiten. Bei ungeschützter Lage des Docks wird das Aus- und Einfahren des Tores an vielen Tagen überhaupt unterbleiben müssen.

Wägt man Vor- und Nachteile des Schiebetors im Vergleich zum Stemmtor und Schwimmator gegeneinander ab, so gelangt man zu folgendem Ergebnis:

1. Für Trockendocks kommt das Schiebetor nur in Frage bei besonders ungünstigen örtlichen Verhältnissen (Seegang, Strömung) oder wenn, etwa für Dockanlagen der Kriegsmarine, in bezug auf Betriebssicherheit und jederzeitige Verwendungs-bereitschaft besonders hohe Anforderungen gestellt werden. Im übrigen verdient das Schwimmator den Vorzug.
2. Für Schleusen ist bei nach beiden Seiten kehrenden Anlagen das Schiebetor vorzuziehen, während bei einseitig kehrenden Anlagen von Fall zu Fall zu prüfen bleibt, ob die höheren Anlage- und Betriebskosten einer Schleuse mit Schiebetoren durch ihre größere Betriebssicherheit und ihre sonstigen Vorzüge gerechtfertigt sind.

Bauweise der Schiebetore.

Von der in baulicher Hinsicht zweckmäßigsten Rechteckform für Grundriß und Aufriß des Schiebetors ist man vielfach abgewichen, um das Auswechseln der Tore zu ermöglichen. Bei vielen älteren Anlagen, zuletzt beim Bau der neuen Trockendocks in Kiel, hat die Durchfahröffnung des Schleusen- oder Dockhauptes, wie bei Schwimmatoren üblich, trapezförmigen Querschnitt und dementsprechend das Tor trapezförmigen Aufriß. Dadurch wird erreicht, daß das Tor beim Aufschwimmen von den seitlichen Anschlägen freikommt. Dieses Verfahren bedingt aber eine bedeutende Hebung des Tores (bei den neuen Trockendocks in Kiel um 1,45 m) und eine entsprechend tiefe Lage der Schwimmkastendecke und infolge der Verbreiterung des Durchfahrquerschnittes nach oben einen Mehraufwand an Eisen. Bei der von Kinipple eingeführten, u. a. bei der Kaiserschleuse in Bremerhaven und der Schleuse des Industriehafens Bremen—Oslebshausen angewandten Bauweise ist die Lichtweite der

Schleuse auf der einen Torseite etwas größer wie auf der andern und das Tor im Grundriß schwach trapezförmig. Es kann dann, nachdem es zum Aufschwimmen gebracht und etwas in die Torkammer zurückgezogen ist, unter Drehung um die eine Torkammerkante ausgebracht werden. Bei den neuesten Anlagen hat man, um die Tore sowohl im Grundriß wie im Aufriß rechteckig gestalten zu können, das Aus- und Einfahren durch entsprechende Anordnung der Führungsleisten des Tores ermöglicht. Bei der neuen Emdener Seeschleuse z. B. hat man auf der einen Torseite die senkrechten Anschlagleisten und die oberen wagerechten Führungsleisten so angeordnet, daß sie über die unteren Führungsleisten um ein bestimmtes Maß hinausragen und die oberen wagerechten Führungsleisten an dem Ende, an dem das Tor beim Ausflößen um die Ecke der Torkammer kanten muß, auf einige Meter Länge aufklappbar gemacht.

Die Blechhaut besteht bei den neueren Anlagen im allgemeinen aus Buckelblechen. Um aber den Toren eine ausreichende Längssteifigkeit zu geben, die wegen der hohen Lage des Angriffspunktes der Triebkraft besonders wichtig ist, pflegt man einen Teil der Blechbekleidung aus geraden Blechen herzustellen, z. B. derart, daß diese, wie in Emden, einen U-förmigen oder, wie bei den neuen Schleusen des Kaiser-Wilhelm-Kanals, einen H-förmigen steifen Halbrahmen bilden.

Die Buckelbleche legt man zweckmäßig mit der Wölbung nach außen. Sie sind dann auf Zug beansprucht, was statisch günstiger ist, wie Versuche, die die Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg gelegentlich des Baues der neuen Emdener Seeschleuse auf Veranlassung der Bauleitung ausgeführt hat und über die im Jahrgang 1914 der „Zeitschrift für Bauwesen“ berichtet ist, bestätigt haben. Trotzdem hat man in Emden die Buckelbleche mit der Wölbung nach innen angeordnet, weil sie so Beschädigungen durch Schiffe weniger ausgesetzt sind, aber, soweit es nach den Versuchsergebnissen nötig schien, durch aufgenietete Winkeleisen verstärkt.

Um eine Beschädigung der Blechhaut durch Schiffe zu verhüten, erhalten die Tore hölzerne Schutzleisten, die gleichzeitig zur Führung innerhalb der Torkammer dienen können. Es empfiehlt sich, auf diesen Schutzleisten Flacheisen anzubringen, damit die Stöße auf eine größere Fläche der Schutzleisten verteilt werden und diese somit weniger stark zersplittern.

Das Torgerippe wird entweder so bemessen, daß der von der Blechhaut aufgenommene Wasserdruck durch eine Anzahl senkrechter Fachwerkträger auf den Dremel und auf einen oberen wagerechten Hauptträger übertragen wird (Ständertor), oder so, daß eine Anzahl wagerechter Fachwerkträger den Wasserdruck auf die seitlichen Anschlagflächen des Mauerwerks überträgt (Riegelator). Beim Ständertor ist der Eisenbedarf theoretisch wesentlich geringer, weil die Stützweiten der senkrechten Fachwerkträger, der „Ständer“, im allgemeinen nur etwa halb so groß sind, wie die der wagerechten Fachwerkträger, der „Riegel“. In Wirklichkeit ist der Unterschied im Eisenbedarf nur unbedeutend, weil Boden und Decke des Schwimmkastens, die auch beim Ständertor beträchtliche Eisenmengen enthalten, mit einem verhältnismäßig geringen Mehraufwand an Eisen als Riegel ausgebildet werden können. Dadurch wäre der Hauptvorteil des Riegelators, die Entlastung des Dremels, wenigstens teilweise erreicht. Denn der auf den Dremel entfallende Druck ist dann selbst bei Trockenlegung eines Hauptes je nach den Abmessungen des Tores nur noch $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{3}$ so groß wie beim reinen Ständertor. Sind aber ohnehin Boden und Decke des Schwimmkastens als Riegel ausgebildet, so bedarf es nur noch eines oder zweier Riegel unterhalb des Schwimmkastens, allenfalls auch noch eines weiteren zwischen Schwimmkasten und oberstem Riegel, um das Tor als Riegelator auszugestalten.

Bei den meisten neueren Anlagen sind die Tore als Riegelatore gebaut. Bei einigen von ihnen hat man den Dremel der Notanschläge, damit er bei Trockenlegung der Häupter völlig unbeansprucht bleibt, nicht gerade, sondern mit einer der größtmöglichen Durchbiegung des untersten Riegels entsprechenden Wölbung ausgeführt oder ihn gerade gemacht, aber um das Maß dieser Durchbiegung gegen die senkrechten Anschläge versetzt.

Bei sehr großem Wasserdruck, wie er insbesondere bei Trockenlegung eines Hauptes auftritt, ist die Verwendung des Riegelators ratsam, namentlich wenn die gewählte Gründungsart nicht eine unbedingt zuverlässige Aufnahme bedeutender Kräfte durch das Dremelmauerwerk gewährleistet. So wäre der bekannte Unfall beim Bau der dritten Hafeneinfahrt in Wilhelmshaven wohl nicht eingetreten, wenn die zum Abschluß des Binnenhafens gegen die Baugrube für den Vorhafen in die bereits fertiggestellten Schleusen eingesetzten Schiebetore als Riegel- und nicht als Ständertore ausgebildet gewesen wären. Soll aber ein Tor nicht als Notverschluß bei Trockenlegung eines Hauptes benutzt werden und kommen auch im gewöhnlichen Schleusenbetrieb keine besonders großen Druckhöhen vor, so bestehen bei sorgsamer Herstellung der Dremel keine Bedenken, das Tor entweder als reines Ständertor oder in der den Uebergang zum Riegelator bildenden Form auszuführen, bei der Boden und Decke des Schwimmkastens als Riegel ausgenutzt werden.

Für die Bemessung des Schwimmkastens sind folgende Gesichtspunkte maßgebend:

1. darf die Decke des Schwimmkastens im Betriebe auch beim niedrigsten Wassersand nicht austauschen, weil sonst bei Niedrigwasser der Druck des Tores auf seine Unterstützungen um den der Austauchung des Schwimmkastens entsprechenden Verlust an Auftrieb zunehmen würde.
2. muß der Schwerpunkt des Auftriebes des schwimmenden Tores so hoch liegen, daß es die nötige Schwimmstabilität besitzt.

Diese Forderungen lassen sich um so leichter miteinander in Einklang bringen, je näher der Schwerpunkt der Luftkammern und die Schwimmkastendecke zusammenrücken, d. h. je breiter das Tor ist. Da eine übermäßig große Breite des Tores unwirtschaftlich wäre, ist man meist darauf angewiesen, durch Einbau von Ballast, unter entsprechender Vergrößerung des Schwimmkastens den Schwerpunkt des Tores so tief zu rücken, daß es stabil schwimmt. Falls dies bei sehr hohen Toren nur mit einer unverhältnismäßig großen Menge Ballast und dementsprechend großen Abmessungen des Schwimmkastens möglich sein sollte, bleibt nichts übrig, als die Forderung stabilen Schwimmens fallen zu lassen und beim Aus- und Einflößen der Tore besondere Hilfsmittel zu ihrer Stützung zu verwenden.

Bei Toren, deren Stirnwände geschlossen sind, müssen Vorkehrungen getroffen sein, daß der Raum über dem Schwimmkasten stets mit dem jeweilig höheren Wasserstand in Verbindung steht, damit er keinen Auftrieb erzeugt und das Tor bei allen Wasserständen mit nahezu gleichbleibendem Druck auf seinen Unterstützungen ruht. Befindet sich der höhere Wasserstand stets auf derselben Seite, so genügen hierfür einfache Öffnungen in der dem Oberwasser zugekehrten Blechwand dicht über dem Boden des Schwimmkastens. Bei nach beiden Seiten kehrenden Schleusen verwandte man anfangs selbsttätige Verschlussvorrichtungen, durch die das Wasser stets von der Seite des höheren Druckes her zu dem Raum über dem Schwimmkasten Zutritt hatte. Da diese Verschlussvorrichtungen nicht selten infolge Einklemmens treibender Gegenstände versagten, ordnete man später in den Stirnwänden dicht über der Schwimmkastendecke, Einströmungsöffnungen an. Das Tor stand dann, da es sich unter dem Einfluß des Wasserüberdruckes an die dem jeweilig niedrigeren Wasserstand zugekehrten Anschläge legte, stets ohne weiteres mit dem höheren Wasserstand in Verbindung.

