

# ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESEN.



HERAUSGEGEBEN

IM

MINISTERIUM DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN.

REDACTIONS-AUSSCHUSS:

H. HERRMANN, J. W. SCHWEDLER, O. BAENSCH, H. OBERBECK, F. ENDELL,  
OBERBAUDIRECTOR. GEH. OBERBAURATH. GEH. OBERBAURATH. GEH. OBERBAURATH. GEH. BAURATH.

REDACTEURE:

OTTO SARRAZIN UND OSKAR HOSSFELD.

JAHRGANG XXXVIII.

1888.

HEFT VII BIS IX.

## INHALT:

	Seite		Seite
Städtisches Wasserhebewerk für den Südwesten von Berlin, mit Zeichnungen auf Blatt 41 im Atlas, von den Regierungs-Baumeistern Herren H. Hartung und R. Schultze in Berlin . . . . .	285	Hafenanlage bei Oppeln, mit Zeichnungen auf Blatt 50 bis 52 im Atlas, von Herrn Baurath, Wasser-Bauinspector E. Cramer in Breslau . . . . .	375
Das Fürstenhaus und die alte Münze am Werderschen Markt in Berlin, mit Zeichnungen auf Blatt 42 und 43 im Atlas, von den Regierungs-Baumeistern Herren A. Messel und R. Borrmann in Berlin . . . . .	287	Ueber die Beobachtung bleibender Formveränderungen an eisernen Trägerbrücken mittels Höhen- und Wärmemessungen. Mittheilungen über die Ergebnisse derartiger Messungen an der Rheinbrücke bei Hünningen, mit Zeichnungen auf Blatt 53 im Atlas, von Herrn Eisenbahn-Betriebsdirektor L. Kriesche in Strafsburg i. E. . . . .	381
Backsteinbauten in Mittelpommern. III. Klosterkirche Colbatz, mit Zeichnungen auf Blatt 44 bis 46 im Atlas, von Herrn Regierungs-Baumeister H. Lutsch in Breslau . . . . .	299	Ueber Gefällverhältnisse auf Ablaufgeleisen, von Herrn Geheimen Regierungsrath A. Schübler, Mitglied der Kaiserlichen Generaldirection in Strafsburg i. E. . . . .	395
Scene der Alten und Bühne der Neuzeit. Ein Beitrag zur Lösung der Volkstheaterfrage, zugleich ein Versuch zur Raumbestaltung großer Zuschauerräume, aus den bisher üblichen Theaterformen entwickelt, von Herrn Stadt-Baurath a. D. A. Sturmhoefel in Berlin. (Schluss folgt) . . . . .	307	Untersuchungen über das Zuschlagen der Schleusenthore im strömenden Wasser, von Herrn Wasser-Bauinspector G. Tolkmitt in Kiel . . . . .	409
Katholische Kirche in Groschowitz, mit Zeichnungen auf Blatt 47 im Atlas . . . . .	339	Die Verbesserung der Boden- und Gesundheitsverhältnisse des Agro Romano . . . . .	423
Zusammenstellung der bemerkenswertheren preussischen Staatsbauten aus dem Gebiete des Landbaues, welche im Laufe des Jahres 1886 in der Ausführung begriffen gewesen sind. (Schluss). . . . .	341		
Die Eisbrecharbeiten im Weichselstrom, mit Zeichnungen auf Blatt 48 und 49 im Atlas, von Herrn Wasser-Bauinspector M. Görz in Danzig . . . . .	351	Statistische Nachweisungen, betreffend die in den Jahren 1881 bis einschließlich 1885 vollendeten und abgerechneten preussischen Staatsbauten aus dem Gebiete des Hochbaues. Im Auftrage des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten aufgestellt von Herrn Land-Bauinspector Wiethoff in Berlin. (Fortsetzung folgt) . . . . .	1

Für den Buchbinder. Bei dem Einbinden des Jahrgangs sind die »Statistischen Nachweisungen« aus den einzelnen Heften herauszunehmen und — in sich entsprechend geordnet — vor dem Inhaltsverzeichniß des Jahrgangs dem Uebrigen anzufügen.

BERLIN 1888.  
 VERLAG VON ERNST & KORN  
 WILHELM ERNST  
(GROPIUS'SCHE BUCH- UND KUNSTHANDLUNG)  
 WILHELMSTRASSE 90



Soeben erschien:

**Norm zur Berechnung des Honorars für Arbeiten des Architekten und Ingenieurs**  
unter Zugrundelegung der in den Versammlungen vom September 1868 zu Hamburg, 1871 zu Berlin, sowie 1878 zu Gotha bestätigten und

**im Jahre 1888 angenommenen Berechnung.**

Gedruckt auf Reichsformat. Geeignet die Norm jedem Kostenanschlage oder Berechnung beizugeben.

**Preise:** Einzelne Exemplare 25 Pfennig, 25 Exemplare 3 Mark, 50 Exemplare 5 Mark, 100 Exemplare 8 Mark, von 250 Exemplaren (20 Mark) ab kostenfrei Aufdruck der bestellenden Firma, 500 Exemplare 32 Mark, 1000 Exemplare 50 Mark.

— **Probexemplare auf gefl. Anfordern kostenfrei.** —

Berlin W. 41. Wilhelmstraße 90.

Gropius'sche Buchhandlung.

Verlag von **Ernst & Korn**, Berlin W. 41. Wilhelmstr. 90.

Soeben erschien:

DIE  
**BERECHNUNG DES EISENBAHN-OBERBAUES**

von

**DR. H. ZIMMERMANN**

REGIERUNGSRATH IM REICHSAMT FÜR DIE VERWALTUNG DER REICHSEISENBAHNEN

ZWANZIG BOGEN GR. 8 MIT 118 IN DEN TEXT GEDRUCKTEN HOLZSCHNITTEN,  
ZWÖLF LITHOGRAPHIRTEN TAFELN UND ZAHLREICHEN TABELLEN.

**Preis: 20 Mark.**

Verlag von **Ernst & Korn** (Wilhelm Ernst) in Berlin.

**Beiträge**  
zur  
**Fremdwortfrage.**

Gesammelte Aufsätze  
von

**Otto Sarrazin.**

kl. 8<sup>o</sup>. geh.

Preis 1,60 Mark.

[1282]

Verlag von **Ernst & Korn** (Wilhelm Ernst) in Berlin.

**Verdeutschungs-Wörterbuch**

von

**Otto Sarrazin**

Regierungs- und Bau-Rath im Königl. Preussischen Ministerium der öffentl. Arbeiten

**14 Druckbogen.**

**Preis: geheftet 4 M. 60 Pf., geb. in Leinwd. 5 M. 60 Pf.**

Probefolien unberechnet.

**Zu beziehen durch jede Buchhandlung.**

Verlag von **Ernst & Korn** (Wilhelm Ernst) in Berlin.

**G. Afsmann.**

Kgl. Reg.- und Baurath.

**Hülfstafeln zur Berechnung eiserner Träger  
und Stützen.** [1149]

Zweite Auflage für metrisches System berechnet  
und umgearbeitet von P. O. Marbach.

Mit Holzschnitten und einer Tafel. gr. 8. 1876. steif broch. 4 M.

Verlag von **Ernst & Korn** (Wilhelm Ernst) in Berlin.

Das

**Sicherheitslampen-Wesen**

beim

**Steinkohlenbergbau.**

Bericht der Preussischen Schlagwetter-Commission.

gr. 8<sup>o</sup> mit einem Atlas in gr. 4<sup>o</sup>  
von LXVI Tafeln.

**Preis 24 Mark.**

(Sonderdruck aus den „Anlagen zum Hauptbericht der  
Preussischen Schlagwetter-Commission“).

Inhalt:

I. Darstellung des gegenwärtigen Zustandes des Sicherheitslampen-  
Wesens. A. Im Inlande. B. Im Auslande. Seite 1—104.

II. Die Arbeiten der Lampen-Unter-Commission der preussischen  
Wetter-Commission. Seite 106—167.

III. Die Ergebnisse der Versuche im physicalischen Laboratorium  
der technischen Hochschule zu Aachen. Seite 174.

IV. Beurtheilung der thatsächlichen und experimentalen Ermitt-  
lungen, sowie deren practische Verwerthung für die Gestaltung des  
Sicherheitslampen-Wesens im Preussischen Staate. Seite 175—188.  
Nachtrag und Anhang. [1151]

Verlag von **Ernst & Korn** (Wilhelm Ernst) in Berlin.

**Stadt-Erweiterungen**

in technischer, baupolizeilicher und wirthschaftlicher  
Beziehung

von

**R. Baumeister**

Professor der Ingenieurwissenschaft am Polytechnikum zu Karlsruhe.

1876. Preis 8 Mark.

**Anweisung**  
**die formelle Behandlung der Entwürfe zu fiscalischen Landbauten**

und deren Veranschlagung nebst Anweisung für die Vorkehrungen zur Sicherstellung  
fiscalischer Gebäude gegen Feuersgefahr.

Erlafs vom 21. VI. 1881 und 21. VIII. 1884.

Kl. Fol. mit Angabe der Schemata und einer Grundrifstafel. Preis 1,20 Mark.

Die Anweisung betr. die Vorkehrungen zur Sicherstellung fiscalischer Gebäude gegen Feuersgefahr steht einzeln  
soweit der Vorrath reicht für 25 Pf. zu Diensten.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung; direct gegen Einsendung des Betrages in Briefmarken. [1143]

Berlin W., Wilhelmstraße 90.

**Ernst & Korn**

Verlag für Architektur u. techn. Wissenschaften.



## Städtisches Wasserhebwerk für den Südwesten von Berlin.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 41 im Atlas.)

Die im Südwesten Berlins sich erhebende Hügelkette des Kreuzberges und Tempelhofer Berges bot bisher der in jener Stadtgegend überaus lebhaften baulichen Entwicklung dadurch Schwierigkeiten,

dafs die städtische Wasserleitung nicht imstande war, die höher gelegenen Häuser hinreichend mit Wasser zu versorgen. Zur Abhilfe dieses Uebelstandes wurde im Auftrage des Magistrats von dem Director der städtischen Wasserwerke, Herrn Gill, ein für die hochgelegenen Stadttheile bestimmtes kleines Wasserhebwerk entworfen, welches auf dem höchsten Punkte des Tempelhofer Berges seine Aufstellung finden sollte. Um diesem im wesentlichen aus Pumpmaschine und Wasserturm bestehenden Hebewerk eine seiner hervorragenden Lage entsprechende äufsere Gestaltung zu geben und die aus der Kleinheit der Baustelle für die Grundrifsanordnung erwachsenden Schwierigkeiten zu lösen, wandte sich Herr Director Gill im Januar 1886 an den Berliner Architekten-Verein, welcher die Aufgabe zum Gegenstande einer Wettbe-

werbung unter seinen Mitgliedern machte. Der hierbei mit dem ersten Preise bedachte, in Gemeinschaft mit dem Regierungsbaumeister H. Hartung durch den Unterzeichneten bearbeitete Entwurf wurde von den städtischen Behörden zur Ausführung angenommen. Von diesen wurde auch die Ausarbeitung des architektonischen Theils des Entwurfs den Verfassern desselben übertragen, während man mit der technischen Leitung den Abtheilungs-Baumeister der städtischen Wasserwerke, Herrn Helling, betraute. Im April 1887 wurde mit der Bauausführung begonnen und der Rohbau im October desselben Jahres

vollendet. Der Ausbau hat im Mai dieses Jahres seinen Abschluss erreicht.

Die gewählte Grundrifsanordnung, bedingt durch die Lage des Grundstücks an der Kreuzung zweier stark ansteigenden Strassen, ergab sich aus dem Bestreben, den Thurm an die Strafsenecke zu stellen und gleichzeitig einen möglichst grossen Hof mit bequemer Durchfahrt zu erzielen. Demgemäfs sind die Maschinen in das Erdgeschoss des Wasserturms gelegt, während ein niedriger Anbau den Kessel- und Kohlenraum, eine Oelkammer, den Wiegeraum für die Kohlen und einen Abort aufnimmt. Der Thurm enthält im ersten Stockwerk eine kleine Wohnung für den Maschinenführer, im obersten Geschofs den 400 000 Liter fassenden Wasserbehälter, im Kellergeschofs eine Badestube und den Ofen einer Warmwasserheizung, welche den Zweck hat, im Winter den Behälter vor dem Einfrieren zu schützen und die Wohnung des Maschinenführers zu erwärmen. Sämtliche Geschosse des Thurmes sind verbunden

durch eine Wendeltreppe mit Stufen und Absätzen aus schlesischem Granit. Das Gebäude zeigt die einfachen Formen des mittelalterlichen Backsteinbaues, mit verputzten Blenden und Gesimsstreifen sowie einem schraubenförmig aufsteigenden Muster versinterter Steine als einzigem Schmuck. Nach mittelalterlicher Art sind die 15 mm starken Fugen mit ungefärbtem Kalkmörtel verstrichen. Die Zahl der verwendeten Formsteine ist gering; nur die hierneben dargestellten acht Nummern mit

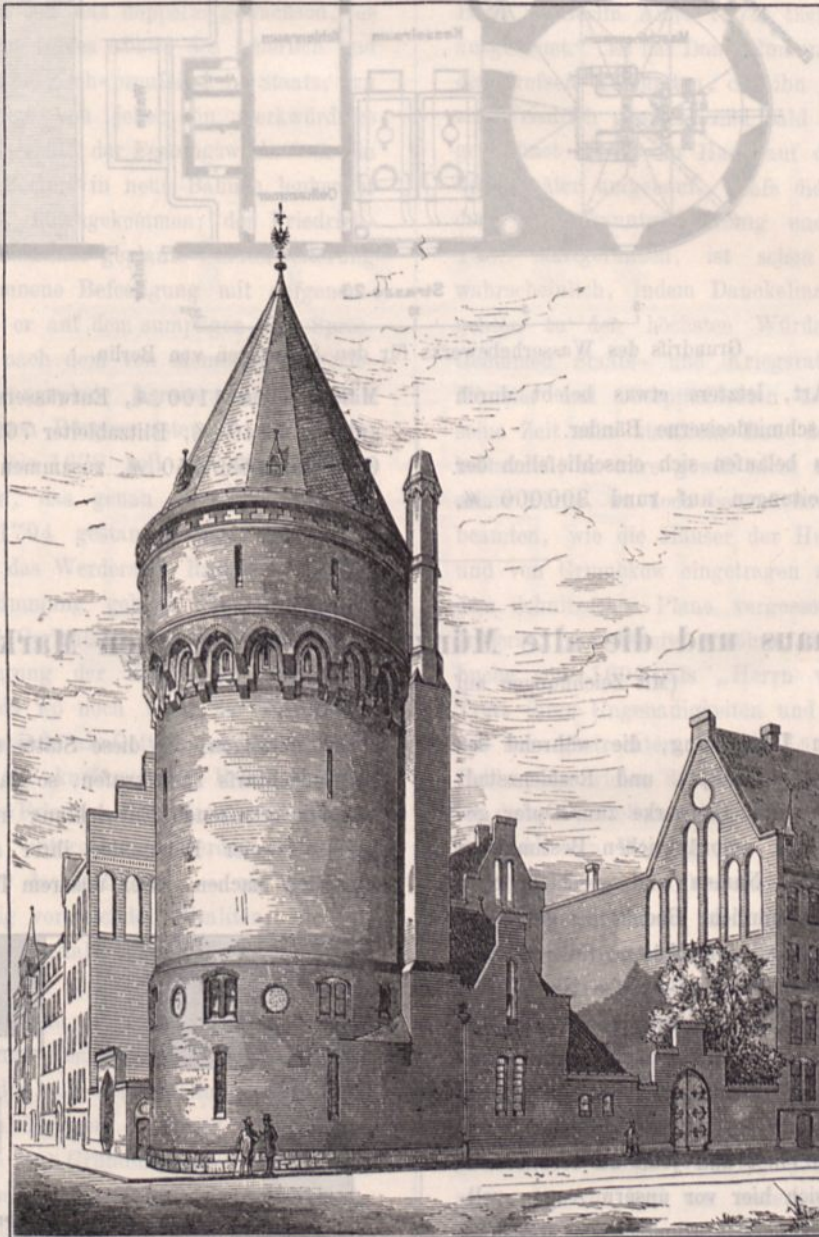
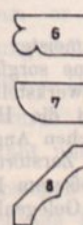
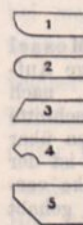


Abb. 1.





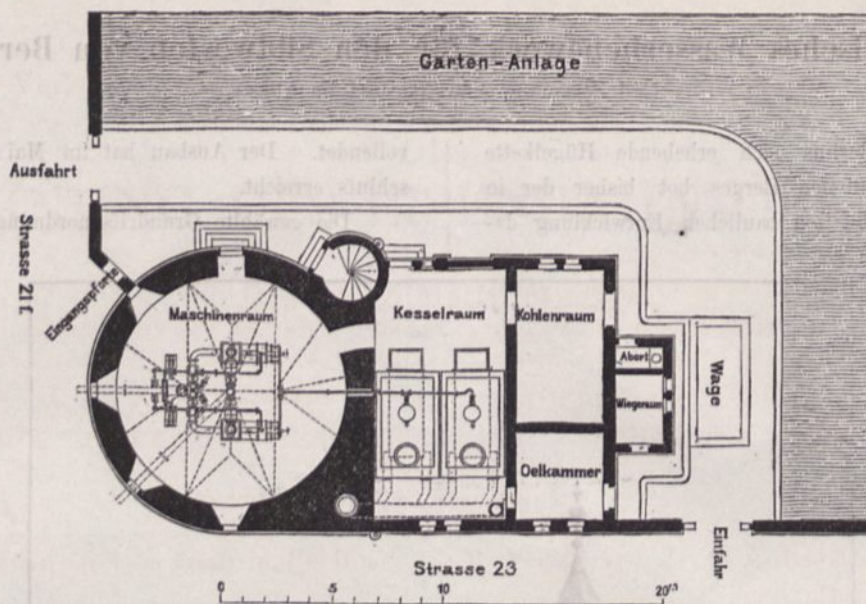
ihren Unterabtheilungen sind zur Anwendung gekommen. Der Sockel des Gebäudes besteht aus schlesischem Granit und ist nicht als Plattenwerk vorgeblendet, sondern als wirkliches Quadermauerwerk ausgeführt. Ein spitzes Kegeldach, mit deutschem Schiefer eingedeckt, krönt den Thurm, auch die Anbauten haben hohe Dächer gleicher Eindeckung erhalten. Das Innere ist seiner Bestimmung gemäß schmucklos gestaltet, nur der Maschinenraum hat — und zwar nachträglich — ein gemauertes Sterngewölbe mit Rippen aus Ziegel-Formsteinen erhalten. Fenster, Thüren und Einfahrtsthore sind einfachster Art, letztere etwas belebt durch reichere, im Feuer getriebene schmiedeeiserne Bänder.

Die Kosten des Bauwerks belaufen sich einschliesslich der Maschinen, Kessel und Rohrleitungen auf rund 300 000 M.

wobei auf die Bauarbeiten im einzelnen folgende Summen entfallen:

Erdarbeiten 3700 M., Mauerarbeiten 31500 M., Mauermaterialien 53900 M., Zimmerarbeiten und Materialien 6710 M., Stakerarbeiten und Materialien 20 M., Steinmetzarbeiten und Materialien 11600 M., Dachdeckerarbeiten und Materialien 5680 M., Klempnerarbeiten 1270 M., Töpferarbeiten 150 M., Tischlerarbeiten 1600 M., schmiedeeiserne Decken und Dächer 16167 M., Schlosserarbeiten 1300 M., Glaserarbeiten 260 M., Steinsetzarbeiten 5200 M., Malerarbeiten 1100 M., Entwässerung, Gas-, Wasser- und Heizanlagen 5840 M., Blitzableiter 769 M., Asphaltarbeiten 760 M., Gärtnerarbeiten 750 M., zusammen 148276 M.

Richard Schultze.



Grundriss des Wasserhebewerks für den Südwesten von Berlin.

### Das Fürstenhaus und die alte Münze am Werderschen Markt in Berlin.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 42 und 43 im Atlas.)

Der gewaltigen baulichen Umwälzung, die während der letzten Jahre das Innere unserer Haupt- und Residenzstadt ergriffen hat, sind vor kurzem zwei Bauwerke zum Opfer gefallen, die, obgleich längst ihrer ursprünglichen Bestimmung entfremdet, doch mit ihren alten Namen und geschichtlichen Erinnerungen eine gewisse volksthümliche Bedeutung gewonnen hatten. Im Juli 1886 wurden die alte Münze (Werderscher Markt Nr. 7) und das Fürstenhaus (Kur-Straße Nr. 52/53) abgebrochen, um dem glänzenden Neubau der Gesellschaft „Werderscher Markt“ Platz zu machen, der nach kurzer Bauzeit zu Anfang dieses Jahres der Benutzung übergeben werden konnte.<sup>1)</sup> Kaum eine Veränderung in dem alten Berlin ist so geeignet, den Abstand zwischen einst und jetzt zu veranschaulichen, als diejenige, welche sich hier vor unsern Augen vollzogen hat. Der Palast eines seinerzeit allmächtigen Ministers, ein öffentliches Gebäude, einst Münzwerkstätte, Mineralien-Sammlung und Bauakademie zugleich, — wie bescheiden nehmen sie sich in unsrer Erinnerung aus gegenüber dem stolzen Kaufhause, das heute an ihrer Stelle steht, in seiner räumlichen Ausdehnung beide wohl um das doppelte überragt. Wenn wir uns

die Wandlungen, die diese Stätte seit ihrer Gründung betroffen, ins Gedächtnis zurückrufen, so darf uns die berechtigte Freude über die glänzende Entwicklung unsrer Stadt doch nicht den Verlust zweier Denkmäler ihrer alten Kunst und Geschichte vergessen machen. Der unserem Texte beigelegte kleine Plan<sup>1)</sup>

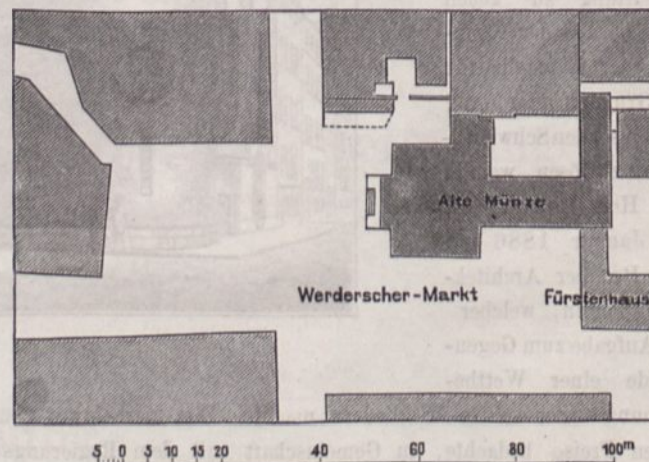


Abb. 1. Der Werdersche Markt im Beginn des 19. Jahrhunderts.

Abb. 1, der den Werderschen Markt zu Beginn unseres Jahrhunderts darstellt, und den man leicht mit Hilfe eines guten

1) Der Neubau ist von dem Regierungs-Baumeister A. Messel entworfen und geleitet worden. Dieser hat eine sorgfältige Aufnahme der abgebrochenen alten Bauwerke bewerkstelligt, nach welcher die beiden Atlasblätter 42 und 43 und die Holzschnitte Abb. 2 und 3 gefertigt sind. Für die thatsächlichen Angaben über den baulichen Zustand der Gebäude vor ihrer Zerstörung ist der Verfasser des Textes Herrn Messel zu um so größerem Danke verpflichtet, als er zu eigenen Beobachtungen keine Gelegenheit gehabt hatte.

1) Dieser Plan sowie auch der Grundriss Abb. 4 ist einer Abhandlung über die Münze von Gentz, dem Erbauer derselben, in der Zeitschrift „Sammlung von Aufsätzen und Nachrichten die Baukunst betreffend“ Jahrgang 1800, Band I, entlehnt.



Stadtplans ergänzen kann, veranschaulicht die Lage der Münze und des Fürstenhauses. Der Friedrich-Werder, dessen Mittelpunkt jener Marktplatz bildet, ist erst unter dem großen Kurfürsten ein Theil der Stadt geworden. Wie es vordem daselbst aussah, aus welchen kleinen Anfängen sich Berlin nach dem Elend des dreißigjährigen Krieges emporgearbeitet hat, lehrt deutlicher als Worte ein Blick auf den ältesten noch vorhandenen Stadtplan von Memhard vom Jahre 1648.<sup>1)</sup> Vierzig Jahre einer weisen und kraftvollen Regierung sind verflossen. Berlin, so sehen wir es auf dem Plane von la Vigne von 1685<sup>2)</sup> und auf der bekannten Ansicht aus der Vogelschau von J. Bernhard Schultz (1688), ist fast um das doppelte gewachsen, es war zur Festung geworden, ein treues Abbild des innerlich und äußerlich gefestigten brandenburgisch-preussischen Staats, zu dessen Entwicklung die seinige von jeher ein merkwürdiges Seitenstück geboten hat. Außerhalb der Festungswerke war ein besonderer, die Entwicklung Berlins in neue Bahnen lenkender Stadttheil, die Dorotheenstadt, hinzugekommen; der Friedrich-Werder hingegen wurde als zunächst geplante Stadterweiterung gleich in die um 1658 begonnene Befestigung mit aufgenommen. Nur allmählich konnte er auf dem sumpfigen, von Spreearmen durchzogenen Gelände nach dem von Memhard entworfenen und abgesteckten Bebauungsplane heranwachsen. 1669 erhielt die Stadt einen eigenen Bürgermeister in der Person eben jenes Memhard. 1672 bis 1678 soll von Simonetti das Rathhaus erbaut worden sein, das genau an der Stelle der alten Münze bis zum Jahre 1794 gestanden hat. Wie nachmals diese letztere, hat auch das Werdersche Rathhaus anfangs eine sehr mannigfaltige Bestimmung gehabt. Im Erdgeschoß befanden sich die Raths- und Gerichtszimmer, das obere Stockwerk diente bis zur Einrichtung der Kirche im ehemaligen Kurfürstlichen Reitstalle — da wo noch heute die Werdersche Kirche steht — der neuen Gemeinde als Gotteshaus, und schließlich mußte noch die 1681 auf kurfürstlichen Befehl gegründete neue Schule, aus der das Friedrich-Werdersche Gymnasium entstanden ist, in dem Bau untergebracht werden. Mit dem benachbarten Fürstenhause ist das Rathhaus, — ein einfaches viereckiges Gebäude mit wenig vortretenden Risaliten, die ihm im Grundriß eine kreuzförmige Gestalt verliehen —, dargestellt auf einem Aquarell des bekannten Stridbeckschen Skizzenbuche vom Jahre 1690,<sup>3)</sup> ferner auf dem schon erwähnten schaubildlichen Plane von Schultz. Auf dem letzteren ist jedoch das Fürstenhaus noch nicht vorhanden, an seiner Stelle steht vielmehr ein kleineres zweigeschossiges Bauwerk. Dieser Umstand, so wichtig er für die Frage nach dem Gründungsjahre des Fürstenhauses ist, erscheint doch bisher nicht genügend berücksichtigt.

Das Fürstenhaus war das Palais des hochverdienten, im Anfange der Regierung Friedrichs III. allmächtigen Ministers Eberhard von Danckelmann. Nicolai in seiner Beschreibung von Berlin, S. 155, sagt, daß es um 1678 unter Kurfürst Friedrich III. (so!) nach Nerings Rissen erbaut worden sei, in seinen

1) In Merians Topographia electoratus Brandenburgici . . . ferner veröffentlicht in den Kunstbeilagen der vom Berliner Geschichtsverein herausgegebenen Chronik.

2) Das Original im Hohenzollern-Museum im Schlosse Monbijou, veröffentlicht, ebenso wie der Schultzsche Plan, in den Kunstbeilagen zur Berliner Chronik.

3) Berlin anno 1690. Zwanzig Ansichten aus Joh. Stridbecks des jüngeren Skizzenbuche . . . herausgegeben von Dr. W. Erman. Berlin 1881. Das Original befindet sich in der hiesigen Königlichen Bibliothek.

Nachrichten von Baumeistern, Bildhauern . . ., Berlin 1786, giebt er jedoch das Jahr 1685 als Zeit der Erbauung an. Beckmann in seiner Geschichte von Berlin (die Handschrift befindet sich in der Bibliothek des Magistrats) und Küster (Altes und neues Berlin II, S. 128) führen 1674 als Gründungsjahr an, sprechen aber gleichzeitig von einem nach dem Regierungsantritte Friedrichs III. stattgehabten Umbau. Diese Angaben werden in einem Punkte wenigstens actenmäßig bestätigt durch ein in Försters Geschichte Friedrich Wilhelms I. im Anhang zu Band I mitgetheiltes Verzeichniß der bei Danckelmanns Sturze eingezogenen Güter. Dort heißt es: „4. das Haus in Berlin Anno 1674 theils gekauft und nachgehendt ausgebaut.“ Es hat Danckelmann also schon unter der Regierung des großen Kurfürsten, der ihn 1663 zum Erzieher des Prinzen Friedrich gemacht und bald darauf durch Ehrenstellen ausgezeichnet hatte, ein Haus auf dem Werder besessen und dasselbe später umgebaut. Daß dieser Umbau, der dem Gebäude den uns bekannten Umfang und Gestalt verliehen, nicht vor 1688 stattgefunden, ist schon aus geschichtlichen Gründen wahrscheinlich, indem Danckelmann erst durch den neuen Regenten zu den höchsten Würden emporgehoben, 1688 zum Geheimen Staats- und Kriegs Rath, später 1695 zum ersten Minister und Oberpräsidenten ernannt wurde. Hätte der für seine Zeit sehr stattliche Bau des Fürstenhauses schon früher bestanden, er wäre gewiß nicht auf dem vortrefflichen la Vigneschen Plane, wo doch bemerkenswerthe Neubauten hoher Staatsbeamten, wie die Häuser der Herrn von Meinders, von Fuchs und von Grumbkow eingetragen sind, sicherlich aber nicht auf dem Schultzschen Plane vergessen worden. Dagegen erscheint er erst, wie bereits erwähnt, in dem Stridbeckschen Skizzenbuche von 1690 als „Herrn von Danckelman's behausung“. Trotz ihrer Ungenauigkeiten und Verzeichnungen — wie z. B. der sehr gestreckten, in die Länge gezogenen Verhältnisse, ein Fehler, der vielen der Stridbeckschen Zeichnungen anhaftet, — ist diese Darstellung doch als älteste bildliche Wiedergabe des Gebäudes von Wichtigkeit. Sie zeigt uns dasselbe in offenbar noch nicht ganz vollendetem Zustande, ebenso wie auch das Werdersche Rathhaus auf demselben Blatte noch als Rohbau mit Rüstlöchern und ohne Gliederungen erscheint. Am Fürstenhause fehlen noch die Gitter an den Freitreppen zu den beiden Eingängen und auf dem Balcon des ersten Stockwerks, und schließlich die mit Statuen geschmückte Attika. Nach Messels Beobachtungen beim Abbruch des Hauses scheint freilich die Dachconstruction ursprünglich nicht für eine Attika berechnet gewesen, letztere vielmehr erst nachträglich hinzugefügt zu sein. Hiervon und von andern baulichen Veränderungen wird noch die Rede sein. — Es mag längerer Zeit bedurft haben, bis Danckelmann den Ausbau und die innere Ausstattung seines Palastes beendet hatte; nur so wird die Stelle in Pöllnitz Memoiren (deutsche Ausgabe von 1791 Band I, S. 287) zu verstehen sein, wonach der Minister zwei Jahre vor seinem Falle sein Haus vollendet und aus diesem Anlasse ein Fest gegeben, bei welchem er den Kurfürsten bewirthete und ihm seinen Sturz ahnungsvoll vorhersagte. Derselbe erfolgte am 27. November 1697. Danckelmann erhielt zuerst seinen Abschied mit Pension, wurde aber bald in Anklagezustand versetzt, seiner Güter beraubt und in Jahre langer Haft gehalten. Sein Palast wurde eingezogen und zum Absteigequartier für fremde, den Hof besuchende Fürstlichkeiten und Gesandtschaften bestimmt.



Diesem Umstande verdankt es den Namen „das Fürstenhaus“, unter welchem es auf den Plänen von Berlin und schon in dem ältesten Adreßbuche der Stadt von 1704 angeführt wird. In den Briefen eines Dr. Klose vom Jahre 1731 (mitgetheilt im Bär, Jahrg. 1885, S. 527 ff.) heißt es das Gesandtschaftshaus, worin fremde Prinzen, wenn sie an den Hof kommen, untergebracht werden. So wohnte hier im Jahre 1704 Lord Marlborough. Pöllnitz berichtet uns von einem Besuche der Gemahlin des schwedischen Premierministers, der Gräfin Piper (1707), unter deren Stolz und Launen der Hof sehr zu leiden gehabt. Man hatte eines ihrer Zimmer im Fürstenhause durch Gobelins mit Darstellungen der Thaten des großen Kurfürsten ausgeschmückt, mußte dieselben aber wieder entfernen, da sie in den brandenburgischen Siegen eine Verhöhnung ihrer Nationalität zu erblicken meinte. 1710 stieg der Prinz Eugen von Savoyen bei seinem Besuche am Berliner Hofe im Fürsten-

hause ab, auch der russische Fürst Menzikof hat dort gewohnt. Ebenso pflegte Fürst Leopold von Anhalt-Dessau daselbst Wohnung zu nehmen, so oft er nach Berlin kam. Für kurze Zeit hat ferner der bekannte Abenteurer und Hofcomödiant Friedrich Wilhelms I., Johann von Eckenberg, der „starke Mann“ genannt, im Fürstenhause sein Wesen getrieben. Der König hatte ihm nämlich (1733) die Erlaubniß erteilt, dort sogenannte Assembléen zu veranstalten, zu welchen die adelige Gesellschaft Zutritt hatte und sich, gegen Entrichtung eines Mitgliedsbeitrags von 30 Thaler, zweimal wöchentlich, an jedem Dienstag und Freitag, bei Kartenspiel und Musik vergnügte, wobei unentgeltlich Kaffee, Thee, Chocolate und Limonade verabreicht wurden.<sup>1)</sup> So lange das Fürstenhaus als Absteigequartier hoher und vornehmer Herrschaften diente, galt es als eine Sehenswürdigkeit der Hauptstadt und wird im wesentlichen unverändert geblieben sein. Unser Holzschnitt, Abb. 2, giebt den Zustand wieder,

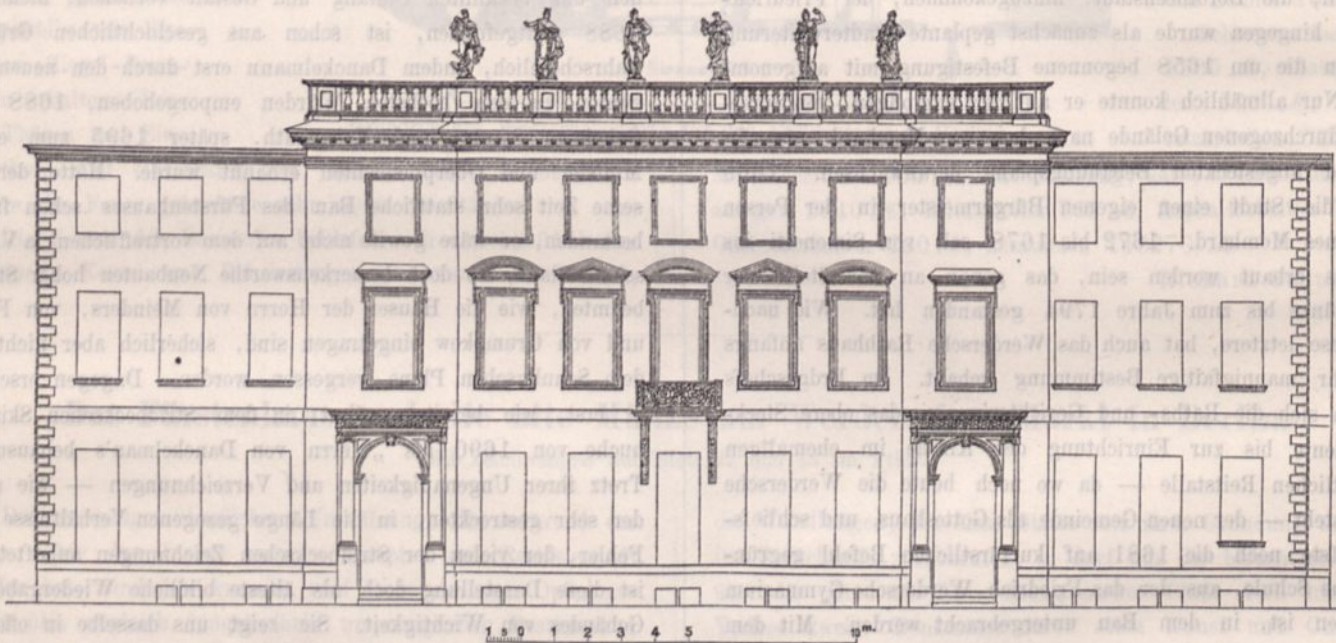


Abb. 2. Ansicht des Fürstenhauses kurz vor seinem Abbruch.

in dem es sich kurz vor seiner Zerstörung befand. Das einstige Aussehen des Bauwerks können wir uns mit Hilfe von Stridbecks Skizze und noch vorhandenen Stichen wiederherstellen. Unter den letzteren sind vor allen die dem großen Waltherischen Stadtplane beigefügte Randzeichnung, sodann die Ansichten auf den Schleuenschen und Seutterschen Plänen<sup>1)</sup> anzuführen. Der Bau war ein Putzbau mit Sandsteingliederungen von drei Stockwerken, rund 38½ m Länge und etwa 16 m Höhe und bestand aus einem Hauptbau mit zwei symmetrisch angeordneten Eingängen und wenig vorspringendem mittlerem Risalit<sup>2)</sup> sowie zwei ganz einfach behandelten Flügelbauten von je drei Achsen zu beiden Seiten. Den Hauptbau krönte ein in den Verhältnissen gut abgewogenes Consolengesims mit einer Attika und Statuen. Dafs diese letztere, wenn auch vielleicht nicht ur-

sprünglich beabsichtigt, doch bald hinzugefügt sein muß, geht aus einer Beschreibung Berlins in einer der Bibliothek des Magistrats gehörigen Handschrift<sup>2)</sup> hervor, die nachweislich vor 1720 abgefaßt ist und ausdrücklich der Statuen auf dem Fürstenhause gedenkt. Nach den schon erwähnten Stichen müssen deren übrigens ursprünglich acht gewesen sein. — Die wichtigsten, zum Theil sehr eigenthümlichen Einzelformen des Hauptgesimses, der Attika, der Umrahmungen und Verdachungen der Fenster, des Balcons mit seinen Consolen und schmiedeeisernem Gitter sind auf Blatt 42 nach den gewissenhaften Aufnahmen Messels zusammengestellt. Man beachte u. a. die Profilirung der Fensterverdachungen im ersten Stock: die Hängeplatten an denselben sind wellenförmig gebildet und haben an ihrer Unterfläche kleine Plättchen mit Rundstäben, eine Eigenthümlichkeit, die sich genau so an den Fenstern des ebenfalls

1) Die angeführten Abbildungen finden sich sämtlich in der Gesfeldschen Sammlung von Stichen und Plänen in der Königlichen Bibliothek, zum Theil auch in der Nicolaischen Sammlung der Magistratsbibliothek.

2) Das Relief des Gebäudes ist bei Stridbeck nicht richtig wiedergegeben, da hier der mittlere Theil als zurückspringend, ferner die Gesimse des Mittelbaues und der Flügel als gleich angegeben sind.

1) L. Schneider: Joh. Carl v. Eckenberg, der starke Mann. Beitrag zur Theatergeschichte Berlins.

2) Beschreibung der weltberühmten Königl. Preufs. und Kurfürstl. Brandenburgischen Haupt- und Residenzstadt Berlin. Die auf dem Titel von anderer Hand hinzugefügte Jahreszahl 1733 ist falsch.



von Nering erbauten einst von Derfflingerschen Hauses, Kölnischer Fischmarkt Nr. 4, wiederfindet. Zu den Eingängen, die der Holzschnitt Abb. 3, in größerem Maßstabe darstellt, führten einst Freitreppen hinauf. Die Fenster im Erdgeschosse hatten ursprünglich profilirte Gewände, ähnlich denen des obersten Stockwerks. Diese letzteren nun zeigen auf allen Stichen übereinstimmend mit Stridbeck, aber abweichend von unsrer Aufnahme, noch reichere Verkröpfungen an Sturz und Sohlbank, ferner geben die Stiche neben andern kleinen Abweichungen von unsern Aufnahmen auf den Eingängen Flachbogen-Verdachungen an, ja auf einem in der Behandlung der Waltherschen Randzeichnung ähnlichen Blatte finden sich über der Thüröffnung zum Balcon gelagerte Figuren. Es ist schwer zu entscheiden, wie weit diese Abweichungen der Ungenauigkeit und Flüchtigkeit jener Stiche, oder wie weit sie, wie z. B. die zu Schaufenstern erweiterten Fenster des Erdgeschosses, späteren Umbauten zuzuschreiben sind. Dafs solche Umbauten aber nicht nur in neuerer Zeit mit dem Wechsel in der Bestimmung des Bauwerks nothwendig geworden, ist uns bekannt. So hat schon im Jahre 1742 von Knobelsdorff einen derartigen Umbau, für den die Summe von 1137 Thaler angewiesen wurde, vorgenommen, ohne dafs wir freilich angeben können, wie weit sich derselbe erstreckte.<sup>1)</sup>

Das Fürstenhaus wurde unter der Regierung Friedrichs des Großen zur Unterbringung verschiedener Behörden bestimmt und enthielt, um hier kurz das Geschichtliche nachzutragen, lange Zeit die Stempelkammer und das Generalkriegscommissariat, während im obersten Stockwerke die königlichen Pagen untergebracht wurden. Später ward der Bau Sitz des Oberkriegscollegiums, bis er 1823 durch Kauf in städtischen Besitz gelangte, um durch Ausbau und Erweiterungen zum Theil für

1) Specification der Kgl. Gebäude, so unter der Direction des v. Knobelsdorff erbauet worden, mitgetheilt bei König: „Versuch einer historischen Schilderung der . . . Residenzstadt Berlin.“ Bd. V, S. 34.

das Friedrich-Werdersche Gymnasium eingerichtet zu werden.<sup>1)</sup> Die vorderen Räume des Erdgeschosses dienten eine Zeit lang als Bureau des Intelligenzcomtoirs und Censurbureau, im ersten Stock befand sich bis 1848 die Amtswohnung des Oberbürgermeisters von Berlin. Zuletzt, als das Gymnasium eine neue Heimstätte in der Dorotheen-Straße gefunden, war eine Gemeinde- und eine Handwerkerschule in dem Gebäude untergebracht, die vorderen Räume dagegen theilweise an Geschäftsleute vermietet.

Als Architekten des Fürstenhauses nennt Nicolai Nering, den Vorgänger Schlüters. Selbst wenn diese Ueberlieferung nicht vorhanden wäre, so könnte man doch sowohl wegen der Zeit, der der Bau entstammt, als auch nach seinen Formen auf niemand anders schließen. Schon während der letzten Regierungsjahre des großen Kurfürsten war Nering, anfangs unter Smids Oberleitung, fast bei allen erheblichen Neubauten thätig gewesen, und Friedrich III. setzte ein solches Vertrauen in ihn, dafs er ihm die künstlerische Leitung des damals begonnenen Anbaues der Friedrichstadt übertrug und 1689 bis 1691 wiederholt Verordnungen ergehen liefs, wonach niemand anders als nach Nerings Rissen bauen durfte, widrigenfalls die Häuser abgerissen werden sollten. (Nicolai a. a. O., S. 181. Anm.) In der Formenbehandlung schließt sich das Fürstenhaus durchaus den übrigen dem Künstler zugeschriebenen Bauten an. Es sei nur auf die abwechselnd bogen- und giebelförmigen Verdachungen, die geschwungenen Friese, die verkröpften Gewände der Fenster im Hauptgeschosse hingewiesen, Formen, die, wenn auch nicht Nering ausschliefslich eigen, doch an den meisten seiner Bauten wiederkehren. Für das oberste Stockwerk verwendet er gern Fenster von mehr quadratischen Verhältnissen ohne Verdachungen; daraus entsteht ein Façadensystem wie es z. B. auch am Jägerhofe — der

das Friedrich-Werdersche Gymnasium eingerichtet zu werden.<sup>1)</sup> Die vorderen Räume des Erdgeschosses dienten eine Zeit lang als Bureau des Intelligenzcomtoirs und Censurbureau, im ersten Stock befand sich bis 1848 die Amtswohnung des Oberbürgermeisters von Berlin. Zuletzt, als das Gymnasium eine neue Heimstätte in der Dorotheen-Straße gefunden, war eine Gemeinde- und eine Handwerkerschule in dem Gebäude untergebracht, die vorderen Räume dagegen theilweise an Geschäftsleute vermietet.

1) Müller: Geschichte des Friedrich-Werderschen Gymnasiums. Berlin 1881.

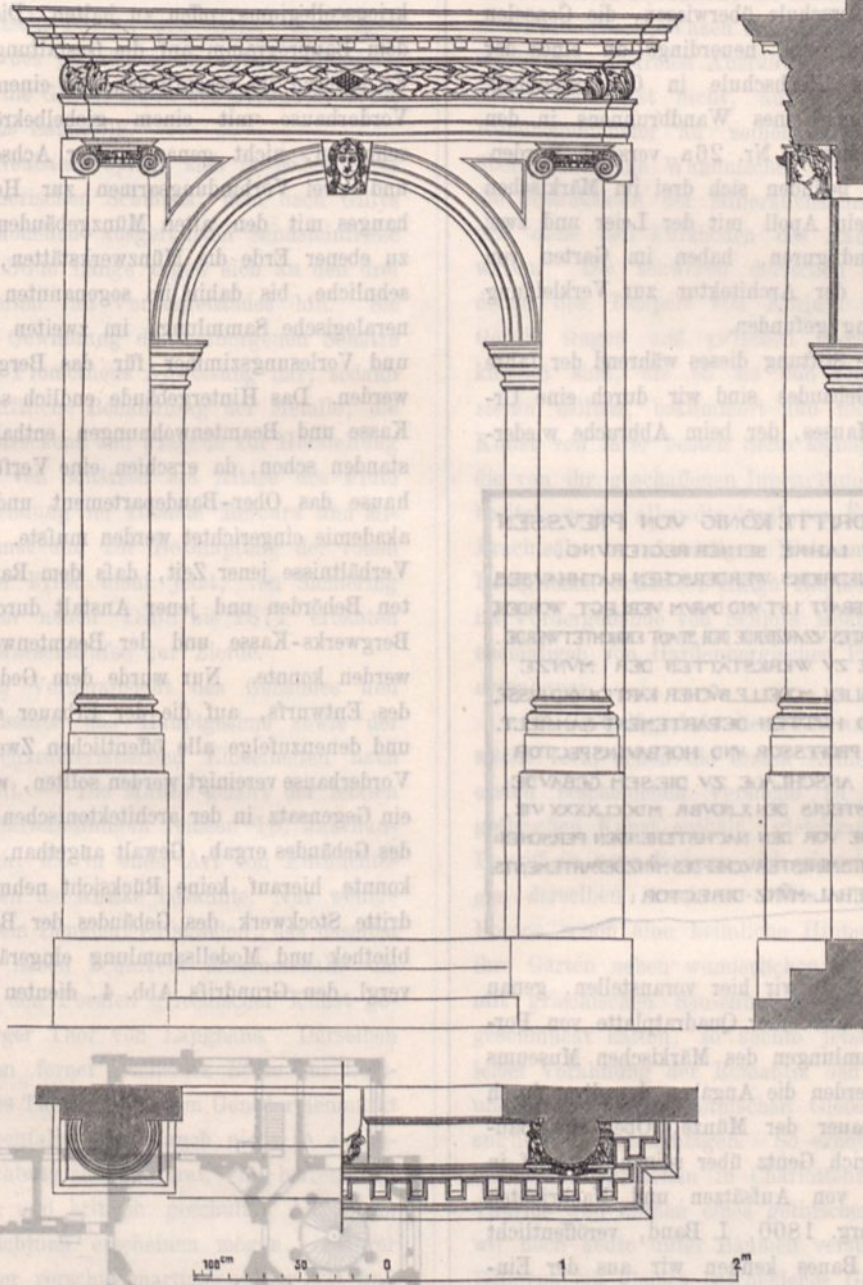


Abb. 3. Eingang zum Fürstenhause.



nachmaligen Bank — und in Verbindung mit einem gequadrerten Erdgeschoss bei dem Erweiterungsbau des alten Rathhauses vorkam. — Nering vermeidet jedes derbe, starke Relief, sowohl bei seinen Einzelbildungen wie bei der Gliederung seiner Außenseiten; seine Formen haben etwas Maßvolles, Strenges, das für seine Zeit ebenso hervorgehoben zu werden verdient, als die an die Antike erinnernde Einfachheit mancher Knobelsdorffschen Entwürfe für die ihre.