Der Schwimmkasten wird stets durch Querwände, unter Umständen auch durch Längswände in eine Anzahl von Kammern unterteilt. Für gewöhnlich werden die mittleren Kammern als Schwimmkammern benutzt, während die an den Enden des Tores liegenden Kammern mit Wasser gefüllt und erst zum Zwecke des Aufschwimmens leergepumpt werden („Ballastkammern“). Bei dieser Verteilung der Schwimm- und Ballastkammern wird das Tor im Betriebe am wenigsten durch Eigengewicht auf Biegung beansprucht. Die Zahl und Größe der Schwimm- und Ballastkammern ist so zu bemessen, daß das Tor auch bei Beschädigung zweier nebeneinander liegender Kammern schwimmfähig bleibt.

Der Wasserballast soll dem Tor, sofern es nicht, wie in Bremen-Oslebshausen, durch eine Brücke geführt ist und in schwimmendem Zustand betrieben wird, das Uebergewicht über den Auftrieb geben, so daß es während des Betriebes mit einem gewissen Druck auf der Gleitbahn aufruft. Dieser Druck, das „Betriebsgewicht“, soll dem Tor während des Öffnens und Schließens die nötige Standsicherheit gegen quer zum Tor gerichtete Kräfte, wie Wind, Seegang und einseitigen Wasserüberdruck, verleihen und ein Aufbäumen oder Kippen des Tores in der Längsrichtung verhüten. Ein solches Aufbäumen oder Kippen würde eintreten, wenn das Moment aus Bewegungswiderstand und Antriebskraft größer ist, als das Moment des Betriebsgewichts in bezug auf die Achse der in der Fahrtrichtung vorn liegenden Laufräder (beim Kufenbetrieb in bezug auf die vordere Kufenkante). Die Größe des Betriebsgewichts hängt demnach außer von den Abmessungen des Tores, seiner Lage zur Hauptrichtung von Wind und Seegang und der Größe des einseitigen Wasserüberdruckes beim Öffnen auch von der Größe des Bewegungswiderstandes und der Höhenlage seines Angriffspunktes ab. Dabei sind auch außergewöhnliche Widerstände durch Hindernisse auf der Gleitbahn in Betracht zu ziehen, die, weil ihr Hebelarm gleich der Torhöhe ist, ein besonders großes Kippmoment ergeben. Die Größe, die die kippende Kraft äußerstenfalls annehmen kann, hängt davon ab, für welchen Widerstand die Ueberlastungskupplung des Triebwerkes bemessen ist.

Bei den bisher ausgeführten Anlagen beträgt das Betriebsgewicht je nach den Verhältnissen etwa 10 bis 50 t. Mitunter begnügt man sich für gewöhnlich mit einem niedrigen Betriebsgewicht, z. B. 10 t, um den Bewegungswiderstand zu verringern, und vergrößert den Wasserinhalt der Ballastkammern nur von Fall zu Fall, wenn Sturm und Seegang eine größere Standsicherheit des Tores während des Öffnens und Schließens erfordern.

Bei steigendem oder fallendem Wasser ändert sich das Betriebsgewicht um den Auftrieb der ein- oder austauchenden Torteile. Es liegt deshalb nahe, besondere Ballastkammern vorzusehen, deren Füllung sich bei steigendem oder fallendem Wasser entsprechend der Zu- oder Abnahme des Auftriebes selbsttätig regelt. Ein dahingehender, der Brückenbau-Flender-A.-G. in Benrath patentierter Vorschlag ist im Jahrgang 1912 des „Zentralblatts der Bauverwaltung“ mitgeteilt. Ob sich die Kosten einer solchen selbsttätigen Regelung des Betriebsgewichtes lohnen, wäre von Fall zu Fall durch Vergleichsrechnungen festzustellen. Im allgemeinen halten sich die Aenderungen des Auftriebes bei steigendem oder fallendem Wasser und die dadurch bedingten Aenderungen des Bewegungswiderstandes und des Kraftbedarfes in mäßigen Grenzen. Bei den 8 m breiten, 47 m langen neuen Schiebetoren in Brunsbüttel z. B., wo das höchste Hochwasser nahezu $8\frac{1}{2}$ m über dem niedrigsten Niedrigwasser liegt, nimmt der Auftrieb zwischen Kanalmittelwasser und niedrigstem Außenwasser um rd. 7,5 t ab, zwischen Kanalmittelwasser und dem höchsten Außenwasser, bei dem noch mit Schiffahrt zu rechnen ist, um rd. 19 t zu. Ist das Betriebsgewicht für den höchsten schiffbaren Wasserstand auf z. B. 40 t festgesetzt, so würde es infolge der Abnahme des Auftriebes bei niedrigeren Wasserständen zunehmen auf 59 t bei Kanalmittelwasser und auf 66,5 t bei niedrigstem Außenwasser. Bei selbsttätiger Regelung der Ballastwassermenge könnte das Betriebsgewicht dauernd auf 40 t gehalten werden. Man könnte es auch, da bei niedrigeren Wasserständen nicht in demselben Grade, wie bei hohen, mit Sturm und Seegang zu rechnen ist, also ein geringeres Betriebsgewicht genügen würde, so regeln, daß es bei niedrigeren Wasserständen trotz der Abnahme des Auftriebes abstatt zunimmt. Die durch die selbsttätige Regelung des Wasserballastes zu erzielende jährliche Stromersparnis kann für die Brunsbütteler Schleusen selbst für starken Verkehr auf höchstens 10 000 Kilowatt veranschlagt werden. Dieser Stromersparnis würden die Zinsen der Anlagekosten sowie die Betriebs- und Unterhaltungskosten der selbsttätigen Regelung des Betriebsgewichtes gegenüberstehen. Vor allem aber muß dahingestellt bleiben, ob das in Rücksicht auf die Betriebssicherheit zu fordernde unbedingt zuverlässige Arbeiten der selbsttätigen Regelung des Betriebsgewichtes gewährleistet sein würde.

Bei den Toren der neuen Emdener Seeschleuse, deren Schwimmkastendecke beim Aufschwimmen austaucht, hat man Vorkehrungen dagegen getroffen, daß dabei das Wasser aus dem Raum über der Schwimmkastendecke einseitig abläuft oder beim Eintauchen nur von einer Stirnseite her in ihn eintritt und somit sich das Tor in der Längsrichtung schieft stellt. Nach den bei andern Schleusanlagen gemachten Erfahrungen erscheinen derartige Vorkehrungen entbehrlich. Bei den neuen Schleusen des Kaiser-Wilhelm-Kanals z. B., die ebenfalls im schwimmenden Zustand mit der Schwimmkastendecke austauschen, bereitet weder das Aufschwimmen noch das Absenken der Tore Schwierigkeiten. Es ist vorgekommen, daß die Tore an einem Ende 1 bis $1\frac{1}{2}$ m höher austauchten wie am andern, ohne daß sich dabei Uebelstände herausgestellt haben. Das Schrägstellen ließ sich stets leicht durch Drosselung der Pumpen beheben.

Lagerung der Tore.

Die Tore ruhen entweder auf Kufen oder auf Rollen. Bei der Kufenlagerung besitzt das Tor unter Wasser keine beweglichen Teile, so daß sie zunächst betriebssicherer erscheint wie die Rollenlagerung. Sie hat aber den Nachteil, daß sich die Kufen, sofern sie aus Holz bestehen, bei starkem Verkehr rasch abnutzen. Nach Versuchen beim Bau der neuen Emdener Seeschleuse würden sich gewöhnliche Langholzkufen im Schlickwasser des Emdener Hafens selbst bei Verwendung von bestem ausländischen Hartholz bei durchschnittlich 20 Schleusungen am Tage monatlich um etwa 1 cm abnutzen. In Wilhelmshaven, wo die Kufen anfangs alljährlich erneuert werden mußten, hat man sie neuerdings nicht mehr aus Langhölzern hergestellt, sondern aus kurzen Abschnitten, derart, daß die Holzfasern senkrecht zur Gleitbahn gerichtet sind, die Tore also auf Hirnholz gleiten. Diese Kufen besitzen wohl eine etwas längere Lebensdauer, müssen indessen auch alle zwei bis drei Jahre erneuert werden. Bei Trockendocks würde die rasche Abnutzung der Kufen keine so große Rolle spielen, wie bei Schleusen, weil bei ihnen die Tore verhältnismäßig selten bewegt werden. Gleichwohl hat man für die Schiebetore der Trockendocks in Malta und Kiel statt der Holzkufen Eisenschienen gewählt. Für häufig bewegte Tore, zumal in sandhaltigem Wasser, sind auch derartige Gleitschienen aus Eisen nicht empfehlenswert wegen der Abnutzung der Granitgleitbahnen.

Die Kufenlagerung hat weiter den Nachteil, daß man bei ungleichmäßigen Senkungen der Gleitbahn diese nacharbeiten oder die infolge von Ungleichheiten in der Gleitbahn sich ergebenden Schwierigkeiten in Kauf nehmen muß, die bei den neuen Kieler Trockendocks z. B. darin bestanden, daß die Tore schaukelnde Bewegungen ausführten. Ferner ist der Bewegungswiderstand infolge der Reibung zwischen Kufen und Gleitbahn größer, wie bei Rollen-

lagerung. Der Vergrößerung des Bewegungswiderstandes muß man entweder durch Wahl kräftigerer Triebwerke und Motoren und Anwendung entsprechend höherer Anlage- und Betriebskosten Rechnung tragen, oder man müßte sich mit geringeren Torgeschwindigkeiten begnügen, damit das Mehr an Reibungswiderstand gegenüber der Rollenlagerung ausgeglichen wird durch die bei Ermäßigung der Geschwindigkeit eintretende Verringerung des Wasserwiderstandes.

Bei selten benutzten Toren, insbesondere bei Trockendocks, würde weder eine geringere Torgeschwindigkeit noch ein größerer Kraftbedarf eine nennenswerte Rolle spielen. Für Schleusen mit regem Verkehr dagegen ist allein schon wegen der starken Abnutzung der Kufen die Rollenlagerung vorzuziehen. Demgegenüber kann auch der Hauptvorzug der Kufenlagerung, das Fehlen von beweglichen Unterwasserteilen, nicht ausschlaggebend sein. Denn das an sich richtige Bestreben, bewegliche Teile unter Wasser zu vermeiden, darf nicht dahin führen, zugunsten einer Ausführungsweise ohne bewegliche Unterwasserteile eine gleich betriebssichere, in wesentlichen Punkten aber überlegene Anordnung lediglich deshalb zu verwerfen, weil bei ihr bewegliche Teile unter Wasser verwendet werden. Daß aber die Lagerung von Schiebetoren auf Rollen die gleiche Betriebssicherheit gewährleistet, wie die auf Kufen, hat der Betrieb der Schleusen in Holtenau, Brunsbüttel und Emden bewiesen. In Emden sind Betriebsstörungen, die auf die Rollenlagerung zurückzuführen wären, überhaupt nicht vorgekommen. Auch Ausbesserungen infolge Abnutzung der Rollen sind bei den Emdener Toren trotz des langjährigen, während des Krieges sehr lebhaften Betriebes noch nicht notwendig gewesen. In Holtenau und Brunsbüttel mußten allerdings die Rollen anfangs nach ein- bis zweijährigem Betrieb ausgewechselt werden, weil sich die Buchsen, die zuerst aus Siliciumbronze bestanden hatten, rasch abnutzten, wie vermutet wird, infolge der schmirgelnden Wirkung des bei der Bewegung des Tores aufgewirbelten feinen Sandes. Während sich aber diese Auswechslung in ein bis zwei Tagen ausführen läßt, ohne daß das Tor aus dem Haupt entfernt zu werden braucht, erfordert die Erneuerung der Kufen eine jedesmalige Dockung des Tores. Seit man in Holtenau und Brunsbüttel dazu übergegangen ist, die Buchsen, wie in Emden, aus Spezialgußeisen herzustellen, ist eine meßbare Abnutzung nicht mehr eingetreten. Es ist deshalb eine Verknennung der Tatsachen, wenn in einem im Jahrgang 1919 der „Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure“ erschienenen Aufsatz über Schiebetore aus den angeblich schlechten Erfahrungen mit den Toren der neuen Schleusen in Brunsbüttel, wo das „häufige“ Auswechseln der Unterwagen infolge der Rollenlagerung „immer wieder“ Betriebsstörungen verursacht hätte, und den angeblich guten Erfahrungen mit den Wilhelmshavener Schiebetoren, die „keinen Anlaß zu Betriebsstörungen“ gegeben hätten, gefolgert wird, daß Hartholzkufen in schlickhaltigem Wasser das Gegebene seien.

Am üblichsten ist die Anordnung von Rollen am Tor selbst, die auf Schienen am Grunde der Torkammer und der Durchfahrtssohle laufen. Die Rollen pflegt man gruppenweise zu Laufwagen zu vereinigen. Die Tore der neuen Emdener Seeschleuse ruhen wie die älteren Tore von Kinipple auf vier zweirädrigen Laufgestellen, deren Räder hintereinander laufen. Besondere Vorrichtungen, wegen deren auf die Veröffentlichung im Jahrgang 1914 der „Zeitschrift für Bauwesen“ verwiesen sei, ermöglichen es, von der Taucherglocke aus in kürzester Zeit die Rollen auszuschalten und zum Kufenbetrieb überzugehen.

Die Tore der Ostseeschleusen des Kaiser-Wilhelm-Kanals ruhen auf zwei achträdrigen Laufwagen. Taucherglocken besitzen sie nicht. Zwecks Auswechslung eines Laufwagens wird das Tor zum Aufschwimmen gebracht und soweit verschoben, daß sich der stehengebliebene Laufwagen durch einen Kran herausheben läßt, worauf ein Vorratslaufwagen mit Hilfe eines Tauchers an der durch Marken bezeichneten Stelle auf die Schienen gesetzt wird. Das Absenken des Tores geht ohne Hilfe des Tauchers vor sich, da die Laufwagen hörnerartig gebogene Führungsarme besitzen, zwischen die sich beim Absenken entsprechende Führungskörper am Tor schieben. Diese Auswechslung läßt sich in einem Tage ausführen.

Bei den Elbschleusen des Kaiser-Wilhelm-Kanals hat man die Tore nur an einem Ende auf Rollen gelagert; am anderen Ende sind sie an dem über der Torkammer laufenden Antriebswagen angehängt, und zwar mittels eines um eine wagerechte Achse drehbaren Wagebalkens. Dieser trägt ein Gegengewicht, das so bemessen ist, daß sich das Tor, sobald der von ihm auf den Antriebswagen ausgeübte Auflagerdruck ein gewisses Maß überschreitet, mit den Kufen auf die Schleusensohle aufsetzt. Diese Anordnung, bei der die Laufschienen innerhalb der Torkammer erspart und die beweglichen Teile unter Wasser verringert werden, hat den Nachteil, daß der Laufwagen sehr schwer und dadurch die Anlage teurer und der Kraftbedarf für das Bewegen der Tore größer wird. Es bestehen aber nach den an anderen Schleusen mit starkem Schlickfall gemachten Erfahrungen keine Bedenken, das Tor an beiden Enden durch Laufwagen zu unterstützen.

Ein Unfall, der sich bei einem mittels Rollen auf Schienen laufenden Tor zugetragen hat, sei hier noch als beachtenswert für künftige Bauausführungen erwähnt. Durch Taucher wurde festgestellt, daß bei einer Laufschiene von einer Anzahl der Befestigungsschrauben die Muttern abgerissen waren und die Schiene sich etwas verschoben hatte. Anscheinend ist der Schaden durch einen in das Wasser gefallen und vom Tor mitgeschleiften Gegenstand, vielleicht einen Anker, hervorgerufen worden. Es scheint hiernach geboten, die Schienen auf irgendeine Weise gegen solche Beschädigungen zu schützen.

Man kann die Laufrollen auch — statt am Tor selbst — am Schleusenboden, die Schienen hingegen an der Unterseite des Tores anbringen. Man erhält dann gewissermaßen ein Tor mit eisernen Kufen, bei dem die gleitende Reibung durch Rollen am Schleusenboden in rollende Reibung verwandelt ist. Zweck dieser Anordnung, die bei den neueren von Kinipple ausgeführten Toren, sowie beim Binnentor der Bremerhavener Kaiserschleuse gewählt ist, war, der Gefahr von Betriebsstörungen durch auf die Durchfahrtssole fallende Gegenstände, wie Trossen oder Ketten, vorzubeugen. Auch hoffte man, daß infolge Lagerung der Rollen in hohen Böcken Anhäufungen von Sand oder Schlick weniger störend sein würden. Nachteile sind, daß infolge der großen Zahl der Rollen die Anlage- und Unterhaltungskosten größer sind und Beschädigungen häufiger auftreten. Außerdem hat sich herausgestellt, daß der Schlick bei Anlagen mit Rollen am Tor selbst weniger störend ist, als bei Befestigung der Rollen am Schleusenboden und die Wahrscheinlichkeit von Betriebsstörungen durch auf die Schienen fallende Gegenstände bei Anordnung von Bahnräumern sehr gering ist.

Bei der neuen Emdener Seeschleuse und den neuen Schleusen des Kaiser-Wilhelm-Kanals hat man die Tore sowohl mit Laufwagen wie mit Kufen ausgerüstet, um bei Beschädigungen an den Laufwagen den Schleusenbetrieb aushilfsweise unter Benutzung der Kufen aufrecht erhalten zu können. Derartige Beschädigungen sind indessen an sich schon selten, wie der Betrieb der Schiebetore in Holtenau, Brunsbüttel und Emden bewiesen hat. Ueberdies lassen sich beschädigte Laufwagen, wie bereits erwähnt, ohne erhebliche Schwierigkeiten und in kurzer Zeit auswechseln, so daß bei Toren mit Rollen auf den Einbau von Kufen und die Herstellung von polierten Gleitbahnen unbedenklich verzichtet werden kann.

Führung während der Bewegung.

Will man Toren, die gegen Ueberdruck geöffnet oder bei durchgehender Strömung geschlossen werden sollen, in ganzer Länge eine obere Führung geben, so muß man die Schleusenhäupter überbrücken, und zwar, wo es die Schifffahrt erfordert, mittels beweglicher Brücken. Bei den meisten derartigen Ausführungen hängen die Tore an Laufrollen, indem der Schwimmkasten so bemessen ist, daß der Auftrieb das Gewicht des Tores nicht völlig aufhebt. Bei der Schleuse des Industriehafens Bremen—Oslebshausen überwiegt der Auftrieb das Gewicht des Tores, so daß durch die Laufrollen ein nach oben gerichteter Druck gegen die Brücke ausgeübt wird. Dies hat gegenüber der Aufhängung den Vorteil, daß die Brücke durch das Tor nicht be-, sondern entlastet wird und insbesondere bei Beschädigungen des Schwimmkastens keine unvorhergesehenen Belastungen erfährt, da sich das Tor dann einfach auf den Boden setzt.

Bei Führung durch eine Brücke wird das Tor selbst leichter, die Unterhaltung und Erneuerung der durchweg über Wasser liegenden beweglichen Teile bequemer und der Bewegungswiderstand des Tores selbst geringer. Denn der Druck des Tores auf die Laufrollen — mag sein Gewicht ganz oder nur teilweise durch den Auftrieb aufgehoben sein — kann kleiner bemessen werden, wie bei Toren, die, ohne durch eine Brücke gestützt zu sein, dem Wind- und Wasserdruck, sowie dem Segang ausgesetzt sind. Eine Ersparnis an Anlagekosten tritt indessen nicht ein, da der Minderbedarf an Eisen für die Tore selbst mehr wie ausgeglichen wird durch den Eisenbedarf für die Brücken. Dazu kommt, daß auch die Brücken der Unterhaltung bedürfen und die Betriebskosten größer werden, weil zu dem Kraftbedarf für das Bewegen der Tore selbst noch der für das Öffnen und Schließen der Brücken kommt. Ferner sind die Brücken für den Schleusenbetrieb wie für den Verkehr auf dem Schleusengelände störend. Schwierigkeiten werden sich namentlich dann ergeben, wenn die Brücken auch dem Straßenverkehr oder gar der Ueberführung von Bahngleisen dienen sollen. Endlich wird auch die Schleusungsdauer um die Zeit, die das Öffnen und Schließen der Brücken erfordert, verlängert, was indessen keine große Rolle spielt, wenn die Schleuse wie in Bremen—Oslebshausen, während der Hauptverkehrszeit offen steht.