Von der einstigen Innenausstattung des Fürstenhauses hatte sich bis zum Abbruche nichts mehr erhalten. Das Gitter des Balcons ist der Handwerkerschule überwiesen, die Consolen des letzteren sowie ein Portal sind neuerdings an eines der Nebengebäude der technischen Hochschule in Charlottenburg, das andere zur Ausschmückung eines Wandbrunnens in den Hof des Hauses Thiergartenstraße Nr. 26a versetzt worden. Von den Statuen der Attika befinden sich drei im Märkischen Museum, die drei anderen, ein Apoll mit der Leier und zwei weibliche, allegorische Gewandfiguren, haben im Garten von Schloß Monbijou, innerhalb der Architektur zur Verkleidung der Stadtbahnbögen Aufstellung gefunden.

Die Münze. Ueber die Stiftung dieses während der Jahre 1798 bis 1800 errichteten Gebäudes sind wir durch eine Urkunde, den Grundstein des Hauses, der beim Abbruche wieder-

FRIEDRICH WILHELM DER DRITTE KÖNIG VON PREUSSEN  
 BESCHLOSS IN DEM ERSTEN JAHRE SEINER REGIERUNG,  
 DASS AUF DER STELLE DES FRIEDRICHS WERDERSCHEN RATHHAUSES,  
 WELCHES VOR VIER JAHREN ABGEBRÄUT IST UND DARIN VERLEGT WORDEN,  
 EIN NEUES GEBÄUDE ZUM NUTZEN DES STAATES VON ARZIEDE DER STADT ERRICHTET WERDE.  
 DER KÖNIG BESTIMMTE DASSELBE ZU WERKSTÄTTEN DER MÜNZE  
 UND ZU AUFBEWAHRUNG DER MINERALIEN, MODELLE, BÜCHER, KARTEN UND RISSE,  
 WELCHE DAS BERGWERKS- UND HÜTTEN-DEPARTEMENT SAMMELT.  
 HEINRICH GENTZ KÖNIGLICHER PROFESSOR UND HOFBAUINSPECTOR  
 ENTWURF DIE ZEICHNUNGEN V. ANSCHLÄGE ZU DIESEM GEBÄUDE,  
 UND HIELT BEI LEGUNG DES GRUNDSTEINS DEN X. NOVBR. MDCCCLXXXVIII.  
 DIE FEIERLICHE EINWEIHUNGSREDE VOR DEN NACHSTEHENDEN PERSONEN:  
 FRANTZ FREIHERR HEINITZ KÖNIGL. STAATSMINISTER V. CHEFDES MÜNZ-DEPARTEMENTS  
 GENTZ GENERAL-MÜNZ-DIRECTOR.

gefunden wurde, und dessen Text wir hier voranstellen, genau unterrichtet. Der Grundstein, aus einer Quadratplatte von Porcellan bestehend, ist den Sammlungen des Märkischen Museums überwiesen. Vervollständigt werden die Angaben desselben durch einen Bericht, den der Erbauer der Münze, Ober-Hof-Bauinspector und Professor Heinrich Gentz über seinen Entwurf in der Zeitschrift: Sammlungen von Aufsätzen und Nachrichten die Baukunst betreffend, Jahrg. 1800, I. Band, veröffentlicht hat. Die Vorgeschichte des Baues kennen wir aus der Einleitung. In der Nacht vom 26. zum 27. November 1794 wurde das Friedrich-Werdersche Rathhaus ein Raub der Flammen. Das Gymnasium, das so lange darin untergebracht war, mußte sich eine Zeit lang mit miethweise beschafften Räumlichkeiten begnügen, bis es sich auf dem Grundstücke Oberwasserstraße Nr. 10 einrichten konnte. Die freigewordene Baustelle aber gedachte die Staatsregierung schon im Jahre 1796 auf Veranlassung des Ministers Freiherrn von Heinitz für die Vergrößerung der unzulänglichen Baulichkeiten der Münze zu erwerben. Die Königliche Münze war nämlich seit dem Ausbaue des sogenannten Münzthurmes an der Schloßfreiheit auf dem Grundstücke Unterwasserstraße Nr. 2 untergebracht und

im Jahre 1750, nach Verlegung der Hausvoigtei auf ihre jetzige Stelle, am Hausvoigteiplatz Nr. 9a, durch den Erwerb des derselben gehörigen anstossenden Gebäudes vergrößert worden (Nicolai a. a. O., S. 152). An diese älteren Baulichkeiten sollte nun der geplante Erweiterungsbau anschließen. Da aber mit den Besitzern der benachbarten Schlächterscharren keine Einigung zu erzielen war, mußte der Entwurf umgearbeitet und der Bau mehr in den Platz hineingerückt werden. Eine weitere Beschränkung ergab sich aus der Nothwendigkeit, die Einfahrt in den Hof des Fürstenhauses, des damaligen Oberkriegscollegiums, offen zu halten. Diese Umstände haben neben dem Bauprogramm auf die Gestaltung des Neubaus eingewirkt. Er bestand im wesentlichen aus einem dem Platze zugewendeten Vorderhause mit einem giebelbekrönten Mittelrisalit, einem schmalen, nicht genau in der Achse liegenden Hintergebäude und zwei Verbindungsarmen zur Herstellung des Zusammenhanges mit den alten Münzgebäuden. Im Vorderhause sollten zu ebener Erde die Münzwerkstätten, im ersten Stock eine ansehnliche, bis dahin im sogenannten Jägerhofe aufgestellte mineralogische Sammlung, im zweiten Geschoße die Plankammer und Vorlesungszimmer für das Bergdepartement untergebracht werden. Das Hintergebäude endlich sollte die Haupt-Bergwerks-Kasse und Beamtenwohnungen enthalten. Die Außenmauern standen schon, da erschien eine Verfügung, wonach im Hinterhause das Ober-Baudepartement und die neugegründete Bauakademie eingerichtet werden mußte. Es ist bezeichnend für die Verhältnisse jener Zeit, daß dem Raumbedürfnisse der genannten Behörden und jener Anstalt durch Weglassung der Haupt-Bergwerks-Kasse und der Beamtenwohnungen Genüge geleistet werden konnte. Nur wurde dem Gedanken und der Anordnung des Entwurfs, auf die der Erbauer selber großen Werth legte und denzufolge alle öffentlichen Zwecken dienenden Räume im Vorderhause vereinigt werden sollten, wodurch sich dann von selbst ein Gegensatz in der architektonischen Behandlung beider Hälften des Gebäudes ergab, Gewalt angethan. Die neue Raumeintheilung konnte hierauf keine Rücksicht nehmen. Es wurde das ganze dritte Stockwerk des Gebäudes der Bauakademie mit ihrer Bibliothek und Modellsammlung eingeräumt. Im Hauptgeschoße, vergl. den Grundriß Abb. 4, dienten das Vorderhaus sowie die

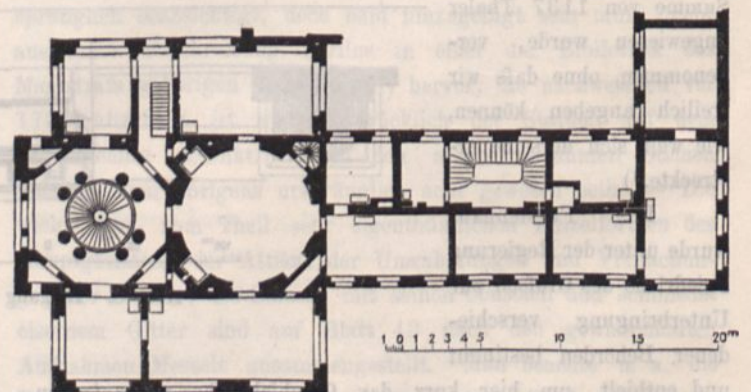


Abb. 4. Grundriß vom Hauptgeschoße der alten Münze.

beiden anstossenden Räume des Hinterhauses zur Aufnahme der mineralogischen Sammlung, die übrigen Zimmer des Hintergebäudes für das Oberbaudepartement. Im Erdgeschoße blieben nach wie vor die Werkstätten für die Münze. Eine ursprünglich nicht beabsichtigte, jetzt aber nothwendig gewordene Verbindung zwischen Vorder- und Hintergebäude wurde nur mühsam durch



einen in der Ecke des mittleren runden Raumes durchgebrochenen schrägen Gang hergestellt. Der runde Hauptraum ging durch die beiden oberen Geschosse hindurch und wurde durch Oberlicht erleuchtet. In Höhe des zweiten Stocks lief eine Galerie ringsherum und vermittelte den Zugang zu den in den Mauervertiefungen aufgestellten Schränken mit der Büchersammlung des Bergdepartements. Auch das Treppenhaus hatte Oberlicht, war aber gleichzeitig durch das große Bogenfenster des Mittelrisalits mit beleuchtet. Die kunstvolle hölzerne Spindel-treppe hatte ein Geländer aus Gufseisen. Den Fußboden des Umgangs trugen acht dorische Säulen aus Holz. Aus Holz waren auch die Theilungen des großen mittleren Bogenfensters, im übrigen aber bestanden die Gliederungen des Gebäudes, sowie die Säulen des Eingangs aus Sandstein.

Die Bestimmung des Neubaus sprach sich in bedeutsamer Weise auch in seinem bildnerischen Schmuck, dem nach Gillys Entwürfen und Schadows Modellen ausgeführten Sandsteinfriese aus. Die Reliefs von rund 36 m Länge zogen sich an den drei dem Platze zugekehrten Seiten des Vordergebäudes hin. Sie stellen die Auffindung und Gewinnung der verborgenen Schätze der Natur unter Rheas und Prometheus Anweisung dar, sodann die Sichtung und wissenschaftliche Behandlung der Metalle, die Vorgänge des Schmelzens, Streckens und Prägens zur Herstellung von Münzen, das Sammeln von Schätzen am Altare des Pluto und schliesslich deren Verwendung im Dienste Merkurs und Minervens zu Werken der Kunst und zur Bekämpfung der rohen Gewalten der Natur. Dieser Fries dient jetzt, von Siemering und Hagen verlängert, dem neuen 1868 bis 1871 erbauten Münzgebäude an der Unterwasserstrasse zur Zierde.

Auf Blatt 43 ist die Vorderansicht des Gebäudes und darunter in größerem Mafsstabe das Hauptgesims sowie der Haupteingang mit allen charakteristischen Einzelheiten nach Messels Aufnahmen dargestellt. — Die Münze gehört der letzten Entwicklungsstufe des an Stilwandlungen reichen 18. Jahrhunderts an, derjenigen nämlich, die in einer Art von Entnüchterung sich zu den Grundsätzen der Antike bekannte. Nur wenige Jahre früher war in Berlin ein Denkmal entstanden, das daselbst bis auf den heutigen Tag neben Schinkels Museumshalle die bedeutendste Schöpfung in den Formen griechischer Kunst geliebt ist, das Brandenburger Thor von Langhans. Derselben Zeit wie die Münze gehören ferner Becherers Börse am Lustgarten sowie Langhans neues Theater auf dem Gensdarmenmarkt an, Bauwerke, in denen ebenfalls, wenn auch nicht so augenfällig, jene antikisirende Richtung zu Tage trat. So befremdlich heute unserem archäologisch und kritisch geschulten Auge nun auch die Anfänge dieser Richtung erscheinen mögen, in ihrer unbefangenen Verwendung der verschiedenartigsten, der Zeit und dem Stil nach oft weit auseinanderliegenden antiken Formen, den Künstlern jener Tage schwebte doch ein festes und bestimmtes Ziel vor Augen. Sie strebten nach einer strengeren und reineren Formenbildung, nach einer charakteristischen, der Bestimmung des Bauwerks entsprechenden Aufsenerscheinung. Ob dieselbe dabei an griechische, an römische oder gar an ägyptische Vorbilder erinnerte, war ihnen vorerst Nebensache, gleichwohl suchen sie schon im Bewußtsein ihrer höheren Vollendung unter den klassischen Formen die griechischen hervor, bevorzugen für den

bildnerischen Schmuck ihrer Aufsenseiten und Innenräume das griechische Flachrelief, suchen endlich auch das Ornament nicht mehr willkürlich und sinnwidrig, sondern in bedeutsamer und schicklicher Weise zu verwenden. Sie spotten über die mit Löwenhäuten behangenen Bürgerhäuser des Barockstils, über die herabhängenden Lappen und Tücher, als ob man es mit der Ausschmückung eines Waschhauses oder eines Lazareths zu thun hätte.<sup>1)</sup> Statt dessen erscheinen von nun an allenthalben jene etwas mageren Rankengewinde, jene steifen Laubgehänge die sculpirten Kymatien, die Anthemienfriese mit antiken Masken und Füllhörnern, Vasen und Graburnen, die man an ihrer liebevollen aber unfreien Ausführung überall sogleich heruserkennt. Gentz unterläßt nicht, auf die Zweckmäßigkeit der großen Rundbogenfenster an seinem Münzgebäude hinzuweisen. Sie überspannen die Wandnischen in den Außenmauern, woselbst die Schaukästen der Mineraliensammlung in bester Beleuchtung und ohne den Fußboden des Raumes zu belasten aufgestellt waren. Die schweren dorischen Säulen des Einganges sind denen des Tempels von Korinth nachgebildet; das sie kein Gebälk tragen und zwischen stark geböschten Wänden eingeklemmt sind, als ob sie den Eingang zu einer Grabkammer zieren sollten, bekümmert ihn nicht. — Um übrigens diese Kunst von ihrer besten Seite kennen zu lernen, betrachte man die von ihr geschaffenen Innenräume, deren Berlin noch mehrere besitzt, so vor allen die durch von Erdmannsdorf ausgeschmückten Prachtsäle der ehemaligen Wohnung Friedrich Wilhelms II. im Königlichen Schlosse, einige Räume im Niederländischen Palais, im Vordergebäude von Schloß Monbijou, den schönen Saal im ehemaligen von Hardenbergischen Palais, dem jetzigen Abgeordneten-hause.

Merkwürdig, daß diese Zeit voller Hingebung an das klassische Ideal schon die ersten Keime einer neuen Richtung, die ersten bescheidenen Versuche zu einer Wiedererweckung der gothischen Kunst enthält, gleichsam als müßte sie, kaum im Begriff in neue Formen sich einzuleben, sich bereits des Zwanges derselben erwehren. Wie einst der Barockstil und das Rococo schon eine heimliche Hinneigung zur Antike verrathen, ihre Gärten neben wunderlichen chinesischen Theehäuschen gern mit griechischen Säulenhallen und Freundschaftstempeln ausgeschmückt hatten, so suchte jetzt die neuklassische Kunst in leiser Vorahnung der Romantik den Ausdruck für das Ländliche und Idyllische in gothischen Giebeln und Spitzbögen inmitten englischer Gartenanlagen. So erhoben sich auf dem Landsitze der Gräfin Lichtenau in Charlottenburg hart an der Spree die Thürme und Zinnen eines gothischen Lustschloßchens, so sehen wir noch heute unter Bäumen versteckt im Parke des Schlosses Bellevue ein kleines bescheidenes Gehöft, die Meierei der Prinzessin Louise. Mit ihren gothischen Staffelgiebeln, Mafswerkfenstern und Strohdächern ist diese einfach ländliche Baugruppe ein Denkmal jener empfindungsreichen, im Aeußern so anspruchslosen Zeit, das wir mit Rührung betrachten.

Berlin, im Mai 1888.

R. Borrmann.

1) Etwas über die schickliche Verzierung der Façaden, von Riedel sen. in der Sammlung nützlicher Aufsätze und Nachrichten, die Baukunst betreffend. Jahrg. 1797, Bd. II, S. 52.



## Backsteinbauten in Mittelpommern.

### III. Klosterkirche Colbatz.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 44 bis 46 im Atlas.)

#### Geschichtliches.

Unter den mit Mönchen besetzten Feldklöstern<sup>1)</sup> Pommerns nimmt Colbatz in Bezug auf geschichtliche Bedeutung, da seine Aebte oftmals die Rolle von politischen Vermittlern zu übernehmen hatten, wie durch den Umfang seines Besitzes und besonders durch sein zum größern Theile erhaltenes Kirchengebäude, welches in späterer Zeit als Münster bezeichnet wird, die erste Stelle ein. Unter dem Namen Meravallis (= Lauterthal) im Jahre 1173 von Wartislaw, einem Verwandten des Herzogs Bogislaw I. von Pommern, derzeitigem „Präfecten“ der Stadt Stettin, „in honorem beate Marie“ gegründet, erfreute es sich in besonderem Maße der Gunst und des Schutzes der Herzöge, die in ihm eine Bürgschaft für den Bestand des Christenthums erkannten. Am 2. Februar 1174 bezog die im Jahre zuvor wohl nothdürftig hergestellten Räume ein Convent aus dem Kloster Esrom auf Seeland, welches letzteres, 1153 von Frankreich aus gegründet, der Linie Clairvaux angehörte. Derselbe fand ein fruchtbares Gefilde vor, das Thal der Plöne, und zwar am Nordende der Madue, jenes langhingestreckten größten Binnensees in Pommern. Das Kloster grenzte nach Süden an den um Pyritz belegenen, oft mit der Magdeburger Börde verglichenen „Weizacker“, gegen Westen an die noch heute vorhandenen prächtigen Buchwälder, welche den Uebergang in das zwei Meilen weiter westlich sich hinziehende Oderthal bilden. Wir finden die neuen Ansiedler alsbald in reger Thätigkeit, 1183 leiten sie die Plöne nach dem Dorfe Hofdamm ab und in demselben Jahre wird die wahrscheinlich aus Holz hergestellte Kirche zum ersten Male erwähnt. 1186 entsendet Colbatz bereits einen Convent nach Oliva und, nachdem die erste Ansiedelung daselbst durch die heidnischen Preußen zerstört war, 1195 zum zweiten Male. Spätere Gründungen erfolgten in der Neumark, nämlich 1280 bzw. 1294 in Marienwalde (Winter, Cistercienser II 288. — Bergau S. 522) und 1300 (Winter, III 43) in Himmelstädt an der Warthe auf Veranlassung des Markgrafen Albrecht; bezogen wurde das Kloster indes erst 1386.

Am 23. März 1210, so berichten die nach Art eines Kalenders abgefaßten Colbatzer Annalen<sup>2)</sup>, „monasterium nostrum (d. h. wie Klempin richtig auslegt: der Steinbau) inceptum est sub abbate Rudolfo“, ferner am 3. December 1247: „Colbatz succensum est III nonas Decembris tercia feria post completorium“, indessen ohne nähere Angabe, wie weit sich dieser Brand

1) Es sind dies: I. aus dem Benedictinerorden a) Pudagla auf Usedom, bis auf zwei Bogenstellungen des schlichten gothischen Kreuzganges zerstört. b) Belbug bei Treptow a. R., hervorragend durch seinen Besitz und durch die Förderung, welche die Reformation aus seinen Mauern heraus empfing; untergegangen. c) Stolpe a. d. Peene (zerstört), später ebenso wie seine Tochter d) Buckow bei Rügenwalde, an den Cisterzienserorden übergeben. II. Nach Cistercienser Regel gestiftet: a) Colbatz. b) Eldena bei Greifswald, Ruine, Chor im Uebergangsstil, Langhaus gothisch. v. Haselberg, Inventar von Stralsund, Heft 2. 1885. c) Hiddensee auf gleichnamiger Insel an der Westküste Rügens, untergegangen. d) Neuenkamp, heute Franzburg, zum Theil erhalten; Uebergangsformen. v. Haselberg a. a. O. Heft 1. III. Dem Victoriner- (Augustiner-, eigentlich einem städtischen) Orden angehörig: Jasenitz an den westlichen Abhängen des Oderthals, unterhalb Stettins belegen, einfacher gothischer Bau, nur zum Theil erhalten.

2) Zweite Abtheilung des pommerschen Urkundenbuches. Stettin. 1878.

erstreckte. Wesentliche Bautheile wird er kaum betroffen haben. Ein zweites Unglück erlitt das Kloster 1253 durch einen kalten Blitzschlag, welcher einen Thurm (Dachreiter?) traf. Zu dem Jahre 1307 bemerken die Annalen: „sub domino Ditmaro abbate XII in . . . vigilia omnium sanctorum posita est crux et tabulata in choro conversorum, similiter et tumba principum, fuit consummata testudo in choro conversorum.“ Es handelt sich hiernach um den Abschluß des inneren Ausbaues an dem bereits vollendeten Theile. Unter dem Kreuze im Chor der Conversen oder Laienbrüder ist das übliche Triumphkreuz zu verstehen, es schloß den für die Ordensleute bestimmten Raum, welcher wohl auch noch einen Theil des Langhauses hinter den Kreuzflügeln umfaßte<sup>1)</sup>, gegen den für die Laien bestimmten Raum ab und wurde, wie wir es zum Beispiel in Campin fanden, durch Holzrahmen mit Gitterfüllungen begrenzt. Vielleicht sind hiermit die „tabulata“ bezeichnet. Mehr Wahrscheinlichkeit hat die Deutung auf das Chorgestühl, da unter „tabulatum“ in der Regel ein Getäfel aus Holz<sup>2)</sup> zu verstehen ist. Unter der „testudo in choro conversorum“, wird das Gewölbe der Vierung zu verstehen sein. Die letzte Nachricht über den Bau ist aus dem Jahre 1347 erhalten. Sie berichtet von der Einweihung des Gotteshauses, worauf 1349 die Umwehrungsmauer des Klosters vollendet wurde, von welcher nur noch ein Thurm im Dorfe übrig ist.

#### Baubeschreibung.

Immerhin läßt sich aus diesen flüchtigen Mittheilungen des Mittelalters ein einigermaßen vollständiges Bild von dem Fortschritt der Bauhätigkeit entwerfen. Wir fassen es kurz mit der Baubeschreibung zusammen: 1) Einschiffiger Chor und Querschiff mit den zwei, einer Gruppe von Cistercienserkirchen eigenthümlichen, nach dem Querschiffe hin geöffneten Capellen an jeder Seite der Kreuzarme, 1210 begonnen in einfacheren romanischen Uebergangsformen. 2) Dreischiffiges, achtjochiges, basilikenförmiges Langhaus in reicher durchgebildeten Formen des gothischen Uebergangsstils, 1307 auch im inneren Ausbau abgeschlossen. 3) Erweiterung des Chors von zwei auf drei Joche mit einem Schluß nach drei Seiten des Achtecks, geweiht 1347. Die Seitenschiffe des Langhauses sind abgebrochen, ebenso die südlichen Kreuzflügelcapellen und der an der Südseite belegene Kreuzgang. Chor und Kreuzschiff dienen kirchlichen Zwecken, das Langhaus, dessen Arcaden vermauert sind, schon seit der Reformation, als Remise und in drei oberen eingebauten Geschossen als Kornspeicher und Lagerraum der königlichen Domäne. Durch einen in den fünfziger Jahren erfolgten, freilich mit auffallenden constructiven wie ästhetischen Mängeln behafteten Durchbau ist die Erhaltung des Bauwerks nur nothdürftig sicher gestellt; daher erscheint eine umfassende Wiederherstellung sehr wünschenswerth.

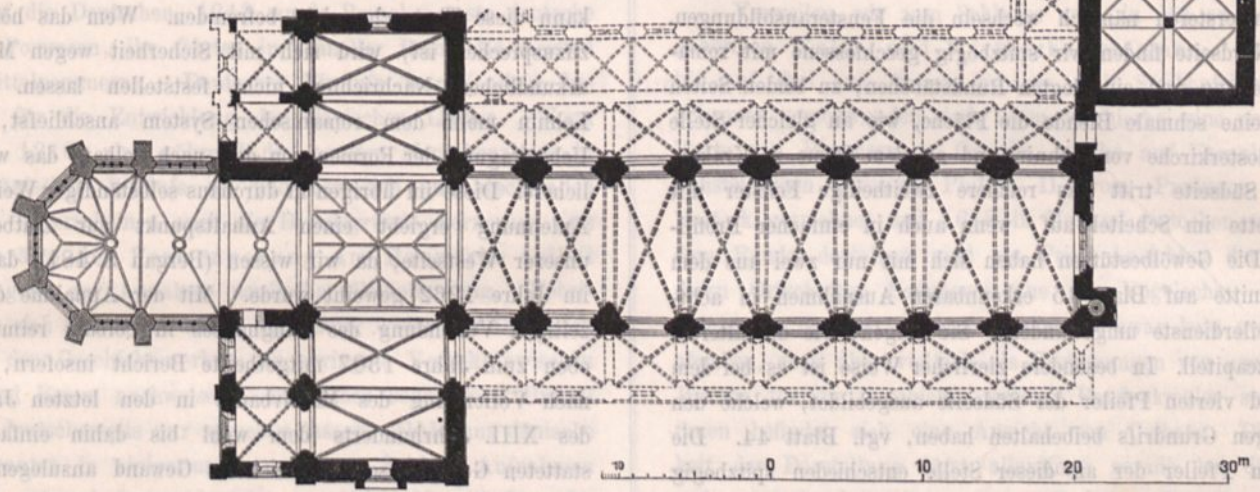
Mit Ausnahme der Verlängerung des Chors wird die Ausführung des Bauwerks nur durch eine, höchstens einige Jahr-

1) Heinhofer — vergl. S. 25 — berichtet 1617 von einem schönen, großen Crucifix, welches mitten in der Kirche gestanden, vielleicht meint er das Triumphkreuz.

2) Wie Tische, seltener — nach Du Cange — Zinnenbekrönungen oder der Abacus eines Capitells aus Stein.

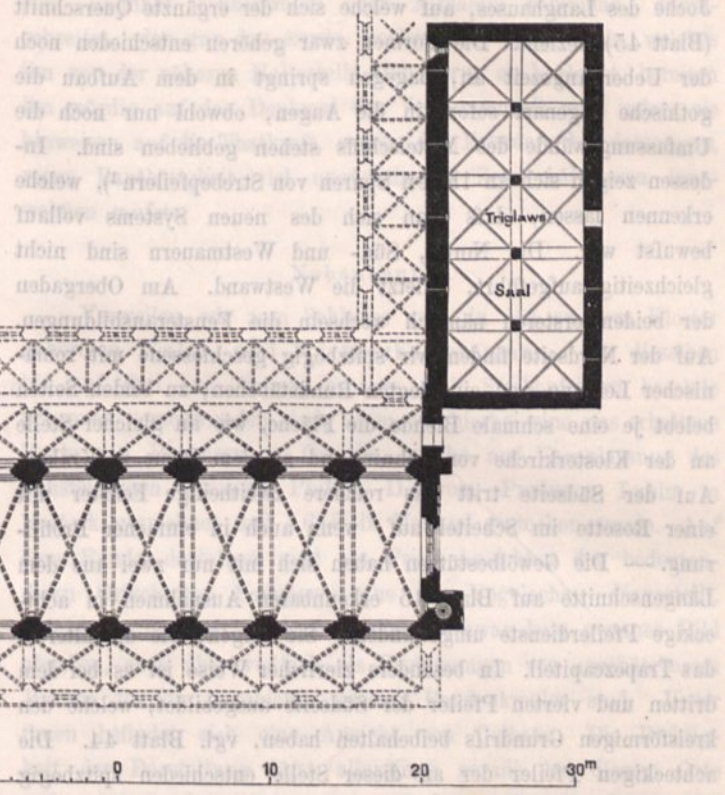


zehnte umfassende Pause unterbrochen, im übrigen jedoch spätestens während des letzten Viertels des XIII. Jahrhunderts vollendet sein. In der ersten Bauperiode entstanden außer Chor und Querschiff auch die beiden ersten Joche des Lang-

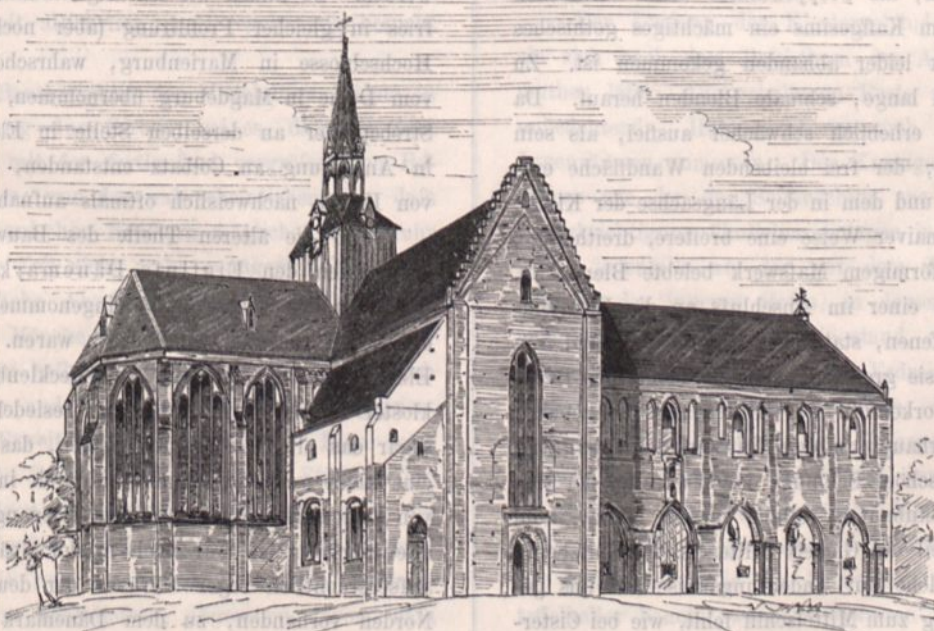


Vorsprung. Neben ihnen zieht sich am nördlichen Kreuzflügel ein zweiter, nur um einen Viertelstein vorspringender Wandstreifen herauf, der vielleicht als Stützpunkt eines die Giebelinie begleitenden, jetzt verschwundenen Rundbogenfrieses diente. Die romanische Dachneigung (Winkeldach) ist deutlich erhalten, ihr folgt auch das im vorigen Jahrhundert erneuerte Dach. Erst im Spätmittelalter ist der Giebel in eine steilere gothische „Katzen-  
 treppe“ umgewandelt. Dieser parallel steigt eine bei dem älteren Bautheil wohl den Abschluss bildende Flachschiefer in die Höhe, auf welcher in spielerischer Weise Zickzackmuster und Halbkreise, nur wenige Millimeter vertieft, eingeschnitten sind, sodafs sie nur dem scharf bewaffneten Auge erkennbar werden. Eine wagerechte Schicht dieser Muster findet sich auch über dem sonst einfachen, erheblich vorspringenden Eingang desselben Kreuzflügels. Ueber demselben ist

hauses. Dieser Abschnitt zeigt romanische Fenster mit abge-  
 schrägter, in den Bögen geputzter Leibung, ferner einfache wie sich durchdringende Rundbogenfries. Die Lisenen zeigen eine dem Strebepfeiler sich nähernde Form mit einem ganzen Stein



noch im Mittelalter wegen Mangels an Licht ein größeres Fenster eingebrochen, sodafs die ursprüngliche, bescheidenere Anlage mit dreitheiliger Lichtöffnung nur in Bruchstücken erkennbar geblieben ist. Das Gewölbesystem ist nicht mehr gebunden, sondern es sind die quadratischen Grundflächen der Arme in zwei gleichlaufende Joche zerlegt. Die Kreuzgewölbe der Querflügel entstammen, wie ihr Rippenprofil beweist, der ursprünglichen Anlage. Auch die rechteckigen Gewölbe der ersten Joche des Langhauses, welche wenigstens in einem Ansatz vorhanden sind, zeigen markige Uebergangsformen. Die Gewölbestützen bilden Halbsäulen mit trapezförmigem Capitell, die attischen Basen zeigen im südlichen Kreuzflügel das Eckblatt in urwüchsiger Fassung. Die Form des ursprünglichen Chorschlusses läfst sich ohne Nachgrabung nicht ermitteln. Bei den gleichzeitigen Kirchen in Lehnin und





Cammin lehren sich Halbkreisapsiden an die gerade geschlossene Ostwand, während das ebenfalls gleichzeitige Eldena einer solchen enträth.

Ein wesentlich vorgeschritteneres Gepräge zeigen die in dem zweiten Bauabschnitt ausgeführten westlichen sechs Joche des Langhauses, auf welche sich der ergänzte Querschnitt (Blatt 45) bezieht. Die Formen zwar gehören entschieden noch der Uebergangszeit an, dagegen springt in dem Aufbau die gothische Eigenart sofort in die Augen, obwohl nur noch die Umfassungswände des Mittelschiffs stehen geblieben sind. Indessen zeigen sich an ihnen Spuren von Strebe Pfeilern<sup>1)</sup>, welche erkennen lassen, daß man sich des neuen Systems vollauf bewußt war. Die Nord-, Süd- und Westmauern sind nicht gleichzeitig aufgeführt, zuletzt die Westwand. Am Obergaden der beiden ersteren nämlich wechseln die Fensterausbildungen. Auf der Nordseite finden wir spitzbogig geschlossene mit romanischer Leibung und eingelegten Rundstäbchen; zu beiden Seiten belebt je eine schmale Blende die Fläche, wie an gleicher Stelle an der Klosterkirche von Lehnin und an dem Dome in Krakau. Auf der Südseite tritt das reichere zweitheilige Fenster mit einer Rosette im Scheitel auf, wenn auch in einfacher Profilierung. — Die Gewölbstützen haben sich mit nur zwei aus dem Längenschnitte auf Blatt 45 erkennbaren Ausnahmen in achteckige Pfeilerdienste umgewandelt. Sie zeigen, wie die älteren, das Trapezcapitell. In besonders zierlicher Weise ist es bei dem dritten und vierten Pfeiler der Südseite ausgebildet, welche den kreisförmigen Grundrifs beibehalten haben, vgl. Blatt 44. Die achteckigen Pfeiler der an dieser Stelle entschieden spitzbogig geschlossenen Arcaden sind den Mittelschiffpfeilern ähnlich, doch scheint die Wiederherstellung das ursprüngliche Gepräge etwas verwischt zu haben.

Den größten Reichthum entfaltet die Westseite (Blatt 45), welche sich dem von Stettin und Pyritz kommenden Reisenden zunächst darbietet. Das Mittelschiff ist von zwei, im Grundrisse quadratischen Strebe Pfeilern eingefasst, von denen der stärkere (nördliche), wie in Lehnin, als Treppenthurm dient. Zwischen ihnen öffnet sich über dem Kaffgesims ein mächtiges gothisches Fenster, dessen Maßwerk leider abhanden gekommen ist. Zu beiden Seiten ziehen sich lange, schmale Blenden herauf. Da der südliche Strebe Pfeiler erheblich schwächer ausfiel, als sein Gegenüber, so legte man, der frei bleibenden Wandfläche entsprechend, zwischen ihm und dem in der Längsachse der Kirche angeordneten Fenster in naiver Weise eine breitere, dreitheilige, im Scheitel mit kleeblattförmigem Maßwerk belebte Blende an. Das Giebelfeld wurde mit einer im Anschluß an die Hausteintechnik eigenartig entworfenen, stattlichen Rosette von rund 5 m Durchmesser gefüllt, wie sie großartiger im norddeutschen Backsteingebiete nicht wieder vorkommt. Der Hintergrund ist geputzt. Die Technik ist, wie überhaupt an dem Bauwerke, mustergiltig. So hat sich auch dieser schöne Schmuck der Westseite, der sich mit den edelsten Backsteinbauten vollauf messen kann, wohl erhalten. Den oberen Theil des Giebels füllten kleine spitzbogig geschlossene Blenden, welche nur andeutungsweise auf uns gekommen sind. Ein Eingang zum Mittelschiff fehlt, wie bei Cistercienserkirchen so oft, auch hier; nur eine Pforte führt in das

1) Deutlicher auf der Südseite, als auf der Nordseite, wo bei der Restauration die Ansatzstellen zugeflickt sind. Lisenen hätte man wegen der großen Mühe beim Abbruch kaum beseitigt, wogegen die Strebe Pfeiler durch den Abbruch der Seitenschiffe ihren natürlichen Stützpunkt verloren, daher zu entfernen waren.

südliche Seitenschiff. Der jetzt eingebrochene Eingang kennzeichnet sich durch seine häßliche Form als eine Neuerung, die auch aus praktischen Gründen ungerechtfertigt war.

Sofort in die Augen fallend ist die Aehnlichkeit des jüngeren Theiles mit der Klosterkirche in Lehnin. Wie solche bereits für die Nordseite nachgewiesen ist, so äußert sie sich an der Westseite nicht nur in der Entwicklung des Aufbaues mit den beiden eigenartigen Strebe Pfeilern und der Rosette im Giebelfeld, sondern auch in der unmittelbaren Benutzung der dort verwandten Modellformen des aus großen Platten gebildeten Rundbogenfrieses, welcher dort das Hauptgesims des Langhauses, hier das Kaffgesims der Westseite bildet. Bei dem regen Verkehr der Cistercienser unter einander, zu welchem besonders auch die alljährige Beschickung der General-Capitel einlud, kann diese Thatsache nicht befremden. Wem das höhere Alter zuzusprechen ist, wird sich mit Sicherheit wegen Mangels an urkundlichen Nachrichten nicht feststellen lassen. Da sich Lehnin mehr dem romanischen System anschließt, ist eine Uebertragung der Formen von dort nach Colbatz das wahrscheinlichere. Diese im übrigen in durchaus selbständiger Weise erfolgte Anlehnung ergiebt einen Anhaltspunkt zur Zeitbestimmung unserer Westseite, da wir wissen (Bergau S. 481), daß Lehnin im Jahre 1262 geweiht wurde. Mit der Annahme der gleichzeitigen Vollendung des Langhauses in Colbatz reimt sich der oben zum Jahre 1307 mitgetheilte Bericht insofern, als man nach Vollendung des Massivbaues in den letzten Jahrzehnten des XIII. Jahrhunderts dem wohl bis dahin einfach ausgestatteten Gotteshause ein reicheres Gewand anzulegen sich anschickte. Darauf führt in erster Linie die in älterer Zeit nicht gestattete<sup>1)</sup> Aufstellung einer Tumba, eines sargähnlichen Denkmals für die herzogliche Familie. Da nun auch das Gewölbe der Vierung nicht mehr das ursprüngliche romanische ist, so dürfen wir mit Recht vermuthen, daß wir es an dieser Stelle mit der „testudo“ von 1307 zu thun haben. Ein Theil der am Langhause verwendeten Motive ist auch anderweitig benutzt worden. So finden wir den eigenthümlich kräftigen Rundbogenfries in gleicher Profilierung (aber noch reicherer Fassung) am Hochschlosse in Marienburg, wahrscheinlich, wie in Lehnin, vom Dome in Magdeburg übernommen, so die beiden ungleichen Strebe Pfeiler an derselben Stelle in Eldena, hier unzweifelhaft in Anlehnung an Colbatz entstanden, dessen Mauern den Abt von Eldena nachweislich oftmals aufnahmen.

Für die älteren Theile des Bauwerks glaubt Kornerup<sup>2)</sup> entschieden den Einfluß Dänemarks annehmen zu müssen, wohl von der Thatsache voreingenommen, daß dänische Mönche die ersten Insassen von Colbatz waren. Allerdings waren auch Eldena, Belbug, Dargun (in Mecklenburg) und das Nonnenkloster Bergen von Norden aus besiedelt, allerdings befand sich sogar das alte Herzogthum Rügen, das jetzige Neuvorpommern, eine Reihe von Jahrzehnten hindurch in politischer Abhängigkeit von Dänemark gerade um den Ausgang des XII. Jahrhunderts, allerdings endlich war noch in der Spätzeit des Mittelalters ein außerordentlich reger Verkehr der deutschen Hansa nach dem Norden vorhanden, zu dem Dänemark die erste Zwischenraststelle bildete, wie denn auch schon in vorgeschichtlicher Zeit,

1) Dohme, Cistercienserorden, Leipzig 1869, S. 31.

2) „Die Verbindung des Klosters Esrom mit den wendischen Ländern und deren architektonische Spuren“, aus dem Dänischen übersetzt von G. v. Rosen in den „Baltischen Studien“, Stettin. 1883. I.



welche für Pommern bis zur Wende des XI. Jahrhunderts reicht, entwickelte Handelsbeziehungen dorthin nachweisbar sind. Ungleich wichtiger aber wurde für Pommern der Einfluss deutscher Cultur, welche Dänemarks Bestrebungen derart überflügelten, daß es sich im eigentlichen Pommern eine dauernde Machtstellung nie erwerben konnte. Nur auf gelegentlichen Streifzügen wurde Pommerns Küste von seinem Kriegsvolk heimgesucht. Deutsche Bevölkerung aber strömte seit der Mitte des XII. Jahrhunderts unaufhaltsam nach dem Osten, verdrängte mit Zähigkeit die slavischen Eingeborenen und füllte die Klöster. Schon 1173 finden wir eine „villa Teutonicorum“ (deutsches Dorf) Colbatz erwähnt. 1187 erhalten die Deutschen in Stettin eine eigene Capelle. 1237 übertrug der Herzog die Gerichtsbarkeit in dieser Stadt, welche bis dahin die Wenden gehabt hatten, auf die Deutschen, 1243 wurde Prenzlau erste deutsche Stadt in Pommern, ihr folgten in schneller Reihe die meisten Städte Mittelpommerns. Deutscher Einfluss wurde allein bestimmend für die Entwicklung der slavischen Länder. Wenn daher um 1210, also während des zweiten Menschenalters in Colbatz dänischer Einfluss an und für sich unwahrscheinlich genug ist, so erscheinen auch die Beweisgründe Kornerups aus dem Gepräge der Formgebung am Bauwerke selbst nicht zwingend zur Annahme nordischer Beeinflussung. Uebrigens läßt sich außer der ersten Besetzung weder aus Urkunden noch aus den Geschichtswerken der geringste Verkehr zwischen Colbatz und Esrom nachweisen. Ein näher begründetes Urtheil wird sich deutscherseits nur sprechen lassen, sobald uns dänische Backsteinbauten in einigermaßen größerer Zahl in Aufnahmen vorliegen, während daran bis jetzt gänzlicher Mangel herrscht. Im allgemeinen ist übrigens zu bemerken, daß bei dem Cistercienserorden das Filialitäts-Verhältniß auf den Bau selbst wenig von Einfluss war, weil besonders die Grundriffsform sich innerhalb enger Schranken hielt und oft wiederholt wurde. Weit aus bedeutendere Anregung scheinen dem Bruder Baumeister die auf dem Wege nach Frankreich belegenen Klöster gleichen Ordens geliefert zu haben, wo das Mutterkloster wenigstens in der hier in Frage kommenden Zeit alljährlich noch regelmässig besucht wurde.

Den Schlufs der Bauthätigkeit des Mittelalters bildete in Colbatz die Erweiterung des Chors, sei es, daß die Zahl der Klosterinsassen sich mit den fortlaufend vergrößerten Besitzungen steigerte, sei es, was das wahrscheinlichere ist, daß die bei den kleinen romanischen Fenstern mögliche Lichtzufuhr den Ansprüchen späterer Zeit nicht mehr genügen mochte, oder auch der vielleicht einfache Abschluß der Ostwand dem verwöhnten Geschmack der Mönche nicht mehr entsprach, wie wir gleichen Bestrebungen ein halbes Jahrhundert später thatsächlich in den Klöstern Dargun und Verchen bei Demmin begegnen. Uebrigens betrug diese Erweiterung nur etwa 7 m. Diese zeigt einfache viertheilige hohe Fenster und abgestufte Strebepfeiler, deren Kanten mit einigen Glasursteinen eingefasst sind, im innern zierlich, fast überfein gegliederte Dienste für Sternegewölbe, während sich die neu eingezogenen Gewölbe durchaus plump an die Grundform anschließen, abgesehen davon, daß sie nicht einmal die durch die Zahl der Dienste deutlich gegebene Form beachten.

Alle wesentlichen Perioden mittelalterlicher Kunst, soweit sie für die östlichen Striche Deutschlands in Frage kommen, haben somit ihrem Denken und Schaffensdrange an diesem Bau-

werke Ausdruck gegeben und darum ist dasselbe des gewaltigen Eindrucks auf ein empfängliches Gemüth sicher. Der altersgraue Schleier der tiefbraun gefärbten Ziegel hat alle nach Alter und Werth so verschiedenen Theile stimmungsvoll vereinigt. Die freundlich-jugendliche Waldlandschaft, welche der Wanderer, vom Bahnhof Finkenwalde oder Altdamm kommend, durchschreitet, oder gar das ernste, hochragende Kiefernholz, welches ihn von der näheren Haltestelle Hohenkrug ab begleitet, bereiten ihn würdig auf das Denkmal der Vergangenheit vor, indem sie hinweisen auf die Thatkraft, welche den Erbauern bei damaligen, reger Bauthätigkeit viel ungünstigeren Zeitverhältnissen innewohnen mußte.

#### Nebenbauten.

Verweilen wir zum Schlusse noch in den zu dem Kloster gehörigen Wohn- und Wirthschaftsräumen. Da dieselben bis auf drei aus Ziegeln erbaute, mit Strebepfeilern besetzte Scheunen verschwunden sind, legen wir hierbei eine uns erhaltene Karte von Pommern zu Grunde, welche auf Veranlassung des kunstsinnigen Herzogs Philipp II. vom Professor Lubin in Rostock gezeichnet und 1618 in Holland gestochen wurde. Auf dem Rande derselben sind als Fries Ansichten der bedeutenderen Ortschaften Pommerns aus der Vogelschau dargestellt, welche, in der Art Merians gezeichnet, zwar kein genaues Bild abgeben, doch aber vielfach als Ergänzungen von unschätzbarem Werthe für die Geschichte unserer Baudenkmäler sind. Unter ihnen befindet sich eine Ansicht von Colbatz. Die Richtigkeit der Darstellung läßt allerdings gerade bei diesem Orte mehr zu wünschen übrig, als gewöhnlich. Der Standpunkt des Beschauers ist insofern unglücklich gewählt, als man keine Vorstellung von der Längenausdehnung der Kirche gewinnt. Ebenso ist die Ausbildung des Chors als zweigeschossige Anlage fehlerhaft. Immerhin ergibt sich aus der Betrachtung des Bildchens für das Langhaus das Ergebniß, daß die drei Schiffe im Westen von einem gemeinsamen, abgetreppten Giebel begrenzt waren.

Der Umfang der Klostergebäude war weniger bedeutend, als sich nach dem Reichthum der Abtei von vorn herein vermuthen läßt. Die erhaltenen Reste sind in baulicher Hinsicht unbedeutend. Höheren Kunstwerth dürfen wir nur einigen Innenräumen zumessen. Der Kreuzgang, dessen Grundrifs sich ebenso wie der der Seitenschiffe aus den Ansatzspuren, unter Berücksichtigung ähnlicher Anlagen in Pommern, ermitteln liefs, fehlte jedenfalls an der mit dem Langhause gleichlaufenden Südseite des inneren Hofes, in dessen Mitte ein Brunnenhäuschen oder eine Todtencapelle stand. Früherer Zeit des Mittelalters gehört ein halb in das Erdreich eingeschnittener, zweischiffiger, kreuzgewölbter Raum an, der sogenannte „Triglawsaal“, auf der Westseite des Kreuzganges gelegen. Er ist in Grundrifs und Schnitt auf S. 301 dargestellt. Die Ausbildung ist einfach. Die Gewölbstützen bilden achteckige Pfeiler mit Trapezcapitell in sparsamster Fassung. Als Bogenlinie dient der Halbkreis. Wie der halbverschüttete Raum jetzt als Kartoffelkeller benutzt wird, so beweisen auch seine Höhenlage und die schlitzartigen Fenster eine untergeordnete Art der Benutzung im Mittelalter. In Maulbronn liegt an dieser Stelle ein Vorrathsraum, darüber das Winterrefectorium der Conversen. An der obern Ostmauer sind die Ansätze der Gewölbe des Kreuzganges erhalten. Dem 13. Jahrhundert scheinen eine Reihe



von Capitellen anzugehören, welche im Domänengarten aufgestellt sind oder theilweise sich im Privatbesitze daselbst befinden. Sie gehören zu kreisförmigen Säulenschäften von rund 35 cm im Durchmesser und sind aus Kalkstein gearbeitet. Im wesentlichen die Kelchform zeigend, sind zwei mit figürlichen Darstellungen geschmückt: a) 4 kauernde Mönche an den Ecken, ein ähnlicher vom Schlosse zu Saazig daselbst im Privatbesitz; b) eine Beschwörung des in fratzenhafter Gestalt mit plumpem Kopf und langem Schwanz vorgeführten Teufels, der einen Mönch bei der Kutte packt; die andern mehr oder weniger reich mit sauber gearbeitetem Laubwerk (Passionsblume, Eiche, Feige und idealisirtem Acanthus) ausgebildet. Auch eine Basis mit Eckblatt ist vorhanden. Sie sind auf Blatt 46 dargestellt.

Ein ähnliches Capitell vom gräflich Ebersteinschen Schlosse in Nangard ist der Sammlung der Gesellschaft für Pommersche Geschichte und Alterthumskunde in Stettin einverleibt, ein anderes vom Schlosse in Saazig steht vor der Thurmhür in Jacobshagen. Von den Colbatzer Capitellen stammt das „Teufelscapitell“ aus dem später als „herzogliche Schlafkammer“ bezeichneten Raume, dem früheren Abtshause. Das Capitell mit den kauernden Mönchen versetzte der Nürnberger Patricier Philipp Hainhofer, welcher im Jahre 1617 längere Zeit an dem Hofe seines fürstlichen Freundes, Herzogs Philipp II. von Stettin, weilte und seine Erlebnisse in einem Tagebuche<sup>1)</sup> aufgezeichnet hat, in den „großen Saal“, wahrscheinlich das frühere „refectorium patrum.“

## Scene der Alten und Bühne der Neuzeit.

Ein Beitrag zur Lösung der Volkstheaterfrage, zugleich ein Versuch zur Raumgestaltung großer Zuschauerräume, aus den bisher üblichen Theaterformen entwickelt.

### Einleitung.

In allen Großstädten ist in neuerer Zeit die Frage der Volkstheater in den Vordergrund getreten. Vom Theater, welches eine Bildungsstätte sein sollte für die gesamte Bevölkerung, sehen sich die ärmeren Klassen und selbst der größte Theil des Mittelstandes ausgeschlossen. Ohne einen Ort der Erhebung über das Gewöhnliche, der Anregung zu idealem Streben verkümmern im rauhen und rohen Kampf ums Dasein nach und nach unaufhaltsam in jenen breiten Schichten die Früchte der Erziehung. Immer noch sind die Menschen zu bessern und auch zu bekehren. Die Weisheit der Studirstube thut's freilich nicht! Dazu gehört das freie Wort auf offener Scene, die ergreifende Theilnahme an den Fügungen des vor den Augen der Zuschauer sich vollziehenden irdischen Geschicks, der Wohlklang menschlicher Stimme, die Darstellung durch formvollendete Gestalten im licht- und farbenreichen Rahmen einer künstlerisch hergerichteten Bühne. Ein Brennpunkt für das Zusammenwirken von Malerei, Sculptur und Architektur, von Poesie und Musik äußert das Schauspiel einen Einfluß auf die Geister wie keine andere Kunst für sich allein.

In Wien geht man heute, nachdem durch die Großherzigkeit des Kaisers der Bauplatz geschenkt ist, mit der Errichtung eines Volkstheaters vor. In München besteht durch königliche Unterstützung ein solches seit länger als 10 Jahren. Für Paris ist ebenfalls vor einem Jahrzehnt von den Architekten Davioud und Bourdais ein großer Rundbau, welcher 6000 Personen fassen soll, an der Place de la République geplant worden. Der Gedanke, vom Publicum und den Behörden beifällig aufgenommen, konnte bei der Zerfahrenheit der jetzigen politischen Zustände bisher nicht zur Ausführung gedeihen. Zudem stehen der Rundform, welche allein eine so große Zahl von Plätzen ermöglichen würde, Bedenken aus optischen und akustischen Rücksichten entgegen.

Wie fast alle Fragen der Heutzeit ist die Theaterfrage eine Geldfrage, welche sich dahin zuspitzt: Wie kann eine gute Vorstellung auch den Unbemittelten — also für einen bescheidenen Preis — geboten werden? Sie läßt sich nur dadurch lösen, daß

1. die Behörden für eine solche in hohem Grade öffentliche Angelegenheit eintreten, sie durch Hergabe eines Bauplatzes unter-

stützen, und sie in die Hand tüchtiger, mit der Aufgabe vertrauter Männer legen,

2. das Theater eine solche Größe und so viel Plätze erhält, um durch den Ertrag der letzteren, trotz des geringen Eintrittspreises die Verwaltungs- und Unterhaltungskosten des Unternehmens ohne nennenswerthen Zuschuß aus öffentlichen Mitteln aufbringen zu können. Die größten bisher erbauten Theater (Scala in Mailand, S. Carlo in Neapel usw.) sollen bis 3000 Menschen aufnehmen. Dabei wird der größte Theil des Parterres durch Stehplätze eingenommen, und die Seitenlogen haben einen nur ganz mangelhaften Ueberblick über die Bühne. In Wahrheit ließen sich auch in diesen Häusern kaum 2000, und beispielsweise im Opernhause in Berlin höchstens 1500 befriedigende Sitzplätze anbringen.

In den Abbildungen 4 bis 7 ist ein Theater skizzirt, welches 4250 Sitzplätze enthält. Am Schlusse dieser Abhandlung ist mit durchaus nüchternen Zahlen nachgewiesen, daß bei Eintrittspreisen, welche je nach ihrer Lage von 0,50 und 1  $\mathcal{M}$  bis auf 2 und 2,50  $\mathcal{M}$  festzusetzen sein, dafür aber auch beim billigsten Satze gute, anständige Sitzplätze bieten würden, eine gewandte Leitung recht hervorragende Darstellungen leisten könnte. Erforderlichenfalls wäre es sogar möglich, die Abmessungen noch etwas zu dehnen, die Zahl der Plätze ohne grundsätzliche Aenderung des Grundrisses auf 5000 zu erhöhen, und so die Verhältnisse bezüglich des Kostenpunktes noch vortheilhafter zu gestalten.

Im Aeußern mag der Bau schlicht und einfach sein. Bei guten Verhältnissen werden schon die Massen allein sich hinreichend geltend machen. Es ist daher von Zeichnungen der Außenseiten um so mehr abgesehen worden, als diese ganze Untersuchung nicht im Aesthetisch-Architektonischen, sondern allein im Theater-Technischen ihren Schwerpunkt sucht. Im Innern aber sollen die Zuschauer von ihren Plätzen nicht nur gut sehen und hören können, sondern auch noch stattliche Nebenräume zur Erholung in den Zwischenacten finden, wie sie die heutige Zeit erfordert. Die Sicherheit des Publicums und Bühnenpersonals ist über jeden Zweifel zu erheben, ohne in verwickelte Einrichtungen zu verfallen, deren Gangbarkeit auf

<sup>1)</sup> Herausgegeben in den Baltischen Studien, II. Band. Stettin 1836.



die Dauer immer fraglich bleiben wird. Haus und Bühne müssen bei ihrer Grundrissgestaltung in strengste Abhängigkeit von einander gebracht werden. Große Massen können im Zuschauerraum nur dann gut gesetzt werden, wenn auch die Bühnenöffnung bedeutende Masse aufweist. Das Bühnenbild muß so angeordnet sein, daß es immer und für jeden Platz bis in den Hintergrund übersichtlich bleibt. Diese Anforderung wird durch die heutigen Theater in Hufeisenform und mit schmaler tiefer Scene durchaus nicht erfüllt. Nur die mittlere Zone des Zuschauerraumes zwischen den verlängerten Seitenlinien der Kulissen kann die Bühne voll übersehen. Die Seitenplätze außerhalb jener Zone müssen darauf verzichten, dem Darsteller mit den Augen zu folgen, sobald er sich der zweiten und dritten Kulisse auf ihrer Seite nähert. Daher dieses störende und lästige Aufstehen, dieses gefahrdrohende Ueberbiegen der Zuschauer auf den hinteren Reihen der Seitenlogen, welches während des ganzen Abends bald rechts, bald links stattfindet. Es läßt sich dies nur abstellen durch eine Umformung der Bühne. Unsere heutige Bühne, deren einzelne Bestandtheile in besonderer Abhandlung eingehend erörtert werden, ist ein Erzeugniß jahrhundertelanger praktischer Erfahrung. In ihrem Scheinleben hat alles seine guten Gründe. Die Festigkeit der Constructionen ist auf ein gerade ausreichendes Maß herabgesetzt, damit die leichte Beweglichkeit erhalten bleibt. Die Fähigkeit rascher Verwandlung, das bequeme Auf- und Abtreten der Schauspieler, einzeln wie in Masse, darf nirgends erschwert werden. Nur bei genauester Kenntniß dessen, was eine Aenderung gestattet, kann überhaupt geändert werden. Durch die Ueberlieferung ist für alle heutigen Theaterstücke die scenische Einrichtung, welche jeden Schritt, jede Gruppenbildung der Darsteller bestimmt, eine so feststehende geworden, daß innerhalb derselben nur wenige Abweichungen möglich erscheinen. Diejenige Inszenirung, welche den dichterischen Gedanken am überzeugendsten zum Ausdruck bringt, ist die vollkommenste, und nur ganz ausnahmsweise vielleicht noch eine zweite eben so gute möglich. Bei den deutschen Schauspielen fällt diese wichtige Aufgabe gewöhnlich dem Regisseur zu; die französischen Schauspieler halten es mit Recht für nöthig, im Texte ihrer Werke jede Stellung der Schauspieler genau zu bezeichnen. Die Veränderungen an der bestehenden Bühneneinrichtung, welche vom Verfasser empfohlen werden, haben sich daher außer der wesentlich verbreiterten Bühnenöffnung auf eine stärkere Zusammenziehung des Kulissenstandes nach dem Hintergrunde zu und auf die Umgestaltung des Vordergrundes beschränken müssen. Für die Architekturen des Vordergrundes — letzterer besteht überwiegend aus solchen — wird damit der bisher mangelnde schaubildliche Zusammenhang und so zugleich der Eindruck der Körperlichkeit, der Wirklichkeit herbeigeführt. Die Einrichtung behält dabei die Fähigkeit rascher Verwandlung, welche die jetzige sogenannte geschlossene Decoration nicht besitzt. Die größere Breitenentwicklung der Bühne führt auch für die Gruppenbildung der Massen, die sich übersichtlicher als bei großer Tiefe gestalten läßt, wesentliche Vortheile herbei, ohne diese Massen in das Hintergrundbild zu drängen und dessen schaubildliche Wirkung zu vernichten. Dies ist die Ueberlegenheit der Anordnung gegenüber der übermäßig breiten aber flachen antiken Scene, deren Vorzüge sie sonst annimmt und mit der Möglichkeit verschmilzt, während auf den Kulissengassen des Vordergrundes gespielt wird, hinter dem Schluß-

prospect noch hinreichenden Raum zu behalten, um dort die häufig unumgänglich nöthigen, sofort bei der Scenenverwandlung sichtbaren Aufzüge des ganzen übrigen Personals zu ordnen. Die überraschende Wirkung ist hierbei weniger wichtig als die bedeutende Zeitersparniß. (Langhans in seiner Katakustik über den Vorschlag Catels!)

Die antike Scene mit dem Halbrund des griechischen Theaters hat den Anforderungen ihrer Zeit jedenfalls meisterhaft entsprochen. Musik und Tanz waren gleich berechtigt mit der Poesie, welche in unsern Tagen die Bühne für die alleinige Pachtung der Dichtkunst angesehen wissen möchte. Der Schauspieler soll den Vorrang haben; er muß aber duldsam sein gegen die Schwesterkünste und gegen die Zuschauer, welche außer für Poesie und Musik noch lebhaftes Empfinden fühlen für den Schmuck des Bühnenbildes durch die bildenden Künste. Schon in Athen hat die Ausstattung des Chores und der Scene manchem Chorführer das Vermögen gekostet. Unser heutiges Publicum würde freilich an einem griechischen, halb gesungenen, halb gesprochenen, vielfach durch Chortänze dargestellten Trauerspiel oder Lustspiel wahrscheinlich ebensowenig Geschmack finden, wie an der Erscheinung der Darsteller, an den starren Zügen der Maske und dem hohen Lockenaufsätze, welcher den Kopf unverhältnißmäßig stark machte. Der Kothurn konnte dieses Mißverhältniß nicht ausgleichen. Nach den mittelalterlichen Mysterien brachte die Renaissance an den Fürstenhöfen Italiens auch den antiken Theatergedanken wieder ans Tageslicht. Peruzzi und Serlio nahmen die Pläne des Marcellustheaters in Rom auf. Aber weder die Hufeisenform, zu welcher der antike Halbkreis bei den Beleuchtungsschwierigkeiten einer breiten Bühne zusammengebogen wurde, und die sich als maßgebend in allen Ländern Europas bis in unser Jahrhundert erhielt, noch die neuesten Bestrebungen in Paris mit den Rundtheatern nach dem Muster des Trocadero-Rundbaues haben zu einer befriedigenden Lösung der Volkstheaterfrage führen können. Der Schrift von Hans Herrig „Luxustheater oder Volksbühne“ ist eine Skizze von O. March beigelegt, in welcher dem eingangs erwähnten Plane eines Pariser Volkstheaters von Davioud und Bourdais strahlenförmig angeordnete Treppenhäuser als Ergänzung zugefügt worden sind. Die Scene ist auf eine kleine, flache Hinterbühne eingeschränkt, welche als Schlußdecoration wirken soll und auch nur als solche wirken kann. Die Vorderbühne, welche wie eine antike Orchestra halbkreisförmig in den Zuschauerraum vorspringt, muß daher den Einzeldarstellern und dem Chor zusammen als Ort der Handlung dienen, zumal die Hinterbühne zu beschränkt ist und ihren Zweck, die schaubildliche Ferne darzustellen, einbüßen würde, sobald nur der Schatten eines Darstellers auf den Schlußprospect fällt. Die Aufgabe, einen Raum für Festspiele und ähnliche Darstellungen zu entwerfen, ist damit in glücklicher und anerkennenswerther Weise gelöst. Ein Volkstheater, in welchem unsere classischen Schauspiele und Tondichtungen in erster Linie vorzuführen sind, ist es nicht. Nahezu alle diese Werke verlangen für ihre Ausführung eine Tiefe, welche, wie oben erwähnt, gestattet, hinter einer flachen Vordergrunddecoration die Gruppe der folgenden Scene für die Verwandlung fertig zu stellen. Sowie der Bühne indessen diese Tiefe gegeben wird, wird die Kreisform des Zuschauerraumes unbrauchbar, da dann für mehr als die Hälfte der Plätze der volle Ueberblick über die Bühne verloren geht. Ein leicht begreifliches dramatisches Gesetz schreibt Steigerung



der Wirkung zum Actschluss vor. Der Eindruck der Schlussscene ist ein bleibender, wenn sie den Augen des Publicums durch den fallenden Vorhang rasch entzogen wird. Wie gestaltet sich dieser wichtige Moment auf jener halbrunden Vorbühne? Da der Vorhang weit rückwärts liegt: eine kraftlose Auflösung der ganzen Gruppe und ein Abmarsch nach hinten, welcher durchaus nicht tragisch wirkt! Wenn ein solches Mindestmaß von Bühne genügte, würde R. Wagner der Scene im Festspielhause in Bayreuth wahrlich nicht diese bedeutenden Abmessungen in Breite und Tiefe gegeben haben. Er kannte die scenischen Nothwendigkeiten gründlich und wußte, wie wirksam ein schönes Bühnenbild die Stimmung unterstützt, welche zur völligen Hingabe an eine Dichtung für die Zuschauer erforderlich ist. Die Decoration der Scene kann so farbenprächtig und formenschön sein, wie nur möglich (sie darf nur nicht über den dichterischen Gedanken hinauswuchern wollen), dann ist sie Hülfe und Stütze des Schauspiels und keine Nebenbuhlerin, wie G. Freitag, Herrig und manche andere Bühnendichter anzunehmen geneigt sind.

Beim Bayreuther Theater liegt der entscheidende Fortschritt in der Ringausschnittform des Zuschauerraumes, dessen Sitzreihen sich nach Art der Amphitheater über einander erheben. Auf derartige Form hatte sowohl Langhans wie später französische Architekten (Daly nennt sie gelegentlich „cerf-volant“) bereits hingewiesen, ohne für ihre eigenen Bauten von der überkommenen Rundform und deren größerem Reize sich lossagen zu können. Dieser wichtigen Gestaltung des Hauses ist in Bayreuth indessen die Bühne nicht unterworfen worden. Sie ermangelt daher für einen großen Theil der Seitenplätze der vollen Uebersichtlichkeit.

Die vom Verfasser vorgeschlagene Anordnung schließt die Scene mit weiter Oeffnung den Verlängerungen der strahlenförmigen Seitenwände eines Zuschauerraumes in Ringausschnittform an, und erweitert diesen Gedanken andererseits zugleich auf den tief ausgedehnten einzigen Rang. So allein erschien es möglich, mehr als doppelt soviel Sitzplätze wie bisher in den größten deutschen Theatern zu gewinnen, welche sämtlich die Bühne befriedigend überblicken können. Die Akustik ist durch die keilförmige Gestaltung des Zuschauerraumes und durch planmäßige und streng durchgeführte Ausbildung aller für die Zurückwerfung der Töne nutzbaren Flächen gewährleistet. Die Erörterungen darüber stützen sich auf die Erfahrungen von Langhans und auf eigene Beobachtungen. Sie kommen daher zu Folgerungen, welche sich von denen der Pariser Baumeister in wesentlichen Punkten unterscheiden. Die Anregungen, welche A. Orth verschiedentlich in dieser Hinsicht, wenn auch vorzugsweise für die Akustik in Kirchen gegeben hat, waren eine willkommene Bestätigung für die Richtigkeit des eingeschlagenen Weges. Die grundsätzlichen Fragen betreffs der Anlage der Bühne, der Sitze, der Treppen, der Ausgänge, der raschen Leerung des Hauses usw. sind auf Grund der Erfahrungen, welche Verfasser beim Bau und der langjährigen Verwaltung eines neueren Stadttheaters gemacht und durch das Studium einer großen Zahl deutscher, französischer und italienischer Häuser vervollständigt hat, zu lichten und zu ordnen versucht worden. Die Anordnung der Orchester hat hierbei ebenfalls erörtert, und dem übertriebenen Bestreben, alles Holzwerk grundsätzlich aus den Theatern zu verbannen, in Bezug auf größere Theater vorzugsweise aus

akustischen Gründen, entgegengetreten werden müssen. Ferner giebt es für die unmittelbare Berührung mit dem menschlichen Körper keinen angenehmeren, schöneren, saubereren und billigeren Baustoff, als das Holz. Dasselbe ist endlich für einzelne Theile der Bühne, welche im übrigen unverbrennlich herzustellen ist, nicht zu entbehren. Die befriedigende Sicherheit kann durch anderweite Mafsregeln gewahrt werden ohne die ultima ratio: „Alles von Eisen!“ — „Alles von Eisen!“ wiederholte kürzlich mit berechtigter Ironie ein Fachgenosse: „am besten auch das Bühnenpersonal und das Publicum.“ Im Eingange ist auf Wien, München und Paris hingewiesen worden. Die Verhältnisse in Berlin liegen nicht besser. Die Eintrittspreise des Opernhauses, des Schauspielhauses und des deutschen Theaters sind so hoch, dafs aufser den vielen Fremden nur etwa 100 000 reiche oder doch sehr wohlhabende Leute das stete Theaterpublicum bilden. Der Rest, d. h. mehr als 1 1/4 Million der Einwohner, kommen gar nicht oder doch nur ganz ausnahmsweise in ein Theater. Für das körperliche Wohl seiner Bevölkerung hat Berlin durch seine grofsartigen gesundheitlichen Anstalten, durch Wasserleitung, durch Canalisation mehr geleistet, als irgend eine andere Stadt der Welt. Für die Erziehung der Jugend geschieht Bedeutendes. Sollte, nachdem zu alledem viele Millionen verwendet worden sind, die Errichtung einer Volksbühne an den verhältnismäfsig geringen Anforderungen scheitern, welche damit an den Säckel der Stadt gestellt werden? Ein solches Theater würde für die weniger bemittelten Klassen und für die Arbeiterbevölkerung eine Stätte der Erholung und eine Bildungsanstalt werden, wie sie andere Weltstädte bisher vergeblich angestrebt haben! Die Gesundheitspflege des Geistes durch Förderung der idealen Richtung hat doch auch ein gewisses Anrecht auf Theilnahme und Unterstützung einer Stadt, welche durch ihre geistige Bedeutung und durch ihre finanzielle Kraft so manches Königreich überragt!

#### Die heutige Bühne.

Die Bühnenwirkungen der Zeit Ludwigs XIV. Die Grenzen des Darstellbaren. Der Ausschufs zur Umänderung der Bühne in Paris.

Es scheint, dafs die Einrichtung der Bühne und Kulissen, Soffitten, Versenkungen usw. seit Jahrhunderten keine wesentlichen Veränderungen erfahren hat. Die französische Bühne leistete zu Zeiten Ludwigs XIV. bereits alle Bühnenwirkungen, durch welche unsere heutigen Ausstattungsstücke glänzen. Das Textbuch des „Kadmus“ giebt 1674 folgende Beschreibung der Drachenscene: „Die ländlichen Tänzerinnen, welche dem Gotte Pan gefolgt sind, beginnen ein Fest, das plötzlich durch eine Art Nacht unterbrochen wird, welche die Scene verdunkelt und die Festtheilnehmer unter Angstgeschrei, in das sich unterirdischer Donner mischt, entfliehen läfst. In dieser Finsternifs schreitet der Neid aus seiner Höhle hervor, welche sich auf der Mitte der Bühne öffnet. Der Neid beschwört den scheufslichen Drachen Python, welcher in seinem sumpfigen Pfuhl erscheint, Feuer speiend durch Rachen und Augen: das einzige Licht, welches das Theater erhellt. Er ruft ferner die Stürme herbei, seine Wuth zu unterstützen. Vier davon, die in unterirdischen Tiefen eingeschlossen sind, läfst er von dort heraufsteigen; aufserdem vier andere, welche die Gewitter bilden. Alle diese Stürme, nachdem sie die Luft durchkreuzt, gruppieren sich um



den Neid. Da durchschneiden zuckende Blitze die schweren Wolken und stürzen herab auf den Drachen Python, der, nachdem er einige Zeit Widerstand geleistet, endlich in seinem Morast versinkt. Ein Feuerregen, der sich über die ganze Scene verbreitet, zwingt den Neid nebst den vier unterirdischen Stürmen, sich in die Tiefe zu stürzen; die vier anderen entfliehen. Die Wolken theilen sich in diesem Augenblick und das Theater wird strahlend erleuchtet.“ (Charles Nuitter, le nouvel opéra, Paris 1875; p. 166.)

Die Durchführung einer solchen Aufgabe setzte, wenn sie auch nur annähernd den Eindruck des Grofsartigen und Fürchterlichen, und nicht etwa den des Lächerlichen auf das damalige Publicum machen sollte, eine so hohe Ausbildung der Decorationen und der Maschinerie voraus, wie wir sie heute kaum besser aufweisen können. Von diesen übernatürlichen Allegorien, von diesen Zaubereien und Spektakelstücken ist man seitdem nach und nach in der richtigen Erkenntniß zurückgekommen, dafs allen diesen Anstrengungen bestimmte Grenzen gesetzt sind, wenn sie nicht — ganz gegen die Absicht — komisch werden sollen. Unsere heutigen „Ausstattungsstücke“ suchen verständiger Weise durch reizvolle Gruppierung, durch Wechsel der Massenwirkung, durch künstlerisch schöne Decorationen, durch blendende Lichteffecte zu wirken. Nachdem die Elektrizität uns neue Mittel von früher nicht geahnter Kraft in die Hand gegeben hat, ist hierin fast nichts mehr unerreichbar. Die Schauspiel- und die Tondichter werden trotzdem immer gut thun, wenn sie das Publicum mehr durch den Reiz der Ursprünglichkeit und Schönheit des Dargebotenen, als durch gesuchte Künsteleien zu fesseln trachten, deren Ausführung unverhältnismäfsige Schwierigkeiten und Kosten verursacht, ohne einen höheren Eindruck als den des Absonderlichen zu erreichen. So hat das Schiff in der „Africanerin“ immer nur, trotz aller Anstrengungen und Ausgaben, eine sehr lahme Wirkung, weil ein segelndes Fahrzeug, welches dabei eine halbe Stunde auf demselben Fleck bleibt, überhaupt ein Uding ist. Eben solch ein Uding ist die aufgehende Sonne im „Propheten“, welche mit ihrer gerade entgegengesetzten, von hinten kommenden Beleuchtung aus der ganzen Bühnendecoration eine Caricatur macht und die Zuschauer in unangenehmster Weise blendet. Eine passende Transparentbeleuchtung würde viel schöner, weil natürlicher und dabei viel weniger kostspielig sein.

Unsere Nachbarn jenseits der Vogesen gebührt mit Recht der Ruhm, dem Theater gegenüber besonders erfinderisch und talentvoll, besonders empfänglich, hingebend und begeistert zu sein. Gerade dort nun, an hervorragendster Stelle in Paris, ist beim Bau der grofsen Oper der Versuch gemacht worden, die Bühne in ihrer Construction umzugestalten. Ein Ausschufs, welcher aufser dem Architekten der Oper, Charles Garnier, andere bedeutende mit dem Theater vertraute Männer: Directoren, Architekten, Maler und Maschinisten angehörten, hatte sich mit dieser Aufgabe zu beschäftigen und eine Reihe von eingereichten Vorschlägen zu prüfen. Dieser Ausschufs war länger als sechs Jahre thätig, ohne schliesslich zu einem nennenswerthen Endergebnifs zu kommen. Alles oberhalb des Bühnenpodiums blieb, wie es bisher gewesen und auch die Untermaschinerie wurde, wie Garnier entschuldigend mittheilt, der nach 1870 veränderten Umstände wegen, der geplanten Umgestaltung nur theilweise unterworfen. Auf diese Umänderung wird an betreffendem Orte zurückgekommen werden. Eins aber geht aus

diesen fruchtlosen Anstrengungen klar hervor, dafs die bestehenden Bühneneinrichtungen, welche sich mit den unserigen in Deutschland so ziemlich decken, für ihre Zwecke die geeignetsten, weil durch mehrere hundert Jahre täglich erprobten sind. Selbstverständlich gewähren sie dabei den nothwendigen Spielraum für die Abänderungen und Einschaltungen, wie sie die Aufführung fast jedes neuen Ausstattungsstückes erheischt. Den Rahmen für alle diese Anordnungen lernt man am besten durch die Beschreibung der einzelnen Bühnentheile kennen.

Eintheilung des Bühnenraumes. Eigentliche Bühne.

Der Bühnenraum wird eingetheilt in die eigentliche Bühne, die Obermaschinerie und die Untermaschinerie. Die eigentliche Bühne umfaßt denjenigen Theil, welcher den Zuschauern sichtbar wird: das Podium, die Kulissen, die Soffiten, den das Bühnenbild im Hintergrunde abschließenden Prospect, die Satzstücke und die Beleuchtungskörper.

Das Podium ist der Bühnenfußboden. Er besteht aus einzelnen Bretttertafeln, zu denen, wie zu allen Holztheilen der Bühne, nur sehr gutes, gradfaseriges (schieres), völlig (mittels Dampf) ausgetrocknetes Holz genommen werden darf, um ein späteres Werfen oder Schwinden zu vermeiden. Abb. 1 zeigt

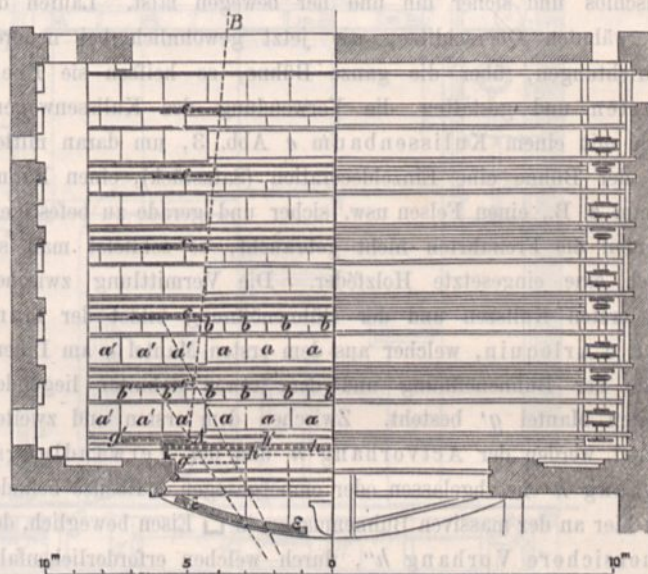


Abb. 1. Grundrifs der Bühne in Darmstadt.

den Grundrifs einer mittelgrofsen Bühne, welche von dem Obermaschinenmeister Herrn Brandt in Darmstadt in sehr ausreichender Weise und nach den bewährtesten Grundsätzen eingerichtet worden ist. Die Fußbodentafeln *aaa* sind beweglich und können unter die festen Tafeln *a'a'* nach links, und ebenso zur anderen Hälfte nach rechts hinuntergezogen werden, so dafs eine Oeffnung im Fußboden von fast der ganzen vom Zuschauerraum sichtbaren Bühnenbreite, die Versenkung, entsteht, welche später bei der Untermaschinerie näher erläutert werden wird. Ebenso können die Fußbodentafeln *bb*, die sogenannten Cassettenklappen um ihre Vorderkante (siehe auch den Längsschnitt Abb. 2) heruntergeklappt werden, um hier eine, wenn auch etwas schmalere Oeffnung im Podium, welche für das Aufsteigen oder Versinken stehender Decorationen bestimmt ist, herzustellen. Versenkungen und Cassetten liegen in den Kulissengassen, deren es im Grundrifs Abb. 1 sechs giebt. Die Kulissengassen sind die freien Zwischenräume zwischen den Kulissen *c* Abb. 1 und dienen vorzugsweise zum bequemen



Auftreten und Abgehen der Darsteller. Die Kulissen bilden rechts und links den Rahmen des Bühnenbildes. Sie sind, um rasch gewechselt werden zu können, in Gruppen oder „Sätzen“ von zwei, drei und vier Stück dicht hinter einander angeordnet, deren vorderste jedoch dem Zuschauer allein sichtbar ist, da sie die anderen deckt. Bei einem Wechsel der Decoration werden die vordersten Kulissen nach links oder rechts zurückgeschoben und es erscheinen die zweiten Kulissen. Die lichte Bühnenbreite zwischen einem Kulissensatz auf der linken und dem ihm entsprechenden Satz auf der rechten Seite der Scene heisst der Kulissenstand. Dieser verringert und die Bühnenbreite verengt sich von vorn nach hinten aus schaubildlichen Rücksichten um eine Wenigkeit. Die Kulissen sind leichte, viereckige Rahmen aus Latten, welche mit der auf derber Leinwand gemalten Decoration überspannt sind. Je nach der Grösse der Bühne haben sie eine Breite von 2 bis 3 m und eine Höhe von 6 bis 12 m. Sie werden auf den Kulissenleitern *d* Abb. 2 und 3 an eisernen Haken befestigt. Die Kulissenleitern ruhen mittels zweier eiserner Schienen, welche durch einen Querschlitz des Podiums hindurch fassen, in dem Kulissenwagen *f*, der sich auf gufseisernen Nutenrollen über den eisernen Laufschienen des ersten Maschinenkellers leicht, geräuschlos und sicher hin und her bewegen läßt. Laufen die vorerwähnten Querschlitzte, wie jetzt gewöhnlich bei neueren Einrichtungen, über die ganze Bühne, so heissen sie Freifahrten und gestatten die Verwendung des Kulissenwagens auch mit einem Kulissenbaum *e* Abb. 3, um daran mitten auf der Bühne eine Einzeldecoration (Satzstück), einen Baumstamm z. B., einen Felsen usw. sicher und gerade zu befestigen. Werden die Freifahrten nicht gebraucht, so schließt man sie durch eine eingesetzte Holzfeder. Die Vermittlung zwischen den ersten Kulissen und der Bühnenöffnung bildet der manteau d'Arlequin, welcher aus dem ersten Mantel *g* am Innenrande der Bühnenöffnung und dem etwas dahinter liegenden zweiten Mantel *g'* besteht. Zwischen dem ersten und zweiten Mantel werden der Actvorhang *h* und der Verwandlungsvorhang *h'* herabgelassen oder emporgezogen. Ebenso befindet sich hier an der massiven Bühnenmauer, in  $\square$  Eisen beweglich, der feuersichere Vorhang *h''*, durch welchen erforderlichenfalls die Bühne vom Zuschauerraum dicht abgeschlossen werden kann. Der erste und zweite Mantel haben, wie die Vorhänge eines Fensters, als untersten Theil die lang herabhängenden „Hosen,“ darüber die (scheinbar aufgeraffte) Draperie, vor welcher im oberen Bogen noch eine Art Lambrequin angebracht ist. Letzterer, wie der erste Mantel, sind unverrückbar an der Bühnenöffnung befestigt, während die Seitentheile des zweiten Mantels *g'* bereits auf einem Kulissenwagen beweglich sind, um die Bühnenöffnung erforderlichenfalls etwas einschränken zu können. Auch das Obertheil des zweiten Mantels ist wie eine richtige Draperie-Softite am Schnürboden eingeschnürt und beweglich. Der manteau d'Arlequin mit dieser doppelten Draperie-Decoration vervollständigt den Rahmen der Bühnenöffnung, welcher vom Architekten nach dem Zuschauerraum hin noch eine weitere künstlerische Ausbildung erhält und gleichsam die Grenzscheide bildet zwischen dem Publicum und der Bühnenwelt.

Zur Vervollständigung des scenischen Bildes gehören ferner die Soffiten *iz*, Abb. 2 und 3, bogenförmig ausgeschnittene Leinwanddecorationen, welche mit ihren beiden unteren Enden sich vor die oberen Endigungen der Kulissen setzen und

deren Verbindung und Abschluss nach oben darstellen. Sie ersetzen scheinbar die Decke der Scene und sind bei Architekturen als Draperieen, Deckenfelder, Träger, Architrave usw., bei Landschaften als Baumzweige, Schlinggewächse usw., bei „offner Gegend“ als freier Himmel mit Gewölk gemalt. Die letzteren, sogenannte Luftsoffiten, geben, da die unteren Ränder sich sehr rasch bestofsen und schmutzig werden, selten ein befriedigendes Bild. Selbst bei sorgfältig abgestimmter Beleuchtung, mittels der manches verdeckt werden kann, werden bei diesen Luftsoffiten an die ergänzende Einbildungskraft des Zuschauers gewöhnlich starke Zumuthungen gemacht. Der Decorationsmaler wird also immer besser thun, seiner Erfindungsgabe wenigstens für die vordersten Soffiten irgend etwas anderes, zur Sache passendes abzurufen. Nicht selten hilft ein Zelttuch oder dergl. aus.

Die Soffiten bilden mit ihrem oberen Rande, der etwa 12 cm nach unten umgeschlagen und dann festgenäht ist, eine Tasche, durch welche die Oberlatte *k'* gesteckt ist. Diese Oberlatte hängt an den vier Schnüren *l*, welche über die vier Einzelrollen *m*, alsdann vereint über die gemeinsamen Rollen *n* und *o* Abb. 3 laufen und sich auf die Welle *p* aufwickeln. Die Welle *p* wird durch die darauf befindliche Seilscheibe und diese durch das Contregewicht im Gewichtskasten bei *q''* bewegt. Da die Seile im Gewichtskasten bis unter das Bühnenpodium herabgehen, kann von dort aus die Bewegung bequem hervorgebracht werden. Befindet sich das Gegengewicht bei *r*, so ist die Oberlatte der Soffite bei *k*, befindet es sich in *r'*, so ist die Oberlatte bei *k'*; soll endlich die Soffite auf den Bühnenfußboden herabgelassen und eine andere Soffite eingeschnürt werden, so nimmt das Gewicht seinen höchsten Platz bei *r''* ein.

Es ist bereits bemerkt worden, daß jedem Kulissenpaare eine dieselben oben abschließende Soffite entspricht. Der Gedanke lag nun sehr nahe, die beiden Kulissen und die Soffite zu einem zusammenhängenden Stück, dem „Bogen“ (*s* in Abb. 3) zu vereinen, und damit die immer etwas heiklige Verbindungsstelle zwischen Kulissen und Soffite zu vermeiden. Die Verwendung dieser Bogen hat sich sehr rasch auf allen Theatern eingebürgert, da ihre Bewegung sehr viel einfacher und leichter, als die zweier Kulissen und einer Soffite, mittels der Obermaschinerie allein erfolgen kann.

Die Obermaschinerie besteht aus vier oder mehreren Maschinengalerieen zu beiden Seiten der Bühne und dem über den ganzen Bühnenraum ausgedehnten Schnürboden (Abb. 2 u. 3). Die Obermaschinerie besorgt mittels der auf den verschiedenen Galerieen und dem Schnürboden vertheilten Winden und Rollen das Erscheinen und Verschwinden der Gardinen, Prospective, Schleier, Bögen, Soffiten und der Soffitenbeleuchtungen oder Oberrampen; sie enthält die Vorrichtungen, mittels deren Donner, Regen, Hagel usw. sehr täuschend nachgeahmt werden, sie läßt endlich die wilde Jagd im Freischütz durch die Luft fliegen, Gretchen zum Himmel fahren usw. Die Galerieen, deren (Abb. 2 u. 3) vier übereinander auf jeder Seite angeordnet sind, liegen mit ihrer Balkenlage auf zwei Unterzügen, die einerseits auf den Mauervorsprüngen, andererseits mittels Hängeeisen an den Gitterträgern des Dachverbandes befestigt sind. Auf der ersten (untersten) Galerie befindet sich die Winde *t*, welche unten mittels Rollen in einer Holzspur läuft und oben durch eine Führung an einem Längsrahm vor



dem Umschlagen gesichert ist. Ebenso finden sich auf den folgenden Galerien weitere feste Winden zu den verschiedensten Zwecken vor. In gleicher Weise, wie wir dies bei den Soffiten gesehen haben, sind auf dem Schnürboden, Abb. 3, an den Schnüren *l'* die Vorhänge, Gardinen, Bögen usw. aufgehängt. Diese Schnüre laufen vereint über die Rollen *n'* und *o'* nach dem Gegengewicht, welches in seiner tiefsten Lage *v* der höchsten Lage der Oberlatte des Vorhangs bei *u*, in seiner mittleren Lage bei *v'* der Lage der Oberlatte bei *u'* (der Vorhang ist alsdann auf der Bühne in Benutzung), in seiner höchsten Lage bei *v''* der gänzlich auf das Bühnenpodium zur Auswechslung usw. herabgelassenen Decoration entspricht. Die Balken des Schnürbodens liegen auf der unteren Gurtung des Dachgitterträgers; über dieselben wird der Belag, welcher aus schmalen Brettern oder Latten besteht, gestreckt. Häufig wird der Schnürboden

ohne diese Balken nur durch besonders starke Latten mit schmalen Zwischenräumen gebildet.

Die oberen Galerien sind durch leichte „Brücken“, an dem Dachverbande angehängte schmale Gänge, gerade oberhalb der Soffiten, mit einander verbunden. Diese Brücken sind erwünscht, um Unordnungen, Verschlingungen der vielen Schnüre usw. beseitigen zu können. Ihre Höhenlage reicht aus, um auf ihnen die Soffiten einzuschnüren, für welche eine kurze Bewegung nach oben genügt, um sie aus dem Bühnenbilde verschwinden zu lassen, während die gröfsere Höhe der Vorhänge, Bögen usw. ein Hinaufziehen bis unter den Schnürboden nöthig macht. Der Belag des Schnürbodens ist ebenso wie der Dielenbelag der Galerien und Brücken mit Zwischenräumen von 3 bis 5 cm verlegt, um überall Schnüre und Stricken den Durchgang zu gewähren.

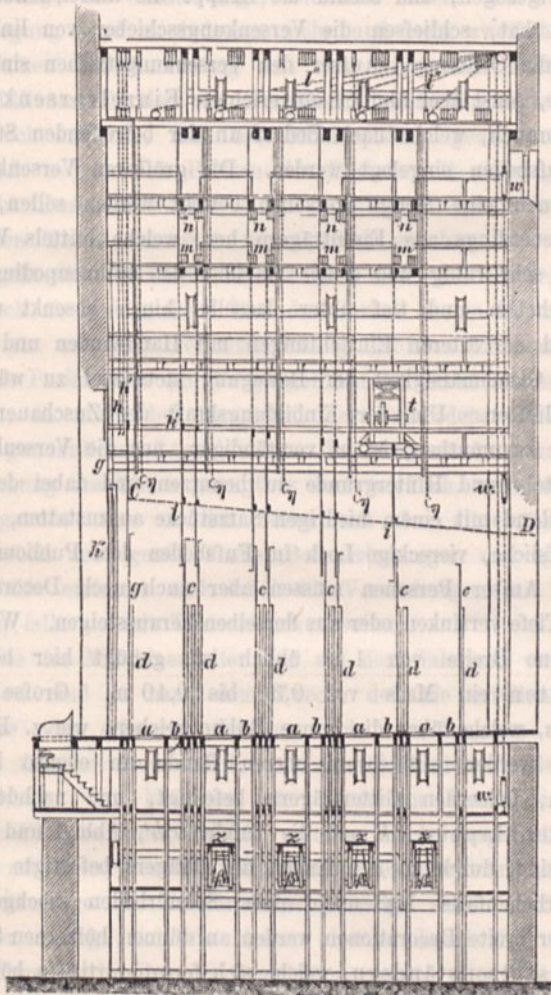


Abb. 2. Längenschnitt.

Der Uebergang von den Brücken zu den Galerien wird durch Klappen gebildet, wenn, wie in unserm Beispiele Abb. 3, sogenannte Panoramazüge vorgesehen sind. Vor etwa 40 Jahren kam man in Frankreich auf den Gedanken, die Bühne, wie im Hintergrunde durch einen Prospect, auch auf den beiden Seiten statt durch die Kulissen, durch zwei gemalte Decorationsstücke abzuschliessen. Die Schwierigkeit der guten Verbindung zwischen Seitenflächen und Prospect waren aber in befriedigender Weise nicht zu lösen. Auch der oben erwähnte Ausschuss für die große Oper in Paris hat die darauf bezüglichen Vorschläge verworfen. Die Einrichtung der Panorama-

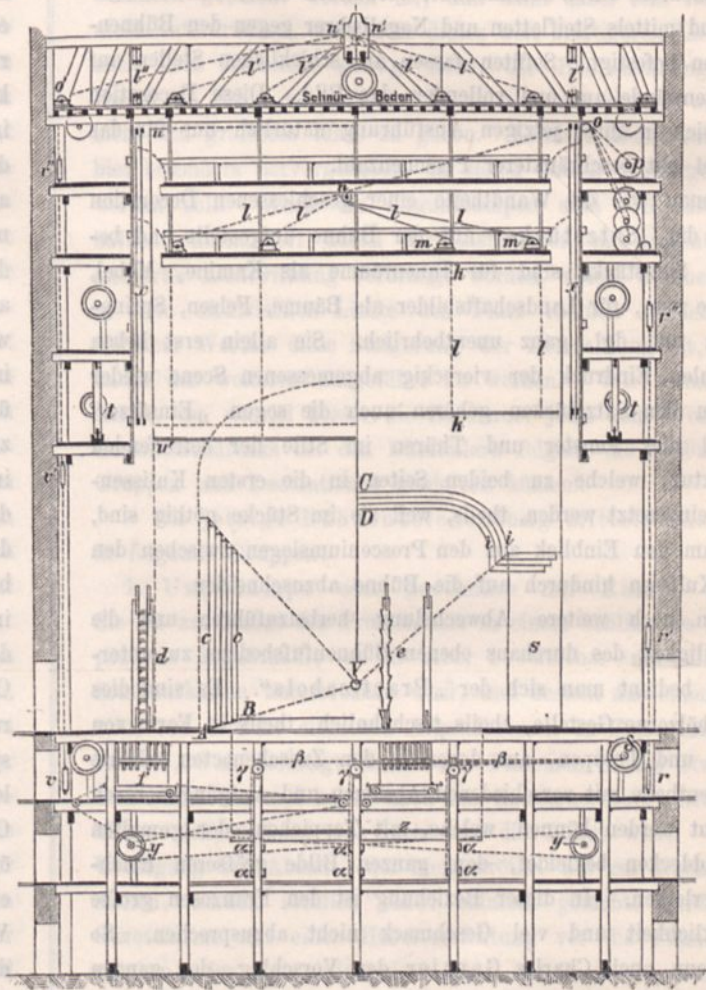


Abb. 3. Querschnitt.

züge, *xx* Abb. 3, geschieht, genau wie bei den Prospecten, mittels der Schnüre *l''* und des Gegengewichts, *w* Abb. 2. Sie kommen jedoch ihrer Mängel und mancher anderer Unbequemlichkeiten wegen nur selten in Gebrauch. Neuerdings hat man die Panoramadecoration mit der Schlufsdecoration aus einem Stück hergestellt und zwar über einem Rollensystem ohne Ende beweglich, sodafs die Decoration allmählich sich verändert, indem sie sich seitlich verschiebt. Man nennt diese Einrichtung, die sich besonders für die Bedürfnisse der sogenannten „freien Gegend“ eignet, Horizont- oder Wandeldecoration. Diese seitliche Bewegung ist unnatürlich und aufser Stande, eine Täu-



schung hervorzurufen. Der Eindruck ist ein unangenehmer, sodafs er bei nervenschwachen Personen Schwindel erregt. Entfernte Gegenstände steigen allmählich, wenn man sich ihnen nähert, über dem Horizonte empor. Man wird daher in den meisten Fällen für diese wirkungslose und unschöne Künstelei einen einfachen und der Wahrheit mehr entsprechenden Ersatz finden, wenn man den Schlufsprospect, welcher hierfür hinreichend tief in die Cassettenöffnung hinabreichen mufs, langsam in die Höhe gehen und so die Ferne auftauchen und herauswachsen läfst.