Daß gegen die Benutzung des Schiebetors ohne obere Führung bei durchgehender Strömung oder gegen Ueberdruck mit Rücksicht auf seine Standsicherheit im allgemeinen keine Bedenken bestehen, wurde bereits erörtert. Insbesondere bei so geringen Wassergeschwindigkeiten und Druckhöhen, wie nach der Beschreibung der Oslebshausener Schleusentore im Jahrgang 1912 der „Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure“ in Frage kommen — bei ungünstigem

Wind 0,35 m Wassergeschwindigkeit bei Beginn und 5 bis 8 cm Stau am Ende des Schließens, Seitendruck unter Berücksichtigung des Winddrucks 20 bis 30 t — erscheint das Bewegen von Toren ohne obere Führung unter gewöhnlichen Verhältnissen durchaus unbedenklich. Bei Sturmflut und stärkerem Seegang aber könnte man auf das zeitweilige Offenhalten der Schleusen ohne Schaden verzichten oder es auf kürzere Zeit einschränken. Denn bei Sturmflut finden die tiefgehenden Schiffe an den ungünstigsten Stellen des Fahrwassers länger als gewöhnlich die erforderliche Fahrtiefe vor und es steht deshalb für die Abwicklung des Verkehrs durch die Schleuse mehr Zeit zur Verfügung, wie bei niedrigeren Tiden.

Zur Begründung der Zweckmäßigkeit einer oberen Führung ist in der genannten Beschreibung der Oslebshausener Schleuse angeführt, daß man Tore ohne obere Führung nur bei erheblichem Eisenaufwand kräftig genug hätte ausbilden können, um die Bedingung zu erfüllen, daß beim Schließen eines Tores bei durchgehender Strömung und Seitenwind seine obere, nicht geführte Ecke seitlich nicht mehr als 5 cm ausbiegt, weil sie sonst gegen die Kante der Tornische stoßen würde. Der durch die kräftigere Bauweise des Tores ohne obere Führung bedingte Mehraufwand an Eisen für das Tor selbst wird, wie schon erwähnt, mehr wie ausgeglichen durch den Fortfall der Brücke. Was das Anecken des Tores an den Kanten der Tornische betrifft, so ist ein solches tatsächlich bei mehreren Schleusenanlagen bei starkem Wind eingetreten und hat zu Beschädigungen der senkrechten Dichtungsleisten geführt. Es ließe sich dadurch verhindern, daß man das Tor beim Schließen vor Erreichen der Endstellung mittels eines Fangriegels in die Tornische einführt. Solche Fangriegel sind in Emden mit Erfolg angewandt worden. Als nachteilig hat sich nur herausgestellt, daß das jedesmalige Vor- und Zurückschieben des Fangriegels, der ja bei geöffnetem Tor hinter die Flucht der Schleusenmauer zurückgezogen sein muß, sehr umständlich ist, da es von Hand erfolgt. Durch mit dem Torantrieb auf elektrischem Wege zwangsläufig verbundenen maschinellen Antrieb ließe sich auch diesem Uebelstande abhelfen.

Auf Querverschieblichkeit des Tores kann überall dort verzichtet werden, wo es, wie bei den Sperrschleusen im Hamburger Hafen und im Reiherstieg bei Harburg, lediglich darauf ankommt, zwei Haltungen von nahezu gleich hohem Wasserspiegel gegeneinander abzusperren, sei es, um eine Erschwerung des Verkehrs in den Häfen durch durchgehende Strömung oder eine Versandung des durch die Schleuse abgetrennten Fluß- oder Hafenarms zu verhüten. In diesen Fällen kommt es auf Wasserdichtigkeit des Abschlusses nicht an. Man pflegt dann die Tore, damit sie nicht während der Bewegung unter dem Einfluß des Wasserdruckes am Drempele schleifen und durch die Radkränze der oberen Laufrollen einen wagerechten Druck auf die Laufschiene ausüben, unten und oben mit wagerechten Führungsrollen zu versehen, durch die ein kleiner Spielraum zwischen dem Tor und den Anschlagflächen am Drempele und an den Seitenmauern erzielt wird.

Tore, die wasserdicht schließen sollen, müssen sich in der Querrichtung entsprechend dem beiderseitigen Spielraum zwischen Dichtungsleisten und Anschlagflächen verschieben können, falls man nicht, wie bei den älteren englischen Schiebetoren, neuerdings auch noch bei der Seeschleuse in Zeebrügge, den Abstand der beiderseitigen senkrechten Anschlagflächen an der Torkammer etwas größer macht, wie auf der gegenüberliegenden Seite, und dementsprechend dem Tor einen schwach trapezförmigen Grundriß gibt, so daß es sich beim Schließen keilartig ohne Spielraum zwischen die Anschläge schiebt. Bei dieser Anordnung müßte man aber, da wegen des fehlenden Spielraumes auf andere Weise ein Ausfahren des Tores aus dem Schleusenhaupt nicht möglich ist, zu geneigten Wänden innerhalb der Durchfahrt und trapezförmigem Aufbau des Tores seine Zuflucht nehmen. Es ist deshalb zweckmäßiger, die Tore querverschieblich auszubilden.

Die Querverschieblichkeit ist ohne weiteres gegeben bei Toren, die auf Kufen gleiten, da sich diese auf den zur Erzielung eines möglichst geringen Gleitwiderstandes polierten Gleitbahnen auch in der Querrichtung verschieben können. Tore, die auf Rollen laufen, werden am besten auf den Laufgestellen verschieblich gelagert. Sind sie mit ihnen fest verbunden, so gleiten entweder die Laufgestelle mit den Rollen auf den Schienen oder die Rollen werden durch Spurkränze festgehalten und gleiten bei der Querverschiebung der Laufgestelle in ihren Lagern. Die Verschieblichkeit der Rollen in den Lagern, die auch für die am Schleusenboden befestigten Rollen in der Bremerhavener Kaiserschleuse gewählt wurde, ist deshalb vorteilhafter wie die Verschieblichkeit der Rollen auf den Schienen, weil bei dieser wegen der geringen Berührungsfäche zwischen Schiene und Laufrolle der Flächendruck und somit die Reibung größer ist.

Ist das Tor mittels Seilen an auf einer Brücke laufenden Rollen aufgehängt, so ist es ohne weiteres querverschieblich. Ist es aber mit den Laufgestellen auf der Brücke fest verbunden, so gibt es für die Querverschieblichkeit die gleichen Möglichkeiten wie bei den auf unteren Laufgestellen ruhenden Toren. In Oslebshausen z. B.

gleiten die Laufrollen auf den an der Brücke befestigten Schienen. Bemerkenswert ist die von Eiffel für die Schiebetore des Panamakanals vorgesehene Anordnung. Danach sollten sich die Tore mittels besonderer Rollen auf den für die Längsbewegung dienenden, auf einer beweglichen Brücke laufenden Laufgestellen quer verschieben.

Beim Öffnen vor völliger Ausspiegelung würde infolge des anfangs noch vorhandenen Ueberdruckes das Tor am Drempeel und den Anschlagflächen der Seitenmauern schleifen, ebenso bei starkem Wind. Will man dies verhüten, so muß man durch geeignete Vorkehrungen dafür sorgen, daß das Tor schon vor der Ausspiegelung von selbst von den Anschlagflächen abrückt. Dies läßt sich bei einem Tor, das auf Laufwagen verschieblich gelagert ist, dadurch erreichen, daß man es derart auf Stelzen lagert, daß es vermöge seines Gewichtes das Bestreben hat, in die Mittellage zurückzukehren. Dieses Mittel ist indessen nur bei verhältnismäßig geringem Seitendruck wirksam. Empfehlenswerter ist deshalb die Verwendung von Federn. Bei den neuen Ostseeschleusen des Kaiser-Wilhelm-Kanals befinden sich an den senkrechten Maueranschlägen Federn mit einer Rolle, die gegen eine Führungsleiste am Tor drückt, so daß beim Bewegen des Tores nur rollende Reibung zu überwinden ist. Derartige federnde Druckrollen würden sich besonders auch in Verbindung mit dem bereits erwähnten Fangriegel der Emdener Schiebetore empfehlen. In Holtenau befinden sich auch an den unteren Laufwagen, in Brunsbüttel am Wagebalken des Antriebswagens Federn, die das Tor gegen einen bestimmten Seitendruck in die Mittellage zurückdrücken.

Geh- und Fahrbahn auf dem Tor.

Die Ausbildung des über das Tor führenden Verkehrsweges für Fußgänger bietet bei offenen Torkammern keine Schwierigkeiten. An dem der Torkammer zugekehrten Ende des Tores wird der Verkehrsweg, für den im übrigen eine Breite von 2 bis 3 m im allgemeinen genügt, noch etwas verlängert und auf volle Torkammerbreite verbreitert, um einen Uebergang vom Tor auf die Seitenmauern zu ermöglichen. Am anderen Ende des Tores wird, damit man auch bei geöffnetem Tor die Torkammer an der Wasserseite überschreiten kann, ebenfalls ein entsprechend langes Stück des Verkehrsweges bis an die Kanten der Torkammer heran verbreitert.

Wenn das Tor auch für Fuhrwerksverkehr benutzbar sein soll, muß man, um den Fuhrwerken an dem der Torkammer zugekehrten Ende des Tores den Uebergang auf das Schleusengelände zu ermöglichen, die Torkammer im Anschluß an das geschlossene Tor auf größere Länge — in Emden sind hierfür 14 m gewählt — abdecken, wenn man es nicht vorzieht, sie völlig zu überbauen. In beiden Fällen muß die Fahrbahn auf dem Tor um so viel tiefer gelegt werden, daß sie sich beim Öffnen des Tores unter die Abdeckung der Torkammer schieben kann. Für den Uebergang zum Schleusengelände müssen dann Rampen angeordnet werden, die ebenso wie die erforderlichen Geländer so auszubilden sind, daß sie sich beim Beginn des Öffnens und nach erfolgtem Schließen des Tores selbsttätig umlegen und wieder aufrichten.

Bewegliche Rampen eignen sich indessen nur für Fußgänger- und leichten Fuhrwerksverkehr. Soll das Schiebetor auch dem Verkehr von schwerem Fuhrwerk oder Eisenbahnfahrzeugen dienen, so ist es zweckmäßiger, die Fahrbahn auf dem Tor ebenso hoch zu legen, wie über der Torkammer, und sie beim Bewegen des Tores um die Bauhöhe der Torkammerabdeckung zu senken. Man kann auch die Abdeckung der Torkammer anheben, wie es bei der 3. Hateneinfahrt in Wilhelmshaven und der Royersschleuse in Antwerpen geschieht. Zu diesem Zweck liegt die Abdeckung der Torkammer in Wilhelmshaven auf einer Anzahl zweiarmer Hebel, deren längere Arme Gegengewichte tragen. In Antwerpen ist die Fahrbahn über der Torkammer als Brücke ausgebildet, die an der Landseite um eine wagerechte Achse drehbar gelagert ist und deren wasserseitiges Ende beim Öffnen des Tores durch Hubzylinder so weit angehoben wird, daß sich das Tor darunter schieben kann.