Im übrigen hat der Gedanke in veränderter Ausführung als „geschlossene Decoration“ eine immer mehr sich steigernde Verwendung, vorzugsweise als Zimmerdecoration gefunden. Die beiden Seitenwände und die Rückenwand sind wie eine spanische Wand aus einzelnen Kulissenblättern, davon immer mehrere durch Gelenkbänder verbunden sind, zusammengesetzt und mittels Steiflatten und Nagelbohrer gegen den Bühnenfußboden befestigt. Soffiten fassen an schicklichen Stellen auf die Seitenwände auf und vollenden das Bild. Diese Decoration eignet sich in ihrer jetzigen Ausführung natürlich nur für das Lustspiel mit beschränkterer Personenzahl.

Genau wie die Wandtheile einer geschlossenen Decoration werden die „Satzstücke“ auf der Bühne aufgestellt und befestigt. Satzstücke sind für Innenräume als Kamine, Möbel, Schränke usw., für Landschaftsbilder als Bäume, Felsen, Springbrunnen und dgl. ganz unentbehrlich. Sie allein erst heben den kahlen Eindruck der viereckig abgemessenen Scene wieder auf. Zu den Satzstücken gehören auch die sogen. „Einsätze.“ Es sind dies Fenster und Thüren im Stile der betreffenden Architektur, welche zu beiden Seiten in die ersten Kulissengassen eingesetzt werden, theils, weil sie im Stücke nöthig sind, theils, um den Einblick aus den Prosceniumslogen zwischen den ersten Kulissen hindurch auf die Bühne abzuschneiden.

Um noch weitere Abwechslung herbeizuführen und die Langweiligkeit des durchaus ebenen Bühnenfußbodens zu unterbrechen, bedient man sich der „Practicables“. Es sind dies leichte hölzerne Gestelle, theils tischähnlich, theils in Form von Rampen und Treppen, aus denen in den Zwischenacten erhöhte Fußbodentheile mit verschiedenen Absätzen und Aufgängen rasch aufgebaut werden können, welche, mit Teppichen oder gemalten Leinwanddecken bekleidet, dem ganzen Bilde größeren Reichtum verleihen. In dieser Beziehung ist den Franzosen große Geschicklichkeit und viel Geschmack nicht abzusprechen. So fafste denn auch Charles Garnier den Vorschlag, den ganzen Bühnenfußboden beweglich einzurichten, mit großem Eifer auf.

Wir gelangen damit zur Untermaschinerie, welche im Raume unter der Bühne in mehreren Geschossen (Maschinenkellern) angeordnet ist. Wie die Kulissenwagen im ersten Maschinenkeller laufen, ist bereits erläutert. Es genügt ein ganz geringer Druck, um die Kulissen einzeln hin und herzuschieben. Die Kulissenleinen können aber auch sämtlich auf die durchgehenden Wellen und Winden  $y$  Abb. 3 aufgebracht und diese Winden umgesetzt gekoppelt werden. Alsdann werden mit einer Bewegung alle Kulissen aus dem Bühnenbilde entfernt. Ebenso können die den Kulissen entsprechenden Soffiten auf eine der durchgehenden Wellen  $p$  Abb. 3 mit ihren Schnüren vereinigt und so auf einmal nach oben gezogen werden, sodafs unter gleichzeitiger Entfernung des schließenden Prospects die ganze Decoration bei offener Scene wechselt.

Hierzu gehören indessen so viele Kräfte, so viel Genauigkeit und Uebung, dafs nur in unvermeidlichen Fällen dazu geschritten, gewöhnlich aber die Verwandlung des Bildes bei herabgelassenem Zwischenvorhang ausgeführt wird.

Aufser der Kulissenbewegung ist die Einrichtung für die Versenkungen ein Haupttheil der Untermaschinerie. In den schon oben auf Seite 314 erwähnten Ausschnitt des Bühnenfußbodens paßt genau die Platte des Versenkungstisches  $\alpha$ , Abb. 2 und 3, dessen Gestell mit den Enden seiner Querverbindungen  $\alpha$  die Holzstiele der Untermaschinerie zur sicheren Führung umfaßt und durch die Leinen  $\beta$ , welche über die Rollen  $\gamma$  hinweg auf die Welle der Winde  $\delta$  aufgewickelt werden, hochgehoben wird. Oben angekommen, wird das Gestell durch Eisenbolzen festgesteckt. Soll der Versenkungstisch hinabgehen, so wird er mit der Winde angehoben, die Bolzen werden fortgezogen, und sobald die Gruppe die hinreichende Tiefe erlangt hat, schließsen die Versenkungsschieber von links und rechts die Oeffnung. Aufser den Versenkungstischen sind noch kleinere, sonst aber ähnlich eingerichtete Einzelversenkungen im Gebrauch, welche nach Bedarf an der betreffenden Stelle in den Fußboden eingelegt werden. Die größeren Versenkungen, auf denen eine Menge Personen bewegt werden sollen, stellt man neuerdings aus Eisenträgern her, welche mittels Wasserdrucks sehr ruhig und sicher bis über das Bühnenpodium hinaus gehoben und tief unter dasselbe hinab gesenkt werden, während die älteren Einrichtungen mit Handwinden und Seilen in der Gleichmäßigkeit der Bewegung stets viel zu wünschen übrig ließen. Um der Einbildungskraft der Zuschauer nicht zu viel zuzumuthen, ist es verständiger, nur die Versenkungen im Mittel- und Hintergrunde zu benutzen und dabei den vorderen Rand mit einem niedrigen Satzstücke auszustatten, welche das häßliche, viereckige Loch im Fußboden dem Publicum verbirgt. Aufser Personen müssen aber auch noch Decorationen in die Tiefe versinken oder aus derselben heraussteigen. Während dort eine Breite von 1 m üblich ist, genügt hier bei den Cassetten ein Maß von 0,30 bis 0,40 m. Große Decorationen, welche über die ganze Bühne reichen, wie z. B. Prospects, werden mit ihrem oberen Rande an ebenso langen, leichten, hölzernen Gitterträgern befestigt, und nachdem die Cassettenklappen  $bb$  und die Tafeln  $b'b'$ , Abb. 1 und 2, geöffnet sind, durch an den Enden des Trägers befestigte Stricke erforderlichenfalls bis nach dem Schnürboden hochgezogen. Weniger breite Decorationen werden an dünnen hölzernen Stielen, den Cassettenständern, welche sich fernrohrartig in hölzernen Kästen oder zwischen Rollen führen, mittels einer Winde der Untermaschinerie hochgenommen, bis sie nöthigenfalls die Soffiten erreichen.

Betreffs des Bühnenpodiums nun und seines Hebens und Senkens hatten Ch. Garnier und der erwähnte Ausschufs in Paris folgenden Plan für die große Oper angenommen: Der ganze sichtbare Bühnenfußboden wird in einzelne Tafeln (tronçons) zerlegt, welche unabhängig von einander jede auf vier eisernen Stützen (tiges) ruhen. Diese Stützen haben ihre Führungen in der Eisenconstruction des Fußbodens vom ersten Maschinenkeller, auf welchem sie für gewöhnlich mittels durchgesteckter Bolzen aufstehen, während ihre Verlängerung sich nach unten noch so weit fortsetzt, als dies die beabsichtigte größte Hebung der Tafeln über das Bühnenpodium erfordert. Unter dem ersten Maschinenkeller ist ein großes,



wagerechtes, eisernes Gitterwerk in der vollen Ausdehnung der Scene angeordnet, welches mit seinen vier Eckpunkten auf den Kolbenstangen von Wasserdruckcylindern auf und nieder bewegt werden kann. Da sämtliche Stützen des Podiums durch entsprechende Oeffnungen der Querträger jenes Gitters hindurchreichen, wird letzteres, wenn durch passende Punkte der Stützen eiserne Bolzen gerteckt werden, beim Aufgange jene Stützen nebst dem zugehörigen Stück Fußboden so weit hinausheben, wie dies die Länge der Druckcylinder oder ihrer Kolbenstangen erlaubt. Durch Fortnehmen und anderweites Einstecken der Bolzen würde ebensogut ein Theil des Podiums gesenkt oder auch endlich der ganze Fußboden herabgelassen oder gehoben werden können. Der unzweifelhaft sehr sinnreiche Gedanke hat etwas ungemein Bestechendes, und man ist geneigt sehr zu bedauern, daß die Ereignisse von 1870 die Verschiebung der Ausführung, wie Garnier sagt, veranlaßt haben. Bei reiflicher Ueberlegung wird es indessen mehr und mehr zweifelhaft, ob der Nutzen der Anordnung mit den ungeheuren Kosten von vier Millionen Franken im Verhältniß gestanden hätte. Man muß sich erinnern, daß das Bühnenpodium genau so gelegt ist, daß es von den Plätzen des Parkets mit einer geringen Aufsicht überblickt werden kann. Sobald das Podium in seinem größeren Theile um auch nur 0,50 m gehoben oder gesenkt wird, geht diese Aufsicht verloren oder man sieht die Darsteller nur noch als Kniestücke. Und das Parket ist ein hervorragender Platz mit der verhältnißmäßig größten Zuschauerzahl! Soll das Parket also den Vorgängen auf der Scene immer folgen können, so muß der Haupttheil des Fußbodens daselbst in seiner gewöhnlichen Lage bleiben. Zur Abwechslung und Ausschmückung des Bildes genügt es auch wirklich, wenn mehr im Hintergrunde oder an den Seiten mit den altgebräuchlichen Practicabells ansteigende Theile, Bodenerhebungen und dgl. nach Bedürfnis errichtet und dabei die Versenkungen mit benutzt werden, falls sie mit Wasserdruck arbeiten.

Die im Maschinenkeller wie auf den Galerien vertheilten Winden sind je nach dem Zweck, den sie erfüllen sollen, leichtere oder schwerere Lasten rasch oder langsam usw. zu heben, fahrbar oder stabil, mit durchgehenden Wellen oder Kuppelungen, mit kleinerem oder größerem Vorgelege hergestellt. Flugbahnen, mittels welcher Erscheinungen über die Bühne schweben, bestehen aus doppelten Eisenschienen, die unter der Balkenlage des Schnürbodens befestigt sind. Auf diesen Schienen bewegt sich ein kleiner eiserner Laufkahn, welcher an dünnen Drahtseilen die Gegenstände trägt. Der Wind wird durch eine achteckige hölzerne Trommel nachgeahmt, deren Kanten an einem über dieselben ausgespannten Stücke Seidengaze schleifen, das Rauschen des Regens durch die Bewegung eines Hohlcylinders, welcher mit etwas Schrot oder andern Körnern gefüllt ist, der ferne Donner durch eine Art große Pauke, das Krachen des einschlagenden Blitzes mittels einer viereckigen Holzröhre mit vielfachen, eigenthümlich vertheilten Absätzen, in welcher eine Anzahl kleiner Eisen- und Bleikugeln von der ersten Maschinengallerie, auf der sich alle obigen Vorrichtungen befinden, bis in den Raum unter der Bühne hinabstürzen. Der Blitz selbst wird dadurch hervorgebracht, daß den heruntergeschraubten Gasflammen der Bühnenbeleuchtung durch den „Blitzhahn“ plötzlich eine große Menge Gas zugeführt und sofort wieder abgeschnitten wird. Die Meininger bedienen sich einer großen Art Laterna magica mit

sehr starkem Licht, um durch Glas-Photographien, welche bei Gewitter aufgenommen oder danach gezeichnet und vervollkommen sind, auf dem dunkel gehaltenen Schlufspiegel den Blitz außerordentlich täuschend erscheinen zu lassen. (Gewitter im „Caesar.“) Wir sind damit bei den Beleuchtungsvorkehrungen angelangt, denen der folgende besondere Abschnitt gelten soll.

#### Die Bühnenbeleuchtung.

Langhans beschreibt in seiner Katakustik, Berlin 1810, den unerträglichen Zustand, welcher zu jener Zeit im Theater und vorzugsweise auf der Bühne durch den Qualm und die Hitze der vielen Talglichter und Oellämpchen verursacht worden sei. Er freut sich des Fortschritts, welcher hierin endlich durch Argands Erfindung der Cylinder-Lampen mit Rundbrennern gemacht worden ist, und kann dabei sein Befremden nicht unterdrücken, daß trotz dieses weit kräftigeren Lichts dennoch kein Architekt gewagt habe, der Bühnenöffnung, deren Breite bis dahin zu höchstens 15 m bemessen worden war, nunmehr ein größeres Maß zu geben. Letztere Bemerkung wird hier besonders hervorgehoben, da später darauf zurückgekommen werden soll. Auch die Argandlampen sind seit fast einem halben Jahrhundert durch die Gasflammen mit wesentlich gesteigerter Lichtwirkung verdrängt worden, welche nunmehr ebenso dem elektrischen Lichte den Platz räumen werden. Von welchem Werthe diese Steigerung der Beleuchtung ist, braucht kaum des weiteren ausgeführt zu werden. Wir erinnern nur daran, um wieviel besser die Zuschauer jetzt dem Wechsel des Gesichtsausdrucks bei den Darstellern folgen, die Schönheit der Gruppen und Decorationen genießen können.

Die jetzige Bühnenbeleuchtung mittels Gas zerfällt in folgende Gruppen:

1. Unterrampe oder gewöhnlich nur Rampe genannt. Sie ist am Rande des Prosceniums in einem Schlitz des Bühnenpodiums angebracht,  $\epsilon\epsilon$  in Abb. 1, welcher nur durch den Souffleurkasten unterbrochen wird, und besteht aus einem Eisenrohr, auf dem die einzelnen Argandbrenner in Entfernungen von etwa 0,20 m befestigt sind. Die Flammen stehen etwas über dem Fußboden und haben nach dem Zuschauerraum einen Schirm hinter sich, welcher das Licht auf die Bühne wirft. Um den Uebergang zur Abend- oder Morgenröthe, wie zur Nacht darzustellen, werden röthlich bezw. bläulich gefärbte durchsichtige Gaseschirme mit einer Hebelvorrichtung vor die Flammen geschoben, oder man stattet einen Theil der Brenner mit Cylindern jener Farben aus. Diese Brenner sind dann niedergeschraubt, und werden, während man die weißen Flammen nach und nach einzieht, mehr und mehr geöffnet. Der Uebergang der Farbe aus Weiß in Roth und dann in Blau läßt an Natürlichkeit wenig zu wünschen übrig.

2. Die Portalbeleuchtung, durch welche die Bühnenöffnung an der inneren Seite, also gewöhnlich hinter dem ersten Mantel, rechts, links und oben eingefasst wird. Sie besteht ebenfalls aus möglichst nahe aneinander gereihten Argandbrennern mit Blendschirmen.

3. Dieselben Brenner werden für die Beleuchtung der Kulissen verwendet und bei jeder derselben zu 4 bis 6 Stück übereinander hinter der betreffenden Kulissenleiter derart befestigt, daß die untersten zwei Brenner etwa  $1\frac{1}{2}$  bis 2 m über Podium sich befinden.



4. Die Soffitenbeleuchtung oder die Oberrampen werden durch die davorhängenden Soffiten-Decorationen gegen die Zuschauer gedeckt (in Abb. 2 bei  $\eta\eta$  angedeutet) und auf dem Schnürboden eingeschnürt. Jede Oberrampe besteht aus einem stärkeren, über die ganze Bühnenbreite reichenden Gasrohr, auf welches die Schnittbrenner in 0,10 bis 0,12 m Entfernung aufgesetzt sind, sodafs die Flamme, an einer Seite entzündet, von einem Brenner zum anderen überschlägt. Bei neueren Einrichtungen ist gewöhnlich elektrische Zündvorrichtung angebracht, welche hiernach nur an einzelnen Punkten zu wirken braucht, um die ganze Rampe mit ihren 80 bis 120 Flammen zu entzünden. Die Einrichtung ist sehr bequem, denn man braucht die Rampen nicht erst auf die Bühne herabzulassen, um sie dort (mittels einer kleinen Spiritusflamme) anzustecken. Jeden Augenblick kann eine ganze Oberrampe völlig ausgedreht und sofort wieder bei offener Scene angezündet werden. Dennoch aber bergen diese Rampen trotz des durchlaufenden Blendschirms, der sie nach vorn und oben, und trotz des Drahtgitters, welches sie nach hinten schließt, für die Feuersicherheit der Bühne eine fortwährende hohe Gefahr in sich.

5. Aufser diesen gewöhnlich benutzten Einrichtungen giebt es noch Versatz- und Transparentbeleuchtung für Satzstücke, zur Erhellung von Fenstern usw. Sie sind ganz ähnlich wie die Oberrampen aus einem entsprechenden langen Gasrohr mit aufgesetzten Schnittbrennern, Blendschirm und Drahtgitter hergestellt. Beim Schlufs der Rütli-Szene im „Tell“ z. B. ist die Hintergrundgardine gewöhnlich mit der Ansicht des Vierwaldstädter Sees ausgestattet, hinter welchem alsdann die Schneefelder des Urirothstocks in der aufgehenden Sonne zu glühen beginnen. Diese Schneefelder sind auf durchsichtigem Canevas gemalt. Dahinter ist ein Schirm von rother Seidengaze und dann die Transparentbeleuchtung aufgestellt. Zwischen Gardine und der Seidengaze wird ein undurchsichtiger Vorhang eingeschaltet, welcher, sobald das Glühen beginnen soll, langsam herabgesenkt wird, sodafs das rothgelbe Licht erst die Spitzen der Firnen trifft und dann sich langsam nach unten ausbreitet.

Da der größte Theil der Bühnenbeleuchtungskörper beweglich bleiben mufs, wird ihre Verbindung mit dem festen Gasrohrsystem der Bühne gewöhnlich durch angeschraubte starke Guttaperchaschläuche, noch besser aber durch Gelenkrohre hergestellt. Das ganze Rohrsystem läuft in dem Regulirapparat zusammen, von welchem aus es im ganzen oder in den einzelnen Theilen hoch- oder niedergeschraubt werden kann. Diesen Apparat durchlaufen die Rohre für den großen Kronleuchter des Zuschauerraumes und für die Orchesterbeleuchtung ebenfalls, um auch diese nach Bedürfnifs von der Bühne aus regeln zu können. Der Apparat ist daher meistens auf der rechten Bühnenseite dicht hinter dem manteau d'Arlequin so aufgestellt, dafs man durch eine kleine Oeffnung das Orchester und die grofse Krone sehen kann.

Der schwächste Punkt in der Bühnenbeleuchtung ist die Beleuchtung des Prosceniums und der ersten Kulissengasse. Und gerade hier müssen sich die Darsteller am meisten bewegen. Die Portalbeleuchtung liegt schon etwas zu weit zurück und wirkt zu senkrecht. Man hat daher nichts besseres einrichten können, als die Unterrampe, welche die Schauspieler blendet, und die Gesichter sehr wenig schön von unten beleuchtet. Für den mittleren Theil und den Hintergrund kommen

die Oberrampen zu sehr guter Wirkung, sodafs die Kulissenbeleuchtung, welche bei geschlossener Decoration überhaupt in Fortfall kommt, mehr und mehr entbehrlich wird. Leider sind die Oberrampen überaus feuergefährlich. Sie befinden sich mit ihrer bedeutenden Flammenzahl (400 bis 500 Schnittbrenner bei einem mittelgrofsen Theater) gerade unter den über der Bühne bis zum Schnürboden aufgehängten, sehr brennbaren Decorationsgegenständen, bestehend aus Leinwand, Latten und Stricken. Sie sind bekanntlich auch die Ursache für den furchtbaren Ringtheaterbrand in Wien und für das Unglück in Paris gewesen. Wenn über den Soffiten Feuer entsteht, so kann man desselben nur dann allenfalls Herr werden, wenn mit grofser Geistesgegenwart die Schnüre der brennenden Decorationen durchschnitten und letztere auf das Bühnenpodium hinabgestürzt werden. Für den glücklichen Ausgang dieses Verfahrens ist aber keinerlei Bürgschaft gegeben. Daher ist zur

#### Sicherung der Darsteller wie der Zuschauer

1. die Einrichtung der Oberrampen und der Portalbeleuchtung mit elektrischen Glühlichtern die allererste und wesentlichste Mafsregel, welche bei Neubauten von vorn herein, bei bestehenden Theatern binnen einer bestimmten Frist von den Behörden vorzuschreiben und einzuführen wäre. Für die übrige Bühnenbeleuchtung ist das elektrische Licht ja ebenfalls überaus wünschenswerth, aber doch nicht von demselben Belang, und man könnte hier die Gasbeleuchtung so lange aufrecht erhalten, als das neue Licht noch so theuer und mit so vielen Unzuverlässigkeiten verknüpft ist. Die Gasflammen der Fufsrampe und der Kulissen, welche sofort zu erreichen und daher auch viel weniger gefährlich sind, würden dabei zugleich genügen, um über vorübergehende Stockungen der elektrischen Beleuchtung hinweg zu helfen. Die Beleuchtung der Bühne mit Glühlichtern erfolgt in derselben Weise, an denselben Orten und mit derselben Flammenzahl wie bisher mit Gas, nur dafs an Stelle der mit dem äufserst feuergefährlichen Gase gespeisten Argandbrenner und Schnittbrenner eben so viele Glühlichter von gleicher Lichtstärke treten, welche, da beim Springen der luftleeren Glasbirne der glühende dünne Faden darin sofort verbrennt und erlischt, absolut unfähig sind, benachbarte Gegenstände in Brand zu setzen, zumal sie nach oben durch die Blendschirme abgeschlossen werden. Ebenso wenig können die Leitungsdrähte, wenn sie richtig isolirt und mit den nöthigen Controlvorrichtungen versehen sind, zu Bedenken Anlafs geben. Dafs sämtliche Gasflammen auf der Bühne und ihren Nebenräumen hinter Drahtgittern brennen und gegen Holzwerk gehörig isolirt sein müssen, wurde bereits angedeutet.

2. Zur Feuersicherheit ist es ferner erforderlich, dafs alle Leinwand, Latten und Hölzer der Decorationen, der Unter- und Obermaschinerie, des Schnürbodens wie des Dachverbandes mit einem feuersicheren Anstrich versehen werden, welcher von Zeit zu Zeit zu erneuern ist. Noch besser und unerläfslich bei Neuanlagen ist es natürlich, Galerien, Brücken, Schnürboden und Dachverband in Eisen auszuführen. Wenn dann die Leinwand der Decorationen vor dem Bemalen durch und durch imprägnirt, die Latten durch eirunde Zinkrohre, die Hanfstriecke durch Drahtseile ersetzt werden, ist besonders bei elektrischer Oberbeleuchtung eine Feuersgefahr kaum noch vorhanden. Die Geländerholme der Galerien macht man allerdings gern von Holz, weil sich dann dort ein Haken, eine Klammer, ein Nagel,



wie man sie fortwährend nöthig hat, mit Leichtigkeit einschlagen läßt. Aus demselben Grunde und weil der Verkehr und die Gefahr dort geringer ist, kann man für die Untermaschinerie die Herstellung in Holz für einzelne Holme und Balken nachgeben, zumal bei durchgeführter Imprägnirung die Balken noch viel weniger Neigung zum Brennen haben, als das Bühnenpodium, bei dem das Holz doch nicht entbehrt werden kann. Endlich ist ein Brand in der Untermaschinerie sofort zu erreichen und unschwer zu ersticken. Dies geschieht durch

3. die Wasserleitung und die Wasserstöcke, welche auf Höhe des Bühnenpodiums und dann gewöhnlich hinter der ersten Maschinengalerie auf den massiven Gängen, die die Bühne zu beiden Seiten erfassen, in einer Anzahl von zusammen 8 bis 12 angeordnet werden. An jeden dieser meist 5 cm weiten Wasserstöcke wird, nachdem ihre Wasserleitungsfähigkeit geprüft ist, eine Stunde vor Beginn der Vorstellung der Schlauch mit Spitze angeschraubt, um nöthigenfalls sofort gebraucht werden zu können. Die Wirkung der unteren Wasserpfosten auf Bühnenhöhe ist bei dem in den öffentlichen Wasserleitungen herrschenden Drucke zweifellos ausreichend; bei den oberen, die etwa 16 m über Straßenhöhe zu liegen pflegen, ist sie weniger zuverlässig. Man pflegt daher die oberen Wasserstöcke mit Behältern, die unter dem Theaterdach liegen und aus der Leitung mittels Pumpen, Druckwasser-Widder usw. gefüllt werden, in Verbindung zu bringen.

4. Zur Ergänzung der Wasserstöcke ist noch ein Regenapparat oberhalb der Bühne vorgeschlagen, und auch in einzelnen Theatern unter dem Eindrucke des Wiener Unglücksfalls ausgeführt worden. Dieser Apparat besteht aus einer großen Zahl von Wasserrohren unterhalb des Schnürbodens, welche dort quer über die Bühne laufen, an ihrer Unterseite mit mehreren Reihen feiner Löcher versehen sind, und bei einer Feuersgefahr ganz oder gruppenweise angelassen werden sollen. Der Gedanke ist sinnreich und gehört immer noch zu den besseren all derer, mit welchen die Theaterverwaltungen damals überhäuft wurden. Die Wirkung bleibt jedoch gänzlich zweifelhaft, da der Apparat kaum einmal nach seiner Anbringung im Neubau an Ort und Stelle geprüft, die Probe aber niemals wiederholt werden könnte. Denn wer würde die Bühne nebst fester Unter- und Obermaschinerie mit ihren sorgfältig ausgetrockneten und zusammengepalsten Fußbodentafeln, Falzen, Nuthen — selbst nach Entfernung aller Decorationen — einer periodischen Wassertaufe preisgeben wollen? Die Gangbarkeit der Hähne, welche aus demselben Grunde nicht versucht werden kann, ist ebensowenig sicher, wie daß die Regenlöcher der betreffendenfalls am meisten notwendigen Rohre nicht durch Rost oder den massenhaft in jedem Theater vorhandenen dicken Staub verstopft sind. Endlich würde der Apparat bei seiner hohen Lage erst recht aus den Wasserbehältern gespeist werden müssen, und daher den Erfolg der oberen Hydranten in Frage stellen. Dies wäre umso verkehrter, als die Wirkung eines solchen starken und dicken Strahls, auf den Herd des Feuers gerichtet, von ganz anderem Werthe ist, als die eines unberechenbaren dürftigen Regens auf diese Stelle. Als Nothhilfe würden einige Schnelllöcher auf der obersten Maschinengalerie wie auf dem Bühnenpodium ein vorzügliches Mittel gegen ein aufgehendes Feuer sein.

5. Der Lüftungsschlot über der Bühne, welcher auf der Mitte des Daches derselben sich erheben und mit Klappen

geschlossen sein soll, bildet ein Seitenstück zum Regenapparat. Bei einem Brandunglück sollen diese Klappen mittels einer Zugvorrichtung vom Bühnenpodium aus geöffnet werden, um den Feuergasen den Abzug zu gewähren. Weil diese Gase die vielen Hunderte im Wiener Ringtheater erstickt haben, welche auf den dunklen Corridoren und Treppen (von der Bühne aus war das Gas im Zuschauerhause abgedreht worden!) den Rückweg nicht finden konnten, soll nun für künftige Fälle der Schlot helfen! Viel einfacher scheint es doch, daß man die Möglichkeit der Verfügung über die Hausbeleuchtung dem auf der Bühne befindlichen Personale ganz nimmt und die ganze Oberbühne, wie vorher erläutert, derart einrichtet, daß ein Brand daselbst nahezu unmöglich wird. Wäre auf den Treppen des Ringtheaters auch nur eine dürftige Nothbeleuchtung in Thätigkeit gewesen, so hätten die Verunglückten ausreichende Gelegenheit und Zeit gehabt, sich ins Freie zu retten. Hierzu würden 10 Minuten genügt haben, und in dieser Zeit füllt sich nicht von der Bühne aus, wenn deren eiserner Vorhang auch wie alles andere damals den Dienst versagte, der ganze Zuschauerraum und dann Gänge und Stiegen derart mit Kohlenoxydgas, daß das Publicum die Besinnung und die Fähigkeit, seinen Weg fortzusetzen, verlieren könnte. Aus alledem folgt also, daß die Haupthähne oder Regulirvorrichtungen für die Beleuchtung des Zuschauerhauses in einem feuersicheren (Keller-) Raume liegen müssen, welcher allein dem Beleuchtungsinspector und der Feuerwache zugänglich ist. Es folgt ferner die Nothwendigkeit einer davon unabhängigen Nothbeleuchtung der Corridore, Treppen und Ausgänge. Der Lüftungsschlot ist eine sehr fragwürdige Einrichtung. Bei den bisher üblichen Verhältnissen ist ein Feuer in der Obermaschinerie nicht mehr zu bewältigen, sobald der Luftzug, welcher durch das Oeffnen des Schlots entsteht, die Flammen anfacht. Wann soll also geöffnet werden? Doch höchstens dann, wenn der Branddirector einsieht, daß die Bühne unrettbar verloren ist. Bei den oben für Neuanlagen empfohlenen Einrichtungen der Obermaschinerie würde ein Lüftungsschlot überflüssig, ja geradezu schädlich sein. Die Ausbreitung des Feuers von der Bühne nach dem Zuschauerhause muß dadurch verhindert werden, daß die trennende Mauer völlig massiv vom Keller bis über das Dach aufgeführt, daß die verbindenden Thüren selbstschließend und feuersicher wie der Schutzvorhang der Bühnenöffnung hergestellt werden. Die meisten derartigen Vorhänge bestehen aus einem eisernen Gerippe, welches mit Eisenblech, gewöhnlich Wellblech, bekleidet ist, und dessen seitliche Ränder sich in Schienen führen, die an der Innenseite der Bühnenöffnung auf der Mauer befestigt sind. Statt aus einem Stücke besteht der Vorhang auch wohl aus zwei Theilen, von welchen der untere entweder nach unten versinkt oder sich jalousieartig hinter den oberen und mit diesem zusammen hinter den obersten, ebenfalls eisernen, festen Theil schiebt. Dieses oberste Stück bildet dann selbst den Lambrequin des manteau d'Arlequin und ist dementsprechend nach dem Zuschauerraum ausgebildet und bemalt, oder es ist durch einen solchen Lambrequin von Stoff verdeckt. Der bewegliche Theil hängt in Gegengewichten und wird mittels Winden bewegt, die durch eine Ausrückvorrichtung ein rascheres Herablassen ermöglichen. Um ein heftiges Aufsetzen auf das Podium abzuschwächen, sind unter den beiden Endpunkten der senkrechten Rahmstücke Federn oder Gummipuffer angebracht. — Man kann nicht behaupten, daß



die bisherigen Erfahrungen mit diesen eisernen Abschlüssen sehr glückliche seien. Im verhängnisvollen Augenblicke haben sie ihre Schuldigkeit nicht gethan, wie in Wien, oder sie haben schon vorher Unheil angerichtet, wie in Leipzig und Berlin. Wenn die Oberbühne feuersicher eingerichtet, der Zuschauerraum mit ausreichenden Ausgängen und Treppen ausgestattet ist, könnte man der Theaterverwaltung die großen Anschaffungskosten und die lästige Unterhaltung eines eisernen Vorhanges erlassen, der allabendlich zur Controle der Gangbarkeit heraufgewunden und herabgelassen werden muß. Um diese Nachteile zu mindern, hat Verfasser für das neue Stadttheater in Magdeburg, dessen Ausführungsleitung und langjährige Verwaltung ihm obgelegen hat, einen feuersicheren Abschluss aus einem leichten eisernen Rahmen hergestellt, welcher statt des Blechs mit einem 8 mm starken, als unverbrennlich erprobten Asbeststoffe bespannt worden ist. Der geschlossene Vorhang ruht auf dem Bühnenpodium nur mit den beiden senkrechten Randschienen (L Eisen) in Pufferbüchsen auf. Die erste feste wagerechte Querschiene befindet sich hierbei 2,5 m über Fußboden, sodafs der Stoff dieses untersten Theiles von 2,5 m Höhe beim unvermutheten Herabfallen des Abschlusses weder jemand beschädigen, noch bei einem Bühnenbrande Verspäteten oder Abgeschlossenen die Gelegenheit nehmen kann, unter der unteren Kante des Vorhangs hindurch nach dem Zuschauerraum sich zu retten. Der Vorhang ist sehr viel leichter, daher auch bequemer beweglich, und wesentlich wohlfeiler, als die ganz eisernen. Er hat dann auch die Billigung der Verwaltungsbehörden und des Ministeriums gefunden, da er geeignet erscheint, das Publicum zu beruhigen, und bis zur gänzlichen Räumung des Hauses die Feuergase wie die Fortpflanzung des Brandes in den Zuschauerraum hinlänglich abzuhalten.

#### Umformung der Bühne.

Die in dem vorhergehenden Abschnitte im einzelnen beschriebenen Einrichtungen können nun in zweifacher Hinsicht geändert werden und zwar:

1. in den Größenverhältnissen,
2. in der Anordnung der Decorationen.

Jeder Architekt sieht sehr bald ein, dafs für die Anzahl der im Hause unterzubringenden Zuschauerplätze die Gröfse der Bühnenöffnung von am meisten einschneidender Bedeutung ist. Vor allem kommt hier die Breite dieser Oeffnung in Betracht. Die größte Breite besafs früher die Oper in Bologna mit 14,75 m. Dieses Mafs wurde durch die Neue Oper in Paris auf 15,69 m erweitert.

Dieselbe Abmessung von 15,69 m (50 Fufs rhl.) beabsichtigte Langhans für das Victoriatheater in Berlin einzuführen (Zeitschr. f. Bauw. 1860). Er hebt die großen damit verknüpften Vorzüge für den Zuschauerraum hervor und führt an, dafs die bisherige Beschränkung dieses Mafses, welche durch die geringe Leuchtkraft der Oellampen begründet war, nunmehr gänzlich hinfällig sei, nachdem eine glänzende Soffitenbeleuchtung durch Gas stattfände. Im ersten Drittheil unseres Jahrhunderts war nämlich eine Soffitenbeleuchtung fast gar nicht oder doch nur unzureichend vorhanden. Rampe und Kulissenbeleuchtung mußten mit Unterstützung der Krone im Zuschauerraum alles allein besorgen, und der mittlere Theil der Bühne wurde daher nach dem Hintergrunde zu immer dunkler. Die Soffitenbeleuchtung ist nun heute so weit ausgebildet und entscheidend,

dafs die Kulissenbeleuchtung nur noch untergeordnete Bedeutung hat, und beispielsweise bei den geschlossenen Decorationen, wie bereits oben erwähnt, ganz in Wegfall kommt. Für die Soffitenbeleuchtung giebt es überhaupt keine Beschränkung mehr in ihrer Breitenausdehnung, mag es nun eine Gasbeleuchtung oder eine mit elektrischem Glühlicht sein. Nach alledem liegt in der Beleuchtung kein Bedenken vor, die Breite der Bühnenöffnung, wie dies in der beigegeführten Skizze geschehen, auf 19 m zu erweitern. Man könnte jedoch zweifelhaft sein, ob dies vortheilhaft sei, einmal für die Akustik und zweitens für das Bühnenbild und die Handhabung der Decorationen.

In seiner Katakustik verlangt Langhans bereits 1810, dafs die Prosceniumswände, welche die Bühnenöffnung einschließen, mit erhabenen oder vertieften Verzierungen versehen seien, um den Ton nie voll, sondern nur gebrochen zurückzuwerfen. Er ist hierin, wie fast überall in dieser kleinen aber werthvollen Schrift, im Rechte. Wenn z. B. bei glatten Prosceniumswänden ein Darsteller ganz dicht an der linken Prosceniumswand spricht, und die Bühnenöffnung auch nur die mittlere Breite von 12 m hat, so kann für die vorderen Plätze der linken Seite des Parkets durch die rechte Prosceniumswand ein störender Nachhall entstehen, da der von dort voll zurückgeworfene Schall einen um etwa 19 m (siehe weiter unten) größeren Weg als der unmittelbare Ton zu machen hat. Bei wie angegeben verzierten Prosceniumswänden ist dies nicht zu befürchten, weil der daran gebrochne Wiederhall nirgends stören kann. Die französischen Architekten gehen allerdings von anderen Erwägungen aus, welche bei der Akustik des Zuschauerraumes behandelt werden sollen.

Was nun das Bühnenbild und die Decoration anlangt, so fallen die Rücksichten darauf zusammen mit der oben schon in Aussicht gestellten Aenderung in der Anordnung der Decorationen. Wie das Bühnenbild bisher construirt worden ist, ist aus den Abbildungen ersichtlich. Die Linie *AB*, in welcher die Vorderkanten der Kulissen liegen, die Linie *CD*, nach welcher die Unterkanten der Soffiten gehängt sind, gehen schwach zusammenlaufend nach dem Verschwindungspunkte *V*, (Abb. 3), der in der Mittelachse etwa 1,5 m bis 2 m über dem Fußboden der Bühne angenommen wird. Der Standpunkt des Beschauers ist dabei in der Achse des Parkets im Hintergrunde desselben und ungefähr 1,5 bis 2 m unterhalb des Brüstungspolsters vom ersten Rang gedacht. Kulissen und Soffiten sind nun derartig behandelt, dafs sie mit dem den Hintergrund der Scene bildenden Prospect ein künstlerisch schönes, möglichst täuschendes Raumbild darstellen. Dies ist durch geschickte schaubildliche Zeichnung der Linien und Flächen, welche, von Kulisse zu Kulisse, von Soffite zu Soffite übergehend, scheinbar diese einzelnen Stücke zu zusammenhängender Wand und Decke verbinden, sehr wohl zu erreichen — leider aber immer nur für den oben erwähnten Standpunkt des Beschauers. Sobald dieser Standpunkt, welcher mit Rücksicht auf die große Menge der zugleich am höchsten bezahlten Plätze des Parkets und ersten Ranges in dieser Weise vermittelnd festgesetzt ist, nach rechts oder links verlassen wird, so hört auch für Parket und ersten Rang der Zusammenhang der schaubildlichen Linien bei Kulissen und Soffiten auf, welcher für die oberen Ränge überhaupt nirgend vorhanden ist. Der weitaus größte Theil der Zuschauer sieht also das brettebene Decorationselend mit handgreiflichster Deutlichkeit, und muß sich mit dem Gedanken,



dafs dies eben immer so gewesen und nicht anders zu machen sei, in eine gewisse Einbildung hinein trösten. Diese Verzerrung, dieses Auseinanderfallen der Linie ist natürlich vorzugsweise empfindlich bei den streng gebundenen architektonischen Decorationen, weil hier dieser Mangel sofort in die Augen springt. Viel weniger findet dies statt bei Decorationen, welche Gärten, Wald, Gebirge, überhaupt das Landschaftliche darstellen. Architekturen sind jedoch naturgemäfs als Schauplatz der Handlung in überwiegender Mehrzahl erforderlich, und werden als Bogenstellungen, Säulenhallen, Pavillons, Terrassen, Ruinen usw. mit Recht gern als Vordergrund auch für die landschaftlichen Decorationen verwendet, während letztere mehr auf den Mittelgrund beschränkt werden und ihnen vorzugsweise der Hintergrund und der Schlußprospect vorbehalten bleiben. Auch bei

Architekturen, mit deren Wesen es sich verträgt, findet sich als letzte Kulisse oder Bogen vielfach eine offene Halle mit Durchblick auf einen landschaftlichen Schlußprospect. Der einzige Weg zur Abhülfe der oben hervorgehobenen schaubildlichen Mifsstände bei den architektonischen Decorationen besteht in der weiteren Ausbildung der bereits auf der Bühne gebräuchlichen sogenannten geschlossenen Decorationen. Ehe jedoch hierauf näher eingegangen wird, ist es nöthig, über die Bestimmung und Verwendung von Vordergrund, Mittelgrund und Hintergrund der Bühne zu sprechen.

Der Vordergrund gehört selbstverständlich den einzelnen Hauptdarstellern, der Mittelgrund den Massenfaltungen, der Hintergrund den Durchsichten bei Architekturen, den entfernteren Theilen bei Landschaften. Wenn die in Abb. 4 im

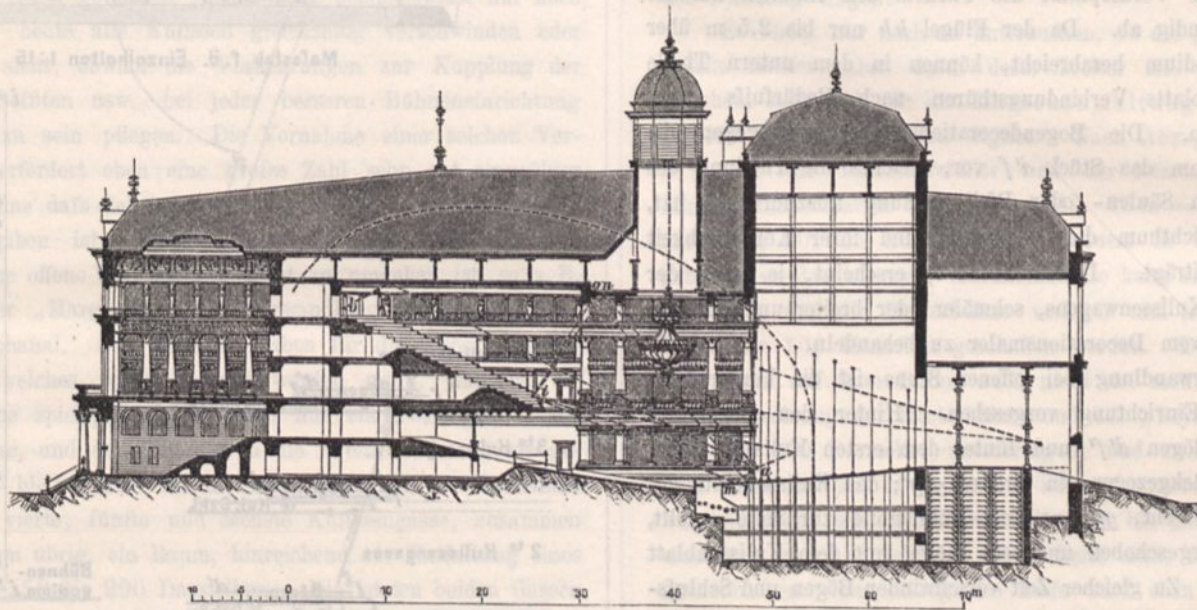


Abb. 6. Längenschnitt.

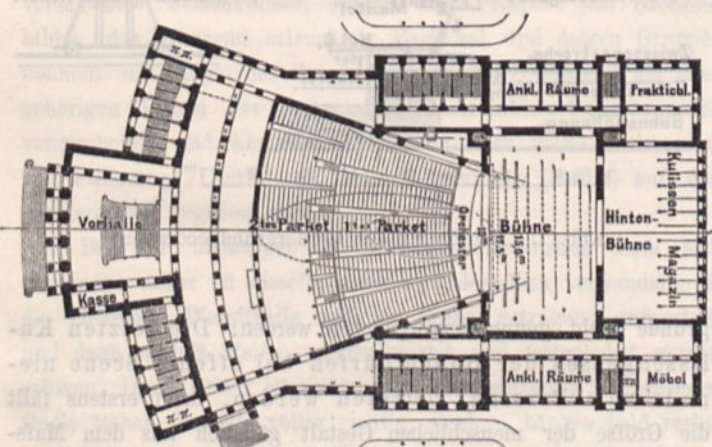


Abb. 4. Grundrifs des Parkets, 1. u. 2. Corridor.

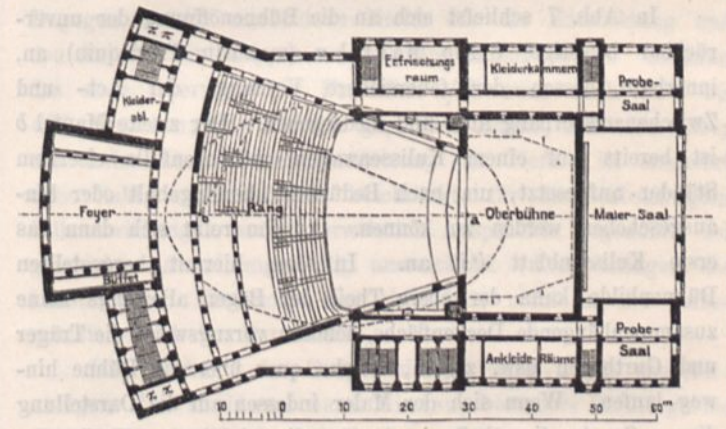


Abb. 5. Grundrifs des Rang, 1. u. 3. Corridor.

Grundrisse und in Abb. 6 im Durchschnitte gezeichnete Bühne bei einer Tiefe einschl. Proscenium von 19,80 m in acht Kulissengassen getheilt ist, so genügen für die Einzeldarsteller die ersten zwei bis drei Kulissengassen, diese und die folgenden drei für die Aufzüge und die Massentwicklung, sodafs die letzten zwei unter allen Umständen für die Fernsichten vorbehalten bleiben. Stellt man nun nach Art der geschlossenen Decorationen für den Vordergrund zwei zusammenlaufende Seitenwände Abb. 4 und 7, so wird man davon folgende Vortheile haben: 1) Alle Zuschauer, die sich innerhalb der Verlängerung dieser Seitenwände befinden, werden jeder Handlung auf der

Scene, auch wenn dieselbe ganz auf einer Seite, oder wenn „aus der Kulisse“ heraus gespielt und gesprochen wird, stets und ohne aufzustehen oder sich vorzubiegen, mit Bequemlichkeit folgen können. 2) Wird eine solche geschlossene Decoration nebst Bögen und Schlußprospect einen so täuschenden Eindruck des Körperlichen, Räumlichen machen, wie dies auf der Bühne zu erzielen nur irgend möglich ist. Diese Decoration wird durch Bögen in Verbindung mit einer abgeänderten Kulisseneinrichtung hergestellt. Der Kulissenständer gg Abb. 7 ist aus zwei kräftigen Eisen verbunden und steht mit seinem Untertheil durch den Kulissenschlitz wie gewöhnlich im Kulissenwagen



auf. An ihm ist drehbar um das Gelenkband *k* der ebenfalls aus leichtem Eisen verbundene Flügel *hh* befestigt. Das Kulissenblatt *ii* besteht aus einem Rahmwerk von  $\frac{4}{10}$  cm starken Holze, über welches die Leinwand gespannt ist. Das Blatt ist mit den Haken *ee* auf den Flügel *hh* oben und unten sicher aufgehängt. Es wird sich also mit dem Flügel *hh* leicht und sicher in die Linie *i'i'* der Decoration drehen lassen, sobald der Kulissenständer in die Kulissengasse zwischen den Bögen *df* hinreichend weit vorgerollt worden ist. Auf diese Weise stellen die Kulissenblätter *i'i'* Abb. 7 durchaus der Wirklichkeit entsprechend die Seitenwände der Vordergrund-decoration dar, und verbinden mit ihren Gesimsen und Gliederungen nicht nur genau schaubildlich die hintereinander folgenden Bögen *df*, sondern sie schneiden auch für die Prosceniumslogen und die Vorderplätze des Parkets den Einblick auf die Bühne vollständig ab. Da der Flügel *hh* nur bis 2,5 m über das Bühnenpodium herabreicht, können in dem untern Theile des Kulissenblatts Verbindungsthüren nach Bedürfnis angebracht werden. Die Bogendecorationen springen gegen die Seitenwände um das Stück *i'f* vor, welches die Theilung des Raumes durch Säulen- oder Pfeilerstellung auszudrücken hat, und zum Reichthum der Decoration und ihrer Körperlichkeit wesentlich beiträgt. Dieses Stück *i'f* erscheint, je nach der Stellung des Kulissenwagens, schmaler oder breiter und ist dementsprechend vom Decorationsmaler zu behandeln.

Zur Verwandlung bei offener Scene ist die Verdopplung der ganzen Einrichtung vorgesehen. Hinter den Bögen *df* hängen die Bögen *d'f'* und hinter dem ersten Kulissenständer *gg* steht zurückgezogen ein zweiter *g'g'*; das Kulissenblatt *i'i'* wird zurückgedreht, *gg* aus dem Bühnenbild zur Seite gerollt, *g'g'* etwas vorgeschoben und sein Flügel mit dem Kulissenblatt herausgedreht. Zu gleicher Zeit verschwinden Bögen und Schlußprospect nach oben und lassen die dahinter bereits hängende neue Decoration sichtbar werden.

In Abb. 7 schließt sich an die Bühnenöffnung der unverrückbar befestigte erste Mantel *a* (manteau d'Arlequin) an, innerhalb dessen der feuersichere Vorhang, der Act- und Zwischenactsvorhang auf- und niedergehen. Der zweite Mantel *b* ist bereits auf einem Kulissenwagen mit ebenfalls eisernem Ständer aufgesetzt, um nach Bedürfnis hereingeholt oder hinausgeschoben werden zu können. An ihn reiht sich dann das erste Kulissenblatt *i'i'* an. In dem hiermit hergestellten Bühnenbilde kann der obere Theil der Bögen allerdings keine zusammenhängende Deckenfläche, sondern vorzugsweise die Träger und Gurtbögen usw. zeigen, welche quer über die Bühne hinweg laufen. Wenn sich der Maler indessen auf die Darstellung dieser Constructionstheile und für die sichtbaren Theile der Deckenfelder auf die diesen Constructionstheilen parallelen Linien, auf Rosetten und Rundornamente beschränkt, wird der Eindruck ein hinreichend befriedigender werden. Die hierzu senkrechten, zu den Seitenwänden also parallelen Linie sind möglichst zu vermeiden, da sie für den größten Theil des Publicums in mehr oder minder auffallender Weise auseinander fallen müssen. Ein großer Theil der Decorationsmaler verstößt gerade hiergegen mit wenig begreiflicher Gleichgültigkeit. Bei den Decorationen des Mittelgrundes braucht man weniger peinlich zu verfahren, und kann sich mit einfachen Bögen begnügen, deren Seitentheile sogar im Schaubilde gegen die Seitenwände des Vordergrundes etwas zurückspringen und so den Eindruck her-

vorbringen können, als folgten auf den vorderen Raum noch mehrere breitere Säle. Das Bühnenbild erhält dadurch etwas Großartiges, dessen Eindruck noch erhöht wird, wenn es der Hintergrund mit ein oder zwei Landschaftsbögen und einem Schlußprospect abschließt, welcher einen Blick ins Freie, ins Gebirge, aufs Meer usw. darstellt. Eins kann beim Hinter-

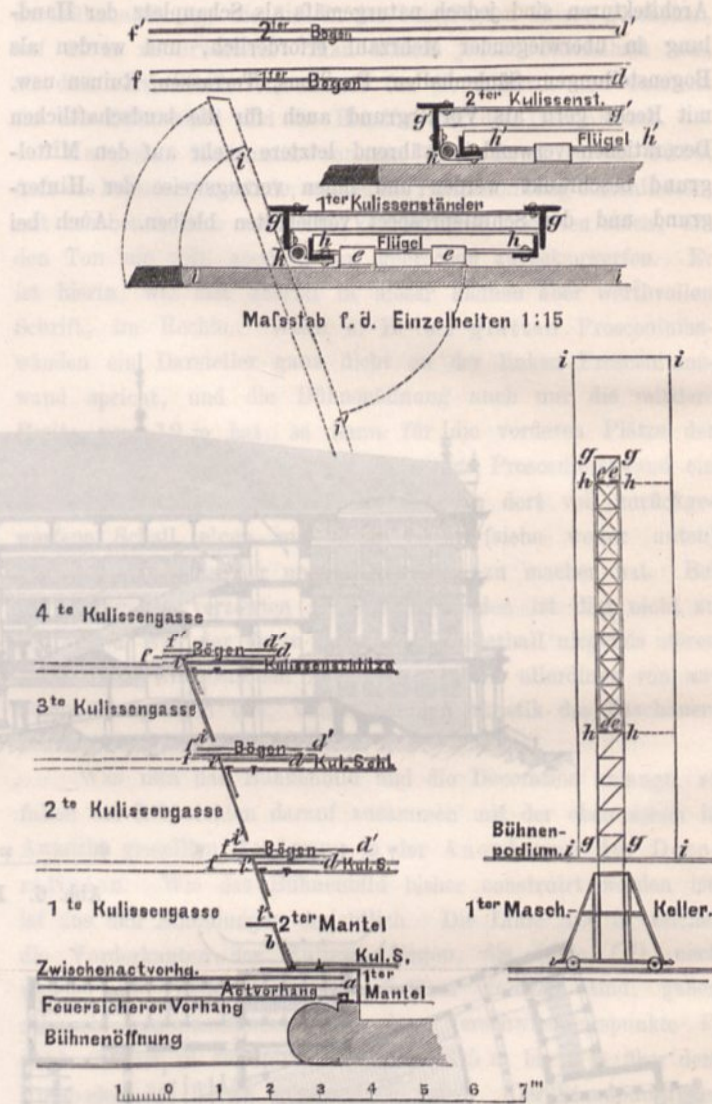


Abb. 7. Anordnung der Vordergrund-decoration.

grunde nicht genug hervorgehoben werden: Die letzten Kulissengassen der Bühne dürfen bei offener Scene niemals vom Personal betreten werden, denn erstens fällt die Größe der menschlichen Gestalt gänzlich aus dem Maßstabe des Hintergrundbildes heraus, und zweitens ist aus demselben Grunde zu vermeiden, daß auch nur die Schatten der Personen auf die Hintergrund-decorationen geworfen werden. Selbst auf größeren Bühnen wird hiergegen nicht allzu selten empfindlich gesündigt. Soll das Bühnenbild eine Waldlandschaft, eine Gebirgsgegend oder dgl. vorstellen, so geschieht dies, da ein streng gesetzmäßiger Zusammenhang der einzelnen Decorationstheile der Natur der Sache nach hier gar nicht vorhanden ist, sein Mangel also auch nicht empfunden werden kann, ganz wie bisher am besten ebenfalls durch Landschaftsbögen, zwischen welche im Vordergrund, um den Einblick abzuschneiden, einige Kulissenblätter als Bäume, Felsen usw. schräg eingesetzt werden.



Das Verwandeln der Decoration bei offener Scene war bis etwa 1830 bei den französischen wie bei allen andern Theatern in solchem Mafse die Regel, dafs der Vorhang bei Beginn des Stücks gehoben und dann überhaupt erst beim Schluß der Vorstellung wieder gesenkt wurde. Trotz der aufgewendeten Mühen und Kosten, um mittels offener Verwandlung einen angenehmen Eindruck, eine Täuschung, eine Ueberraschung der Zuschauer hervorzubringen, mußte man sich endlich doch eingestehen, dafs an Stelle der glücklichen Zeiten, welche jede auch nur halb gelungene derartige Verwandlung mit naiver Bewunderung hinnahm, ein kritisches Zeitalter getreten war, dessen Ansprüche zu befriedigen mehr und mehr unmöglich wurde. Man verwandelte daher bei herabgelassenem Vorhange und nur ausnahmsweise bei offener Scene. Im Laufe der Zeit ist dies überall die Regel geworden, sodafs man beispielsweise nur noch sehr selten heute alle Kulissen gleichzeitig verschwinden oder erscheinen sieht, obwohl die Vorkehrungen zur Kupplung der Kulissen, Soffiten usw. bei jeder besseren Bühneneinrichtung vorhanden zu sein pflegen. Die Vornahme einer solchen Verwandlung erfordert eben eine große Zahl sehr gut eingeübter Arbeiter, ohne dafs dabei eine Sicherheit für den befriedigenden Erfolg gegeben ist. Aber dennoch kommen Fälle vor, in welchen eine offene Verwandlung nicht zu umgehen ist, so z. B. in der Oper „Margarethe“ die Verwandlung der Brockenscene in das Bachanal. Um Platz zu haben für die Anordnung des letzteren, welches fertig gestellt werden muß, während die Brockenscene spielt, wird für diese nur ein Felsbogen in die erste Kulisse, und der Prospect in die zweite Kulissengasse gehängt. Es bleiben also für die Gruppenbildung des Bachanals die dritte, vierte, fünfte und sechste Kulissengasse, zusammen etwa 120 qm übrig, ein Raum, hinreichend zur Entfaltung eines Bildes mit 150 bis 200 Darstellern. Die letzten beiden Gassen sind für die Bildtiefe freigelassen. Auf den Wink Mephistos verschwindet Felskulisse, Bogen und Prospect des Brockensbildes, das glänzend erleuchtete Bachanal und dessen Gruppen nehmen das Auge der Zuschauer gefangen, während die dazu gehörigen Flügel der ersten beiden Architecturkulissen rasch vorgeschoben und hinausgedreht, dann aber volles Licht auch von Fußrampe, Portal und erster Oberrampe (Soffite) auf den Vordergrund gegeben wird.

Bei der bisherigen geschlossenen Decoration liefs sich überhaupt weder in dieselbe noch aus derselben verwandeln, da die einzelnen Wandtheile auf die Scene getragen, aufgestellt und dann mittels Steifen abgeschwertet und festgebohrt werden müssen. Diese Arbeit ist zeitraubend. Die einzelnen Decorationstheile stehen fast nie völlig richtig, sondern hängen bald rechts bald links über. Durch den oben erläuterten Abänderungsvorschlag ist nicht nur die Verwandlungsfähigkeit bei offener Scene, wie vorher nachgewiesen, gewahrt, sondern auch — und dies ist die Hauptsache — das gewöhnliche Verwandeln hinter dem Vorhange erfolgt rasch, sicher und genau richtig. Der Zeitgewinn ist sehr wesentlich und der Zwischenact kann auf ein geringstes herabgesetzt werden, sodafs das Fortschreiten der Handlung nicht durch verschiedene Pausen von 5 bis 10 Minuten unterbrochen und der Erfolg der Darstellung damit gelähmt wird. Zur Erholung der Zuschauer genügt eine Pause von längerer Dauer, welche geschickt zu legen Sache des Regisseurs ist.

Die geplante Vordergrunddecoration bietet also, um dies noch einmal zusammenzufassen, die Vortheile erstens der Ueber-

sichtlichkeit von allen Plätzen des Zuschauerraumes, zweitens eines reichgegliederten, schaubildlich richtigen, körperlich zusammenhängenden Bühnenbildes und drittens einer raschen und sicheren Verwandlung. Unseres Erachtens dürfte damit schon recht viel erreicht sein! Die neuzeitlichen Panoramabilder zeigen am schlagendsten, wie weit durch einen körperlichen Vordergrund, aus welchem der Blick allmählich auf die nur gemalte Hintergrundleinwand geleitet wird, die Einbildung der Wirklichkeit selbst bei geringer Tiefe hervorgerufen werden kann. Wie viel mehr muß dies der Fall sein bei den bedeutenderen Tiefenabmessungen einer Bühne, bei der thatsächlich räumlich aufgebauten Architektur des Vordergrundes, bei den in Fleisch und Blut auftretenden und handelnden Personen, welche durch die Kunst des Vortrags den Zuhörer in die Welt der Dichtung tragen!

Es bleibt nur noch zu untersuchen, ob die geplante Bühne, welche flacher, aber dafür desto breiter ist, als die bisher üblichen, sich auch für die Massenfaltung des Chors, des Ballets und der Statisten eignet. Nach Abzug der vorderen 3 m für die Einzeldarsteller und der letzten 4 m für die Hintergrunddecoration bleiben noch  $12 \cdot 15 \text{ m} = 180 \text{ qm}$  übrig, auf denen 300 bis 360 Darsteller bequem in Gruppen untergebracht werden können. Ausnahmsweise kann sogar die Schlußdecoration auf die Hinterbühne verlegt, und so noch weiterer Raum für 100 Menschen geschaffen werden. Die neue Pariser Oper kann auf ihrer Bühne auch nicht viel mehr als 500, und unter Benutzung der Hinterbühne und des „Foyer de la danse“ 700 bis 800 Darsteller unterbringen, und zwar nur dadurch, dafs dieselben zu 40 oder 50 Reihen hintereinander stehen, während doch, wie in unserm Falle, 24 bis 30 Reihen hintereinander schon vollkommen ausreichend sind, das Massenhafte auszudrücken. Die allzugrofe Tiefe wird eben unnutzbar, da die Vorderen die Hinterstehenden schließlic — wenigstens für das Parket und den ersten Rang — mehr und mehr verdecken. Dagegen ist die erheblichere Breite für die Entwicklung und den Anblick der Gruppen von unbestreitbarem Nutzen. So kann das neue Opernhaus in Frankfurt a/M. zwar auch 300 bis 400 Menschen, wie auf der geplanten Bühne, aufstellen; aber nur unter übertriebener Ausnutzung der Tiefe. Es erscheint diese Zahl, auch auf 300 beschränkt, für die beabsichtigten Bühnenwirkungen, selbst verwöhnten Ansprüchen gegenüber, bei geschickter Anordnung völlig ausreichend. Das Gelingen des künstlerischen Eindrucks liegt jedenfalls nicht in der unbegrenzten Zahl der Darsteller.

Die Wirkung der Gruppenbildung wird durch das Ansteigen des Podiums nach hinten, besonders für die große Zahl der Parketbesucher, wesentlich erhöht. Andernfalls würde man vom Parket das Podium nur in sehr starker Verkürzung übersehen können. Bei den jetzigen tiefen Bühnen hat man dieser Steigung, welche eine schaubildliche Folge der zusammenlaufenden Seitendecorationen ist, ein Maf von 3 bis 4 pCt. der Tiefenabmessung der Bühne gegeben. Diese Neigung ist für das Ballet nicht nur nicht hinderlich, sondern für den Tanz aus dem Hintergrunde in der Diagonale nach vorn, in den die Hauptwirkung gelegt wird, besonders erwünscht, da sie den kräftigen Schwung begünstigt (Langhans). Bei der breiten Bühne könnte man diese Neigung unbedenklich auf 6 pCt. der Tiefe für das Proscenium vom Orchester bis zur Vorhanglinie, auf 4 pCt. für die ersten sechs Kulissengassen (die eigentliche



Scene, soweit sie von den Darstellern betreten wird) und auf 8 pCt. für die siebente und achte Gasse des Hintergrundes festsetzen.

Nicht ohne Berechtigung könnte man schliesslich bei so grossen Vorzügen der geplanten Bühneneinrichtung fragen, warum die Breite der Bühnenöffnung, von welcher die Zuschauerzahl in erster Linie abhängt, auf 19 m beschränkt worden ist. Eine Erweiterung um einige Meter würde nicht unmöglich, damit aber jedenfalls die äusserste Grenze erreicht sein. Diese Grenze wird durch künstlerische und praktische Erwägungen gezogen. Die grössere Breite der Bühne führt auch, wenn kein unschönes, gedrücktes Verhältniss des Raumes entstehen soll, eine grössere Höhe der Soffiten unabweislich mit sich. Durch die Soffiten, oder in unserm Falle durch die Obertheile der Bögen gegen den Zuschauerraum gedeckt, ist (γ in Abb. 2) die Soffitenbeleuchtung angebracht. Bei einem 9 m betragenden Abstände derselben vom Podium einer mittelgrossen Bühne rechnet man für das laufende Meter etwa eine Lichtmenge von 100 bis 120 Normalkerzen (6 Flammen zu 16 bis 20 Normalkerzen). In unserer Abbildung 6 hängt die erste Oberbeleuchtung 12 m über Bühnenpodium, würde also, da die Lichtstärke nach dem Quadrat der Entfernung abnimmt,

$$\frac{100 + 120}{2} \cdot \frac{12^2}{9^2} = \text{rund } 195 \text{ Normalkerzen, also fast das}$$

Doppelte derjenigen Lichtmenge aufweisen müssen, welche bei 9 m Höhe über Podium genügt, um derselben gleich zu wirken. Die Steigerung der Höhe der Soffiten, welche von der wachsenden Breite der Bühnenöffnung abhängig ist, dürfte demnach in den nach dem Quadrat wachsenden Kosten der Beleuchtung sehr bald ihre Grenze finden. Ferner müssen an dieser vergrösserten Höhenentwicklung auch die andern Decorationen: Kulissen, Satzstücke usw., mit derselben Unabwendbarkeit theilnehmen. Das erste Kulissenblatt würde bei 1,90 m Breite und 9 m Höhe rund 200 Pfund wiegen, zu seiner Handhabung also bereits 3 bis 4 kräftige Arbeiter erfordern. Durch noch grössere Abmessungen mit dem Gewicht hierüber hinaus zu gehen, ist mit Rücksicht auf den Bühnendienst nicht zu empfehlen. Endlich sind auf der Scene hin und wieder auch kleinere Räume, Dachzimmer, Mansarden, Bauernstuben usw., darzustellen, deren Natur so bedeutende Mafse nicht recht verträgt. Man mufs sich dann, wie es auch schon jetzt auf grösseren Bühnen geschieht, dadurch helfen, dafs man den zweiten Mantel, wie die Bögen und Kulissen, von beiden Seiten mehr und mehr in die Scene hineinschiebt, den eigentlichen Raum in die dritte und vierte Kulisse, und vor denselben noch einen Vorraum legt, um so in schickliche Abmessungen zu gelangen. Diese Aushülfe ist uralt. Schon die Griechen hatten bei ihrer breiten Bühne hierfür das „Ekkyklema“, einen kleinen abgeschlossenen Raum, welcher hinter eine viereckige Oeffnung der Schlußdecoration gerollt wurde.

Der Raum hinter den Kulissen bis zu den massiven Seitenmauern der Bühne wird durch die zusammenlaufenden Seitendecorationen in einer Weise abgetheilt, wie sie dem Bedürfnisse gar nicht besser entsprechen kann. Neben dem Vordergrund ist der Platz am beschränktsten, für die Zahl der Einzeldarsteller aber immer noch reichlich bemessen. Neben Mittelgrund und Hintergrund dehnt er sich immer mehr, um im Zusammenhange mit der Hinterbühne das Aufstellen und Anordnen der Chöre und Aufmärsche für die Massenentwick-

lungen zu ermöglichen und auch noch diejenigen Kulissen, Satzstücke usw. aufzunehmen, welche zum raschen Wechsel der Decoration für den Abend nöthig sind. Die beiden Seitenthüren der Bühnenhinterwand, deren grosse Mittelöffnung durch eiserne Schiebethore gegen die Hinterbühne abzuschliessen ist, dienen zur Verbindung der beiden Bühnenseiten, falls die Hinterbühne zum Stellen der Schlußdecoration mit in Anspruch genommen wird.

Bei den grossen Vorzügen der Bogendecorationen, der schönen Wirkung, die sie machen, der Leichtigkeit ihrer Bewegung und dem geringen Platz, den sie beanspruchen, nehmen sie auch auf der geplanten Bühne unter allen Decorationen den ersten Rang ein. Ausser ihnen und den Schlußprospecten sind nur noch die Kulissenblätter für den Vordergrund und die Satzstücke zur Ausstattung des Bühnenbildes als vorhanden angenommen. Die vier Maschinengalerieen, Abb. 6, haben nur in der zweiten, dritten und vierten Galerie eine Verbindung über die Bühne hinweg durch drei schmale eiserne Brücken, welche an die Träger des Schnürbodens angehängt sind. Der ganze übrige Raum über der Bühne bis zum Schnürboden ist frei und kann ausser den Soffitenbeleuchtungen noch etwa 16 Bögen oder Prospective über jeder Kulissengasse aufnehmen, eine Zahl, welche mehr als hinreichend ist, den Bedarf eines Abends zu decken. Die andern Bögen und Prospective müssen in Magazinen untergebracht werden. Dieselben wie die Kulissenmagazine in besonderen Gebäuden einzurichten, ist ein Nothbehelf, der nur dann zu entschuldigen ist, wenn die Beschränktheit des Bauplatzes dies erfordert. Durch das weite Tragen oder Fahren, das vielfache Auf- und Abladen, durch Regen, Staub und Sonne leiden die Decorationsstücke mehr, als wenn sie doppelt und dreimal so lange auf der Bühne benutzt werden. Wie häufig ereignet es sich nicht, dafs durch plötzliche Erkrankung eines Darstellers die Aufführung eines in der Scenerie völlig vorbereiteten Stückes kurz vor seinem Beginn unmöglich gemacht wird und dafür ein anderes gegeben werden mufs. Bei Magazinen ausserhalb des Theaters werden die Schwierigkeiten alsdann leicht so gross, dafs an einem derartigen Abende überhaupt nicht gespielt werden kann. Der Grund der Feuersgefährlichkeit, aus welchem man die Magazine in neuerer Zeit häufig aus den Theatergebäuden verbannt, ist hinfällig, wenn diese Räume von der Bühne getrennt und dabei doch leicht zugänglich und passend eingerichtet sind. Die mit Erdfarben übermalte und vorher ebenso wie das Holzwerk imprägnirte Leinwand brennt überhaupt sehr schwer und glimmt dann höchstens. Der bisher gewöhnliche Herd des Feuers ist auch nicht in diesen Magazinen, sondern auf der Bühne und zwar besonders in der Gasbeleuchtung der Soffiten zu suchen.

Das Gardinenmagazin für Bögen, Prospective, Schleier, Vorhänge u. dgl. wird, um den Platz auszunützen, am besten unter der Hinterbühne angelegt. Durch Lüftung ist dafür zu sorgen, dafs es immer trocken bleibt. Es besteht aus mehreren Abtheilungen von 3 m Breite über- und nebeneinander, welche durch Ständer und Kopfbänder von einander getrennt sind. Auf je ein Kopfband lassen sich von den zusammengerollten und dann etwa 30 cm starken Prospecten drei und darüber noch zwei Stück, zusammen also fünf Stück, der Länge nach aufstapeln. Der Fußboden der Hinterbühne (Abb. 6) hat über der Mitte jedes Ganges einen Schlitz von 50 cm Breite, welcher ähnlich wie die Cassetten einer Bühne durch Brettklappen, die



sich aber nach oben öffnen, geschlossen ist. Durch diese Klappen werden die Prospective usw. an Haken und Stricken herabgelassen und gleich auf ihr Kopfband abgelegt. Die Einrichtung Abb. 6 zeigt in dem untersten Geschoße je vier, in den beiden oberen je fünf Kopfbänder, sie enthält also:

$3 \cdot (4 + 5 + 5) 2 = 84$  Kopfbänder, kann also  $84 \cdot 5 = 420$  gerollte Decorationen aufnehmen. Eine Architekturdecoration der geplanten Bühne besteht aus 2 bis 3 Bögen oder 2 Bögen und einem Prospective des Vordergrundes (dritte Kulissengasse), dazu  $2 \cdot 3 = 6$  Kulissenflügeln und den nöthigen Satzstücken zum Ausfüllen der Bühne und als Thür-, Fenster- oder Kamin-Einsätze. Mittel- und Hintergrund enthalten zusammen durchschnittlich 4 Bögen und einen Prospect. Eine Ausstattung mit 35 vollständigen Architekturen, 10 landschaftlichen Vordergründen und 15 theils architektonischen, theils landschaftlichen Mittel- und Hintergrunddecorationen ist für eine Bühne schon eine ganz stattliche, besonders wenn der Decorationsmaler die einzelnen Stücke so ausbildet, daß sie zu scheinbar immer andern Bildern zusammengesetzt und durch Hinzufügen einiger Satzstücke oder eines neuen Schlußprospects eine vom bisherigen verschiedene örtliche Beziehung erhalten. 35 Architekturen, jede zu 3 Stück, würden ergeben . . . . . 105 Stück  
10 landschaftliche Vordergrunddecorationen, jede zu  
3 Stück . . . . . 30 „  
15 Mittel- und Hintergrunddecorationen, jede zu  
4 Stück . . . . . 60 „  
Schlußprospective, vorzugsweise landschaftlicher Art 50 „  
zusammen 245 Stück

Im Gardinenmagazin (Abb. 6) können 420 Stück Decorationen und außerdem auf der Bühne unter dem Schnürboden  $7 \cdot 16 = 112$  Stück Platz finden. Damit wäre reichliche Ausdehnung der Decoration vorgesehen. Für die Vordergrunddecorationen sind durchschnittlich je 6 Kulissenblätter und etwa 4 Satzstücke im Kulissenmagazin unterzubringen. Diese 10 Stück von 1,90 m Breite, 8 bis 9 m Höhe und 4 cm Dicke nehmen, übereinander gelehnt,  $4 \cdot 10 = 40$  cm oder mit Spielraum und da sie etwas schräg gestellt werden müssen, einen Raum von 60 cm Tiefe bei rund 2 m Breite ein.

Das Kulissenmagazin, Abb. 4, welches sich an die Hinterbühne anschließt, besteht aus  $2 \cdot 6$  Ständen rechts und links neben der Pferderampe. Jeder Stand hat 6 m Länge bei 2 m Breite, kann also an jeder Seite 3 Decorationsstapel von 2 m Breite und 0,60 m Tiefe, zusammen 6 Stapel fassen und dabei noch einen Gang in der Mitte von 0,80 m Breite, welcher sich oben zu  $1 \cdot 20$  m erweitert, zum Hin- und Herschaffen frei lassen. Im Magazin lassen sich daher statt der Kulissen und Satzstücke für  $35 + 10 = 45$  Vordergrunddecorationen deren  $2 \cdot 6 \cdot 6 = 72$  unterbringen. Außerdem ist auf den Kulissenständern und der Bühne selbst noch Platz für 4 bis 8 Decorationen, sodafs auch für diese Stücke Zuwachs statthaben kann. Selbstverständlich müßte streng darauf gesehen werden, daß nur die Decorationen des jedesmaligen Abends auf die Bühne gebracht werden. Anderenfalls ist es für die Bequemlichkeit der Maschinisten zu verführerisch, nach und nach die ganze Bühne damit vollzustopfen. Auf sehr vielen Bühnen trifft man die Stapel verschiedener Decorationen aus Platzmangel oder wegen schlechter Einrichtung übereinander gestellt. Wie viel Zeit hierdurch beim Umstellen verloren geht, wie die Kulissen dabei leiden, bedarf wohl keiner weiteren Ausführung.

Zu beiden Seiten der Hinterbühne befinden sich die Räume für die Practicabel und für die Möbel, darüber, mit besonderen Treppen zugänglich, die Requisiten- und Waffenkammern in zwei Geschossen, dann endlich zwei große, hohe Probesäle, zwischen denen sich der Malerboden unmittelbar über der Hinterbühne erstreckt. Der Fußboden des Malerbodens ist nahe der Bühnenmauer durch einen ähnlichen Längsschnitt im Fußboden mit der Hinterbühne verbunden, wie diese mit dem unter ihr liegenden Gardinenmagazin. So können die Decorationsstücke in bequemer Weise ebenfalls durch Stricke und einige Rollen von ihm und nach ihm von der Hinterbühne und nach derselben oder dem Gardinenmagazin geschafft werden. Auf der einen Seite des Malerbodens führt zu demselben der Zugang von der massiven Haupttreppe des Bühnenhauses, auf der andern ist die Farbenküche eingerichtet. Längs der beiden Seitenwände der Bühne erstrecken sich feuersichere Laufgänge bis zum Treppenhaus und Ausgänge. An ihnen liegen die Ankleideräume zur rechten Seite für Männer, zur linken für Frauen. Ebendort sind an den Proscenien des Zuschauerhauses zwei Aufzüge eingerichtet, welche sowohl gebrechlichen Personen das Ersteigen der Treppen ersparen, als auch zum Hin- und Herschaffen von Kleidern, Sachen aus den Geschossen nach der Bühne und umgekehrt, und zum Beseitigen selten gebrauchter oder veralteter Decorationen nach dem Dachboden dienen, falls letztere nicht sofort nach dem Malerboden kommen, um dort aufgemalt oder umgeändert zu werden. Neben den Aufzügen liegt links ein größerer Ankleideraum für zwei bis drei Frauen, rechts ein Sprechzimmer, in welchem sämtliche Darsteller ihr Stichwort abwarten können. Neben diesen Räumen folgen in den oberen drei Geschossen weitere Ankleideräume, die als größere Säle vorzugsweise für die untergeordneteren Darsteller dienen; in den beiden obersten Stockwerken endlich die Schneiderwerkstätten, Kleider- und Vorrathskammern. Die feuersicheren Laufgänge wiederholen sich vom Erdgeschoß bis zum Dachboden. Einzelne mit selbstthätigen Eisenthüren verschlossene Oeffnungen führen von ihnen auf die Maschinengalerien, um im Falle eines Brandes von dort gegen das Feuer vorgehen zu können. Auf diese Weise sind zugleich die Ankleideräume wirksam abgeschlossen. Das ganze Erdgeschoß unter dem Bühnenhaus ist bis auf das Gardinenmagazin und die Unterbühne überwölbt. Unter dem Kulissenmagazin sind am passendsten die Werkstätten für Tischler, Schlosser, Klempner, Tapezierer, unter den Männerankleideräumen die Verwaltungs- und Kassenräume sowie der Haupteingang für das Bühnenpersonal, unter den Frauengarderoben die Aufbewahrungsräume für Beleuchtungsgegenstände und die Wohnung des Castellans unterzubringen.

Die Vorsichtsmaßregeln gegen Feuersgefahr sind oben bereits ausführlich behandelt. Bei einem neu aufzuführenden Theater würden aus Holz nur einzelne Rähme oder Balken der Untermaaschinerie, das Bühnenpodium, die Rähme der Kulissen und die Geländerholme der Galerien übrig bleiben und wie die Leinwand der Decorationen feuersicher zu imprägniren sein. Alle anderen Constructionstheile einschließlic des Dachverbandes müßten aus Eisen, die Latten der Bögen und Prospective aus flacheirunden, leichten Blechrohren, die Leinen aus Drahtseilen bestehen. Ist dann noch elektrische Beleuchtung durch Glühlichter für die ganze Bühne vorhanden, so ist jede Feuersgefahr so gut wie ausgeschlossen, weil es nichts Brennbares von irgend



welcher Bedeutung daselbst giebt. Kommen hierzu vier Wasserpfeifen auf Höhe der Bühne, vier weitere neben den Maschinen-galerien, so hoch der Druck in der öffentlichen Wasserleitung ausreicht, ferner auf dem Schnürboden, wo Brennbares nicht vorhanden oder dessen Anhäufung nicht zu besorgen ist, noch einige Schnelllöcher, endlich eine Wache von drei bis vier Mann Berufsfeuerwehr, so könnten alle anderen Vorkehrungen, Lüftungsschlot, Regenapparat, selbst eiserner Vorhang unbe-

denklich fortfallen. Zur Beruhigung des Publicums würde allenfalls noch ein Vorhang aus leichtem Eisengerippe, mit feuer-sicherem Stoff bespannt, dienen. Unerlässlich bleibt aber trotz-dem eine telegraphische Verbindung mit dem Centralfeuerwehr-depot durch zwei Melder zu jeder Seite der Bühne und vier ebensolche, die auf den Gängen des Zuschauerhauses zu ver-theilen sind.

(Schluss folgt.)

## Katholische Kirche in Groschowitz.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 47 im Atlas.)

Die Einwohnerzahl des etwa 5 km von der Regierungsstadt Oppeln entfernten Dorfes Groschowitz ist in den letzten Jahr-zehnten, namentlich durch den Aufschwung, welchen die ober-schlesische Cementfabrication genommen, bedeutend gewachsen. Die ungefähr aus der Mitte des XVII. Jahrhunderts stammende kleine Kirche ohne jeden künstlerischen Werth genügte der Ge-meinde in keiner Weise. Ein Neubau erwies sich deshalb als dringend nothwendig und es wurde der im Jahre 1878 im Mi-nisterium der öffentlichen Arbeiten gefertigte Entwurf während der Jahre 1881 bis 1883 von dem damaligen Regierungsbau-meister Adank zur Ausführung gebracht. Als Bauplatz ist der von der alten Kirche eingenommene und von einer Begräb-nisstätte umschlossene Theil des Dorfgangers gewählt, obgleich derselbe so beschränkt ist, dass die Längsachse der neuen Kirche gegen das Herkommen von Nord nach Süd gelegt werden musste.

Da die Gemeinde bereits vor einem Jahrzehnt gegen 3000 Seelen zählte, so war Raum für 1645 Kirchenbesucher zu be-schaffen, und zwar 755 Sitzplätze für Erwachsene und Kinder und 890 Stehplätze. Der Grundriss zeigt eine kreuzförmige Anlage. Vor die kurzen Kreuzarme sind halbe Sechsecke als Apsiden vorgelegt. Niedrige Seitenschiffe, welche meistens nur dem Verkehr dienen, lehnen sich an das Langschiff an und sind zu beiden Seiten des Presbyteriums, wo die Sacristei und die Taufcapelle angeordnet sind, ebenfalls mit halben Sechsecken abgeschlossen. Westlich von dem mit einer Vorhalle versehenen Haupteingange ist der 4,80 m im Geviert messende Glocken-thurm errichtet, welcher zugleich die Treppe zur Orgelempore aufnimmt. Auf der gegenüberliegenden östlichen Seite ist ein Theil des Seitenschiffes für die Aufstellung des Beichtstuhles abgetrennt. Der Chorgiebel trägt einen Aufbau für die Signal-glocke. Aufser dem Haupteingange sind noch Nebeneingänge durch den Thurm und in den Apsiden der Kreuzarme vorge-sehen. Die über letzteren befindlichen Emporen sind durch kleine vorgelegte Treppenthürme zugänglich. Das 33,13 m lange und 11,00 m breite Mittelschiff ist mit zwei quadratischen Kreuz- und drei rechteckigen Tonnengewölben überspannt. Gleiche Tonnen überdecken die kurzen Kreuzarme. Die Höhe bis zum Scheitel der Hauptschiffe beträgt 11,90 m, während die Seiten-schiffe nur 4,30 m hoch sind. Die Kirche ist auf Kalksteingrund-mauern im Ziegelrohbau ausgeführt und mit deutschem Schiefer eingedeckt, eine gleiche Deckung hat der aus Holz errichtete Thurmhelm erhalten. Aufser den gewöhnlichen hartgebrannten Vollziegeln sind nur einfache Formsteine für die Gesimse und zur Abdeckung der schrägen Flächen sowie für die im Rohbau

gehaltenen Gewölbrücken des Innern zur Anwendung gekommen. Das Maßwerk der großen Rosenfenster im Giebel, im Lang-schiff und in den Apsiden ist in Lauban gefertigt worden. Das Bauwerk zeigt einfache romanische Formen. Seine guten Ver-hältnisse würden noch besser zur Geltung kommen, wenn der Bauplatz etwas höher und freier gelegen wäre. Das Innere macht einen ruhigen, wohlthuenden Eindruck. Die hohe Wand des Mittelschiffes ist nach den Seitenschiffen hin mit Bogenöff-nungen durchbrochen, welche ihrerseits durch Bogenstellungen auf Säulen getheilt sind. Große Rosenfenster von 2,30 m Durch-messer und halbkreisförmig abgeschlossene schmale Fenster führen dem Hauptschiff reichliches Licht über den Dächern der Seiten-schiffe zu. Letztere werden durch schmalere Fensteröffnungen erleuchtet. Zur Aufnahme des bedeutenden Gewölbeschubes sind die Widerlagswände des hohen Schiffes durch Strebebögen ab-gesteift, während die Ecken der Apsiden durch Strebebfeiler verstärkt sind.

Die innere Ausstattung ist einfach: Die geputzten Wand- und Gewölbeflächen sind in hellen Farbentönen gehalten. In den Gängen besteht der Fußbodenbelag aus Granitfliesen, im Presbyterium aus schlesischem Marmor. Die Kirchenstühle stehen auf Dielung. Während die schmalen Fenster mit grünlichem Glase rautenförmig verglast und mit farbigen Friesen belebt sind, weisen die Rosenfenster des Schiffes bunte Glasmusterung, diejenigen des Presbyteriums gemalte Verglasung auf, durch welche das einfallende Licht angenehm gebrochen wird. Für die aus Lärchenholz gefertigten Aufbauten über den gemauerten Altartischen hat der Ortpfarrer Stuchly Bilder gestiftet. Die Kanzel ist aus Holz gefertigt, ebenso wie der Schalldeckel mit einfacher Schnitzarbeit verziert und durch reiche Vergoldung belebt. In ähnlicher Weise ist das Orgelgehäuse behandelt, welches ein Werk mit 20 klingenden Stimmen umschließt. Für den Taufstein wurde Sandstein, für die Weihwasserbecken Mar-mor verwendet. Die Säulen, welche mit darüber gespannten Bögen die Emporen unterstützen, sind aus Bunzlauer Sandstein-brüchen bezogen. In dem vom Fusse bis zur Spitze ohne Kreuz 38,20 m hohen Thurme ist ein dreistimmiges Geläute aufgehängt. Sämtliche Treppen bestehen aus Granit. Eine stei-nerne Umwehrgung umgiebt den Kirchplatz. Die Gesamtbau-kosten haben einschliesslich Abbruch des alten Gotteshauses für den Kirchgänger 60,9  $\mathcal{M}$ , für den Sitzplatz 132,8  $\mathcal{M}$ , d. h. im ganzen 100257  $\mathcal{M}$  betragen, in welcher Summe der Be-trag von 11072  $\mathcal{M}$  für Hand- und Spanndienste enthalten und wobei das staatliche Patronat mit zwei Dritteln der Bau-kosten theilhaftig ist.



## Zusammenstellung der bemerkenswertheren preussischen Staatsbauten aus dem Gebiete des Landbaues, welche im Laufe des Jahres 1886 in der Ausführung begriffen gewesen sind.

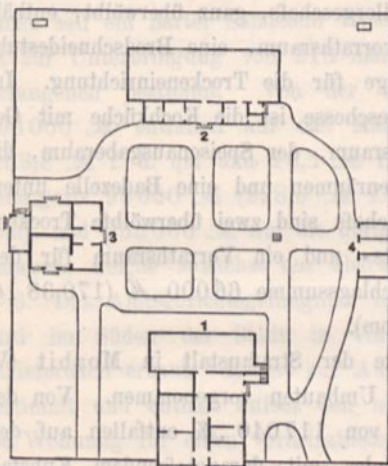
(Schluss.)

### XI. Hospitäler und Krankenhäuser, Bäder, Blinden- und Taubstummen-Anstalten.

Von den 10 hierher gehörigen Bauausführungen (gegen 12 des Vorjahres) blieb eine der 6 früher begonnenen unvollendet, nämlich der Bau der Augenklinik in Greifswald (X), für welchen noch die Fertigstellung der Malerarbeiten, der inneren Einrichtung und der Nebenanlagen erübrigte.

Von den vier nachfolgenden neu begonnenen Bauausführungen wurden die drei zuerst genannten auch im selben Jahre vollendet:

1. Quarantäne- und Desinfectionsanstalt in Swinemünde (VIII), welche nach nebenstehendem Lageplane erbaut ist. In



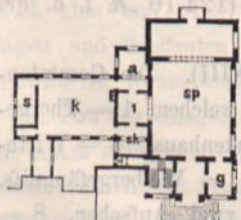
diesem ist 1 = Aufseherwohnhaus und Baracke für Cholera-Verdächtige, 2 = Krankenbaracke, 3 = Desinfections- und 4 = Stallgebäude. Sämtliche Gebäude mit Ausnahme des massiv ausgeführten und überwölbten Desinfectionsraumes sowie des in Ziegelfachwerk hergestellten Aufseherhauses sind in Fachwerk mit innerer und äußerer

Bretterverkleidung errichtet. Die Dächer sind mit doppelter Asphaltpappe eingedeckt. Von der Gesamtanschlagssumme von 31 700  $\mathcal{M}$  entfallen auf das Aufseherhaus 10 700  $\mathcal{M}$  (47,61  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 10,95  $\mathcal{M}$  f. d. cbm), 8500  $\mathcal{M}$  auf die Krankenbaracke (43,36  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 9,74  $\mathcal{M}$  f. d. cbm), 8200  $\mathcal{M}$  auf das Desinfectionshaus (84,30  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 21,35  $\mathcal{M}$  f. d. cbm), 1300  $\mathcal{M}$  auf das Stallgebäude (41,37  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 14,94  $\mathcal{M}$  f. d. cbm) und 3000  $\mathcal{M}$  auf Nebenanlagen.

2. Quarantäne- und Desinfectionsanstalt in Emden (XXV). Dieselbe ist ähnlich wie die vorgenannte ausgeführt. Gesamtanschlagssumme 25 700  $\mathcal{M}$ .

3. Waschküche und Reparaturwerkstatt für die Seebadeanstalt auf Norderney (XXV). Das Gebäude, in Ziegelrohbau unter Holzcementdach erbaut, enthält eine Waschküche, eine Plättstube, eine Reparaturwerkstatt und eine Geschirrkammer. Anschlagssumme 10 154  $\mathcal{M}$  (61,91  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 10,0  $\mathcal{M}$  f. d. cbm).

4. Speisesaal nebst Küche für den Gasthof „Hannover“ in Bad Nenndorf (XXIX). Der nach beistehender Grundriffszeichnung in Ziegelrohbau unter überhängendem Schieferdach errichtete Gebäudetheil steht mit dem Gasthofe durch die vergrößerte Veranda und einen Gang aus der Küche in Verbindung. Anschlagssumme 54 000  $\mathcal{M}$  (114,8  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 11,20  $\mathcal{M}$  f. d. cbm). Im Grundrifs bezeichnet:



$g$  = Kleiderablage,  $sp$  = Speisesaal,  $a$  = Anrichterraum, 1 = Schänkraum,  $sk$  = Spülküche,  $k$  = Küche und  $s$  = Speisekammer.

### XII. Ministerial-, Regierungs- und Dienstgebäude anderer Behörden.

Unter den 11 hierher gehörigen Bauausführungen (gegen 9 im Vorjahre) befanden sich 9 früher begonnene, von welchen 2 unvollendet blieben, und zwar:

1. das Regierungsgebäude in Breslau (XIII), für welches noch die Einebnung der Umgebungen, sowie die Bepflanzung des Präsidialgartens und der Vorgärten erübrigte,

2. das Regierungsgebäude in Stade (XXIII), welches im nördlichen Flügel bis zum Kämpfer der Fenster des zweiten Stockwerkes und im südlichen Flügel und Mittelbau bis zum Fenstersturz des ersten Stockwerkes hochgeführt wurde. Die Sandstein- und Ziegelverblendung wurde in allen diesen Theilen gleichzeitig fertig gestellt.

Neu begonnen sind:

1. Das Aichungsamt in Posen (XI) auf einem bisher nur für die Fafs-Aichung benutzten Grundstücke an der Louisenstraße. Das Gebäude wird in einfachem Ziegelrohbau errichtet, zum Theil mit Schiefer, zum Theil mit Holzcement eingedeckt und soll neben den gesamten Geschäftsräumen für die Aichung eine Wohnung für den Hausdiener aufnehmen. Anschlagssumme 19 600  $\mathcal{M}$  (59,01  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 12,40  $\mathcal{M}$  f. d. cbm). Außerdem sind 5 700  $\mathcal{M}$  für Nebenanlagen veranlagt.

2. Das Regierungsgebäude im Münster i/W. (XXVI). Der Aufbau desselben erfolgt in den Formen der deutschen Renaissance an dem Michaelis- bzw. Domplatze auf dem Grundstücke des alten abgebrochenen Regierungsgebäudes. Das neue Gebäude enthält außer den sämtlichen Geschäftsräumen der Königlichen Regierung und des Bezirks-Verwaltungsgerichtes noch die Dienstwohnung für den Regierungs-Präsidenten sowie für den Botenmeister. Es wird im Sockel sowie in den Gliederungen der Architekturtheile an den Straßenseiten aus Werksteinen hergestellt, während für die Flächen Verblendung mit rothen Ziegeln in Aussicht genommen ist. Die Hoffronten erscheinen in einfachem Ziegelrohbau. Die steilen Dächer werden mit deutschem Schiefer eingedeckt und ruhen sämtlich auf eisernem Dachstuhl. Die Decken werden zwischen Gurtbögen oder eisernen Trägern überwölbt und feuersicher hergestellt. Die Treppen sollen sämtlich massiv in Trachyt oder Sandstein ausgeführt werden. Die Fußböden der Geschäftsräume und der untergeordneten Wohnräume werden gediebt, die Sitzungssäle und die Wohnräume der Präsidentenwohnung erhalten Eichenholz-Stabfußböden, der Festsaal und die Nebenräume Parquet, während die Flure mit Plattenbelag und die Kellerräume sowie die Dachböden mit Cementestrich versehen werden. Als Heizung ist für die Geschäftsräume eine Warmwasserheizung in Aussicht genommen. Anschlagss. 525 000  $\mathcal{M}$  (403,85  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 20,97  $\mathcal{M}$  f. d. cbm). Für Nebenanlagen sind 7 600  $\mathcal{M}$  veranschlagt.

### XIII. Geschäftshäuser für Gerichte.

Bauten dieser Art befanden sich 12 im Jahre 1886 in der Ausführung (gegen 19 im Vorjahre). Von denselben wurden 4 früher begonnene zu Ende geführt, 5 blieben unvollendet, und 3 wurden neu angefangen.



Unvollendet blieben:

1. Das Amtsgerichtsgebäude in Driesen (VII), für welches noch die Anfertigung der Tischlerarbeiten sowie eines Theiles der Schlosser-, Glaser- und Anstreicherarbeiten verblieb.

2. Der Um- bzw. Erweiterungsbau des Gerichtsgebäudes am Schweidnitzer Stadtgraben in Breslau (XIII). Das Gebäude ist mit Ausnahme des Eckthurmes im Rohbau fertig gestellt. Die Kappen für das Dach sind eingewölbt und mit einer Asphalttschicht zum Schutze gegen die Witterungseinflüsse versehen, da die Herstellung des Holzcementdaches in diesem Baujahre nicht mehr möglich war.

3. Der Neubau des Gerichtsgebäudes in Frankfurt a/M. (XXX), welcher mit Ausnahme der Giebel- und Erkerbauten ebenfalls im Rohbau vollendet wurde.

4. Der Neubau des Justizgebäudes in Köln (XXXIII), für welchen noch die Fertigstellung des inneren Ausbaues und die Einebnung der Umgebungen erübrigte.

5. Das Land- und Amtsgerichtsgebäude in Aachen (XXXV), in welchem die Putzarbeiten größtentheils beendet wurden.

Neu begonnen sind zwei Um- bzw. Erweiterungsbauten, welche auch fertig gestellt wurden, sowie ein Neubau. Es sind dies:

1. Der Ausbau des zweiten Stockwerkes des früheren Sulowskischen Schlosses in Lissa (XI) zu Wohnungen für Gerichtsbeamte. Derselbe besteht im wesentlichen in dem Verlegen von Scheidewänden und Thüren, in der Erneuerung von Fenstern und Fußböden sowie des Wandputzes, in Maler- und Anstreicherarbeiten und Umsetzen fast sämtlicher Oefen. Anschlagssumme 21300  $\mathcal{M}$ .