Das Lenzen der Schwimmkastenabteilungen.

Für das Lenzen der Schwimmkastenabteilungen sind bei den meisten Anlagen elektrisch angetriebene Pumpen in die Tore eingebaut, die von Deck aus angelassen werden. In Holtenau erfolgt das Lenzen durch Druckluft, die von einem fahrbaren, elektrisch angetriebenen Luftverdichter geliefert wird. Diese Art der Lenzung hat sich bewährt. Nur ist das Verfahren des ziemlich schweren Luftverdichters auf dem Schleusengelände unbequem, so daß vielleicht eine schwimmende Anordnung zweckmäßiger ist. Daß die Entleerung der Schwimmkastenabteilungen durch Druckluft unwirtschaftlicher ist, als die durch Pumpen — es muß auch zur Entfernung geringer Wassermengen jedesmal die ganze Schwimmkastenabteilung unter Druckluft gesetzt werden —, ist belanglos, da die Wände der Schwimmkastenabteilungen so wasserdicht sind, daß ein eigentliches Lenzen überhaupt nicht nötig ist und der Luftverdichter

nur in Tätigkeit tritt, wenn ein Tor aufschwimmen oder das Betriebsgewicht verringert werden soll. Im übrigen werden die nur unerheblich höheren Betriebskosten bei weitem aufgewogen durch die Ersparnis an Anlage- und Unterhaltungskosten für die Pumpen, Schieber usw. Da man im übrigen in Holtenau sowohl auf Schlickpumpen mit ihrem Zubehör an Stromzuführungen, Anlaßvorrichtungen, Rohrleitungen u. dgl. wie auf Schützvorrichtungen in den Torwänden und auf Taucherglocken für die Zugänglichkeit der Laufrollen mittels Preßluft verzichtet hat, enthalten die Holtenauer Tore keinerlei maschinelle Einrichtungen und stellen somit die denkbar einfachste Form eines Schiebetores mit Rollenlagerung dar.

Schlickbeseitigung.

Das nächstliegende Mittel zur Beseitigung des Schlicks aus der Torkammer und der Gleitbahn innerhalb der Durchfahrt sind in die Tore eingebaute Saugpumpen. Bei einigen Schiebetoranlagen finden sich außerdem besondere Druckpumpen, die durch eine Anzahl Düsen an beiden Stirnseiten des Tores Wasser ausspritzen, um festere Schlickablagerungen zu lockern.

Das Verfahren der Schlickbeseitigung durch Pumpen erfordert indessen sehr hohe Anlage-, Betriebs- und Unterhaltungskosten. Auch bereitet die Abführung der ausgebagerten Schlickmassen, für die besondere Rinnen und Kanäle erforderlich sind, Schwierigkeiten. Im übrigen ist die regelmäßige Beseitigung des Schlicks durch Pumpen von zweifelhaftem Werte, weil sich der Schlick nach jeder Baggerung doch wieder in kurzer Zeit bis zu der gleichen Höhe anhäuft, in der er in der Schleusenkammer und im Vorhafen ansteht. Es kommt deshalb weniger darauf an, ihn zu beseitigen, als zu verhüten, daß er sich fester ablagert. Das geschieht aber, wie die Erfahrung lehrt, in ausreichendem Maße schon durch die beim Bewegen des Tores unterhalb des Schwimmkastens entstehende Strömung. Voraussetzung ist dabei, daß das Tor regelmäßig bewegt werden kann. Wenn es, etwa infolge Beschädigung, längere Zeit außer Betrieb gesetzt werden muß, würde der abgelagerte Schlick schon nach wenigen Tagen so fest werden, daß das Tor nicht mehr bewegt werden kann. In solchen Fällen würden aber auch die in das Tor eingebauten Schlickpumpen nichts nützen, wie sich an ausgeführten Anlagen gezeigt hat. Denn sie vermögen wohl den Schlick an beiden Stirnseiten des Tores zu beseitigen, nicht aber die übrigen Schlickmassen, die sich in ganzer Länge des Tores abgelagert haben, namentlich die zwischen den Torwänden und den Seitenmauern der Torkammer. Für solche Fälle kommt die Benutzung von Spülkanälen oder Lockerung des Schlicks durch besondere Druckpumpen, wie sie sich in Bremerhaven bewährt haben, in Frage. Es empfiehlt sich demnach, von dem Einbau von Schlickpumpen in die Tore abzusehen. Höchstens könnte man für den Fall, daß man sich später zum nachträglichen Einbau entschließen sollte, hierauf beim Bau der Tore Rücksicht nehmen.

Daß auch bei starkem Schlickfall die regelmäßige Beseitigung des Schlicks durch Pumpen entbehrlich ist, beweisen die Erfahrungen in Emden. Die dortigen Schiebetore sind ebenso wie die in Brunsbüttel mit Druckpumpen zur Lockerung und mit Saugpumpen zur Beseitigung des Schlicks versehen. Es werden aber weder die Druck- noch die Saugpumpen benutzt. Gleichwohl haben sich im Betrieb keine Schwierigkeiten ergeben, obwohl sich in der Schleuse zeitweise Schlickablagerungen von beträchtlicher Höhe befanden. Diese werden von den Toren ohne nennenswerte Steigerung des Bewegungswiderstandes durchfahren.

Auch die verschiedentlich angewandten, zur Entfernung des Schlicks von der Gleitbahn innerhalb der Schleusendurchfahrt dienenden Spülschütze in den Toren sind entbehrlich. Mit ihnen ließe sich höchstens, wenn ein Tor längere Zeit geschlossen bleiben muß, ein festeres Ablagern des Schlicks unter dem Tor verhüten. Für eine Schlickbeseitigung im gewöhnlichen Betrieb sind sie bedeutungslos, solange der Schlick an den Außenwänden des Tores ebenso hoch ansteht wie innerhalb. Auch die Anordnung von Spülschützen oberhalb des Schwimmkastens zur Beseitigung des auf diesem sich ablagernden Schlicks erübrigt sich. Wo derartige Schütze vorhanden sind, werden sie nicht benutzt. Unzuträglichkeiten haben sich trotzdem nicht ergeben, da sich die Schlickablagerungen auf dem Schwimmkasten schon infolge des beim Bewegen der Tore entstehenden Spülstromes in mäßigen Grenzen halten.

Wie schon betont, kommt es weniger darauf an, den Schlick zu beseitigen, als für den Fall, daß ein Tor längere Zeit nicht bewegt werden kann, ein festeres Ablagern des Schlicks zu verhüten. Das geschieht am wirksamsten durch Spülkanäle. Diese können zu beiden Seiten jeder Torkammer mit einer Anzahl in diese einmündender Stichkanäle angeordnet werden oder auch in der Stirnwand der Torkammern ausmünden. Bei einer von Kinipple gewählten Anordnung werden die Umläufe zur Spülung benutzt, indem beim Schleusen das ganze Wasser am Ende der Torkammer eintritt, diese und den Raum unter dem geschlossenen Tor durchströmt und durch den Umlauf in der gegenüberliegenden Schleusen-

mauer wieder austritt. Zieht man es vor, die Umläufe für die Ausspiegelung der Schleusenkammer in der üblichen Weise anzuordnen, so könnte man von ihnen besondere Spülkanäle abzweigen, die in die Torkammer und die Tornische münden, so daß man von Zeit zu Zeit, unabhängig von den Schleusen, durch Schließen der entsprechend anzuordnenden Umlaufschütze und Öffnen besonderer Schütze in den Spülkanälen einen Spülstrom durch die Torkammer und den Raum unter dem geschlossenen Tor leiten kann. Bei Doppelschleusen ließe sich ohne große Schwierigkeiten auch bei geöffnetem Tor eine Spülung der Torkammern ermöglichen, in dem der Druckhöhenunterschied zwischen den beiden Kammern zur Erzeugung eines Spülstroms ausgenutzt wird. Bei Einzelschleusen allerdings wäre eine Spülung bei geöffnetem Tor nur möglich, wenn ein besonderer Spülkanal in ganzer Länge der Schleuse vorhanden wäre, durch den die Binnentorkammer bei geschlossenem Außenor mit dem Außenwasser und die Außentorkammer bei geschlossenem Binnentor mit dem Binnenwasser verbunden werden kann. Da ein solcher Kanal nicht unerhebliche Mehrkosten verursachen würde, ist es fraglich, ob es nicht wirtschaftlicher ist, in dem doch nur selten eintretenden Fall, daß ein Tor gerade in geöffnetem Zustand längere Zeit unbenutzbar sein sollte, durch andere Maßnahmen, z. B. wie in Bremerhaven mit Hilfe besonderer Druckpumpen, ein festeres Ablagern des Schlicks zu verhindern oder den festgelagerten Schlick zu lockern.

Bewegungsvorrichtungen.

Zum Bewegen der Tore dienen, abgesehen von dem weiter unten besprochenen unmittelbaren Antrieb durch Wasserüberdruck, entweder Ketten oder Zahnstangen. Bis in die neuere Zeit hinein hat man ausschließlich Ketten angewandt. Sie haben außer dem ungünstigeren Wirkungsgrad den Nachteil, daß sie häufiger nachgespannt und von Zeit zu Zeit ausgewechselt werden müssen, was bei ihrer bei größeren Toren bedeutenden Länge und Stärke umständlich und für den Betrieb störend ist. Bei seltener Benutzung der Tore, insbesondere bei Trockendocks, würden diese Nachteile keine erhebliche Rolle spielen. Für Schleusen mit lebhaftem Verkehr dagegen hat man in neuester Zeit durchweg den Zahnstangenantrieb vorgezogen. Ob es bei künftigen Neuanlagen gelingen wird, für den Kettenantrieb eine Lösung zu finden, die in bezug auf Betriebssicherheit und Anlage-, Betriebs- und Unterhaltungskosten dem Zahnstangenantrieb gleichwertig ist, muß dahingestellt bleiben. Jedenfalls empfiehlt es sich, auch wenn in erster Linie Zahnstangenantrieb in Aussicht genommen sein sollte, bei der Ausschreibung den Werken Gelegenheit zu geben, Vorschläge für den Antrieb durch Ketten einzureichen und von vornherein bei der Ausführung des Mauerwerks auf die Möglichkeit, daß die Entscheidung vielleicht doch zugunsten des Kettenantriebes fallen könnte, Rücksicht zu nehmen. Denn auch der Zahnstangenantrieb hat seine Nachteile.

Die nächstliegende Lösung für den Antrieb durch Zahnstangen besteht darin, das Tor mit einem über der Torkammer laufenden Antriebswagen zu kuppeln, der sich an auf beiden Seiten der Torkammer befestigten Zahnstangen vorwärts bewegt. In Emden sind die Zahnstangen nicht, wie gewöhnlich, liegend angeordnet, d. h. mit aufwärts gerichteten Zähnen, wobei die Antriebsritzeln von oben eingreifen, sondern an den beiden Seitenwänden der Torkammer, so daß die Zähne senkrecht stehen und die Ritzel wagerecht liegen. Diese Anordnung hat den Zweck, die Betriebsstörungen zu verhüten, die bei liegenden Zahnstangen durch auf die Zahnstangen fallende harte Gegenstände, wie kleine Eisenteile, herbeigeführt werden könnten. Dabei ist aber die Ausbildung des Triebwerkes, insbesondere hinsichtlich der Querverschieblichkeit des Antriebwegens, recht schwierig. Auch könnten schon unbedeutende seitliche Bewegungen der Torkammermauern empfindliche Störungen zur Folge haben. Deshalb ist die liegende Anordnung der Zahnstangen, die sich in Brunsbüttel in zehnjährigem Betriebe durchaus bewährt hat, vorzuziehen.

Nachteile des Antriebes mittels Schlepptwagen und festverlegter Zahnstangen sind zunächst die hohen Anlagekosten des Antriebwegens, der wegen der schweren Maschinenteile und der beträchtlichen Stützweite — für große Tore gegen 10 m — einen hohen Eisenaufwand erfordert. Dazu kommt, daß diese erheblichen Eisenmassen samt dem Triebwerk bei Bewegen der Tore als tote Last mitgeschleppt werden müssen. Sehr störend ist ferner, daß der Strom nicht durch Kabel zugeführt werden kann, sondern die erforderlichen Leitungen für den Antrieb, für die Steuerung, für Signalzwecke u. dgl. als Schleifleitungen ausgeführt werden müssen. Bei überdeckten Torkammern kommt als weiterer Uebelstand hinzu, daß die Bauhöhe des Schlepptwagens niedrig bemessen werden muß, was für die Zugänglichkeit der Maschinenteile ungünstig ist.

Die Verbindung des Antriebwegens mit dem Tor erfolgt am zweckmäßigsten in zwei Punkten in der Ebene der Längswände des Tores, und zwar durch Zugstangen, die mit dem Tor einerseits, dem Antriebswagen andererseits durch je einen Gelenkbolzen verbunden sind. Dann kann sich das Tor unabhängig vom Antriebswagen quer zur Fahrtrichtung verschieben und es wird die Antriebs-

kraft unmittelbar auf die Gurtungen des in Höhe der Kuppelungen liegenden Riegels und auf die Längswände des Tores übertragen, was statisch günstiger ist wie die Befestigung in einem Punkte. Weniger vorteilhaft ist es, Tor und Antriebswagen durch zwei Gelenkbolzen statt durch zwei Zugstangen zu verbinden. Denn dann wird, solange der Wasserüberdruck beim Schleusen noch nicht so weit angewachsen ist, daß er den Reibungswiderstand des Antriebwegens gegen seitliches Verschieben zu überwinden vermag, auf den Wagen durch das mit ihm starr verbundene Tor ein wagerechtes Drehmoment ausgeübt. Dadurch wird sowohl der Antriebswagen wie das Tor selbst ungünstig beansprucht. Auch für die Laufräder des Antriebwegens und die Laufbahn sind die großen Kräfte, die beim Gleiten des schweren Antriebwegens quer zur Fahrtrichtung auftreten, nachteilig. Sie haben in Emden Radbrüche, sowie Zerstörungen der Schienenbefestigungen, ja selbst der Auflagersteine für die Schienen zur Folge gehabt. Gegenüber diesen Nachteilen der Verbindung durch zwei Gelenkbolzen spielt der Vorteil, daß das Tor dabei während der Bewegung durch den Antriebswagen gewissermaßen gelenkt wird, keine Rolle, zumal wenn andere Vorrichtungen, wie Federn und Fangriegel, vorhanden sind, durch die die Tore jedesmal wieder in die Mittellage gebracht werden. Um auch eine gegenseitige Verschiebung im senkrechten Sinne zu ermöglichen, empfiehlt es sich, die Zugstangen sowohl mit dem Tor wie mit dem Antriebswagen kreuzkopfförmig zu verbinden.

Wegen der dem fahrbaren Triebwerk anhaftenden Nachteile ist bei den Ostseeschleusen des Kaiser-Wilhelm-Kanals auf Vorschlag der Firma Haniel u. Lueg in Düsseldorf das Triebwerk wie beim Kettenantrieb am Ende der Torkammer in einem Häuschen fest eingebaut. Zur Kraftübertragung dienen aber statt der beiden Ketten ohne Ende zwei wandernde Zahnstangen. Diese sind, wie die Ketten beim Kettenantrieb, mittels eines Joches mit dem Tor verbunden, befinden sich also bei geschlossenem Tor zu beiden Seiten der Torkammer und mit dem Triebwerk mit ihrem landseitigen Ende in Eingriff. Beim Öffnen des Tores schieben sie sich in Rohrtunnel, die in Verlängerung der Torkammer im Erdreich liegen. Obwohl die in Betracht kommenden großen Druckkräfte — die Antriebsvorrichtungen sind für einen größten Bewegungswiderstand von 160 t berechnet — durch die Stangen vom Triebwerk auf das im geschlossenen Zustand rd. 50 m entfernte Tor zu übertragen sind, ist diese Anordnung bei zweckentsprechender Verteilung und Ausbildung der Führungen, die ein Ausknicken in wagerechter und in senkrechter Richtung verhindern sollen, trotz mäßiger Abmessungen der Zahnstangen statisch einwandfrei und hat sich in nahezu zehnjährigem Betrieb durchaus bewährt. Es sind nicht die geringsten Störungen eingetreten und keinerlei nennenswerte Ausbesserungen nötig geworden.

Antrieb.

Für das Bewegen von Schiebetoren sind bei den bisher ausgeführten Anlagen angewandt worden:

1. unmittelbarer Antrieb durch Wasserüberdruck,
2. Dampftrieb,
3. Druckwasserbetrieb,
4. elektrischer Betrieb.

Das zuerst genannte Verfahren, das sich schon bei einer kleinen, im Jahre 1868 erbauten Schleuse in Holland findet, über die im Band „Schiffschleusen“ des Handbuchs der Ingenieurwissenschaften berichtet ist, ist neuerdings bei den Schiebetoren der 3. Hafeneinfahrt in Wilhelmshaven angewandt worden. Diese tragen einen den Torkammerquerschnitt bis auf einen unbedeutenden Spielraum auf beiden Seiten und am Boden ausfüllenden Schild. Der Wasserspiegel in dem durch diesen Schild gegen die Schleuse abgeschlossenen Teil der Torkammer kann durch Pumpen gehoben oder gesenkt werden. Dabei wirkt bald von der Torkammer, bald von der Schleuse her ein Ueberdruck auf das Tor und setzt es, sobald die Druckhöhe groß genug ist, in Bewegung.

Der Hauptvorteil dieses Verfahrens ist der Fortfall der Antriebsvorrichtungen, während die übrigen ihm nachgerühmten Vorteile (kleines Kippmoment infolge der tiefen Lage des Angriffspunktes der bewegenden Kraft; große Betriebssicherheit; die Möglichkeit, die Torgeschwindigkeit durch Einschalten einer größeren oder kleineren Zahl von Pumpen beliebig zu regeln, sowie ohne Ueberlastung von Maschinenteilen bedeutend größere Bewegungswiderstände zu überwinden; die Beseitigung des Schlicks aus den Torkammern) keine besondere Rolle spielen. Infolge des Fortfalls der Antriebsvorrichtungen verringern sich die Anlagekosten. Ob aber auch die Betriebs- und Unterhaltungskosten niedriger sind und die Betriebssicherheit größer ist, wie bei Toren mit Zahnstangenantrieb, erscheint nach den bisherigen Erfahrungen zweifelhaft. Andererseits weist dies Verfahren erhebliche Nachteile auf. Der den Wasserdruck aufnehmende Schild muß bis auf einen unbedeutenden Spielraum dem Querschnitt der Torkammer angepaßt sein. Hieraus ergeben sich, wie der Betrieb der Wilhelmshavener Schiebetore gezeigt hat, große Schwierigkeiten, sobald Kippbewegungen der Tor-

kammerwände eintreten. Ferner hat man das Tor nicht in gleichem Maße in der Gewalt, wie beim Zahnstangenantrieb. Dazu kommen die unvorhergesehenen Mängel, die sich beim Betrieb der Wilhelmshaver Tore herausgestellt haben, insbesondere die ruckartigen Bewegungen und das zeitweilige Stehenbleiben der Tore. Ob sich diese Mängel, wegen deren im einzelnen auf die Mitteilungen in der 5. Auflage des Bandes „Schiffsschleusen“ des Handbuchs der Ingenieurwissenschaften verwiesen sei, so weit beheben lassen, daß der unmittelbare Antrieb durch Wasserüberdruck bei künftigen Neuanlagen statt der Zahnstangen- oder Kettenantriebe in Frage kommen kann, wird von den Erfahrungen mit den in Wilhelmshaven getroffenen Maßnahmen zur Vervollkommnung dieser Antriebsart abhängen, über die bisher nichts bekannt geworden ist.

Der Antrieb durch Dampfmaschinen findet sich nur vereinzelt, z. B. bei dem Schiebetor eines um 1900 vollendeten Trockendocks in Libau. Am häufigsten ist der Druckwasserantrieb. Er erfuhr sich lange Zeit unumschränkter Vorherrschaft. Noch im letzten Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts haben große Schleusenanlagen, wie die des Kaiser-Wilhelm-Kanals und der Bremerhavener Kaiser-schleuse, Druckwasserantrieb erhalten. Doch schon um die Jahrhundertwende hatte der elektrische Antrieb den durch Druckwasser fast völlig verdrängt.

Ein näheres Eingehen auf die Ausbildung des Antriebes würde über den Rahmen dieser Arbeit hinausgehen. Nur einige allgemeine Gesichtspunkte mögen kurz besprochen sein, die sich aus der besonderen Eigenart des Betriebes von Schiebetoren und den bei ausgeführten Anlagen gemachten Erfahrungen ergeben.

Bei Festsetzung der erforderlichen Motorenstärke ist von der in Aussicht genommenen Torgeschwindigkeit und dem gewöhnlichen Bewegungswiderstand bei voller Fahrt auszugehen und dann zu prüfen, ob der hiernach gewählte Motor auch bei den zu Beginn der Bewegung, sowie den unter außergewöhnlichen Verhältnissen auftretenden höheren Bewegungswiderständen nicht über die zulässige Ueberlastbarkeit hinaus beansprucht wird.