2. Der Um- und Erweiterungsbau des Amtsgerichtsgebäudes in Rotenburg (XXIII). Bei dem nur Erdgeschofs und erstes Stockwerk enthaltenden Gebäude wurde das Dachgeschofs zu einem vollständigen zweiten Stockwerk erweitert. Die Umfassungswände sind, wie bei dem alten Gebäude, massiv in Ziegelrohbau ausgeführt, dagegen sind die Zwischenwände, um eine zu große Belastung des Unterbaues zu vermeiden, in Fachwerk mit beiderseitiger Brettverschalung hergestellt. Das Dach ist wieder mit Ziegeln eingedeckt. Anschlagssumme 13800  $\mathcal{M}$ .

3. Das Amtsgerichts- und Gefängnisgebäude in Seehausen i/M. (XVI). Das ganz unterkellerte Gebäude ist nach nebenstehendem Plane des Erdgeschosses erbaut. In demselben bezeichnet *b* ein Botenzimmer, *w* die Wohnung für einen Gerichtsdiener, 1 je eine Zelle für einen, 3 eine solche für drei und 5 eine solche für fünf Gefangene; außerdem ist noch für eine Spülzelle gesorgt. Das erste Stockwerk enthält den Schöffensaal, ein Richterzimmer, ein Grundbuchzimmer, eine Schreibstube, eine Registratur und ein Zimmer für die Parteien. Die Ausführung erfolgt in einfachem Ziegelrohbau mit Sandsteingesimsen. Das Dach wird mit deutschem Schiefer auf Schalung eingedeckt. Die Zellen erhalten eiserne Oefen, die übrigen Räume Kachelöfen. Anschlagssumme 43000  $\mathcal{M}$  (149,46  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 13,00  $\mathcal{M}$  f. d. cbm). Für die Umwehrungen sind 9705  $\mathcal{M}$  und für das Inventar 3430  $\mathcal{M}$  veranschlagt.



#### XIV. Gefängnisse und Strafanstalten.

An hierher gehörigen Bauten befanden sich 23 (gegen 16 im Vorjahre) in 1886 in der Ausführung, davon wurden 7

früher begonnene zu Ende geführt, 3 blieben unvollendet und 13 wurden neu begonnen. Unvollendet blieben:

1. Die Strafanstalt in Grofs-Strehlitz (XV), für welche zwei Inspectoren-Wohnhäuser ganz fertig gestellt sind, während das Hauptgebäude im Rohbau vollendet und unter Dach gebracht wurde.

2. Das Gerichtsgefängnis in Oppeln (XV), für welches noch die Herstellung eines Theiles der inneren Einrichtung sowie die Fertigstellung der Malerarbeiten verblieb.

3. Das Strafgefängnis in Preungesheim bei Frankfurt a/M. (XXIX), dessen Weibergefängnis vollendet ist, während die Beendigung der übrigen Bauwerke und Nebenanlagen im Laufe des Jahres 1887 erfolgen sollte.

Neu begonnen wurden:

1. Das Küchengebäude für die Strafanstalt in Wartenburg (I), welches in einfachstem Ziegelrohbau unter Holzcementdach aufgeführt wird. Das Kellergeschofs, ganz überwölbt, enthält eine Bäckerei, einen Brodvorrathsraum, eine Brodschneidestube sowie die Luftheizungsanlage für die Trockeneinrichtung. Im ebenfalls überwölbtten Erdgeschosse ist die Kochküche mit Gemüse-, Putz- und Vorrathsraum, der Speisenausgaberaum, die Waschküche mit zwei Nebenräumen und eine Badzelle untergebracht. In das Dachgeschofs sind zwei überwölbtte Trockenkammern sowie ein Arbeits- und ein Vorrathsraum für den Hausvater eingebaut. Anschlagssumme 66000  $\mathcal{M}$  (170,38  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 15,63  $\mathcal{M}$  f. d. cbm).

2. Auf dem Grundstücke der Strafanstalt in Moabit (V) wurden einige Neu- bzw. Umbauten vorgenommen. Von der gesamten Anschlagssumme von 117040  $\mathcal{M}$  entfallen auf den Neubau eines Küchengebäudes mit daranstossendem Kuhstall 37300  $\mathcal{M}$ , auf den Neubau eines Beamtenwohngebäudes für drei Familien 21900  $\mathcal{M}$ , auf den Umbau des Wirthschaftsschuppens 4600  $\mathcal{M}$ , auf den Umbau der Schirrkammer zu einer Irrenstation 24400  $\mathcal{M}$ , auf die Umänderung der Heizungsanlage in einem Zellenflügel 16340  $\mathcal{M}$  und auf den Neubau einer Umwehrungsmauer 12500  $\mathcal{M}$ .

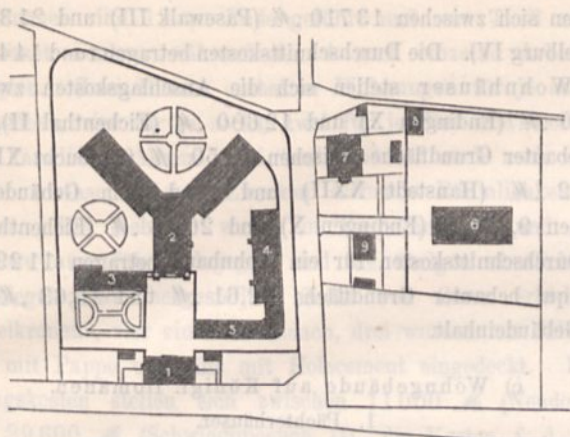
3. Das Gerichtsgefängnis in Freienwalde a/O. (VI). Das ganz unterkellerte Gebäude wird nach dem beigegebenen Grundrifs des Erdgeschosses, in welchem *w* = Wärterwohnung und *z* = Zellen bezeichnen, in einfachem Ziegelrohbau errichtet und mit Falzziegeln eingedeckt. Der Zellenflügel erhält ein erstes Stockwerk. Anschlagssumme 34800  $\mathcal{M}$  (141,08  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 18,49  $\mathcal{M}$  f. d. cbm und 1740  $\mathcal{M}$  für einen Gefangenen). Für Nebenanlagen sind 12000  $\mathcal{M}$  veranschlagt.



4. Das Wohnhaus für den Director der Strafanstalt in Luckau (VII). Dasselbe wird, anschliessend an das vorhandene Beamtenwohngebäude, ein Putzbau, ist ganz unterkellert und enthält acht Wohnzimmer in zwei Geschossen. Küche, Speisekammer, Waschküche und Holzgelafs liegen in einem Flügelbau, welcher durch einen Verbindungsgang mit dem Hauptgebäude zusammenhängt. Das Dach ist mit Zink auf Schalung eingedeckt. Anschlagssumme 27300  $\mathcal{M}$  (124,10  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 11,5  $\mathcal{M}$  f. d. cbm).

5. Das Gerichtsgefängnis in Glatz (XIII). Die Gesamtanlage zeigt der nachstehende Lageplan, in welchem 1 = Thorgebäude, 2 = Männergefängnis, 3 = Krankenhaus, 4 = Wirthschaftsgebäude, 5 = Arbeitsbaracke, 6 = Weibergefängnis, 7 = Wohnhaus für den Inspector und zwei Aufseher, 8 =





Wirtschaftsgebäude und 9 = Pförtnerhaus sind. Sämtliche Gebäude werden in einfachem Ziegelrohbau ausgeführt und erhalten theils Holzcement-, theils Schieferdach. Für die Fenstersohlbänke soll ein harter Sandstein verwendet werden. Die Anlage ist zur Unterbringung von 218 männlichen und 61 weiblichen Gefangenen bestimmt. Von der Gesamtanschlagssumme von 706 000  $\mathcal{M}$  entfallen auf das Männergefängnis 352 000  $\mathcal{M}$  (253,8  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 16,5  $\mathcal{M}$  f. d. cbm), auf das Weibergefängnis 99 000  $\mathcal{M}$  (228,6  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 14,9  $\mathcal{M}$  f. d. cbm), und 255 000  $\mathcal{M}$  auf die übrigen Gebäude und die Nebenanlagen, welche zunächst nur überschläglich veranschlagt sind.

6. Das Amtsgerichtsgefängnis in Goldberg i/Schl. (XIV) wird im Süden der Stadt in einfachem Ziegelrohbau unter Schieferdach erbaut. Es ist zur Aufnahme von 36 Gefangenen bestimmt und enthält außer den nöthigen Wirthschaftsräumen die Wohnung für einen verheiratheten Gefangenenaufseher. Die Heizung erfolgt durch Kachelöfen. Anschlagssumme 62 200  $\mathcal{M}$  (161,0  $\mathcal{M}$  f. d. qm, 15,35  $\mathcal{M}$  f. d. cbm und 2397,5  $\mathcal{M}$  f. einen Gefangenen). Außerdem sind für die Nebengebäude und die Nebenanlagen 24 110  $\mathcal{M}$  veranschlagt.

7. Das Gerichtsgefängnis in Reinbeck (XIX) erhält seinen Platz hinter dem Amtsgerichtsgebäude. Es ist gänzlich unterkellert und enthält im Erdgeschoße Zellen für 11 Gefangene, wovon 3 Einzelzellen, sowie die aus 2 Stuben, Kammer, Küche und Speisekammer bestehende Wohnung eines Gefangenenwärters. Das Gebäude wird massiv in einfachem Ziegelrohbau ausgeführt. Anschlagssumme 23 200  $\mathcal{M}$  (172,5  $\mathcal{M}$  f. d. qm, 16,6  $\mathcal{M}$  f. d. cbm und 2109,1  $\mathcal{M}$  f. einen Gefangenen). Für Nebenanlagen sind 4 000  $\mathcal{M}$  veranschlagt.

8. Das Gerichtsgefängnis in Stade (XXIII) wird durch einen etwa 12 m im Geviert messenden, dreigeschossigen Neubau erweitert. Der Bau schließt sich den Formen des vorhandenen Gebäudes an und steht mit demselben durch einen Zwischenbau in Verbindung. Das Dach wird mit Dachpfannen eingedeckt. Wegen des nicht genügend tragfähigen Baugrundes ist das Gebäude auf einer 1,5 m starken Sandschüttung gegründet. Im Erdgeschoße liegt die Wohnung des Gefangenenaufsehers, während die beiden Stockwerke zur Unterbringung von 30 Gefangenen dienen. Anschlagssumme 33 780  $\mathcal{M}$  (237  $\mathcal{M}$  f. d. qm, 17,36  $\mathcal{M}$  f. d. cbm und 1126  $\mathcal{M}$  f. einen Gefangenen). Für Nebenanlagen und Umbauten im vorhandenen Gebäude sind außerdem 12 020  $\mathcal{M}$  veranschlagt.

9. Das Gerichtsgefängnis in Geestemünde (XXIII), welches in einem zweigeschossigen Querbau mit südlichem Flügel besteht, erfährt durch den Anbau eines entsprechenden nördlichen, dreigeschossigen Flügelbaues und Aufbau eines Stockwerkes auf dem

vorhandenen Gebäude eine Erweiterung. Der schlechte Baugrund wurde durch Einrammen von Pfählen und Einbringen einer Betonschicht zwischen den Köpfen der Pfähle tragfähig gemacht. Die Ausführung des Anbaues erfolgt entsprechend dem vorhandenen Gebäude in Ziegelrohbau mit Sandsteinabdeckung der Giebel. Gesamtanschlagssumme 88 100  $\mathcal{M}$ .

10. Infolge des Neubaus eines Landgerichtsgebäudes in Essen (XXXII) sind die vorhandenen alten Schwurgerichtsräumlichkeiten verfügbar geworden. Durch Theilung des Schwurgerichtssaales in zwei Geschosse und durch Herrichtung der anderen Räume, sowie durch Umbauten im vorhandenen Gefängnisgebäude werden 62 Gefangene mehr untergebracht werden. Gesamtanschlagssumme 83 400  $\mathcal{M}$ .

11. Für die Strafanstalt in Werden (XXXII) sind zwei neue Doppelwohnhäuser für Strafanstaltsaufseher errichtet worden. Die Ausführung derselben erfolgte in Ziegelrohbau unter Pfannendach. Anschlagssumme 27 224  $\mathcal{M}$ .

12. Das Gerichtsgefängnis in Duisburg (XXXII) wird auf einem unmittelbar an den Hof des Gerichtsgebäudes sich anlehnenden Grundstücke erbaut. Das Gebäude besteht in einem etwa 30 m langen Vorderbau und einem in dessen Mitte sich ansetzenden, rund 33 m langen Flügelbau. Das Vordergebäude enthält außer der Expedition und einem Krankenzimmer Wohnung für den Inspector und einen Wärter, sowie das Weibergefängnis mit einem Arbeits- und einem Betsaale. Der Flügelbau enthält in jedem Geschosse je 22 Einzelzellen und je einen Schlaftsaal für 12 Männer. Das Gefängnis bietet im ganzen Raum zur Unterbringung von 96 männlichen und 16 weiblichen Gefangenen. Für die Zellen ist Warmwasserheizung und für die Flure Luftheizung in Aussicht genommen. Die Bauart zeigt einfachen Ziegelrohbau unter Schieferdach. Anschlagssumme 210 000  $\mathcal{M}$  (257,7  $\mathcal{M}$  f. d. qm, 18,3  $\mathcal{M}$  f. d. cbm und 1876,8  $\mathcal{M}$  f. einen Gefangenen). Ferner sind 17 500  $\mathcal{M}$  für die Umwehrungen und 10 000  $\mathcal{M}$  für Pflasterung und Entwässerung veranschlagt.

13. Das Amtsgerichtsgefängnis in Sulzbach (XXXIV) wird in den Umfassungswänden aus Kohlsandstein und in den Scheidewänden aus Backsteinen ausgeführt und mit Moselschiefer auf Schalung eingedeckt. Die Treppen sowie die Gesimse und Fenstersohlbänke werden in Landstuhler Sandstein hergestellt. Das ganz unterkellerte, zweigeschossige Gebäude dient zur Unterbringung von 16 Gefangenen sowie zur Aufnahme der Wohnung eines Gefangenenwärters und der nöthigen Wirthschaftsräume. Anschlagss. 32 000  $\mathcal{M}$  (168,2  $\mathcal{M}$  f. d. qm, 30,43  $\mathcal{M}$  f. d. cbm und 2 000  $\mathcal{M}$  für einen Gefangenen). Für die Geräte sind ferner 3 400  $\mathcal{M}$  und für die Nebenanlagen 4 500  $\mathcal{M}$  veranschlagt.

#### XV. Steueramtsgebäude.

Von den hierher gehörigen Bauausführungen, 5 an der Zahl (gegen 6 im Vorjahre), wurden drei schon früher begonnene zu Ende geführt. Neu begonnen wurden nur zwei Um- bzw. Erweiterungsbauten, und zwar:

1. der Umbau des ehemaligen Regierungsgebäudes in Danzig (III) zu Diensträumen der Provincial-Steuerdirection. Derselbe erstreckt sich hauptsächlich auf die Neudielung sowie Aenderung von Scheidewänden und Erneuerung des Wand- und Deckenputzes, des Anstrichs und der Tapezierung. Gesamtanschlagssumme 29 500  $\mathcal{M}$ ;



2. der Um- bzw. Erweiterungsbau des ehemaligen Dienstgebäudes für das Consistorium in Danzig (III) zu einer Dienstwohnung für den Provincial-Steuerdirector. Der Anbau wird wie das vorhandene Gebäude zweigeschossig mit massiven Umfassungswänden hergestellt und mit äußerem Verputz versehen. Die Anschlagskosten einschliesslich des Umbaus des alten Gebäudes stellen sich auf 53000  $\mathcal{M}$ .

## XVI. Gebäude zu wohnlichen Zwecken.

### a) Schlofsbauten

befanden sich im Jahre 1886 nicht in der Ausführung.

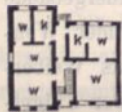
### b) Beamtenwohngebäude.

Aufser den im Zusammenhange mit anderen Bauanlagen schon erwähnten Wohngebäuden befanden sich im Jahre 1886 noch in der Ausführung:

#### 1. Sechs Gehöfte für Grenzaufseher.

Von diesen wurden fünf im vorigen Jahre angefangene beendet. Neu begonnen wurde nur:

das für drei Aufseher bestimmte Gehöft in Chelmce (XII). Die Anordnung der zwei im Erdgeschofs belegenen Wohnungen



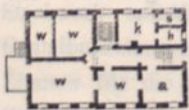
zeigt der beigegebene Grundriss. Der schmale Flügel ist zweigeschossig. Das Gebäude ist in Ziegelrohbau errichtet und mit Biberschwänzen zum Kronendach eingedeckt. Von der Gesamtanschlagssumme von 22350  $\mathcal{M}$  entfallen auf das Wohngebäude 16400  $\mathcal{M}$  (f. d. qm 100  $\mathcal{M}$  und f. d. cbm 18,6  $\mathcal{M}$ ), 4500  $\mathcal{M}$  auf das Stallgebäude (63,8  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 23,4  $\mathcal{M}$  f. d. cbm) und 1450  $\mathcal{M}$  auf Nebenanlagen.

#### 2. Für Oberförster

wurde der im vorigen Jahre begonnene Bau zu Ende geführt.

Neu begonnen wurden 6 ganze Gehöfte und ein Wohnhaus. Sämtliche Wohnhäuser sind in Ziegelrohbau ausgeführt, zwei davon mit einem ersten Geschofs in Fachwerk; je drei erhielten ein Schiefer- und ein Ziegeldach und eins ein Holzcementdach. Die Anschlagskosten für Gehöfte schwanken zwischen 29100  $\mathcal{M}$  (Haiger XXX) und 42700  $\mathcal{M}$  (Kurwien II). Für Wohngebäude allein stellten sich die Anschlagskosten zwischen 23600  $\mathcal{M}$  (Selgenau XII) und 29900  $\mathcal{M}$  (Ottweiler XXXIV), im Durchschnitt auf 25900  $\mathcal{M}$ , für d. qm bebauter Grundfläche zwischen 95,14  $\mathcal{M}$  (Selgenau XII) und 172,29  $\mathcal{M}$  (Ottweiler XXXIV), im Durchschnitt auf 132,64  $\mathcal{M}$ , und für d. cbm Gebäudeinhalt zwischen 9,77  $\mathcal{M}$  (Selgenau XII) und 17,00 (Ottweiler XXXIV), im Durchschnitt auf 14,17  $\mathcal{M}$ .

Beigefügt wird der Grundriss vom Erdgeschofs des Oberförster-Wohnhauses in Selgenau (XII), in welchem *a* das Arbeitszimmer des Oberförsters, *w* die Wohn- und Schlafzimmer, *h* das Zimmer der Wirthschafterin, *k* die Küche und *s* die Speisekammer bezeichnen.



#### 3. Für Förster.

Von den 69 Försterhausbauten (gegen 81 im Vorjahre) sind 40 beendet und 29 neu begonnen worden. Unter letzteren befanden sich 13 ganze Gehöfte und 16 betrafen nur Wohnhäuser. Sämtliche Wohnhäuser wurden in Ziegelrohbau ausgeführt, 16 erhielten ein Pfannendach, 10 wurden mit Biberschwänzen zum Kronendach und je 1 mit Hohlziegeln, Schiefer und Holzcement eingedeckt. Die Baukosten ganzer Gehöfte

bewegen sich zwischen 13710  $\mathcal{M}$  (Pasewalk III) und 21300  $\mathcal{M}$  (Kobbelburg IV). Die Durchschnittskosten betragen rund 14450  $\mathcal{M}$ . Für Wohnhäuser stellen sich die Anschlagskosten zwischen 10000  $\mathcal{M}$  (Endingen X) und 12600  $\mathcal{M}$  (Eichenthal II), f. d. qm bebauter Grundfläche zwischen 72,50  $\mathcal{M}$  (Saubucht XI) und 139,92  $\mathcal{M}$  (Hanstedt XXII) und f. d. cbm Gebäudeinhalt zwischen 9,80  $\mathcal{M}$  (Endingen X) und 20,48  $\mathcal{M}$  (Eichenthal II). Die Durchschnittskosten für ein Wohnhaus betragen 11294  $\mathcal{M}$ , f. d. qm bebauter Grundfläche 92,61  $\mathcal{M}$  und 15,63  $\mathcal{M}$  f. d. cbm Gebäudeinhalt.

### c) Wohngebäude auf Königl. Domänen.

#### 1. Pächterhäuser.

An Gebäuden dieser Art befanden sich, wie in den beiden Vorjahren, 9 in der Ausführung, von denen 3 früher begonnene zu Ende geführt wurden. Unter den 6 neu begonnenen betrafen 2 einen Erweiterungsbau und 4 Neubauten, von denen der zuerst genannte auch im selben Jahre beendet wurde.

#### a) Neubauten.

1. Das Pächterwohnhaus in Rheda (III), ein Ziegelrohbau unter Pfannendach, enthält im Erdgeschosse 3 Wohnzimmer, 1 Kammer, 1 Gesindestube, sowie Küche und Speisekammer. Anschlagss. 11900  $\mathcal{M}$  (82,48  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 15,67  $\mathcal{M}$  f. d. cbm).

2. Das Pächterwohnhaus auf der Domäne Polommen (II) wird in Ziegelrohbau unter Holzcementdach erbaut nach dem beigegebenen Grundrissplane des Erdgeschosses, in welchem *a*



das Arbeitszimmer des Herrn, *sp* das Speisezimmer, *m* die Wohnräume, *k* die Küche, *s* die Speisekammer, *g* die Gesindestube und *h* das Zimmer der Haushälterin bezeichnen. Anschlagssumme 44000  $\mathcal{M}$  (97,38  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 15,00  $\mathcal{M}$  f. d. cbm).

3. Das Pächterwohnhaus in Gr. Katz (III) entspricht im wesentlichen dem unter 1 aufgeführten Gebäude. Anschlagssumme 11300  $\mathcal{M}$  (68,54  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 13,31  $\mathcal{M}$  f. d. cbm).

4. Das Pächterwohnhaus in Bockhagen (X) wird in einfachem Ziegelrohbau ausgeführt und erhält ein Holzcementdach. Das Kellergeschofs enthält die Wirthschaftsräume und Gesindestube, während im Erdgeschofs die Wohnräume und Küche liegen. Anschlagssumme 43000  $\mathcal{M}$  (120,94  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 13,20  $\mathcal{M}$  f. d. cbm).

#### b) Erweiterungsbauten.

1. Das Pächterwohnhaus auf der Domäne Hofspiegelberg XX) wird durch einen etwa 15 m langen und 10 m breiten Anbau vergrößert. Die Ausführung desselben erfolgt entsprechend dem vorhandenen Gebäude in Dolomit-Quadersteinen. Anschlagssumme 22200  $\mathcal{M}$ .

2. Das Pächterwohnhaus auf der Domäne Sillium (XXI) erhält einen etwa 14 m langen und 6 m breiten Anbau, welcher im Kellergeschofs Küche und 2 Vorrathsräume, im Erdgeschofs ein Efszimmer und ein Wohnzimmer, und im ersten Stockwerke 2 Zimmer und eine Kammer aufnimmt. An das Efszimmer schließt sich eine Veranda an. Anschlagssumme 15200  $\mathcal{M}$ .

#### 2. Familienhäuser.

Unter den 20 Familienhausbauten (gegen 15 im Vorjahre) wurden 3 vorjährig angefangene vollendet. Von den 17 neu



begonnenen sind 13 zu Ende geführt und zum Theil auch abgerechnet worden, während für 4 noch einzelne Arbeiten erübrigten. Zwei Häuser enthalten Wohnungen für je acht, eins für sieben, vier für je sechs, zwei für je fünf und sechs für je vier Familien, während zwei Gesindehäuser auch noch verschiedenen wirtschaftlichen Zwecken dienende Räumlichkeiten enthalten. Ein Gebäude wurde in Ziegelfachwerk und eins in Putzbau ausgeführt, dagegen sind die übrigen sämtlich massiv in Ziegelrohbau hergestellt. Sechs von ihnen erhielten ein Ziegelkronen-, vier ein Pfannendach, drei wurden mit Falzziegeln, drei mit Pappe und eins mit Holzcement eingedeckt. Die Anschlagskosten stellen sich zwischen 11000  $\mathcal{M}$  (Neudorf XII) und 29600  $\mathcal{M}$  (Schwiegupoenen II), die Kosten f. d. qm bebauter Grundfläche zwischen 43,50  $\mathcal{M}$  (Nochau XI) und 92,03  $\mathcal{M}$  (Beberbeck XXIX) und f. d. cbm Gebäudeinhalt zwischen 9,20  $\mathcal{M}$  (Waldau XII) und 17,70  $\mathcal{M}$  (Brunstein XXI). Im Durchschnitt betragen die Kosten für das qm bebauter Grundfläche 65,00  $\mathcal{M}$  und für das cbm Gebäudeinhalt 14,3  $\mathcal{M}$ .

### XVII. Wirtschaftsgebäude, Stallungen usw.

#### 1. Scheunen.

Von den 21 Scheunenbauten (gegen 15 im Vorjahre) sind drei im vorigen Jahre begonnene beendet; von den 18 neu begonnenen wurden 12 im selben Jahre zu Ende geführt und zum Theil auch abgerechnet. Sechs derselben sind massiv in Ziegelrohbau, sechs in Fachwerk mit Bretterverkleidung, fünf in Ziegelfachwerk und eine in Eisenfachwerk mit Ziegelmauerung hergestellt. Neun erhielten ein Papp-, je vier ein Pfannen- und Holzcement- und eine ein Falzziegeldach. Die Anschlagssummen bewegen sich zwischen 11050  $\mathcal{M}$  (Caschow X) und 31190  $\mathcal{M}$  (Wiedelah XXI), die Kosten für das qm bebauter Grundfläche zwischen 14,40  $\mathcal{M}$  (Pass VIII) und 32,70  $\mathcal{M}$  (Kinzigheimerhof XXIX) und für das cbm Gebäudeinhalt zwischen 2,00  $\mathcal{M}$  (Roggenhausen II) und 5,96  $\mathcal{M}$  (Kinzigheimerhof XXIX). Die Durchschnittskosten belaufen sich nach dem Anschläge auf 21,30  $\mathcal{M}$  für das qm bebauter Grundfläche und auf 3,58  $\mathcal{M}$  für das cbm Gebäudeinhalt.

#### 2. Stallgebäude.

Unter den 35 Stallgebäuden (gegen 42 im Vorjahre) wurden 28 neu begonnen und von diesen 20 auch zu Ende geführt. Zur Aufnahme verschiedener Viehgattungen sollen 13 dienen, drei waren Pferde-, sieben Rindvieh-, vier Schweine- und einer Schafstall. Die Anschlagspreise belaufen sich bei den ersteren im Durchschnitt für das qm bebauter Grundfläche auf 42,52  $\mathcal{M}$  und für das cbm Gebäudeinhalt auf 7,04  $\mathcal{M}$ , bei den Pferdeställen auf 46,00  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 6,94  $\mathcal{M}$  f. d. cbm, bei den Rindviehställen auf 43,75  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 37,1  $\mathcal{M}$  f. d. cbm, bei den Schweineställen auf 46,10  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 9,63  $\mathcal{M}$  f. d. cbm und der Schafstall kostete 28,33  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 6,66  $\mathcal{M}$  f. d. cbm.

Sämtliche Stallgebäude wurden massiv in Rohbau errichtet, 17 erhielten ein Holzcement-, fünf ein Pfannen- und je drei ein Ziegelkronen- und Pappdach.

#### 3. Wirtschaftsgebäude für technischen Betrieb.

Solcher Gebäude befanden sich wie im Vorjahre fünf in der Ausführung; davon wurden die drei im vorigen Jahre begonnenen zu Ende geführt und die folgenden zwei neu begonnen und im selben Jahre auch beendet.

1. Das Brennereigebäude auf der Domäne Saatzig (VIII). Das Gebäude ist massiv in Ziegelrohbau unter Pappdach erbaut und mit Ausnahme des Kesselhauses ganz unterkellert. Der Schornstein hat 25 m Höhe. Anschlagssumme 31200  $\mathcal{M}$  (97,50  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 9,9  $\mathcal{M}$  f. d. cbm).

2. Der Ringofen auf dem zur Domäne Barby (XVI) gehörigen Vorwerke Augustusgabe. Derselbe ist massiv, im Aeußern von Bruchsteinen, unter Pappdach errichtet. Der 25 m hohe Schornstein bedurfte einer besonderen Gründung, und zwar ist auf einer 1 m hohen Schicht von Cementbeton ein 5,65 m hoher Brunnen hergestellt, worauf eine 3,35 m hohe Schicht von Bruchsteinmauerwerk in Cementmörtel folgt. Der Ofen enthält 16 Kammern zum Brennen von je 4500 Ziegeln. Anschlagssumme 23000  $\mathcal{M}$  (71,38  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 23,11  $\mathcal{M}$  f. d. cbm).

### XVIII. Gestütsbauten.

Sämtliche hierher gehörige Bauten, 7 an der Zahl, wurden zu Ende geführt; hiervon waren die 4 folgenden neu begonnen:

1. der Bau eines Schuppens in Gurdzen (II), welcher zur Unterbringung von landwirtschaftlichen Maschinen und Geräthen sowie von Getreide dient. Das verschaltete Pfannendach reicht bis zur Rollschicht auf den Fundamenten. Anschlagssumme 19000  $\mathcal{M}$  (19,50  $\mathcal{M}$  f. d. qm);

2. der auf 30500  $\mathcal{M}$  veranschlagte Umbau eines Fohlenstalles in Mattischkehmen (II);

3. der Laufstall in Beberbeck (XXIX). Derselbe besteht in einem Mittelbau, welcher im Erdgeschosse die Aufenthaltsräume für die Wärter und darüber den Schüttboden aufnimmt, und zwei seitlichen Flügelbauten, welche Raum für je 51 Stuten gewähren. Anschlagssumme 58000  $\mathcal{M}$  (48,14  $\mathcal{M}$  f. d. qm, 7,74  $\mathcal{M}$  f. d. cbm, 568,63  $\mathcal{M}$  f. eine Stute);

4. der auf 19000  $\mathcal{M}$  veranschlagte Umbau des Hengstalles in Wickrath (XXXII), welcher hauptsächlich in Erneuerung der Trennungswände der Stände, sowie des Putzes und des Pflasters bestand.

### XIX. Oeffentliche Denkmäler

befanden sich im Jahre 1886 nicht in der Ausführung.

### XX. Hochbauten aus dem Gebiete des Wasserbaues.

Bauten dieser Art befanden sich 12 im Jahre 1886 (gegen 24 im Vorjahre) in der Ausführung. Von diesen wurden 8 früher begonnene zu Ende geführt und 4 neu begonnen. Diese sind:

1. das Dünenwärtergehöft in Rossitten (I). Das ganz unterkellerte, eingeschossige Wohnhaus ist in Fachwerk mit äußerer Bretterverkleidung unter Rohrdach erbaut und enthält 2 Stuben, Kammer, Küche und Speisekammer. Anschlagssumme 15000  $\mathcal{M}$  (140,41  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 15,83  $\mathcal{M}$  f. d. cbm). Für die Nebenanlagen sind 3250  $\mathcal{M}$  veranschlagt;

2. die Lootsenstation in Barhöft (X). Dieselbe besteht in 3 Dienstgebäuden, welche massiv in Ziegelrohbau unter Holzcementdach errichtet sind und von denen jedes 2 Wohnungen aufnimmt. Die Gesamtkosten von 80000  $\mathcal{M}$  vertheilen sich auf 2 Wohnhäuser mit je 20000  $\mathcal{M}$  (81,0  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 15,40  $\mathcal{M}$  f. d. cbm), auf das dritte Wohnhaus mit 23500  $\mathcal{M}$  (80,0  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 15,18  $\mathcal{M}$  f. d. cbm) und mit 16500  $\mathcal{M}$  auf die Nebenanlagen;



113. das Stromaufsehergehöft in Bartschin (XII). Das eingeschossige Wohnhaus wird in einfachem Ziegelrohbau ausgeführt und enthält 3 Zimmer, Küche und Speisekammer und im Dachraum ein Giebelzimmer. Anschlagssumme 10 010  $\mathcal{M}$  (82,70  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 23,0  $\mathcal{M}$  f. d. cbm). Das Stallgebäude und die Nebenanlagen sind auf 4190  $\mathcal{M}$  veranschlagt;

## Die Eisbrecharbeiten im Weichselstrome.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 48 und 49 im Atlas.)

1. Die Veranlassung zum Aufbruch der Eisdecke im Weichselstrome und die zu diesem Zwecke angewandten Mittel. (Vergl. hierzu die Karte des Weichsel- und Nogatstromes auf Blatt 48).

Die günstigen Erfolge, welche bei den zahlreichen Versuchen zur Zertrümmerung und Beseitigung von Eisstopfungen durch Schiefspulver in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts namentlich auf der Oder und auf der Narowa erzielt worden sind, ließen auch am Weichselstrome die Anwendung dieses Sprengstoffes zu demselben Zwecke angezeigt erscheinen. Im Jahre 1850 wurde, allerdings nur mit dem geringen Aufwande von 25 Thalern, der erste Versuch zur Lockerung einer Eisversetzung im Weichselstrome mittels sogenannter Kanonenschläge von 1,5, 2,0 und 2,5 kg Pulverladung angestellt. Die Kanonenschläge waren aus starker Pappe in Würfelform hergestellt, dann gut verleimt und nach Einbringung des Pulvers und des das Leitfeuer umschließenden Schlauches dreimal über Kreuz mit Marlein bewickelt worden. Ein Ueberzug von Pech schützte den Kanonenschlag selbst und den Schlauch gegen Eindringen des Wassers. Die 1,5 bis 2 m unter dem Wasserspiegel entzündeten Kanonenschläge hoben die Eisdecke im Umkreise von 10 bis 12 m wellenförmig in die Höhe, und gerade über der Schufsstelle entstanden 3 bis 5 m weite runde Löcher in der Eisdecke, aus welchen Eisstücke 10 bis 15 m hoch herausgeschleudert wurden. Um die Löcher herum zeigte sich das Eis unregelmäßig geborsten.\*)

Zu umfangreicheren Versuchen bot das Jahr 1852 die geeignete Gelegenheit. Die Eisdecke war in der Weichsel, ganz besonders aber in der Nogat mit starken Grundstopfungen durchsetzt, sodafs die Gefahr eines Deichbruches an diesem Strome nahe lag, wenn wie gewöhnlich die gröfsere Hälfte des Eises aus der ungetheilten Weichsel der Nogat zufliefsen würde. Man beschlofs, die getheilte Weichsel von der Abzweigung der Nogat abwärts mittels Pulvers möglichst weit vom Eise zu befreien, und hoffte, damit die Hauptmasse des oberen Eises in dieselbe leiten zu können.

Die Wirkung des wiederum in Kanonenschlägen der vorherbeschriebenen Art zur Anwendung gebrachten Pulvers war auch diesmal durchaus zufriedenstellend, das zertrümmerte Eis trieb aber nicht ab, da auch in der ganzen getheilten Weichsel viel Packeis unter dem Kerneise lag und die bei Pieckel losgesprengten Schollen nicht durchlief.

Nutzbringender waren die nächsten Eissprengungen, welche zum Schutze der im Bau befindlichen Eisenbahnbrücke bei

\*) Nach den Erfahrungen an der Elbe waren das nur die mifslungenen Schüsse, die Eis herausgeschleuderten, weil sie zu flach unter der Oberfläche explodirt waren.

4. zwei Lagerschuppen für den Hafen in Geestemünde (XXIII). Dieselben, in ganz gleicher Weise in Ziegelrohbau errichtet, sind 150 m lang und 25 m tief. Die Gründung ist auf einer Sandschüttung erfolgt. Anschlagss. für 1 Schuppen 140 000  $\mathcal{M}$  (37,33  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 7,94  $\mathcal{M}$  f. d. cbm).

Dirschau im Jahre 1855 oberhalb der Brücke zur Ausführung gelangten, da eine unterhalb der Brücke beginnende, weit ausgedehnte und fast von Ufer zu Ufer reichende Blänke das gelöste Eis aufnahm.

Als im Jahre 1860 infolge wiederholten Zusammenschiebens der Eisdecke die getheilte Weichsel zwischen Palschau und Pieckel wiederum in höchst gefahrdrohender Weise durch Untereis verstopft war, entschlofs man sich nach kurzen erfolglosen Sprengversuchen bei Palschau, in Ermangelung natürlicher Blänken solche künstlich zu schaffen, und sprengte die Eisdecke auf der untersten Stromstrecke zwischen der Ostsee und Rothebude, (oberhalb der Abzweigung der Elbinger Weichsel) in durchschnittlich 150 m, und auf der Strecke zwischen Rothebude und dem Fusse der grofsen Stopfung bei Palschau in durchschnittlich 38 m Breite frei. Durch die Stopfung selbst, welche sich von Palschau bis oberhalb Pieckel hinaufzog und stellenweise eine Stärke von 6,5 m erreichte, wurde mittels Pulvers ein durchschnittlich 30 m breiter Canal aufgebrochen, um das oberhalb der Stopfung aufgestaute Wasser abzulassen. Diese Arbeit ist im Jahrg. XI Seite 447 ff. d. Zeitschr. f. Bauw. eingehend beschrieben, es wird daher hier nur eine kurze Darstellung der Arbeitsweise im allgemeinen am Platze sein.

Nachdem in erster Linie die Fahrinne durch sorgfältige Peilungen festgestellt und die Mitte derselben durch Weidenäste bezeichnet worden war, schlugen die Voreiser in gewöhnlichem Kerneise zwei, in Eisstopfungen drei Rinnen von 0,30 bis 0,50 m Breite durch die Eisdecke. Die von der Mündung bis unterhalb Palschau als ausreichend befundenen zwei Rinnen umschlossen den zu öffnenden Canal, während von den drei Rinnen, deren Herstellung von Palschau bis Pieckel sich als nöthig erwies, die mittlere genau der Mitte des Fahrwassers folgte, die äufseren, je in gleichen Abständen von der mittleren, den aufzubrechenden Canal begrenzten. In der Mitte der hierdurch gewonnenen „einfachen“ bezw. „doppelten Bahn“ trieb man Löcher von etwa 1 m Durchmesser möglichst durch die ganze Eisdecke, wenigstens aber 3 m tief in das Eis hinein. Durch diese Löcher wurden Kanonenschläge thunlichst weit unter das Eis geschoben und dort entzündet. Die Kanonenschläge hatten eine Ladung von 1,0, 1,5 und 2,5 kg Pulver, welche zum gröfseren Theile von Holzkästchen, zum kleineren Theile von Drillichsäcken umschlossen war. Die Kästchen hatten genau die Beschaffenheit der in Abb. 1 Bl. K Jahrg. XV d. Zeitschr. f. Bauw. dargestellten. Sowohl bei den Kästchen, als auch bei den Säcken erfolgte die Zündung durch die ebendasselbst in Abb. 7 u. 8 zur Anschauung gebrachten gewöhnlichen Granatenzünder mit 15 Secunden Brennzeit. Von den 6858 im Jahre 1860 zur Verwendung gelangten Kanonenschlägen



gingen nur vier zu früh los, und zwar drei etwa 7 bis 8 Sekunden, und einer unmittelbar nach dem Anzünden. Die Kanonenschläge in Säcken hatten nicht die volle Wirkung derjenigen in zweimal kreuzweise mit Bindfäden umwickelten Holzkästchen, da sie der Wirkung des Pulvers nicht den gleichen Widerstand boten, und viel Sprengmasse unentzündet fortgeschleudert wurde. Die Säcke kamen daher auch nur zur Anwendung, wenn Kästchen nicht rechtzeitig in der nöthigen Menge fertig gestellt werden könnten.

Der gegenseitige Abstand der Schufslöcher bewegte sich je nach der Stärke des Eises in den Grenzen von 6 bis 45 m. Der letztgenannte Abstand wurde bei recht starkem Froste in nicht unterpacktem Kerneise erreicht, während das Zusammenziehen der Löcher bis auf 6 m gegenseitige Entfernung sich in sehr starkem Eise als nöthig erwies. In der doppelten Bahn wurden die Schufslöcher meistens gegen einander versetzt, um möglichst kleine Eistafeln abzulösen und damit das Festsetzen solcher beim Abtreiben zu verhindern. Im Kerneise und auch in den stärksten Stopfungen aus kernigem Eise erzielten die Kanonenschläge stets eine gute Wirkung. In der Nähe des Schufslöches wurde das Eis in ziemlich kleine Stücke zertrümmert, und mehrfache ring- und sternförmige Risse zertheilten die Eisfläche auch auf weitere Entfernung in oft schon mit geringer Nachhülfe abzulösende Schollen. Wo sich aber Schlamm- eis unter dem Kerneise zusammengeschoben hatte, wirkte Pulver erst nach Entfernung des Kerneises durch Menschenhand.

Trotz zahlreicher Schwierigkeiten, welche durch nahezu anhaltend sehr ungünstige Witterung noch erhöht wurden, gelang der im Jahre 1860 vollführte Eisaufbruch vollständig, und der Verlauf des bald nach Beendigung der Eissprengungsarbeiten eingetretenen Eisganges brachte die beteiligten Techniker und Niederungsbewohner zu der Ueberzeugung, dafs die Nogatniederungen nur durch den in der getheilten Weichsel aufgebrochenen Canal vor schwerem Unglück bewahrt worden sind.

Dem Abflusse des Eises treten in dem breiten Mündungsgebiete der Nogat jährlich unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen. Die vielen Rinnen sind sehr seicht und ebenso wie das frische Haff in der Regel noch mit sehr starkem, kernigem Eise bedeckt, wenn der Frühjahrseisgang sich der Mündung nähert. Bis Zeier werden die den Eisgang begleitenden Wassermassen durch Deiche in einer Rinne zusammengehalten. Unterhalb dieses Ortes vertheilen dieselben sich aber schnell auf sämtliche, durch einzelne Polder getrennte Rinnen der Nogatmündung, wodurch der Wasserdruck sich bedeutend vermindert und nicht mehr im Stande ist, die feste, noch durch das Haffeis gestützte Eisdecke in den Rinnen aufzubrechen. Es schieben sich daher die aus dem Nogatstrome ins Mündungsgebiet eintretenden Schollen zu einer Stopfung auf, welche schliesslich bis zur Stromenge bei Zeier vorrückt. Dann beginnt oberhalb dieses Ortes die Wasserspiegelhöhe zu wachsen, und die Ueberfälle\*) — zuerst der Rodeackersche, dann der Neureihesche

\*) Das zwischen dem linksseitigen Nogatdeiche des grossen Marienburger Werders und dem 3 km unterhalb Halbstadt beginnenden, die Ortschaften Neuhorsterbusch, Wolfsdorf, Robach, Haken- dorf, Einlage und Zeier berührenden Vordeiche gelegene Gebiet, welches durch den Haffstaudeich zwischen Zeier und Jungfer auch nach Norden abgeschlossen ist, heifst die Marienburger und Elbinger Einlage. Bis zum Jahre 1611 war dieses Gebiet gegen Hochwasser durch Deiche nicht geschützt. Erst von diesem Jahre ab wurde die

und zuletzt der Marienburger — fangen nach und nach an, Wasser und Eis zu ziehen. Ein Theil der Eismassen, welche hierdurch in die zur Aufnahme des Nogatseises bestimmten Marienburger und Elbinger Einlagen, gewöhnlich kurz Elbinger Einlage genannt, dringen, wird durch den Milchstädter Ausfall dem Mündungsgebiete der Nogat bezw. dem Haff zugeführt. Bei den anderen Ausfällen verhindern die hohen Kampen im Vorlande den Austritt des Eises aus der Einlage in das Mündungsgebiet der Nogat. Die durch den Milchstädter Ausfall schwimmenden Eisschollen stofsen aber auch bald auf die feste Haffeisdecke, schieben sich gegen dieselbe rückwärts auf und verpacken schliesslich den Ausfall selbst.

Solange die Einlage noch Eis aufnimmt, ist die Gefahr eines Durchbruches verhältnismässig gering, da bei der grossen Breite des Mündungsgebietes das Wasser immer noch so viel freies Profil findet, um zwischen den Eismassen hindurch nach dem Haff abzufliefsen. Ist die Elbinger Einlage aber voll, oder haben sich vor den Ueberfällen undurchlassende Eisverpackungen aufgethürmt, dann hört die Fähigkeit des Nogatstromes zur gefahrlosen Aufnahme gröfserer Eismassen auf. Gewöhnlich werden die Ueberfälle nicht nur lange vor vollständiger Fällung der Einlage, sondern infolge der örtlichen Verhältnisse sehr bald, nachdem sie zu ziehen begonnen, vom Eise verstopft. Durch die vom Frühjahrshochwasser der Weichsel jährlich in gewaltigen Massen mitgeführten Sinkstoffe ist nämlich das ganze Einlagegebiet, besonders aber das nahe unterhalb der Ueberfälle gelegene Land, allmählich ganz bedeutend erhöht worden. Hat hierdurch die Aufnahmefähigkeit dieses grossen Eissammlers an sich schon bedeutend verloren, so wirkt außerdem die Versandung unterhalb der Ueberfälle regelmässig auf eine vorzeitige Verstopfung derselben, indem das Wasser nach dem Durchströmen der Ueberfälle an Geschwindigkeit und Druckhöhe verliert und die mitgeführten Eismassen auf den hohen Stellen niederlegt. So wird der Anfang einer Stopfung gebildet, welche, stromauf weiter fortschreitend, bald die Ueberfälle erreicht und aufser Wirksamkeit setzt.

Unter diesen mit dem Eintritt jedes Hochwassers in das Einlagegebiet stetig ungünstiger werdenden Abflufsverhältnissen mufs nun gerade die Nogat, obgleich nur etwa halb so breit als die Weichsel, den Eisgang vom oberen Strome zuerst und gewöhnlich zur gröfseren Hälfte aufnehmen, da sie in ihrem oberen, nach Nordost von der Weichsel sich abzweigenden Laufe bis Marienburg ein gröfseres Gefälle hat, als die getheilte Weichsel zwischen Pieckel und Dirschau, und das gröfsere Gefälle neben der Einwirkung des Windes für die Vertheilung des Eises an der Abzweigungsstelle entscheidend ist. Hieraus folgt, dafs man in erster Reihe die Gefälleverhältnisse in der getheilten Weichsel und im Nogatstrome zu Gunsten des letzteren

Einlage an Ansiedler vergeben, welche zu ihrem Schutze den jetzigen Vordeich und den Haffstaudeich nach und nach bis zu einer das Abflufsprofil in gefahrdrohender Weise beschränkenden Höhe aufführten. Man war daher im 18. Jahrhundert gezwungen, die sogenannten Ueberfälle einzurichten, d. h., man trägt seit jener Zeit jährlich im Herbste den Vordeich an einzelnen Stellen bis auf die Sohle ab, und gewährt dadurch dem Eise und Hochwasser den Eintritt in die Einlage. Im Haffstaudeiche werden in gleicher Weise an geeigneten Stellen jährlich Ausfälle hergestellt, welche dem Eise und Hochwasser Gelegenheit geben sollen, aus der Einlage nach dem Haff auszutreten. Nach Ablauf des Frühjahrshochwassers werden diese Ueber- und Ausfälle jährlich durch Dämme geschlossen, um das Einlagegebiet gegen etwaiges Sommerhochwasser zu schützen.



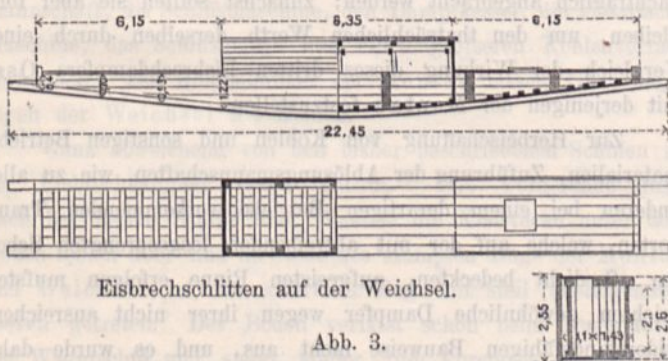




1860 bis 1877 noch öfter aufgebrochen worden, hätten nicht die großen Kosten der Pulversprengung eine Einschränkung dieser Arbeit auf das nothwendigste Maß bedingt. Wollte man also in umfangreicherer Weise für die Sicherheit der Weichsel- und Nogatniederungen gegen Eisgangsgefahr Vorsorge treffen, dann mußte zunächst eine billigere Art des Eisaufruches gefunden werden. Auf die nach dieser Richtung seitens der Staatsregierung ausgegangene Anregung hin wurden in den Jahren 1866 bis 1878 einige Entwürfe zu Dampf-Eis-Zertrümmerungsmaschinen, Eis-Sägemaschinen und Eisbrechdampfern aufgestellt. Es gelangte aber keiner derselben zur Ausführung, da keiner die zweifelhafte Gewähr für einen genügenden Erfolg bot. Bei den in Vorschlag gebrachten Dampfschiffen war zum Theil der große beanspruchte Tiefgang einer Verwendung im Weichselstrome hinderlich.

Es sei hier erwähnt, daß auch eine kleine Menge Dynamit (25 kg) in Patronen von 50 bis 120 Gramm versuchsweise zum Eissprengen in der Weichsel verwendet worden ist. Die hierbei angestellten Beobachtungen ergaben, daß Dynamit, wenn es einige Meter tief unter dem Eise entzündet werden kann, eine vorzügliche Wirkung hat. Zu umfangreichen Dynamitsprengungen kam es aber nicht, da die Beschaffung und die Verwendung dieses Sprengstoffes für die Bauverwaltung mit zu bedeutenden Schwierigkeiten verbunden waren.

Im Jahre 1878 unternahm es eine Vereinigung von Privatleuten, auf eigene Kosten zwei hölzerne Eisbrechschlitten zu bauen, welche, von Menschen etwa bis zur halben Länge auf das Eis gezogen, das letztere durch ihr Gewicht zerbrechen sollten. Sie hatten eine prahmartige Form und bei 2,6 m Breite und 1,43 m Bordhöhe eine Länge von 22,45 m. Unter dem von der Mitte nach beiden Seiten stark ansteigenden Boden befanden sich drei hölzerne, mit 10 mm starkem Flacheisen beschlagene Rippen, und zwar eine in der Mitte und je eine an jeder äußeren Kante des Bodens. Diese Rippen hatten den Zweck, das Gewicht des ganzen Fahrzeuges auf einzelne Punkte zu vereinigen, und gaben demselben eine gewisse Aehnlichkeit mit großen Schlitten. Eine eingehende Beschreibung der Eisbrechschlitten befindet sich in der deutschen Bauzeitung, Jahrgang 1880, Seite 352; derselben sind die nachstehenden Holzschnitte



Eisbrechschlitten auf der Weichsel.

Abb. 3.

(Abb. 3) entnommen. Ihre Entstehung verdanken die Schlitten dem Umstande, daß es bei den Sprengarbeiten an der Weichsel und auch beim Freihalten von Fährinnen wiederholt beobachtet worden war, wie die am Weichselstrome meistens rund gebauten, einfachen Handkähne leichter dünnes Eis durchbrachen, wenn sie zum Schutze des Bodens mit einigen — gewöhnlich drei — Holzlatten versehen waren, als wenn sie mit dem ganzen Boden auf das Eis drückten.

Die vorerwähnte Vereinigung bot im Winter 1878/79 ihre beiden Schlitten dem Staate zur miethsweisen Benutzung an und baute, nachdem dieselben sich im Frühjahr 1879 beim Aufbruche der allerdings nicht besonders starken Eisdecke von Neufähr bis unterhalb Dirschau vortrefflich bewährt hatten, noch einen dritten Eisbrecher nach dem Muster der beiden ersten.

Im Jahre 1880 hatte man Gelegenheit, die Wirkung des Pulvers mit derjenigen der Schlitten zu vergleichen, da beide Mittel zum Aufbruch der Eisdecke in durchschnittlich 150 m Breite auf der getheilten Weichsel neben einander zur Anwendung kamen. Es zeigte sich dabei, daß die Schlitten, wo sie überhaupt verwendbar waren, vor dem Pulver den Vorzug verdienten, da sie die gleiche Arbeit wesentlich schneller und nicht unerheblich billiger leisteten. Seit der Inbetriebsetzung der Schlitten ist die getheilte Weichsel in jedem Winter aufgebrochen worden, und zwar auf Grund eines im Jahre 1879 festgesetzten Regulativs, aus welchem weiter unten im dritten Abschnitte das wichtigste mitgetheilt werden wird.

Ueber den Betrieb der Eisbrechschlitten mögen hier noch die nachstehenden kurzen Angaben Aufnahme finden.

Den Schiffern, welche die Stromrinne wie bei den entsprechenden früheren Arbeiten aufsuchten und durch Weidenäste bezeichneten, folgte der 200 Mann starke Trupp der Voreiser. Diese Mannschaften schlugen genau in der durch die Weidenäste bezeichneten Linie eine durchschnittlich 50 cm breite Rinne mittels gewöhnlicher Eisäxte und Eisstosseisen (vergl. Abb. 3, 4 u. 9, Bl. R, Jahrg. XI d. Zeitschr. f. Bauwesen) durch die Eisdecke, um die Spannung in derselben zu zerstören und dadurch den Schlitten die Arbeit zu erleichtern. Die Rinne erwies sich als unerläßlich, da der Eisaufruch sofort wesentlich schwieriger wurde, wenn die Rinne nicht durch die ganze Eisdecke geführt, oder wieder theilweise zugefroren war. Der eigentliche Aufbruch begann in der Weise, daß vom freien Wasser aus zunächst zwei Schlitten zu beiden Seiten der Rinne und etwa 5 m von dieser entfernt durch je 220 Arbeiter an je vier Tauen gegen den Strom auf die Eisdecke gezogen wurden. Waren die Schlitten auf diese Weise mit einem Drittel bis zur Hälfte ihrer Länge auf die Eisdecke aufgefahren, dann pflegte das Eis unter ihnen durchzubrechen. Dabei sanken die Schlitten vorn herunter, schoben sich aber, stets gleichmäßig von den Arbeitern fortgezogen, sogleich wieder auf das Eis herauf, brachen wieder durch, und so ging der Betrieb fort, bis zur Erholung der Mannschaften eine Pause angeordnet werden mußte. Auf diese Weise wurde gewöhnlich zuerst ein etwa 200 bis 300 m langer, im Durchschnitt 20 m breiter Canal in dem Eise hergestellt. Alsdann konnte unter Zuhilfenahme des dritten Schlittens der freigebrochene Canal meistens leicht auf 120 bis 150 m verbreitert werden.

Daß bei den infolge veränderter Tiefe, Strömung, Eisstärke, Eisart usw. fortwährend wechselnden Verhältnissen der vorgeschilderte Eisaufruch auch vielen Störungen unterworfen war, ist um so begreiflicher, als die Schlitten doch mit manchem Mangel behaftet waren. In erster Linie waren sie für stärkeres Eis, selbst ohne Packeis, zu leicht. Sie wurden dann von der Mannschaft vollständig auf das Eis gezogen, ohne dieses zu durchbrechen, und konnten bisweilen nur mit großen Schwierigkeiten wieder flott gemacht werden. War das Kerneis mit nennenswerthem Untereis verpackt, so hörte die Verwendbarkeit der Schlitten ganz auf und es blieb nur die Pulversprengung übrig.



Der größte Uebelstand lag aber darin, daß zur Bedienung der drei Schlitten, einschließlic der das Voreisen besorgenden Leute, etwa 800 bis 1000 Arbeiter nöthig waren und daß diese sehr schwer zu beaufsichtigenden Mannschaften nicht selten auf zum Theil infolge des Eisaufbruches schon geborstenem, zum Theil an sich ganz unsicherem Eise arbeiten mußten. Auch war die Verpflegung der Arbeiter bisweilen überaus schwierig und das Nachtunterkommen für eine größere Anzahl derselben oft erst in weiterer Entfernung von der jedesmaligen Arbeitsstelle zu finden.

Konnte man aus diesen Gründen die Eisbrechschlitten durchaus noch nicht für die endgültige Lösung der Eisaufbruchfrage ansehen, so war hierzu doch mit dem Bau derselben der wichtigste Schritt gethan: der Mangel an genügendem Schiffsgewichte, wie die mit der zahlreichen Bedienungsmannschaft verbundenen Uebelstände wiesen auf den Bau von Dampfschiffen hin. Ferner hatte man durch die beständigen, von den Schlitten aus bewirkten Peilungen festgestellt, daß in der selbst auf über 150 m Breite freigebrochenen Rinne größere Tiefen vorhanden waren, als solche früher bei gleichen Pegelständen ermittelt worden sind. Es wird dieses Ergebniss theilweise der Einwirkung des stetig fortschreitenden Regulierungswerkes zu danken sein, viel haben aber auch die Eisbrecharbeiten selbst dazu verholfen. Sobald nämlich im Pack- oder Stopfeise die Eisdecke zunächst mittels einer schmalen Rinne durchbrochen wird, fällt das Wasser unmittelbar an der Arbeitsstelle je nach der Stärke der Eisdecke mehr oder weniger ab, wodurch die zu beiden Seiten der Rinne noch anstehenden Eismassen heruntersinken und damit das Querprofil nicht nur wesentlich verändern, sondern oft bis in die Nähe der Rinne fast vollständig sperren. Man bemerkt stets, wie beim Vorbrechen immer an neuen Stellen Strömungen von beiden Seiten in die offene Rinne hineinstürzen, sodafs wohl nicht selten das ganze, durch das Querprofil fließende Wasser von der Rinne aufgenommen wird. Muß aber eine Wassermenge, welcher sonst ein Profil von 250 m Breite freigegeben ist, plötzlich ihren Lauf durch ein solches von durchschnittlich der halben Breite nehmen, dann wirkt sie in dem losen Boden des Weichselbettes naturgemäß auf Vertiefung der Sohle hin. Während daher früher 1 m als der höchste Tiefgang für einen Eisbrechdampfer angenommen wurde, konnte nun mit Sicherheit ein solcher von 1,6 m gestattet werden.

Auf Grund dieser Erfahrungen erbaute der Director der Danziger Schiffswerft und Kesselschmiede, Actiengesellschaft, F. Devrient, den ersten Eisbrechdampfer Weichsel mit 1,6 m Tiefgang und dem  $3\frac{1}{2}$  fachen Gewichte eines Eisbrechschlittens. Die drei durchgehenden hölzernen Rippen wurden durch drei von vorn bis zur Mitte reichende Kielstücke aus Krupp'schem Stahl ersetzt. Das Schiff, 1881 gleichzeitig mit zwei Eisbrechschlitten und einem Sprengtrupp in Betrieb gesetzt, bewährte sich vorzüglich und lieferte namentlich in betreff der Kosten so überraschend günstige Ergebnisse, daß schon in demselben Jahre die Montau in gleicher Bauart wie die Weichsel, aber in durchweg größeren Abmessungen erbaut wurde.

Ueber die Art und Weise des Eisaufbruches durch Dampfer am Weichselstrome wird der nächste Abschnitt das Nähere enthalten.

Montau und Weichsel leisteten im Winter 1882/83, in welchem die Eisdecke der getheilten Weichsel sehr stark mit mächtigem Packeise unterstopft war, ausgezeichnete Dienste. Sie waren aber dennoch nicht ausreichend, allein den Eisaufbruch

bis Pieckel zu fördern, weshalb sie auch von umfangreichen Pulversprengungen und während einiger Tage auch von zwei Schlitten unterstützt werden mußten.

Da indes die Kosten des Eisaufbruches mittels der Schlitten und namentlich diejenigen der Pulversprengung in keinem Verhältniss standen zu den Betriebs- und Unterhaltungskosten der Eisbrechdampfer, so beschlossen die Betheiligten, fernerhin nur noch Dampfschiffe zum Eisaufbruch zu verwenden, und zu diesem Behufe einen dritten Eisbrechdampfer zu beschaffen. Bei Aufstellung der Lieferungsbedingungen für dieses Schiff sind die an der Montau und Weichsel bis dahin erzielten Erfahrungen verwerthet worden. Das Gewicht wurde noch etwas größer beansprucht, als dasjenige der Montau, und der Tiefgang auf 2 m bemessen, nachdem die Weichsel im Jahre 1883 bis Kurzebrack, d. i. 22 km oberhalb Pieckel, vorgedrungen war, ohne durch den Tiefgang von 1,6 m beeinträchtigt zu werden.

Bei der öffentlichen Ausschreibung der Lieferung des dritten Eisbrechdampfers reichte die Firma J. W. Klawitter-Danzig den Entwurf zu einem Schiffe ein, welches, abweichend von den bisherigen Eisbrechdampfern, ohne Kielstücke mit glattem Boden, außerdem aber mit gegen die bisherige Bauweise völlig verändertem Spantensystem gedacht war, in welchem den Längsverbindungen im Schiffe eine hervorragende Bedeutung zuertheilt war.\*) Daß die nur 80 bzw. 100 mm hohen Kielstücke unter dem Boden der Montau und der Weichsel einen wesentlichen Einfluß auf die gute Wirkung dieser Schiffe ausüben, konnte nicht mit Bestimmtheit in den Betrieben der Winter 1880/81, 1881/82 und 1882/83 nachgewiesen werden, dagegen trat der im nächsten Abschnitte weiter zu besprechende Nachtheil der Kielstücke oft sehr deutlich hervor, daß sich zwischen denselben Eis festsetzte und die Schiffe in ihrer Bewegung nicht unerheblich beeinträchtigte. Höhere Kielstücke wären möglicherweise beim Durchbruch der Eisdecke mehr zur Wirkung gekommen, sie hätten aber auch mehr Eis festgehalten und damit die Verwendung der Schiffe im Packeise noch mehr erschwert.

Der Entwurf der Firma J. W. Klawitter verdiente vor den übrigen, im Ausbietungstermine zur Vorlage gebrachten, wegen der ungleich stärkeren Bauart den Vorzug und erhielt den Zuschlag. Die Kielstücke konnten erforderlichenfalls immer noch nachträglich angebracht werden; zunächst sollten sie aber fortbleiben, um den thatsächlichen Werth derselben durch einen Vergleich der Wirkung dieses dritten Eisbrechdampfers Ossa mit derjenigen der Montau festzustellen.

Zur Herbeischaffung von Kohlen und sonstigen Betriebsmaterialien, Zuführung der Ablösungsmannschaften, wie zu allen anderen bei einem derartigen Betriebe vorkommenden Transporten, welche auf der mit abtreibenden losgesprengten Schollen oft dicht bedeckten, aufgeeisten Rinne erfolgen mußten, reichten gewöhnliche Dampfer wegen ihrer nicht ausreichend widerstandsfähigen Bauweise nicht aus, und es wurde daher gleichzeitig mit der Ossa noch das eistüchtige Dampfschiff Ferse beschafft, welches auch geeignet ist, bei nicht zu starker Eisdecke als Eisbrecher verwendet zu werden.

Mit diesen vier Schiffen ist ohne jedes andere Hilfsmittel die Eisdecke der Weichsel von Neufähr bis oberhalb Pieckel in den Wintern 1884/85, 1885/86 und 1886/87 fast immer in ganzer Strombreite aufgebrochen worden.

\*) Wesentlich dieses ganz anders gestaltete Spantensystem war bestimmend für die Annahme des Klawitter'schen Entwurfes.



## 2. Beschreibung der Eisbrechdampfer und ihres Betriebes. (Hierzu Blatt 49 im Atlas.)

Der Eisbrechdampfer Weichsel soll möglichst weit auf die Eisdecke hinauffahren, ist daher so steuerlastig gebaut, daß das Vorderende über dem Niveau des Wassers liegt. Der Boden des in den Abb. 1, 4 bis 6 u. 10 dargestellten Schiffes läuft vom Ruderstegen bis zum Spant 16 wagerecht, steigt dann im Verhältniß 1:20 bis Spant  $k$  und von dort allmählich immer steiler bis zum Vorstegen an. Der Bug des Schiffes ist sehr breit gebaut. Um das Gewicht des Schiffes, welches, auf die Eisdecke hinauffahrend, diese zertrümmern soll, auf einzelne Punkte zu vereinigen und damit das Brechen des Eises zu erleichtern, wie auch, um die Bodenplatten nicht unmittelbar dem Stöße der Eisdecke auszusetzen, befinden sich unter dem Vorschiffe drei Kielstücke aus Gußstahl, deren Querschnitte in Abb. 5 und 6 zur Anschauung gebracht sind. Die Länge des mittleren Kielstückes beträgt 16 m, diejenige der seitlichen Kielstücke 15,5 m. Ueber den Kielstücken sind zu deren besonderer Unterstützung und um dem Schiffe die erforderliche Steifigkeit gegen Durchbiegen zu geben, Kielschweinplatten zwischen den Bodenwrangen eingefügt. Diese Platten werden durch Winkel-eisen mit den Bodenplatten und Bodenwrangen verbunden. Sie reichen über letztere hinaus und nehmen doppelte, längsschiffsgeführte Winkel-eisen auf, welche auf den Reverswinkel-eisen ruhen und mit diesen vernietet sind. Die Reverswinkel-eisen reichen bis unter die Seitenstringer, welche aus doppelten Winkel-eisen in Stärke der Spanten bestehen.

Die Montau ist von gleicher Bauart wie die Weichsel; eine genaue Beschreibung und Darstellung derselben befindet sich in der Sammlung ausgeführter Dampfbagger, Baggerprähme, Dampfbugsirboote usw. von L. Hagen, Theil II, No. XXIX.

In jedem der beiden Schiffe sind drei wasserdichte Schotte vorgesehen, von denen das eine 2 m vom Vorstegen entfernt ist, während die beiden anderen den Maschinen- und Kesselraum vorn und hinten abschließen. Die Weichsel enthält eine kleine Kajüte als Arbeitsraum für den Betriebsleiter der Eisbrecharbeiten, die Montau eine größere Kajüte zu demselben Zwecke und daneben einen Schlafraum für diesen Beamten. Außerdem sind auf beiden Schiffen die ausreichenden Räume für die Schiffsmannschaft, die Schiffsmaschine, den Dampfkessel, die elektrische Maschine, das Schiffsgeräth und einen größeren Kohlenvorrath vorhanden. Die Kohlenbunker der Montau fassen 18 t, diejenigen der Weichsel 9 t Kohlen.

Ganz abweichend von den bisher beschriebenen Schiffen ist der Eisbrechdampfer Ossa gebaut. Das Vorderende liegt auch bei diesem Schiffe über Wasser, die Kielstücke unter dem Boden fehlen aber und an Stelle des stumpfen Bugs der Montau und Weichsel ist ein schärferer Bug mit steil ansteigendem Steven getreten. Der Boden verläßt schon beim Ruderstegen die Wagerechte und steigt steiler zum Vorstegen an, als die Schiffsböden der vorgenannten beiden Dampfschiffe (vergl. Abb. 3). Um allen Formänderungen des Schiffes beim Arbeiten im starken Eise zu begegnen, wurde nach Fortfall der Kielstücke das Querspantensystem der Montau und Weichsel (vergl. Abb. 4) aufgegeben und zu einer Verbindung des Skott-Rufsel'schen Längsspantensystems mit Querspanten übergegangen. Die aus den Querschnitten (Abb. 8 und 9) ersichtlichen sieben Längsspanten, von welchen das mittlere gleichzeitig den Plattenkiel bildet, laufen möglichst von Steven zu Steven durch das ganze

Schiff hindurch. Die Entfernung der gewöhnlichen Querspanten, welche in einer Länge vom Kiel bis zum Deck reichen, beträgt 500 mm. Im Vorschiffe wird jedes fünfte dieser Querspanten, im Hinterschiffe jedes sechste durch 250 mm breite, 6 mm starke Platten, welche innerhalb zwischen den Längsspanten eingebaut und an ihrer Innenkante mit Winkel-eisen besetzt sind, versteift; mithin beträgt die Entfernung dieser letzteren Spanten — Breit-spanten genannt — im Vorschiffe 2500 mm, im Hinterschiffe 3000 mm. Einer weiteren Verstärkung der Breit-spanten dient eine 200 mm breite, 7 mm starke Querplatte, welche ebenso wie die Spantwinkel ununterbrochen vom Kiel bis zu den Deckbalken durchläuft und in Abb. 8 erkennbar ist. Im Vorschiffe, welches einer Beschädigung am meisten ausgesetzt ist, befinden sich drei wasserdichte Schotte.

Die Ossa enthält, außer den nöthigen Räumlichkeiten für die Schiffsmannschaft, die Schiffsmaschine, den Dampfkessel, die elektrische Maschine, die Schiffsgeräte und 10,5 t Kohlen, einen Arbeitsraum für den Betriebsleiter der Eisbrecharbeiten und im Anschluß daran einen Schlafraum für denselben. Auf Deck ist ein Steuerhäuschen erbaut, welches dem Schiffsführer gleichzeitig als Arbeitsraum dient und sechs bis acht Personen bequem Platz bietet. Die Steuerhäuschen auf der Weichsel und Montau sind nur für die Aufnahme von zwei bis drei Personen berechnet. In Abb. 3 wird der ganze hintere Theil des Steuerhäuschens durch Abortanlagen verdeckt. Auf der Backbordseite des Schiffes befindet sich ein Aufbau, welcher äußerlich vollständig dem Aborthäuschen auf der Steuerbordseite entspricht. Er dient als Küche und trägt gemeinsam mit dem Steuer- und Aborthäuschen die sehr geräumige Commandobrücke.

Der Transportdampfer Ferse hat den Zweck, während der Ausführung der Eisbrecharbeiten auf der Weichsel die Beförderung der Ablösungsmannschaften von und zu der Arbeitsstelle zu bewirken, den im Betriebe befindlichen drei Eisbrechdampfern Montau, Weichsel und Ossa die nothwendigen Kohlen und sonstigen Betriebserfordernisse nachzuführen und das Arbeiter-Casernenschiff Radaune von einer Arbeitsstelle zur anderen, bezw. bei unsicheren Witterungs- und Eisverhältnissen nach möglichst geschützten Liegestellen, wie von diesen wieder zur Arbeitsstelle zurück zu schleppen. Hierbei muß der Dampfer Eisschollen, welche seine Fahrt behindern, zerbrechen, sowie Eisstopfungen, welche sich durch die von den Eisbrechdampfern gelösten, oder seitlich von den Rändern abgetriebenen größeren Schollen bilden, zerstören können. Im Sommer soll das Schiff der Strombauverwaltung als Schlepp- und Bereisungsdampfer dienen.

Um allen diesen Anforderungen zu genügen, ist die Ferse einerseits in der gewöhnlichen Form schnell fahrender Personendampfer, andererseits aber sowohl in betreff der Spanten, als auch der Haut so widerstandsfähig gebaut, daß sie jeden Eis-anprall schadlos aufzunehmen vermag. Besonders hervorzuheben bleibt noch, daß vorn ein nach rückwärts geneigter, zum Rammen des Eises tauglicher Vorderstegen angebracht ist. Den Längsverband des nach dem Querspantensystem erbauten Schiffes bilden die Deckstringerplatte, ferner eine in Höhe der Wasserlinie nach Abb. 7 durch ein Winkel-eisen von 50 · 50 · 8 mm Stärke an der Schiffshaut befestigte und mit zwei Winkel-eisen von 65 · 50 · 8 mm Stärke an der Innenkante versteifte zweite Stringerplatte, schließlich die aus doppelten Winkel-eisen von 65 · 50 · 8 mm Stärke eingebauten drei Kielschweine und der unter dem ganzen Schiffe durchlaufende, 120 mm hohe und



25 mm starke Kiel. Außer den für Unterbringung der Bedienungsmannschaft nöthigen Kojen enthält die Ferse ein Arbeitszimmer mit daran stofsender Schlafrkoje für den Betriebsleiter der Eisbrecharbeiten, ferner die Räume für die Schiffsmaschine, den Dampfkessel, die elektrische Maschine und das Schiffgeräth. Unter Deck können schliesslich noch 18 t Kohlen zur Ver-

sorgung der Eisbrechdampfer Ossa, Weichsel und Montau untergebracht werden. — Die Uebernachtungs- und Arbeitsräume der vorbeschriebenen vier Schiffe sind mit Dampfheizung und daneben noch mit gewöhnlichen eisernen Oefen ausgestattet. Alle übrigen zur Auskunft über die Schiffe erwünschten Angaben dürften in nachstehender Zusammenstellung enthalten sein:

Bezeichnung der wichtigsten Angaben über die Eisbrechdampfer:		Weichsel	Montau	Ossa	Transportdampfer Ferse
Länge über Alles . . . . .	m	26,40	31,10	33,10	30,40
Länge von Vorderkante Vorsteven bis Hinterkante Rudersteven . . . . .	m	25,50	30,00	31,80	30,15
Größte Breite im Nullspant . . . . .	m	4,75	5,50	5,50	4,75
Ganze Höhe im Nullspant (mittschiffs) . . . . .	m	2,65	2,86	3,00	2,60
Größter Tiefgang bei voller Belastung . . . . .	m	1,60	1,60	2,00	1,60
Material der Spanten . . . . .	—	Schmiedeeisen	Schmiedeeisen	Stahl (vergl. Beschreibung)	Schmiedeeisen
Dimensionen der (Quer-) Spanten . . . . .	mm	65. 50. 8	78. 65. 10	65. 65. 8	65. 50. 8
Entfernung von Spant zu Spant . . . . .	mm	vorn bis zum Nullspant 400, hinten 500	vorn und Mitte 400, hinten 500	500	vorn auf $\frac{1}{4}$ der Länge 400, Mitte und hinten 500
Material der Außenhaut . . . . .	—	Stahl und Schmiedeeisen	Stahl und Schmiedeeisen	Stahl	Stahl
Stärke der Bodenbleche . . . . .	mm	10 bis 13	13 bis 15	9 bis 11	9 bis 11
Stärke der Seitenwände . . . . .	mm	8 bis 13	8 bis 15	7 bis 11	7 bis 11
System der Dampfmaschine . . . . .	—	Compound-Hammer-Schraubenschiffsmaschine mit Oberflächencondensation	Compound-Hammer-Schraubenschiffsmaschine mit Oberflächen- und Einspritzcondensation		
Indicirte Pferdekkräfte . . . . .	Zahl	120	189	185	115
Anzahl der Cylinder . . . . .	Zahl	2	2	2	2
Durchmesser der Cylinder . . . . .	mm	300/530	360/680	490/730	320/580
Kolbenhub . . . . .	mm	300	400	450	360
Umdrehungen in der Minute . . . . .	Zahl	180	180	121	176
System des Dampfkessels . . . . .	—	liegender Schiffskessel mit zwei Flammrohren und durch Siederöhren rückkehrender Flamme			
Heizfläche . . . . .	qm	52,86	81,50	79,37	52,00
Rostfläche . . . . .	qm	1,80	2,92	2,43	1,93
Dampfspannung in Atmosphären . . . . .	Zahl	6	6	6	6,5
Kohlenverbrauch für die Betriebsstunde . . . . .	kg	120	180	185	100
Durchmesser der vierflügligen Gufsstahlschraube . . . . .	m	1,40	1,50	2,0	1,50
Geschwindigkeit des Schiffes im stillen Wasser in der Stunde . . . . .	Knot.	8	9	9	10
Wasserverdrängung bei voller Belastung . . . . .	cbm	86,3	125,3	134,3	91,0
Kosten des Schiffes ausschliesslich der elektrischen Beleuchtung . . . . .	ℳ	69 700	105 300	110 000	62 000
Name des Erbauers . . . . .	—	Danziger Schiffswerft und Kesselschmiede, Actien-Gesellschaft	1881 und 1882	J. W. Klawitter in Danzig	Danziger Schiffswerft und Kesselschmiede, Act.-Gesellschaft
Jahr der Erbauung . . . . .	—	1880	1881 und 1882	1884	1884
Constructon der elektrischen Lampe . . . . .	—	Hängelampe nach allen Seiten leuchtend für Bogenlicht bei Verwendung von 14 mm Kohle		Reflectorlampe mit Parabelspiegel von 51 cm Oeffnung in eisernem nach allen Seiten drehbarem Gehäuse auf Säulenfuß für Bogenlicht bei Verwendung von 14 mm Kohle	
Stromstärke für die Lampe . . . . .	Amp.	35	35	35	35
Einrichtungskosten der elektrischen Beleuchtung . . . . .	ℳ	10 311		4947	4673

Im Winter 1882/83 ist es nur durch ununterbrochene Tag- und Nachtarbeit möglich gewesen, den Eisaufbruch zwischen Neufähr und Pieckel rechtzeitig zu vollenden, und diese Verhältnisse können sich in jedem Jahre wiederholen. Die Beamten und Arbeiter, welche damals auf den beiden vorhandenen Eisbrechdampfern Weichsel und Montau beschäftigt waren, bezw. dieselben bedienen, sind auch während ihrer Ruhestunden gewöhnlich auf den beiden Schiffen geblieben, da das Aufsuchen eines passenden Unterkommens bei der stetig wechselnden

Arbeitsstelle meistens zu zeitraubend gewesen wäre und zu Betriebsstörungen Veranlassung gegeben hätte, welche unter allen Umständen vermieden werden mußten. Eine wirkliche Ruhe giebt es aber auf einem im Weichselstrome arbeitenden Eisbrechdampfer nicht. Die Stöße der gegen eine Stopfung rennenden Schiffe sind meistens so heftig, daß die ruhenden Personen alle Kraft daran setzen müssen, um nicht aus ihren Schlafstellen herausgeworfen zu werden. Man baute daher im Jahre 1884 gleichzeitig mit der Ossa und Ferse das Arbeiter-



Casernenschiff Radaune, welches bei nöthig werdender Nacharbeit den beim Eisbrechbetriebe beschäftigten Mannschaften und Beamten während der dienstfreien Zeit ein Unterkommen zum Ausruhen durch Schlaf gewähren soll.

Da die Radaune, sobald sie in Benutzung genommen wird, sich stets in der Nähe der Eisbrechdampfer befindet, und von einem derselben jederzeit ins Schlepptau genommen werden kann, so bedurfte sie keiner eigenen Maschine, und es war für den Erbauer nur nöthig, dem Schiffe eine für das Schleppen im Eise recht günstige Form zu geben. Dem entsprechend ist der Bug scharf gebaut und dem Schiffsboden eine Steigung von etwa 1:100 nach dem Vorschiffe hin gegeben worden. Die Radaune ist 25,5 m lang, 4,5 m breit und mittschiffs im ganzen 2,45 m hoch. Die lichte Höhe der Räume beträgt 1,90

bis 2,15 m. Haut und Spanten, wie alle übrigen Schiffstheile sind aus Stahl. Die Haut ist im oberen Gange 6 mm, im hinteren Boden 7 mm, im vorderen Boden, in der Kimme und dem Gange in der Wasserlinie 8 mm stark. Die Spanten haben bei 500 mm gegenseitigem Abstände 65 · 50 · 8 mm Stärke. Im Vorschiffe hat jedes vierte Spant eine 200 · 6 mm starke Platte, welche oben mit dem Deckstringer, unten mit der Bodenwrange vernietet ist, sodafs also je ein breites Spant in die Scheidewand zweier anstofsender Kojen fällt, wonach sich die Anordnung der letzteren richten mußte. Die Deckbalken und Kielschweine haben 105 · 75 · 9 mm Stärke.

Die Anordnung des Decks, wie die innere Einrichtung der Radaune sind in den hierunter folgenden Abbildung 4 dargestellt.

Innere Einrichtung des Schiffes.

ein Bett. zwei Betten über einander. a Waschtisch. b Efstisch. c Speiseschrank. d Kasten.

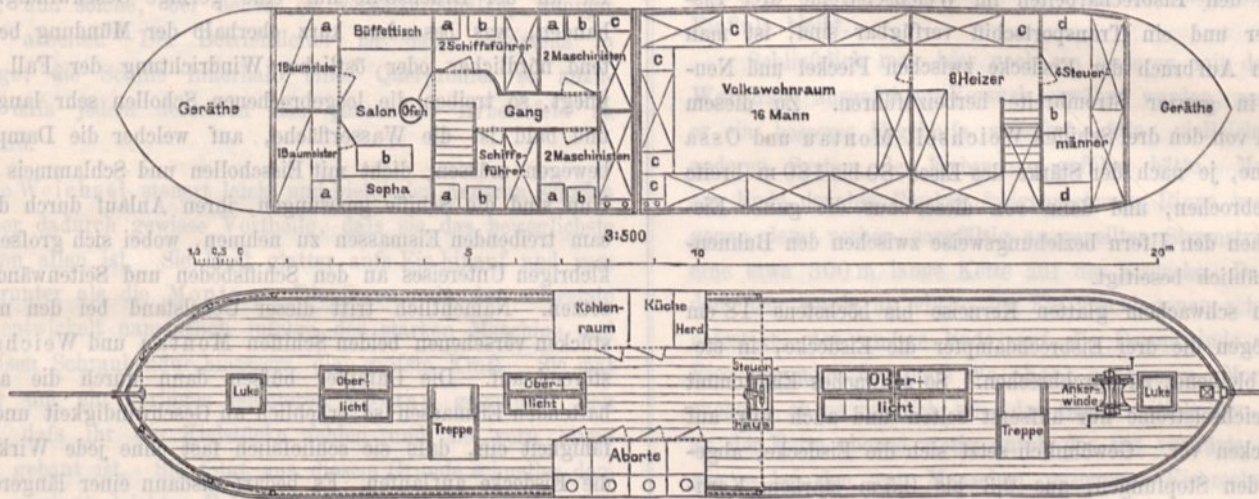


Abb. 4. Grundriß und Deckplan des Casernenschiffes Radaune.

Auf Deck befindet sich ein Abort mit vier Sitzen und die allgemeine Küche nebst Kohlenkammer. Zwei Treppen führen vom Deck nach den inneren Räumen. Auf der im Hinterschiffe eingebauten Treppe gelangt man zu dem Arbeitszimmer der Bauleiter und den daneben liegenden beiden Schlafkojen, wie zu den vier Kojen der vier Schiffsführer und der vier Maschinisten. Die Treppe im Vorschiffe vermittelt den Zutritt zu den Räumen für vier Steuerleute, acht Heizer und sechzehn Arbeiter. Zur Heizung dienen in allen Räumen eiserne Oefen.

Als der erste Eisbrechdampfer Weichsel beschafft war, trat die Nothwendigkeit ein, für denselben in unmittelbarer Nähe der Mündung bei Neufähr eine Liegestelle zu schaffen. Hier mußte der Dampfer ein Unterkommen finden, wenn er bei seiner Arbeit im oberen Strome vom Eisgange überrascht wurde, hier auch nach Beendigung des Eisaufbruches zur jederzeitigen Wiederverwendung bei Zertrümmerung nachträglich durch Abtreiben von Uferschollen auf der frei gebrochenen Stromstrecke etwa entstandener Stopfungen bereit liegen. Man wählte zu dieser Liegestelle eine vorhandene kleine Bucht unterhalb der Plehnendorfer Schleuse, baggerte dieselbe genügend aus und versah sie mit einigen starken Haltepfählen. Für die Weichsel allein reichte diese Liegestelle wohl aus, als aber die Montau gebaut und die Beschaffung noch weiterer zwei Schiffe beschlossen war, mußte man den Liegeraum erheblich vergrößern und in Anbetracht des großen Werthes der Schiffe für deren vollstän-

dige Sicherheit gegen etwaigen Eisenprall aus dem Strome in wirksamerer Weise Sorge tragen. So entstand aus der vorerwähnten Bucht in den Jahren 1884 und 1885 die auf Blatt 48 besonders dargestellte, von hochwasserfreien Deichen umschlossene Liegestelle.

Die in den Jahren 1886 und 1887 ausgeführte Verlegung der Plehnendorfer Schleuse hat auch Veränderungen an der Liegestelle der Eisbrechdampfer nöthig gemacht. Es kann von deren Darstellung hier aber abgesehen werden, da dieselben nicht im besonderen Interesse dieser Schiffe herbeigeführt und auch nicht aus Eisbrechmitteln bezahlt worden sind. Die vier Eisbrechdampfer haben in der abgeänderten und etwas vergrößerten Liegestelle ihre früheren Plätze behalten.

Die für den bevorstehenden Eisbrechbetrieb voraussichtlich erforderliche Menge an Kohlen, Schmiermaterialien usw. wird im Herbste jedes Jahres nach Plehnendorf geschafft und dort in dem Bauhofe südlich von der alten Schleuse untergebracht.

Da es in früheren Jahren wiederholt vorgekommen ist, dafs Stopfungen, welche sich durch Abtreiben von Uferschollen in weiter Entfernung von der Aufbruchstelle gebildet haben, lediglich dadurch eine sehr schädliche Bedeutung erlangten, dafs der den Betrieb leitende Beamte von der Bildung dieser Stopfungen nicht rechtzeitig Nachricht erhielt, so beschlofs man, längs dem linksseitigen Weichseldeiche zwischen Gr. Plehnendorf und Dirschau auf Kosten des Eisbrechfonds eine Fernsprechleitung



zu erbauen und an diese sämtliche am Deiche gelegenen Wachtlocale des Danziger Werders anzuschließen. Diese Anlage gelangte im Jahre 1886 zur Ausführung und hat sich bisher recht gut bewährt. Zwischen Dirschau und Pieckel besteht auf dem rechtsseitigen Deiche eine gleiche, dem großen Marienburger Werder gehörende Einrichtung. Die Strombauverwaltung hat das Recht, diese Leitung während des Eisaufbruches zu benutzen, und es kann somit in jedem Augenblicke auf der ganzen Strecke von Pieckel bis Neufähr eine Verständigung zwischen dem Betriebsleiter und jeder Fernsprechstation erfolgen. —

Die Profildbreite der getheilten Weichsel beträgt bei mittlerem Wasserstande auf der Strecke von Pieckel bis zum Danziger Haupte 250 m. Von hier ab erweitert sich das Profil stetig bis Neufähr, woselbst es eine Breite von 300 m erreicht. Seitdem zu den Eisbrecharbeiten im Weichselströme drei Eisbrechdampfer und ein Transportschiff verfügbar sind, ist man bemüht, den Aufbruch der Eisdecke zwischen Pieckel und Neufähr stets in ganzer Strombreite herbeizuführen. Zu diesem Zwecke wird von den drei Schiffen Weichsel, Montau und Ossa zunächst eine, je nach der Stärke des Eises 80 bis 180 m breite Rinne aufgebrochen, und dann von dieser aus die ganze Eisdecke zwischen den Ufern beziehungsweise zwischen den Bühnenköpfen allmählich beseitigt.

Nur in schwachem glatten Kerneise bis höchstens 18 cm Dicke vermögen die drei Eisbrechdampfer die Eisdecke, in stetiger Fahrt bleibend, zu durchbrechen. So schwaches Eis kommt aber im Weichselströme nur äußerst selten und auch nur auf kurzen Strecken vor. Gewöhnlich setzt sich die Eisdecke, abgesehen von den Stopfungen, aus 0,3 bis 0,5 m starkem Kerneise und 1 bis 2 m starkem, schlammigem Untereise zusammen. Auf eine solche Eisdecke fahren die Dampfer mit einem 100 bis 200 m langen Anlaufe auf und bewegen sich, das Eis durch ihr Gewicht zertrümmernd, so lange vorwärts, bis die durch den Anlauf gewonnene Kraft verbraucht ist. Dann stehen die Schiffe still. Es folgt das Commando „rückwärts“, worauf jedes Schiff soweit rückwärts geht, bis es die genügende Fahrt zum Anlauf für den nächsten Stofs gewonnen hat. Dieser trifft die Eisdecke in einiger Entfernung von dem ersten. Man schafft hierdurch von vornherein eine breite Rinne und vermeidet ein Begegnen mit den aus der ersten Bruchstelle herabkommenden Schollen. Vollzieht sich der Anlauf ohne Hindernisse, dann fahren die Schiffe je nach der Stärke des Eises mit der halben bis ganzen Schiffslänge in dasselbe hinein. In Eisstopfungen, bei welchen das Pack- bzw. Untereis gewöhnlich 3 bis 4 m, oft aber auch 6 und 7 m stark ist, gelingt es den Schiffen nur, mit höchstens einem Fünftel bis einem Viertel ihrer Länge in die Eismassen einzudringen.

Die Wirkung der Schiffe auf die Eisdecke ist eine doppelte. Erstens zertrümmern dieselben die von ihnen unmittelbar berührten Eisflächen völlig, zweitens veranlassen sie, theils durch den heftigen Stofs, theils durch die mit dem Auffahren verbundene kräftige Wellenbewegung, die Bildung einer Anzahl Risse in dem die Bruchstelle umgebenden Eise und verursachen dadurch das Abspalten und Abtreiben oft ganz bedeutender Schollen.

In Stopfungen geschieht es nicht selten, daß ein Dampfer, nachdem er im Eise zum Stillstande gekommen, mit dem Bug

auf demselben fest bleibt und trotz stärksten Rückwärtsarbeitens der Schraube nicht heruntergleitet. In solchen Fällen wird das Schiff mittels einer Wagenwinde zurückgedrückt, welche zu diesem Zwecke stets klar am Vorsteven herabhängt. Bisweilen wird auch ein anderer Eisbrechdampfer benutzt, um das fest-sitzende Schiff abzubringen. Derselbe fährt dann dicht neben letzterem auf das Eis und zerbricht dadurch die dasselbe fest-klemmenden Schollen, oder er zieht es an einem schnell über-geworfenen Tau rückwärts von dem Eise herunter.

Während in den durch Pulver erschlossenen Rinnen, wie oben bereits erwähnt, die losgetrennten Schollen gewöhnlich noch durch besondere Arbeitertrupps abgedrückt und in einzelnen Fällen sogar an Tauen fortgetreidelt werden mußten, sind die Eisbrechdampfer stets im Stande, das von ihnen los-gebroschene Eis dem fließenden Wasser selbst zuzuführen. Allerdings erreichen sie das oft erst nach langer, mühsamer Arbeit. Ist an der Bruchstelle nur eine geringe Geschwindigkeit vorhanden, was besonders kurz oberhalb der Mündung bei anhaltend nördlicher oder östlicher Windrichtung der Fall zu sein pflegt, so treiben die losgebroschene Schollen sehr langsam ab, und bald ist die Wasserfläche, auf welcher die Dampfer sich bewegen müssen, dicht mit Eisschollen und Schlammeis bedeckt. Nun sind die Schiffe gezwungen, ihren Anlauf durch die langsam treibenden Eismassen zu nehmen, wobei sich große Mengen klebrigen Untereises an den Schiffsböden und Seitenwänden festsetzen. Namentlich tritt dieser Uebelstand bei den mit Kielstücken versehenen beiden Schiffen Montau und Weichsel sehr störend auf. Die Dampfer büßen dann durch die an ihnen haftenden Eismassen so erheblich an Geschwindigkeit und Steuerfähigkeit ein, daß sie schließlichs fast ohne jede Wirkung auf die Eisdecke auflaufen. Es bedarf alsdann einer längeren Fahrt im offenen Wasser, um die Schiffe von dem Eise zu befreien. Vor Grundstopfungen ist gewöhnlich gar keine Strömung zu erkennen; dann müssen die Dampfer die gelösten Eisschollen allmählich herausdrücken und sich auf diese Weise wieder ein Arbeitsfeld schaffen. Ist genügende Stromgeschwindigkeit an der Bruchstelle vorhanden, so findet auch ein leichtes Lösen und Spalten der Eisdecke und ein schnelles Abtreiben der Schollen statt; die Dampfer haben beim Anlauf freies Fahrwasser und gelangen zur vollen Wirkung. Es wird daher bei Ausführung des Eisaufbruches sorgfältig darauf geachtet, daß derselbe möglichst der Fahrinne folgt. Dann ist der Strom selbst stets der beste Förderer der Arbeit.

Im großen und ganzen werden die Schiffe beim Aufbruch der Eisdecke, wie folgt, angestellt. Befindet sich unter der Kerneisdecke nur geringes Schlammeis, so fahren die drei Dampfer Montau, Weichsel und Ossa möglichst gleichzeitig parallel zu einander in Abständen von 60 bis 80 m auf die Eisdecke auf. Diese spaltet dann in einer Breite von 150 bis 180 m und die gelösten Eisschollen treiben leicht ab. Ist unter der Eisdecke viel Schlammeis oder Packeis, dann werden die Abstände zwischen den Schiffen je nach der Stärke des Eises zu 30 bis 20 m genommen. Bei Eisstopfungen, in welchen das Schlammeis bis auf die Sohle reicht und das Wasser nur an einzelnen Stellen Durchfluß hat, wird mit einem oder zwei Dampfern eine schmale Rinne gebrochen und diese mittels der anderen Dampfer staffelförmig auf 80 bis 100 m verbreitert. Ist die Rinne durch unmittelbaren Eingriff der Eisbrechdampfer je nach der Beschaffenheit des Eises auf 80 bis 180 m



Breite gebracht, dann werden die im Strome noch verbliebenen Eismassen am mühelosesten und billigsten dadurch beseitigt, dafs ein Schiff mit voller Fahrt möglichst nahe am Eise vorbeifährt. Die dadurch erzeugten Wellen führen ein Spalten und Abschwimmen des Eises herbei. Dieser Aufgabe unterzieht sich meistens das Transportschiff Ferse, welches, zum eigentlichen Eisaufbruch nur ausnahmsweise vorübergehend herangezogen, fast beständig die freigebrochene Stromstrecke befährt, um, wie oben bereits erwähnt, von Plehnendorf aus die Dampfer Ossa, Weichsel und Montau mit den nöthigen Betriebsmaterialien zu versorgen.

Es hat sich als besonders günstig für die Ausführung der Eisbrecharbeiten erwiesen, dafs alle vier Dampfschiffe, sei es in Bezug auf Construction, sei es in Bezug auf Länge, Breite und Gewicht unter einander wesentlich verschieden sind. Jedes hat bestimmte Eisarten und Eisstärken, bei welchen es besonders günstig, und solche, bei denen es verhältnismäfsig weniger günstig arbeitet. Der Betriebsleiter ist daher meistens in der Lage, die Schiffe innerhalb eines Querprofils so anzustellen, dafs jedem derselben das passendste Arbeitsfeld zu Theil wird.

Die Weichsel steuert leicht und bietet den anderen Schiffen gegenüber dadurch gewisse Vortheile, dafs sie das beweglichste Schiff von allen ist. Sie läuft glatter aufs Eis hinauf und vom Eise herunter als die Montau. Die Ossa, als das schwerste Schiff, entwickelt namentlich infolge der starken Maschine und des grofsen Schraubendurchmessers die grösste Kraft. Sie hat der nur um ein geringes leichteren Montau gegenüber den Vorzug, dafs ihr die Kielstücke fehlen und sie vorn etwas schärfer gebaut ist. Sie folgt aus diesem Grunde schneller dem Steuer, gewinnt leichter Fahrt und läuft besser auf das Eis, bezw. von diesem herunter. Sehr oft sind die Kielstücke, indem sie sich im Eise festklemmen, die Veranlassung, dafs die Montau und die Weichsel nicht vom Eise heruntergleiten. Die Ossa läuft etwas spitz auf die Eisdecke auf und fällt, je nachdem das Eis nach der einen, oder der anderen Seite williger bricht, mehr rechts oder links ab. Sie erhält dadurch eine leicht rollende Bewegung, die das Abspalten seitlicher Tafeln sehr begünstigt und einem Festklemmen des Schiffes auf dem Eise entgegenwirkt. Ist genügendes Fahrwasser vorhanden, dann werden Montau und Weichsel am Hinterende durch Ballast noch etwas gesenkt, wodurch die Wirkung der Schiffe merklich zunimmt.