Uebliche Torgeschwindigkeiten sind 0,25 bis 0,35 m in der Sekunde, entsprechend einer Bewegungsdauer von 2 bis 3 Minuten. Größere Geschwindigkeiten zu wählen, empfiehlt sich nicht. Der dabei erzielte Zeitgewinn wäre, da der Wasserwiderstand etwa mit dem Quadrat der Torgeschwindigkeit wächst, durch die Mehrkosten des dann entsprechend stärker zu wählenden Antriebes und den vermehrten Stromverbrauch zu teuer erkauft.

Der Bewegungswiderstand setzt sich zusammen aus der durch das Betriebsgewicht des Tores hervorgerufenen gleitenden oder rollenden Reibung, dem Wasserwiderstand und dem beim Schleifen des Tores an den Anschlagflächen oder den Wänden der Torkammer infolge von einseitigem Wasserüberdruck, Wind u. dgl. entstehenden Widerstand.

Schwierig ist die rechnerische Ermittlung des Wasserwiderstandes. Gerade er aber bildet, namentlich bei auf Rollen laufenden Toren, im gewöhnlichen Betrieb den überwiegenden Teil des Gesamtwiderstandes. Die im Band „Schiffsschleusen“ des Handbuchs der Ingenieurwissenschaften empfohlene Formel von Landsberg, in der der Wasserwiderstand von der Torgeschwindigkeit und außerdem von dem Aufstau vor dem Tor während der Bewegung abhängig gemacht wird, ist praktisch nicht verwertbar, da es weder rechnerisch noch durch Beobachtung an ausgeführten Anlagen möglich ist, diesen Aufstau einigermaßen genau zu ermitteln.

Bessere Grundlagen für die Ermittlung des Wasserwiderstandes ließen sich durch Versuche an ausgeführten Anlagen gewinnen. Es sei hierbei auf die Mitteilungen über die Versuche an den Schiebetoren der Schleuse zu Bremen-Oslebshausen im Jahrgang 1912 der „Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure“ verwiesen. Soweit es möglich ist, die Versuche mit verschiedenen Torgeschwindigkeiten auszuführen, sei es durch Vorschalten von Widerständen oder durch Regelung der Spannung, durch Einschaltung etwa vorhandener ausrückbarer Vorgelege oder bei Vorhandensein mehrerer Motoren durch Benutzung eines oder beider Motoren in Reihen- oder in Parallelschaltung, ließen sich durch zeichnerisches Auftragen des Stromverbrauchs bei verschiedenen Geschwindigkeiten unter sonst — insbesondere hinsichtlich Betriebsgewicht, Wasserstand, Wind, Zustand der Rollen oder Kufen, sowie der Laufbahn — gleichen Verhältnissen Schlüsse ziehen, wieviel von dem gesamten Bewegungswiderstand auf die Reibung und wieviel auf den Wasserwiderstand entfällt und in welchem Verhältnis letzterer mit zunehmender Geschwindigkeit wächst. Durch entsprechende Versuchsreihen für verschiedene Wasserstände ließe sich ferner feststellen, nach welchem Gesetz sich der Wasserwiderstand im Verhältnis zum Wasserstand ändert. Dabei würde sich herausstellen, ob, wie anzunehmen ist, der Bewegungswiderstand bei niedrigen Wasserständen, bei denen die Decke des Schwimmkastens nur wenig unter Wasser liegt und deshalb das von ihm verdrängte Wasser fast ganz unterhalb des Schwimmkastens abströmen muß, größer ist, als bei höheren Wasserständen, bei denen dem verdrängten Wasser auch oberhalb des Schwimmkastens ein größerer Durchflußquerschnitt zur Ver-

fügung steht. Eine unmittelbare Feststellung, wieviel von dem Gesamtwiderstand auf den Wasserwiderstand einerseits, auf den Reibungswiderstand andererseits entfällt, wäre auf folgende Weise denkbar. Es wird zunächst der Stromverbrauch N_1 bei einem bestimmten Betriebsgewicht, z. B. $Q_1 = 20$ t, festgestellt. Von diesem Stromverbrauch sei N_w der auf den Wasserwiderstand, N_{q_1} der auf die Reibung entfallende Anteil, d. h. es sei $N_1 = N_w + N_{q_1}$. Sodann beobachtet man unter sonst gleichen Verhältnissen, insbesondere gleichem Wasserstand, gleicher Torgeschwindigkeit und gleichem Verschlickungszustand der Torbahn, den Stromverbrauch N_2 bei einem Betriebsgewicht $Q_2 = 40$ t. Für diesen besteht entsprechend die Beziehung $N_2 = N_w + N_{q_2}$. Der auf den Wasserwiderstand entfallende Stromverbrauch N_w ist der gleiche wie bei N_1 . Der Stromverbrauch N_{q_2} zur Ueberwindung des Reibungswiderstandes ist, vorausgesetzt, daß nicht durch das Schleifen des Tores am Mauerwerk oder infolge von Hindernissen auf der Laufbahn unberechenbare Widerstände hinzutreten, doppelt so groß wie der für ein Betriebsgewicht von 20 t, d. h. es ist $N_2 = N_w + 2 \cdot N_{q_1}$. In dem Unterschied $N_2 - N_1$ erhielte man demnach ohne weiteres den Stromverbrauch zur Ueberwindung der Reibung des mit 20 t Betriebsgewicht aufruhenden Tores. Daraus ließe sich dann der Reibungswiderstand selbst, sowie weiterhin der Wasserwiderstand errechnen. Um trotz der bei der Durchführung der Versuche unvermeidlichen Ungenauigkeiten und unberechenbaren Einflüsse ein möglichst einwandfreies Ergebnis zu erzielen, würden sich Versuchsreihen für mehr als zwei verschiedene Betriebsgewichte, etwa in Abstufungen von 10 zu 10 t empfehlen. Sind diese Versuche bei einer Schleusenanlage für mehrere unter sich völlig gleiche Tore durchgeführt, so kommt für eine bestimmte Torgeschwindigkeit der kleinste hierbei ermittelte Wert des Wasserwiderstandes der Wirklichkeit am nächsten, weil offenbar bei dem Tor, das bei gleicher Geschwindigkeit und gleichem Betriebsgewicht den kleinsten Gesamtwiderstand aufweist, die unvorhergesehenen und unberechenbaren Bewegungswiderstände am kleinsten sind.

Vielleicht geben diese Zeilen Anlaß zur Ausführung und Bekanntgabe derartiger für das Entwerfen von Schiebetoren wertvoller Versuche an ausgeführten Anlagen. Bislang hat es an solchen Versuchen mit allgemein brauchbaren Ergebnissen gefehlt. Man war deshalb bei allen bisher ausgeführten Anlagen darauf angewiesen, den Wasserwiderstand zu schätzen, und hat infolgedessen die Motoren zur Sicherheit reichlich, vielfach sogar übermäßig stark bemessen, weil die Anlagekosten für einen größeren Motor nur unerheblich höher sind und weil, wie man annahm, die Wahl eines stärkeren Motors, falls sich der Kraftbedarf später als geringer herausstellen sollte, nicht schadet, wohl aber im umgekehrten Fall die Wahl eines schwächeren Motors, Uebersehen wurde, dabei, daß unnötig starke Motoren infolge ihrer ungenügenden Belastung einen geringeren Wirkungsgrad haben. In der Beschreibung der Oslebshausener Schiebetore im Jahrgang 1912 der „Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure“ ist z. B. angegeben, daß der Gesamtwirkungsgrad des Antriebes infolge ungenügender Belastung der Motoren — ihre Normalleistung beträgt 75 PS, während 35 PS genügt hätten — statt rechnerungsmäßig 0,5 nur 0,3 beträgt. Ein weiterer Nachteil zu starker Motoren ist, daß das Tor unnötig schnell läuft. Das hat aber eine Vergrößerung des etwa mit dem Quadrat der Geschwindigkeit wachsenden Wasserwiderstandes und somit eine Erhöhung der Betriebskosten zur Folge. Bei einer ausgeführten Anlage z. B. ist die Geschwindigkeit des Tores infolge zu stark gewählter Motoren 0,45 statt planmäßig 0,35 m/Sek. und der Stromverbrauch infolgedessen 1,5 mal so groß. Dabei leisteten die Motoren, die für eine Stundenleistung von 145 KW gebaut waren, 80 KW, während bei der planmäßigen Geschwindigkeit von 0,35 m/Sek nur 40 KW erforderlich gewesen wären. Im übrigen ist zu berücksichtigen, daß auch dann eine ausreichende Betriebssicherheit vorhanden gewesen wäre, wenn sich der Bewegungswiderstand im gewöhnlichen Betriebe wirklich größer herausgestellt hätte, als bei der Wahl der Motoren angenommen wurde. Denn abgesehen davon, daß sich der Kraftbedarf durch Ermäßigung der Torgeschwindigkeit verringern ließe, können die Motoren während der 2 bis 3 Minuten, die die Bewegung eines Tores erfordert und auf die selbst bei starkem Verkehr stets eine Pause von etwa 15 Minuten zu folgen pflegt, erheblich über ihre Dauer- oder Stundenleistung hinaus belastet werden.

Auch die Anfahrwiderstände erfordern, wie die Erfahrung bestätigt hat, nicht die Wahl stärkerer Motoren, weil der Wasserwiderstand, der bei voller Fahrt den Hauptanteil des Gesamtwiderstandes ausmacht, beim Anfahren sehr gering ist.

Wegen zeitweise auftretender außergewöhnlicher Bewegungswiderstände, z. B. bei Verschlickung oder bei Vereisung, bedarf es ebenfalls keiner stärkeren Motoren, wenn man ausrückbare Vorgelege anordnet, durch deren Einschalten in Ausnahmefällen die Zugkraft erhöht und gleichzeitig die Torgeschwindigkeit und somit auch der Wasserwiderstand herabgesetzt wird. Wenn die Triebwerke außer dem Motor für den gewöhnlichen Betrieb noch einen im allgemeinen nicht benutzten Aushilfsmotor besitzen, so ist die

gegebene Lösung, bei ausnahmsweise großen Bewegungswiderständen beide Motoren zu benutzen, und zwar zur Verringerung des Wasserwiderstandes in Hintereinanderschaltung, da dann die Torgeschwindigkeit nur halb so groß ist. Ausrückbare Vorgelege sind dann entbehrlich. Im übrigen sind die Motoren gegen übermäßige Belastung in der üblichen Weise durch Höchststromausschalter und Ueberlastungskupplungen zu schützen.

Bei der Anordnung der selbsttätigen Endausschalter ist zu beachten, daß die Bewegungswiderstände und damit die Torgeschwindigkeit Schwankungen unterliegen, z. B. bei zunehmender Verschlickung, bei Vereisung u. dgl., und daß sich infolgedessen auch die Länge des Auslaufweges beim Anhalten des Tores ändert. Es empfiehlt sich deshalb, eine gewisse Strecke vor der Endstellung durch einen Zwischenschalter zunächst eine Verlangsamung und dicht vor der Endstellung durch den eigentlichen Ausschalter das Anhalten des Tores herbeizuführen. Dann ist wegen der geringen Geschwindigkeit, mit der sich das Tor dem Endausschalter nähert, der Auslaufweg so klein, daß etwaige Schwankungen im Bewegungswiderstand auf die Länge des Auslaufweges praktisch ohne Einfluß sind. Wichtig ist, daß beim Schließen des Tores die Endausschaltung nicht eher eintritt, als bis sich die in der Fahrtrichtung vorn liegenden senkrechten Anschlagleisten des Tores genügend weit über die Anschlagflächen der Tornischen geschoben haben, damit nicht das Tor im Falle des Aneckens zum Stehen kommt, ehe die senkrechte Anschlagleiste genügend Auflagerfläche am Mauerwerk gefunden hat, was unter allen Umständen verhütet werden muß.

Bei einigen Anlagen hat man Puffer angeordnet, um der Gefahr eines Ueberschreitens der Endstellungen vorzubeugen. Diese Gefahr ist aber seit Einführung der selbsttätigen Ausschaltung des Stromes sehr gering. Im übrigen wird das Tor in der Tornische schon durch das kurz vor der Endstellung sich aufstauende Wasser gebremst. Daß auch am landseitigen Ende der Torkammer, obwohl dort nicht eine so wirksame Bremsung durch das aufgestaute Wasser eintritt, wie in der Tornische, auf Puffer unbedenklich verzichtet werden kann, hat ein Unfall an einer ausgeführten Anlage bewiesen, bei der ein Tor über die Endstellung hinaus gegen das Ende der Torkammer fuhr. Der Schaden, der dabei angerichtet wurde, bestand lediglich in einer unbedeutenden Beschädigung des Mauerwerks durch hervorstehende Eisenteile des Tores, während dieses selbst gänzlich unbeschädigt blieb. Die Beschädigung des Mauerwerks hätte durch eine einfache Schutzleiste aus Holz verhütet werden können. Jedemfalls bedurfte es nicht kostspieliger Puffereinrichtungen, wie sie z. B. in Emden ausgeführt sind, ohne indessen im Betriebe benutzt zu werden.

Steuerung der Tore.

Die Steuerung der Tore kann erfolgen:

1. vom Tor selbst,
2. von verschiedenen Stellen des Schleusengeländes,
3. von einem gemeinsamen Steuerhause.

Für die Steuerung vom Tor selbst spricht, daß der Torwärter die zu durchfahrende Strecke übersehen und das Tor sofort anhalten und zurückfahren kann, wenn sich während des Schließens noch unvermutet ein Schiff der Schleuse nähert. Sie erfordert aber mehr Personal, da jedes Tor mit einem Wärter besetzt werden müßte. Deshalb ist die Steuerung vom Schleusengelände vorzuziehen, bei der Tore und Umlaufschütze vom Schleusenmeister oder seinen Gehilfen bedient werden können. Um dabei lange Wege zu vermeiden, könnte man an jedem Haupt und außerdem vielleicht in Schleusenmitte Schalter (Hebel oder Druckknöpfe) anbringen, die es ermöglichen, von jeder dieser Stellen aus sämtliche Tore und Umlaufschütze zu bewegen.

Bei stärkerem Verkehr, vor allem bei Doppelschleusen, werden die Tore und Umlaufschütze zweckmäßig durch einen besonderen Wärter von einem Steuerhause in der Mitte der Schleusenanlage gesteuert, wie es bei den neuen Schleusen des Kaiser-Wilhelm-Kanals und den Schleusen des Panamakanals geschieht. Zur Sicherheit kann man über die Schleusenanlage verteilt besondere Notschalter anbringen, mittels deren auch der Schleusenmeister selbst im Notfall ein Tor sofort anhalten und zurückfahren kann.

Die Befehle des Schleusenmeisters für den Wärter im Steuerhause werden am zweckmäßigsten übermittelt durch Aufleuchten von Lampen unmittelbar neben dem Hebel oder Druckknopf für die Ausführung des betreffenden Befehls in Verbindung mit einem Glockenzeichen, während gleichzeitig an der Befehlsstelle selbst ein Glockenzeichen so lange ertönt, bis der Wärter die befohlene Bewegung eingeleitet hat. Es genügen die Befehle „Tor auf“ und „Tor zu“. Die Befehle „Schützen auf“ und „Schützen zu“ erübrigen sich; denn das Bewegen der Schützen hat regelmäßig in derselben Reihenfolge sofort im Anschluß an das Öffnen und Schließen der Tore zu

erfolgen. Da auf das Schließen eines Tores stets in der gleichen Reihenfolge das Öffnen der Schützen, Öffnen des Tores und Schließen der Schützen am andern Haupt folgt, würde es auch genügen, nur den Befehl zum Schließen der Tore zu geben. Zur Uebermittlung von in Ausnahmefällen notwendig werdenden Befehlen, z. B. zum nochmaligen Öffnen eines soeben geschlossenen Tores, empfehlen sich lautsprechende Fernsprecher, durch die der Wärter die Befehle des Schleusenmeisters an jeder Stelle des Steuerhauses versteht, ohne an den Fernsprechapparat treten zu müssen.

Bei Fernsteuerung sind Vorrichtungen erforderlich, die dem Wärter die jeweilige Stellung der Tore und Umlaufschütze, sowie die Wasserstände angeben. Die Wasserstände können durch Druckluftpegel oder durch elektrische Fernpegel angezeigt werden. Fernpegel, die ein Ablesen der Wasserstände in Zahlen ermöglichen, sind nicht so bequem und sicher, wie zwei nebeneinander angebrachte Fernpegel der üblichen Art, die es dem Wärter ermöglichen, schon durch einen flüchtigen Blick zu beurteilen, ob die Wasserstände soweit ausgespiegelt sind, daß ein Tor geöffnet werden kann. Bei elektrischen Fernpegeln, bei denen durch Vermittlung eines Schwimmers jedesmal bei einer Änderung des Wasserstandes um z. B. 2 cm ein Stromstoß hervorgerufen wird, der einen Zeiger oder bei Zahlenpegeln ein Zählwerk bewegt, müssen die Schwimmerschächte so angelegt sein, daß in ihnen durch Wellenschlag oder Sog von Schiffen keine raschen Wasserstandsschwankungen vorkommen können, bei denen, wie sich an ausgeführten Anlagen herausgestellt hat, der Zeiger oder das Zählwerk nicht schnell genug folgen würde.

Die Stellung der Tore und Umlaufschütze wird am einfachsten durch verschiedenfarbige Lampen angezeigt. Uebersichtlicher ist die Verwendung von Zeigern u. dgl., die sich gleichzeitig mit dem zugehörigen Tor oder Schützpaar zwischen zwei Endstellungen mit Aufschriften, wie „Binnentor auf“, „Binnentor zu“, hin und her bewegen. Es verursacht keine großen Kosten und Schwierigkeiten, diese Zeiger, wie es bei den Ostseeschleusen des Kaiser-Wilhelm-Kanals geschehen ist, in Modellform auf einer die Schleusenkammer darstellenden Tafel anzuordnen, auf der gleichzeitig die Hebel oder Druckknöpfe für die Bewegung der Tore und Umlaufschütze anzu bringen wären. Diese Tafel — bei Doppelschleusen für jede Kammer eine — wäre an der der entsprechenden Schleusenkammer zugekehrten Wand des Steuerhauses anzubringen, so daß der Wärter das Modell vor Augen hat und gleichzeitig durch Fenster in den abgeschragten Ecken des Steuerhauses Ausblick auf die Schleusenhäupter hat.

Quellenangabe.

- Barkhausen, Ueber einige neuere englische Seeschleusen, Zeitschr. des Arch. u. Ing.-Vereins zu Hannover 1888.
- Brennecke, Entwicklung der Schleusentore in der Neuzeit, Deutsche Bauzeitung 1891.
- Dinkgreve, Vortrag über die Schleusenanlage bei Leer, Zeitschr. des Vereins Deutscher Ing. 1903.
- Franzius (G), und Mönch, Der Bau der neuen Trockendocks auf der Kais. Werft in Kiel, Zeitschr. f. Bauwesen 1905.
- Franzius (O), Der Panamakanal, Zeitschr. des Vereins Deutscher Ing. 1915.
- Fülscher, Der Bau des Kaiser-Wilhelm-Kanals, Zeitschr. für Bauwesen 1898.
- Groth, Die Erweiterung des Kaiser-Wilhelm-Kanals, Zentralbl. der Bauverw. 1914.
- Havestadt, Ueber verschiebbare Dockverschlüsse und Uebergänge, Wochenbl. für Architekten u. Ingenieure 1881.
- Overbeck, Die Schleusentore des Industrie- und Handelshafens zu Bremen—Oslebshausen, Zeitschr. des Vereins Deutscher Ingenieure 1912.
- Rechtern u. Arnold, Bau der 2. Hafeneinfahrt in Wilhelmshaven, Zeitschr. des Arch.- u. Ing.-Vereins zu Hannover 1891.
- Rudloff, Die Bremerhavener Anlagen, Zeitschr. für Arch.- u. Ing.-Wesen, 1900.
- Rudloff, Klaussen u. Günther, Die Bremerhavener Dockanlagen, Zeitschr. für Arch.- u. Ing.-Wesen 1902.
- Tincauer, Der Bau des Panamakanals, Zeitschr. für Bauwesen 1911.
- Volk, Einzelheiten der Schleusen des Rhein-Herne-Kanals, Zentralbl. der Bauverw. 1913.
- Zander, Die Erweiterung des Emdener Hafens, Zeitschr. für Bauwesen 1914.
- , Die Schiebetore des Panamakanals, Zentralbl. der Bauverw. 1888.
- , Berichte über einflügelige Verschlüsse für Schiffsschleusen für den VII. Internat. Schiffahrtskongreß.
- , Handbuch der Ing.-Wissenschaften, III. Teil, 8. Band: „Die Schiffsschleusen“.

Schriftleitung: Berlin W66, Wilhelmstr. 89. Für den redaktionellen Teil-verantwortlich: R. Bergius, Berlin.
Druck und Verlag: Guido Hackebeil A.-G., Berlin SW 68, Lindenstr. 26.