Die durchschnittliche Leistung der Eisbrechdampfer bei dem am häufigsten auf dem Weichselstrome vorkommenden Eise ist in elf Arbeitsstunden 2500 m vollständiger Eisaufbruch von Ufer zu Ufer. Dabei pflegt jedes Schiff 15 bis 20 mal in der Stunde gegen die Eisdecke anzulaufen. In sehr starkem Stopfeise kann es wohl vorkommen, dafs die Schiffe elf Arbeitsstunden gebrauchen, um eine Rinne von 300 m Länge und 60 m Breite fertig zu stellen; bei sehr günstigem Eise haben dieselben in gleicher Zeit schon 6000 m Stromstrecke frei gebrochen.

Die Abnutzung der Schiffe und namentlich der Schiffsmaschinen ist erheblich gröfser, als diejenige gewöhnlicher Schlepp- oder Personendampfer. Beschädigungen ernsterer Natur kommen aber im allgemeinen selten vor. Nur im Winter 1885/86 sind wiederholt Schraubenwellen gebrochen, weshalb

seit jener Zeit jedes Schiff neben der schon früher beschafften Ersatzschraube auch eine Ersatzwelle mit sich führt.

Es ist im Jahre 1882 versucht worden, das den Strom herabtreibende Grundeis mittels des Dampfers Weichsel dauernd in Bewegung zu erhalten, um dadurch den Eisstand, wenigstens zwischen Neufähr und Pieckel, zu verhindern. Der Versuch mußte aber bald aufgegeben werden, da das Schiff nach kurzer Fahrt so dicht mit dem schlammigen Grundeise bepackt war, dafs es seine Steuerfähigkeit verlor und die Wirkung der Schraube schliesslich kaum noch zu bemerken war. Der Dampfer konnte es unter diesen Umständen nicht verhindern, dafs das Eis etwas unterhalb zum Stillstand kam, und mußte in den Hafen geschafft werden, um nicht selbst im Strome einzufrieren. Noch oft ist dieser Versuch auch mit den anderen Schiffen wiederholt worden; es hat sich aber immer wieder gezeigt, dafs der im Eisgange arbeitende Dampfer vielfacher Beschädigung preisgegeben ist und auf die Bildung der Eisdecke ohne jeden Einfluss bleibt.

Schliesslich mag hier noch ein anderer, mit dem Dampfer Weichsel ausgeführter Versuch erwähnt werden, welcher, wenn er ein besseres Ergebnifs geliefert hätte, vielleicht zu einem anderen System der Eisbrecher geführt hätte. Man verlegte, am Ende der bis Pieckel freigebrochenen Rinne beginnend und genau dem vorher sorgfältig ausgepeilten Stromstriche folgend, eine etwa 300 m lange Kette auf der Eisdecke. Das eine Ende derselben wurde an einem ins Eis geschlagenen schweren Anker befestigt, das andere Ende auf die Dampfwinde des vor dem Eise liegenden Dampfers Weichsel genommen. Man wollte versuchen, ob es möglich sei, das Schiff mittels der Dampfwinde an der Kette ebenso stetig durch das Eis vorwärts zu bewegen, wie es bei den von Menschen gezogenen Eisbrechschlitten der Fall war. Das Ergebnifs war ein sehr ungünstiges, indem das Schiff trotz kräftigster Unterstützung durch die Schraube nach einstündiger Arbeit kaum 20 m weit in ein etwa 40 cm starkes Kerneis ohne Untereis eingedrungen war und die beim Aufahren der Schiffe mittels Anlaufes stets eintretenden seitlichen Risse hier gänzlich fehlten.

3. Allgemeines über die Anordnung und Ausführung der Eisbrecharbeiten und Zusammenstellung der Kosten vom Jahre 1860 bis zum Jahre 1887.

Beim Erscheinen des ersten Grundeises im November bezw. December jedes Jahres verlassen zwei Eisbrechdampfer, gewöhnlich Weichsel und Ferse, die Liegestelle bei Plehnendorf, gehen über See nach Neufährwasser und bleiben dort zur Verfügung, bis sich die Bildung der Eisdecke im unteren Strome vollzogen hat. Meistens tritt der Eisstand zuerst zwischen Bohnsack und Plehnendorf ein und es bleibt der Strom von oberhalb Plehnendorf abwärts eisfrei. Es kommt aber auch vor, dafs das Eis sich erst unterhalb der Plehnendorfer Liegestelle festsetzt. Während im ersten Falle die nach Neufährwasser entsandten Schiffe sofort wieder über See nach Plehnendorf zurückkehren, müssen sie im anderen Falle die Eisdecke bis zur Einfahrt in die Liegestelle aufbrechen und sie erwarten dann dort gemeinsam mit den anderen beiden Schiffen den Befehl zum Beginn des eigentlichen Eisaufbruchs.

Wie oben schon erwähnt, besteht seit 1879 für die Inangriffnahme, Ausführung und schliessliche Kostenvertheilung der Eisbrecharbeiten ein Regulativ, dessen wesentlichste Bestimmungen hier mitgetheilt werden mögen.



Die Leitung der Eisbrecharbeiten erfolgt im Auftrage und nach Anweisung der Königlichen Strombauverwaltung durch die Beamten derselben, welche ausschliesslich alle Anordnungen zur Ausführung dieser Arbeiten zu treffen und durchzuführen haben. Dieselben sind hierbei lediglich der Aufsicht ihrer vorgesetzten Dienstbehörde unterstellt. Den beteiligten Deichverbänden steht die Mitwirkung bei der Leitung und Ausführung des Eisaufbruches nicht zu; Anträge derselben in betreff der Art und Weise der Ausführung sollen jedoch möglichst berücksichtigt werden.

Sobald die Strombauverwaltung Veranlassung findet, die Eisbrecharbeiten einzuleiten, oder von einem der beteiligten Deichverbände bei der Strombauverwaltung hierauf angetragen wird, werden die Bevollmächtigten dieser Deichverbände, und zwar:

1. des Danziger Werders,
2. des grossen Marienburger Werders,
3. der rechtsseitigen Nogat-Niederung,
4. der Danziger alten Binnen-Nehrung,
5. der Falkenauer Niederung,

letztere bezüglich der Stromstrecke Neufähr bis Barendter Wachtbude ohne Stimmrecht, zu einer Berathung unter dem Vorsitz des Chefs der Strombauverwaltung zusammen berufen.

Beantragen bei dieser Berathung auch nur zwei der oben unter 1 bis 3 benannten Deichverbände den Eisaufbruch überhaupt oder auf einer bestimmten Stromstrecke, so ist die Strombauverwaltung befugt, unter Heranziehung sämtlicher, also auch der nicht zustimmenden, bezw. bei der Berathung nicht vertretenen Deichverbände zu den Kosten der Eisbrecharbeiten, dem Antrage gemäss zu verfahren. Es bleibt dies jedoch in ihr Ermessen gestellt, sodafs sie selbst in dem Falle, wenn die Bevollmächtigten des Danziger Werders, des grossen Marienburger Werders und der rechtsseitigen Nogat-Niederung sich dafür aussprechen, nicht verpflichtet ist, damit vorzugehen.

Wenn auf Grund der bei der Einleitung des Eisaufbruches stattgefundenen Berathung dieser nur auf einer bestimmten Stromstrecke vorgenommen wird, so ist, falls auf Anregung der Strombauverwaltung oder auf Antrag eines der beteiligten Deichverbände eine weitere Fortsetzung des Eisaufbruches eintreten soll, darüber eine neue Berathung in gleicher Weise und mit gleicher Wirkung, wie die vorerwähnte, herbeizuführen.

Für die Stromstrecke oberhalb der Barendter Wachtbude bis hinauf zum oberen Kopfe des Pieckeler Canales nehmen jedoch der Deichverband des Danziger Werders und derjenige der Danziger alten Binnen-Nehrung an der Berathung nicht Theil, dafür tritt die Falkenauer Niederung mit Stimmrecht ein. Für die Stromstrecke vom oberen Kopfe des Pieckeler Canales aufwärts tritt an die Stelle der unter 1 bis 4 obengenannten Deichverbände der Deichverband der Marienwerderschen Niederung, welche bei weiterer Fortführung des Eisaufbruches mit der Falkenauer Niederung allein beteiligt ist.

Die Strombauverwaltung ist befugt, auf den Antrag von zwei der hiervor unter 1 bis 5 genannten Deichverbände mit den Eisbrecharbeiten, unter Beteiligung der Deichverbände an den Kosten, sofort vorzugehen, ohne die durch das Regulativ vorgeschriebene Berathung und deren Ergebnis abzuwarten; sie ist jedoch verpflichtet, binnen sechs Tagen nach Einleitung des Eisaufbruches die Berathung der Bevollmächtigten der Deichverbände herbeizuführen. Geschieht dieses nicht, oder wird nach dem Ausfall der Berathung der weitere Eisaufbruch nicht auf

Grund des Antrages zweier der oben unter 1 bis 3 bezeichneten Deichverbände beschlossen, so können die Deichverbände nur zu den innerhalb der ersten acht Tage von dem Beginn der Arbeiten ab entstandenen Kosten herangezogen werden.

Von den gesamten durch den Eisaufbruch verursachten Kosten, einschliesslich der Kosten für die Offenhaltung der freigebrochenen Rinne, trägt der Staat zwei Drittel, während die Deichverbände ein Drittel zu übernehmen haben. Zu diesem Drittel leisten die beteiligten Deichverbände die nachstehenden Beiträge zu je 1000 *M.*:

A. für die Stromstrecke von der Ausmündung in die See bis zur Barendter Wachtbude herauf der Deichverband

1. der Danziger alten Binnen-Nehrung . . . . .	8 <i>M.</i> ,
2. des Danziger Werders . . . . .	259 <i>M.</i> ,
3. des grossen Marienburger Werders . . . . .	538 <i>M.</i> ,
4. der rechtsseitigen Nogat-Niederung . . . . .	195 <i>M.</i> ,
Summe . . . . .	1000 <i>M.</i> ;

B. für die Stromstrecke von der Barendter Wachtbude bis zum oberen Kopfe des Pieckeler Canales hinauf der Deichverband

1. des grossen Marienburger Werders . . . . .	609 <i>M.</i> ,
2. der rechtsseitigen Nogat-Niederung . . . . .	346 <i>M.</i> ,
3. der Falkenauer Niederung . . . . .	45 <i>M.</i> ,
Summe . . . . .	1000 <i>M.</i>

Das Regulativ ist aufgehoben, wenn zwei der drei grossen Deichverbände bei der Strombauverwaltung die Auflösung desselben mit einjähriger Kündigungsfrist beantragen.

Diesen Bestimmungen des Regulativs bleibt noch hinzuzufügen, dafs zum Klarwerden über die Nothwendigkeit einer gröfseren oder geringeren Beschleunigung des Eisaufbruches die Stärke der Eisdecke jährlich durch Aufnahme von Längs- und Querprofilen genau festgestellt und in graphischer Darstellung der im Regulativ vorgesehenen Berathungen zu Grunde gelegt wird. Soweit es ohne Bedenken bezüglich der rechtzeitigen Durchführung des Eisaufbruches geschehen kann, wird derselbe möglichst spät begonnen, um den Bewohnern des Werders für den Absatz ihrer Bodenerzeugnisse bezw. die Heranschaffung von Holz und Kohlen usw. die Benutzung der Eisdecke thunlichst lange zu erhalten.

Die Kosten der in dem Zeitraume vom Jahre 1860 bis zum Jahre 1887 ausgeführten Eisbrecharbeiten sind mit gleichzeitiger Angabe der Arbeitsleistung nebenstehend übersichtlich zusammengestellt.

Vor dem Jahre 1885 ist die ganze getheilte Weichsel danach nur einmal auf volle Strombreite freigebrochen worden, und zwar im Jahre 1877. Der Aufbruch kostete mehr, als fünfmal so viel wie der theuerste, nur durch Dampfer ausgeführte, im Jahre 1887. Allerdings war die Eisdecke im Jahre 1877 ganz aufsergewöhnlich stark zusammengeschoben, sodafs sie sich in neuerer Zeit nur noch mit derjenigen aus dem für die Weichsel-Niederungen so verhängnisvoll gewordenen Jahre 1855 in Vergleich stellen liefse.

Für die Berechnung der Durchschnittskosten des Eisaufbruches mittels der Dampfer von Neufähr bis Montauerspitze, bis zu welchem Orte wegen des neuerdings dort eingerichteten Hafens die Eisbrecharbeiten gewöhnlich ausgedehnt werden, sind die Jahre 1885, 1886 und 1887 ganz besonders geeignet. Im Jahre 1885 war das Kerneis schwach und Untereis nur in



Kosten der vom Jahre 1860 bis zum Jahre 1887 ausgeführten Eisbrecharbeiten.

Lau- fende Nr.	Der Eisaufbruch ist ausgeführt				hat gekostet M.	Aufser den jährlichen Betriebs- kosten sind einmalige Ausgaben entstanden und nach Maßgabe des Regulativs vom Jahre 1879 aufgebracht		Bemerkungen.
	im Anfang des Jahres	bis	auf eine Breite von etwa m	durch		für	M.	
1	1860	Montauerspitze und zwar bis Rothebude bis Palschau bis Montauerspitze	150 38 30	Pulver	66 067	—	—	Die Arbeit ist auf Staatskosten ausgeführt.
2	1870	3 km unterhalb Dirschau und zwar bis Heringskrug bis unterhalb Dirschau	200 40	Pulver	99 405	—	—	Die Deichverbände haben zu den Kosten die Summe von 36 000 M. beigetragen.
3	1875	Palschau und zwar bis Rothebude bis Palschau	150 60	Pulver	120 649	—	—	Die Deichverbände haben zu den Kosten die Summe von 51 862 M. beigetragen.
4	1877	Rudnerweide und zwar bis Montauerspitze bis Rudnerweide	250 50	Pulver	330 023	—	—	Die Deichverbände haben zu den Kosten die Summe von 88 767 M. beigetragen.
5	1879	kurz unterhalb Dirschau	150	Pulver und 2 Schlitten	64 838	—	—	Von diesem Jahre ab ist die Bezahlung der Eisbrechkosten auf Grund des, allerdings erst am 4. September 1879 bestätigten Regulativs für die Ausführung von Eisbrecharbeiten in der Weichsel erfolgt.
6	1880	Pieckel	150	Pulver und 3 Schlitten	143 117	—	—	
7	1881	Pieckel	150	Pulver, 2 Schlitten u. den Dampfer Weichsel	59 472	den Dampfer Weichsel	69 700	
8	1882	Es fanden nur Auf- räumungsarbeiten an der Mündung statt	—	den Dampfer Weichsel	5 820	die Liegestelle bei Plehnendorf	2 170	
9	1883	Rudnerweide	200	Pulver, 2 Schlitten u. die Dampfer Weichsel und Montau	97 893	den Dampfer Montau	105 300	Der Aufbruch der Eisdecke wurde auf Kosten der Marienwerderschen Niederung noch bis Kurzebrack fortgesetzt und zwar in etwa 60 m breiter Rinne.
10	1884	Dorf Einlage unterhalb des Danziger Hauptes	150	die Dampfer Weichsel und Montau	19 773	die Liegestelle bei Plehnendorf	873	In der Summe von 19 773 M. sind 11 629 M. Ausbesserungskosten der im Jahre 1883 im starken Packeise sehr beschädigten Schiffe enthalten.
11	1885	Montauerspitze	200 bis 250	die Dampfer Weichsel, Montau, Ossa und Ferse	15 021	die Liegestelle bei Plehnendorf	18 587	
12	1886	desgl.	250	desgl.	33 382	den Dampfer Ferse	62 000	
13	1887	desgl.	250	desgl.	60 134	das Casernenschiff Radaune	28 000	
						den Dampfer Ossa	110 000	
						die Liegestelle bei Plehnendorf	4 068	
						die elektrische Be- leuchtung auf Ossa und Ferse	9 620	
						die Fernsprechlei- tung von Dirschau bis Plehnendorf	7 506	In der Summe von 60 134 M. sind 13 633 M. für Ausbesserung der im Jahre 1886 stark beschädigten Schiffe, für Beschaffung der Ersatz-Schraubenwellen und für neue Compasseinrichtungen auf allen Schiffen enthalten.

geringem Maße vorhanden; im Jahre 1886 verursachten bei nicht zu starkem Kerneise gewaltige Massen Untereis sehr große Schwierigkeiten; im Jahre 1887 endlich zeigte sich neben starkem Kerneise recht viel Untereis, auch führte der

sehr niedrige Wasserstand im Strome zu manchen Unzuträglichkeiten.

Die Kosten für den Betrieb, wie für die vollständige Unterhaltung der vier Dampfschiffe, einschließlic des Casernenschiffes



Radaune, betragen in den drei Jahren zusammen 108537  $\mathcal{M}$ , mithin für ein Durchschnittsjahr 36179  $\mathcal{M}$ .

Die Verzinsung der in der vorletzten Spalte der Kosten-Zusammenstellung aufgeführten Summe, mit Ausnahme derjenigen für die Fernspreibleitung, welche bei Berechnung der jährlichen Durchschnittskosten für den Eisaufruch mittels der Dampfer nicht in Betracht kommt, da diese Leitung auch angelegt worden wäre, wenn jetzt noch lediglich Pulversprengungen stattfänden, erfordert, bei einem Zinssatze von 4 pCt., jährlich die Summe von  $420629 \cdot 0,04 = 16825 \mathcal{M}$ .

Nach der bisher beobachteten Abnutzung kann man annehmen, daß die Eisbrechdampfer durchschnittlich je 15 Jahre betriebsfähig bleiben werden. Es beträgt dann diejenige Summe, welche jährlich auf Zinseszins angelegt werden muß, um nach 15 Jahren den Betrag zum Bau neuer Schiffe zu liefern, bei

einem Zinssatze von 4 pCt. und dem Neubauwerthe der Dampfschiffe von 366931  $\mathcal{M}$ , worin die Kosten der elektrischen Beleuchtung mit enthalten, diejenigen für Anschaffung des Casernenschiffes Radaune aber wegen der äußerst geringen Abnutzung desselben nicht mit aufgenommen sind,

$$\frac{366931 \cdot (1,04^{15} - 1)}{1,04^{15} - 1} = 18347 \mathcal{M}$$

Tilgung und Zinsen geben mithin die Summe

$$\text{von } 18347 + 16825 = 35172 \mathcal{M} \text{ für ein Jahr.}$$

Da alle vier Schiffe je nach Bedarf mehr oder weniger im Sommer zu Bauzwecken Verwendung finden, würden auf Eisbrechfonds nur zwei Drittel dieser Summe übernommen werden können, sodafs die Gesamtkosten des Eisaufruches mittels der Dampfer im Durchschnitt jährlich =  $36179 + \frac{2}{3} \cdot 35172 = 59627 \mathcal{M}$  betragen. M. Görz.

## Hafenanlage bei Oppeln.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 50 bis 52 im Atlas.)

Oberhalb Oppeln und in unmittelbarer Nähe dieser Stadt liegt in der Oder, wie aus dem Lageplan auf Blatt 50 zu ersehen, das sogenannte grofse Oderwehr, bestehend aus einem an das rechte Ufer sich anschließenden 133,5 m langen festen Theile mit der Fachbaumhöhe 150,04 m und einem an das linke Ufer sich anschließenden 16,1 m langen Nadelwehre mit der Fachbaumhöhe 148,80 m. Bei niedrigem Wasserstande beträgt der Stau dieses Wehres 1,70 m, bei sehr hohen Wasserständen nur 0,10 m. Auf dem linken Stromufer, etwa 1700 m oberhalb des Wehres, zweigt sich ein 2800 m langer Stromarm, die sogenannte Winske ab, welcher etwa 600 m unterhalb des Wehres wieder in die Oder einmündet und mit sehr gutem Erfolge als SchiffsstraÙe ausgebildet ist, um die Wehrspannung ohne die Vermittlung einer Schiffsschleuse zu umgehen. Auf dem rechten Stromufer, unmittelbar vor dem grofsen Wehre, zweigt sich ein zweiter Stromarm, der sogenannte Oppelner Mühlgraben ab, dessen 1500 m langes, durchschnittlich 35 m breites Bett die auf dem rechten Ufer hochwasserfrei liegende Stadt Oppeln und die dortigen Bahnhofsanlagen begrenzt, während auf dem linken Ufer das durch Deichanlagen gegen Hochwasser geschützte Insel- und Landhaus-Städtchen Wilhelmthal sich befindet.

In diesem Mühlgraben, etwa 200 m von der unteren Mündung entfernt, befand sich bis zum Jahre 1884 ein hölzernes Mühlwehr nebst Mühlgerinne, wodurch von dieser Seite der Eingang in den oberen Theil des Mühlgrabens für Schiffe gesperrt war. Der Eingang durch die obere Mündung des Mühlgrabens war bei niedrigen Wasserständen gleichfalls unmöglich, weil die aus Kalkfels bestehende Stromsohle vom Oderwehre bis zur oberen Mündung der Winske zu hoch liegt. So konnten die Schiffe nur selten in den zur Ueberwinterung und zur Verladung von Eisenbahngütern günstig gelegenen Mühlgraben einlaufen, und die eingelaufenen Schiffe schwebten in der Gefahr, bei fallendem Wasser Wochen und Monate lang von der Oder abgesperrt zu werden. Die in Oppeln überwinternden Schiffe waren auf den engen Raum des Mühlgrabens unterhalb des Mühlwehres, im übrigen aber auf den Stand im freien Strome angewiesen.

Der Mangel eines Winterhafens war mit der fortschreitenden Stromregulirung und Wiederbelebung der Schifffahrt mehr und mehr fühlbar und unerträglich geworden, als im Jahre 1882 ein Zufall, der Brand der im staatlichen Besitze befindlichen Oppelner Odermühle, den Gedanken der Herstellung eines Winterhafens im oberen Theile des Mühlgrabens seiner Verwirklichung entgegenführte. Auf den Wiederaufbau der bis auf die Mühlgerinne ausgebrannten Mühle wurde staatlicherseits verzichtet, und dadurch einerseits die für die Hafenanlage nothwendige Verfügung über die Höhe des Wasserstaues, andererseits die Möglichkeit gewonnen, durch Beseitigung des Mühlgerinnes den für die Erbauung einer Schiffsschleuse erforderlichen Raum ohne nachtheilige Beschränkung der Vorfluth zu schaffen. Hiermit waren die hauptsächlichsten Schwierigkeiten, welche der Herstellung eines Hafens im oberen Theile des Oppelner Mühlgrabens entgegengestanden hatten, hinweggeräumt.

Die zu dieser Hafenanlage erforderlichen Bauausführungen haben in den Jahren 1884 bis 1886 stattgefunden und sind im wesentlichen folgende gewesen:

1. die Herstellung einer Schleuse zur schiffbaren Verbindung des Unterwassers mit dem Oberwasser des Mühlwehres, sowie die Herstellung der anschließenden massiven Bekleidungen des linksseitigen Ufers bis zu den beiden zunächst liegenden Strafsenbrücken;
2. Neubau des baufälligen hölzernen Mühlwehres in Stein und Eisen unter Beseitigung des anschließenden Mühlgerinnes, wobei zur besseren Spülung des Mühlgrabens in das feste Wehr ein Trommelwehr eingefügt wurde;
3. die Herstellung von vier Eisbrechern in der oberen Mündung des Mühlgrabens, um dem letzteren einen gröfseren Schutz gegen den Eisgang der Oder zu gewähren;
4. die Vertiefung der Sohle sowie die ordnungsmäfsige Herstellung und Befestigung der Ufer des Mühlgrabens;
5. die Hebung der für den unbehinderten Durchgang der Schiffe zu niedrig liegenden Brücken.

### Die Schiffsschleuse.

Die Lage der Schiffsschleuse am linken Ufer war durch das Schiffsbedürfnifs, ihr Abstand vom rechten Ufer durch



die für die Vorfluth erforderliche Länge des anschließenden neuen Wehres bedingt. Die Schleuse ist einschiffig, 7,5 m weit, 61,6 m zwischen den Dremfelspitzen lang, auf Kalkfelsen gegründet, dessen wenig wetterbeständige und klüftige Beschaffenheit jedoch eine Ausmauerung der Häupterböden erforderlich machte. Die Dremfel liegen 146,68 m über N. N., d. i. 1,26 m unter dem gemittelten niedrigsten Unterwasserstande, die Oberkante der Schleusenmauern sowie der Uferbekleidungen in der Höhe des höchsten Wasserstandes = 153,28 m über N. N. Das Mauerwerk der Schleuse ist aus Krappitzer Kalksteinen, zum Theil in verlängertem, zum Theil in reinem Cementmörtel, in den sichtbaren Aufsenflächen werksteinartig in 12 bis 20 cm starken Schichten, hergestellt. Zu den Dremfeln, Wendenischen und Treppen ist Granit, zu den Deckplatten Sandstein, zur Uebermauerung der Häupterböden und zu den Innenflächen der Canäle, Einsteigeschächte usw. Klinker verwendet. Die Thore sind von Schmiedeeisen mit eichenen Einlagen zu den Wendensäulen, Schlagsäulen und Schlagschwellen und mit schmiedeeisernen Klappschützen versehen. Ursprünglich waren zur Füllung der Schleuse Umläufe und die von dem Unterzeichneten bei der Bürgerwerderschleuse in Breslau angewendete Stöpselsteuerung (Zeitschrift für Bauwesen 1880, S. 157) vorgesehen, welche letztere zu ihrer Bedienung nur etwa ein Drittel der Zeit und Arbeit erfordert, welche die Bedienung der Klappschütze beansprucht. Bei der Ausführung wurde jedoch hiervon abgesehen, um den für die Herstellung der Umläufe erforderlichen tieferen Ausbruch des stark wasserführenden Kalksteins zu vermeiden.

Die Anwendung voller hölzerner Wendensäulen wurde der in neuerer Zeit vielfach üblichen Anwendung von Stützwinkeln sowohl der Einfachheit wegen als auch aus dem Grunde vorgezogen, weil die durch die Stützwinkel bedingte besondere Schlagleiste einen ungünstigen Druck auf die spitzwinklige Mauerecke hinter der Wendenische ausübt, welcher erfahrungsmäßig diese Ecke zu beschädigen vermag. Die Halsanker der Thore bestehen aus je vier durch Nieten mit einander zu einem wagerechten Rahmen verbundenen Winkeleisen, welche ohne Ankersplinte vermauert sind. Zur Bewegung der Thore wurde die bei der Bürgerwerderschleuse in Breslau zuerst ausgeführte verbesserte Zahnstange mit fester Leitrolle angewendet, welche nach angestellten Versuchen den Thoraufzug leichter und rascher bewirkt, als der in der Neuzeit häufig wieder benutzte, mit Gegengewichten versehene Drehbaum.

Die in der Schleusenammer eingemauerten gusseisernen Schiffhalterkästen haben eine muldenförmig ausgerundete Form erhalten, welche das Durchstecken der Schiffstau erleichtert. Im übrigen sind die an die Schleuse in halbfacher Anlage sich anschließenden Ufermauern, wie die Schleuse, aus Krappitzer Kalkstein und Cementmörtel (die sichtbare Aufsenfläche jedoch nur rauh bearbeitet) hergestellt und liegen mit ihrer Fußlinie auf Schiffslänge in der inneren Fluchtlinie der Schleusenmauern.

#### Das Wehr.

Das an die Schleuse rechtwinklig sich anschließende, auf Blatt 51 und 52 dargestellte Wehr hat eine Gesamtlänge von 38,5 m, von welcher 8,98 m auf das von der Schleuse 9,01 m entfernte Trommelwehr mit der Fachbaumhöhe 148,83 m entfallen, während es im übrigen Theil der Länge als festes Wehr

mit fast senkrechter Stauwand und der Fachbaumhöhe 150,40 m hergestellt ist. Es ist, wie die Schleuse, auf Kalkfels gegründet und ebenso von Krappitzer Kalksteinen und Cementmörtel erbaut; die Deckplatten sowie die Lagersteine des Trommelwehres sind aus Granit, der übrige Theil der Wehrkrone, sowie die Innenflächen der Zuleitungscanäle und der Wehrkammer in Klinkern hergestellt. Die Wehrkammer hat, wie bei dem Charlottenburger Trommelwehr, einen 3 cm starken Cementputz erhalten. Im übrigen ist die Anordnung des Trommelwehres derjenigen ähnlich, welche bei der etwas später ausgeführten Main-Canalisirung Anwendung gefunden hat und in der Zeitschrift für Bauwesen 1888, S. 29 bis 35 beschrieben ist. Insbesondere sind die daselbst auf Seite 30 hervorgehobenen Verbesserungen in der Form und Stellung der Klappenarme, in der Lagerung der Achsen, in der Abdeckung der Wehrkammer, in der Beseitigung des seitlichen Anschlages der oberen Klappe zuerst bei dem Oppelner Trommelwehr eingeführt worden, ebenso wie die vereinfachte Steuerung durch einen Vierweghahn zuerst in Oppeln und demnächst, jedoch mit veränderter Achsenstellung, in Charlottenburg Anwendung gefunden hat.

Die feste Lagerung der Klappenachse, welche sowohl bei dem Charlottenburger Wehre, als bei den Wehren der Main-Canalisirung besondere Schwierigkeiten bereitet hat, ist bei dem Oppelner Wehre dadurch wesentlich vereinfacht worden, daß die Größe der Hinterkammer auf das zulässige Maß beschränkt worden ist.

Die Wasserzuführung hinter den Unterflügel der Klappe erfolgt durch einen unter dem Abfallboden des Trommelwehres liegenden Canal mittels vier Verbindungsschlitze von 0,10 bis 0,20 m Breite, ohne das Mauerwerk, auf welchem die Klappenachse lagert, in nennenswerther Weise zu schwächen.

Der Steuerhahn besteht aus einer auf einer schmiedeeisernen Achse befestigten gusseisernen Drosselklappe mit angegossenen, kreisrund abgedrehten Scheiben, welche in den passend ausgedrehten Boden- und Deckenöffnungen des gusseisernen, den Vereinigungspunkt der gemauerten Canäle darstellenden Gehäuses mit geringem Spielraum sich bewegen, sodafs bei der Drehung des Hahnes nur die Reibung in dem Spurzapfen der Welle zu überwinden ist, selbst wenn der Hahn im Laufe der Zeit infolge der Abnutzung des Zapfens sich senkt. Dieser letztere Umstand sowie der vereinfachte Anschluß der von dem Steuerhahn ausgehenden vier Canäle sind als Vortheile der senkrechten Achsenstellung des Steuerhahnes gegenüber der bei der Main-Canalisirung und bei dem Charlottenburger Wehre vorgezogenen wagerechten Achsenstellung zu bezeichnen. Durch die Höhlung des Hahnes steht der Raum über seiner Decke mit dem Raume unter seinem Boden in Verbindung, sodafs ein einseitiger, die Bewegung erschwerender Wasserdruck auf den Hahn nicht ausgeübt werden kann. Die Achse des Hahnes endigt auf der Oberfläche der Schleusenmauer in einen mittels Gelenk befestigten kurzen Hebel, welcher zur Drehung und durch Einklinken in den auf dem Deckel des Einsteigeschachtes angegossenen Zahnkranz zur beliebigen Einstellung des Hahnes dient. Der letztere kann zum Zweck einer Besichtigung oder Instandsetzung ohne Lösung irgend einer Befestigung aus dem Gehäuse herausgezogen werden. Um eine nachtheilige Ablagerung von Unreinigkeiten auf dem Boden des Gehäuses zu verhindern, befinden sich in diesem Boden zwei kleine Oeffnungen, welche auch durch das Mauerwerk bis in den unter dem Ge-



hause befindlichen Canal hindurchgehen und so eine wirksame Spülung des Bodens veranlassen.

Ein Luftcanal zum Auslassen der Luft aus der Vorderkammer des Wehres, wie solche bei den Mainwehren vorgesehen ist, wurde nicht angeordnet. Die Anwesenheit von Luft unter der Decke der Wehrkammer hat den Vortheil, dafs dadurch der Stofs gemildert wird, welcher entsteht, wenn das in den Betriebscanälen befindliche Wasser nach erfolgter Aufrichtung oder Niederlegung der Wehrklappe plötzlich in seiner Bewegung gehemmt wird. Dieser Stofs, welcher um so heftiger ist, je länger die Betriebscanäle sind und je rascher dieselben durchströmt werden, verursacht eine nicht unerhebliche Erhöhung des Druckes in der Wehrkammer, und es ist daher rathsam, die Geschwindigkeit der Bewegung der Klappe nicht unnöthig zu vergrößern, namentlich wenn, wie bei dem Oppelner Trommelwehre, die Betriebscanäle sehr lang sind. Aus diesem Grunde rechtfertigt sich bei dem Oppelner Trommelwehre auch die Weglassung der Canäle, welche bei den Mainwehren und bei dem Charlottenburger Wehre zu dem Zwecke angelegt worden sind, eine Verdichtung bzw. Verdünnung der Luft in dem Raume zwischen dem Oberflügel und dem überfallenden Wasserstrahl zu verhindern und dadurch die Bewegung der Klappe zu beschleunigen.

Gegen das Eintreiben grober Unreinigkeiten in die Zuführungscanäle ist durch Vergitterung der Einlaßöffnungen und durch Einsetzen eines feinmaschigen Drahtgitters in den im Oberwasser liegenden Einsteigeschacht Vorsorge getroffen. Zur unschädlichen Ablagerung und Abführung von Schlamm ist in der Wehrkammer eine Schlammrinne angebracht, welche, sobald das Wehr geschlossen ist, durch den Anschlag des Unterflügels an die granitene Schlagschwelle in eine abgeschlossene Röhre verwandelt und fortwährend von Wasser durchströmt wird, welches durch eine kleine Oeffnung an der rechtsseitigen unteren Ecke des Unterflügels in die Rinne eintritt und am linksseitigen Endpunkte der Rinne durch eine 3 cm weite, am Wehrpfeiler aufsteigende und in das Unterwasser ausmündende schmiedeeiserne Röhre abgeführt wird. Der Wasserausfluß aus dieser Röhre wird nur unterbrochen während des Aufrichtens der Klappe, da nur während dieser Zeit in der Schlammrinne Unterwasserdruck herrscht.

Diese sehr einfache Spülvorrichtung hat zwar seit zwei Jahren ihren Zweck erfüllt, es ist aber wiederholt vorgekommen, dafs die untere Mündung des Röhrens während der Umsteuerung nach längerem Stillstande des Wassers durch den plötzlich und in großer Menge eintretenden Schlamm sich verstopft hat und durch Einspritzen von Wasser in die obere Mündung gereinigt werden mußte. Dieser Uebelstand würde wahrscheinlich vermieden worden sein, wenn das Röhren eine

größere Weite, etwa von 5 bis 6 cm, erhalten hätte, was ganz unbedenklich hätte geschehen können.

Zur Spülung der Vorderkammer ist nach dem Vorbilde des Charlottenburger Wehres am unteren Rande des Unterflügels eine Brause angebracht, welche durch zwei zwischen je zwei Klappenarmen liegende Spülcanäle mit zahlreichen kleinen Oeffnungen in der Vorderfläche des Oberflügels in Verbindung steht und daher in Thätigkeit tritt, sobald der Wasserdruck in der Vorderkammer geringer ist als der Druck des Oberwassers, d. i. sobald das Wehr geöffnet wird. Der Zweck dieser Spülvorrichtung wird aber in einfacherer Weise erreicht, wenn zwischen dem Unterflügel der Wehrklappe und der cylindrischen Wand der Wehrkammer ein Spielraum von 1 bis 2 mm hergestellt wird, durch welchen beim Oeffnen des Wehres ein Wasserstrahl in die Vorderkammer dringt. Durch solchen Spielraum wird der auf die Bewegung der Klappe wirkende Druck nur ganz unerheblich geschwächt, außerdem aber der Vortheil einer leichteren Beweglichkeit der Klappe erreicht.

Die Wellblechdecke der Wehrkammer ist in ihrer Oberfläche mittels Kiesbeton geebnet. Die Wehrrame bestehen aus I-Eisen und sind, wo sie durch das Achsenloch geschwächt werden, mittels laschenartig angenieteteter Schmiedestücke verstärkt. Die Fugendichtung zwischen der Wehrklappe einerseits und der Wand und der Decke der Wehrkammer sowie den gußeisernen Achslagern andererseits ist mittels Sohlleder bewirkt, während für den Anschlag des Flügels an die Granitschwellen der Hinterkammer eine Holzleiste angebracht ist. Zum Zwecke des Einsteigens in die Wehrkammer bei erforderlichen Besichtigungen und Ausbesserungen wird, nach Absperrung der Wehröffnung mittels Dammbalken und der Zuleitungscanäle mittels der Schütze, eine Wellblechtafel der Wehrkammerdecke abgehoben, die Kammer ausgepumpt und der Mannlochdeckel im Unterflügel abgenommen.

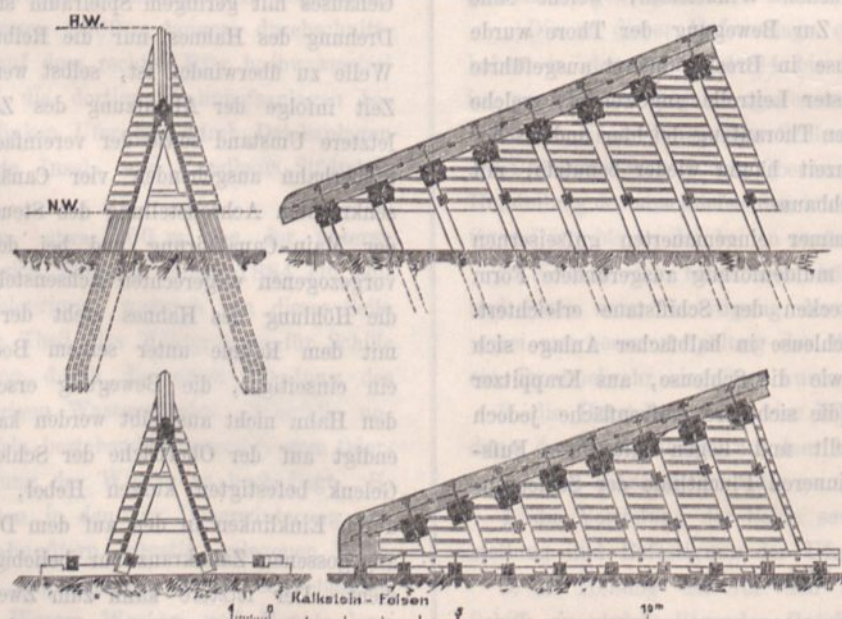
Das Aufrichten der Wehrklappe dauert vier bis fünf Minuten, das Niederlegen zwei bis drei Minuten.

#### Die Eisbrecher.

Zum Schutze gegen den Eisgang der Oder sind in der oberen Mündung des Mühlgrabens die im Lageplan, Blatt 50, angedeuteten vier Eisbrecher in rechtwinkligen Abständen von 12 m erbaut worden, wobei von den hier beigegeführten Abbildungen die untere, im Centralbl. der Bauverw. 1887, S. 162 u. 163 näher beschriebene Bauweise auf Schwellrost Anwendung gefunden hat.

#### Die Vertiefung des Mühlgrabens.

Bei der Vertiefung des Mühlgrabens und bei dem Ausbau seiner Ufer war die Sohlentiefe von 1 m am Pegel = 1,12 m unter dem bekannten niedrigsten Wasserstande, die Sohlenbreite von 22 m und zweifache Böschungsanlage herzu-





stellen. Zu diesem Zwecke mußten 2800 cbm Kalkstein und 12000 cbm Sand beseitigt werden. Der Sand wurde größtentheils durch kräftige Spülung mittels des vorher fertig gestellten Trommelwehres beseitigt, im übrigen mittels des Dampfbaggers gefördert und zur Herstellung regelmäßiger Ufer verwendet. Der ausgebrochene Kalkstein diente zur Beschüttung bezw. Befestigung der Uferböschungen und leistete zu diesem Zwecke vortreffliche Dienste. Der Ausbruch des Kalksteins wurde dadurch wesentlich erleichtert, daß der Mühlgraben während des niedrigen Wasserstandes mit Hilfe des in der Oder befindlichen Nadelwehres und der Schütze der Schleusenthore fast ganz trocken gelegt werden konnte.

#### Hebung der Brücken.

Der höchste schiffbare Wasserstand der Oder bei Oppeln liegt bei 3,90 m am dortigen Brückenpegel; dementsprechend haben die Unterkanten der dortigen festen Strombrücken, nämlich der Eisenbahnbrücke und der im Jahre 1886 neu überbauten Strafenbrücke, die Höhe 7,10 m am Pegel, oder 3,20 m über dem höchsten schiffbaren Wasserstande, erhalten. Diese Höhe mußte auch für die Brücken des Mühlgrabens, wenn dieser seinem Zweck als Hafen entsprechen sollte, für erforderlich erachtet werden. Die über den Mühlgraben führende Eisenbahnbrücke hatte bereits die erforderliche Höhe. Die unterhalb der neuen Schiffsschleuse liegende Strafenbrücke,

## Ueber die Beobachtung bleibender Formveränderungen an eisernen Trägerbrücken mittels Höhen- und Wärmemessungen.

Mittheilungen über die Ergebnisse derartiger Messungen an der Rheinbrücke bei Hünningen.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 53 im Atlas.)

### A. Einleitung.

Allgemein werden neuerdings größere eiserne Brücken behufs Feststellung ihrer Tragkraft und Betriebssicherheit in regelmäßigen Zeitabschnitten einer eingehenden Prüfung und Probelastung unterworfen. Bei letzterer wird die durch den Belastungszug verursachte elastische Einbiegung der Träger in der Brückenmitte gemessen und die gefundenen Werthe dienen zur Beurtheilung des Gesamtverhaltens der Construction. Stimmen dieselben mit den Ergebnissen angestellter Durchbiegungsberechnungen und früherer Messungen überein, so gilt die Tragkraft der Brücke als unversehrt. Nimmt die Durchbiegung dagegen bei wiederholten, gleichwerthigen Probelastungen zu, so muß auf fortschreitende Abnutzung der Construction geschlossen werden. Besonders aber würde hierzu eine nach Entlastung der Brücke beobachtete „bleibende“ Einbiegung berechtigen. Auf die Auffindung einer solchen wird daher vor allem Werth gelegt.

Es liegt nun auf der Hand, daß derartige Formänderungen bei älteren, in der Abnutzung begriffenen Bauwerken nicht allein unter ausnahmsweise schweren Belastungszügen, sondern auch als Folgen des gewöhnlichen Betriebes und des allmählichen Verlustes an tragendem Material durch Rosten entstehen können. Demnach ist die Messung nicht nur einer einzelnen Einbiegung, sondern vielmehr diejenige der Gesamtheit der Formveränderungen zu erstreben. Gelingt es, durch lange fortgesetzte und genaue Beobachtung der unbelasteten Construction das Entstehen und allmähliche Fortschreiten solcher Aenderungen festzustellen, so wird dadurch die sicherste Grundlage zur Beur-

deren hölzerner Ueberbau noch zu niedrig liegt, wird im laufenden Jahre einen neuen eisernen Ueberbau in der erforderlichen Höhe erhalten. Es waren daher nur die zu niedrig liegenden Ueberbauten der beiden zunächst oberhalb der Schiffsschleuse liegenden Brücken auf die erforderliche Höhe zu heben. Jede dieser Brücken hat zwei Oeffnungen und massive Pfeiler. Die Hebung ist in der Art bewirkt, daß die ursprünglich wagrecht liegende Brückenbahn nach dem Mittelpfeiler hin die Steigung 1:40 erhalten hat, wodurch in der Nähe des Mittelpfeilers die erforderliche Höhe gewonnen, gleichzeitig aber eine für den Verkehr unbequeme Erhöhung der anschließenden Strafen vermieden wurde.

#### Kosten.

Die Kosten der gesamten Hafenanlagen haben rund 178 500  $\mathcal{M}$  betragen. Hiervon entfallen auf die Schiffsschleuse 80 185  $\mathcal{M}$ , auf die Ufermauern 15 959  $\mathcal{M}$ , auf die Wehranlage 23 850  $\mathcal{M}$  und auf die vier Eisbrecher 7982  $\mathcal{M}$ .

Die vier Schleusenthore einschließlic der Schütze und Thorwinden wurden von der Redenhütte bei Zabrze für den Preis von 7947  $\mathcal{M}$ , die sämtlichen Eisentheile des Trommelwehres von dem Königlichen Hüttenwerk in Malapane für den Preis von 7750  $\mathcal{M}$  (davon 685  $\mathcal{M}$  für den Steuerhahn) geliefert und aufgestellt.

Brieg, im Februar 1888.

E. Cramer.

theilung des jeweiligen Abnutzungsstandes gewonnen sein, auch könnte aus der Gleichmäßigkeit oder dem Grade der Beschleunigung, mit welcher die Einsenkung der Brücke zunimmt, schon längere Zeit voraus auf den Zeitpunkt geschlossen werden, an welchem eine vollständige Erneuerung derselben nothwendig wird.

Allerdings scheint die Messung bleibender Formveränderungen größere Schwierigkeiten zu bieten, als diejenige elastischer Durchbiegungen, nicht allein, weil es sich bei ersteren um viel kleinere Mafse handelt, sondern auch infolge der Aufbiegungen beziehungsweise Einsenkungen, welche Wärmeeinflüsse ebenso an Träger-, wie an Bogenconstructionen erzeugen. Wie bei letzteren scheint auch bei ersteren die Wärme des Eisens bis zu einem gewissen Grade für die Höhenlage der Trägermitten maßgebend zu sein, sei es, daß aus irgend welchen Gründen der Widerstand der Auflagervorrichtungen gegen die Ausdehnung der Träger mit der Zunahme der Wärme steigt und die Spannungen in den Untergurten verändert, sei es, daß dafür andere, bisher nicht aufgeklärte Ursachen bestehen.

In der Hauptsache werden aber Formveränderungen der Träger durch Unterschiede in der Wärme einzelner Constructionsglieder, namentlich der Gurtungen erzeugt. Eine Trägerbrücke, deren Untergurte ganz im Schatten der Fahrbahn bleiben, während die Strahlen der Morgensonne die Obergurte nach und nach erwärmen und ausdehnen, krümmt sich unter dieser Einwirkung nicht unbeträchtlich aufwärts. Dabei wird natürlich der Abstand einer in der Brückenmitte angebrachten Höhen-



marke 5 (vergl. Abbildung 1) von der Verbindungslinie zweier Marken 1 und 9 an den Trägerenden wesentlich geändert. Nun bildet die von Zeit zu Zeit wiederholte Messung dieses Abstandes mittels genauen Nivellements die erste Grundlage für die Feststellung von Formänderungen. Außerdem müssen aber nach Vorstehendem gleichzeitig die beeinflussenden Wärmeverhältnisse durch Thermometerablesungen ermittelt werden.

Mit Hilfe der letzteren sind die Ergebnisse der Höhenmessungen stets in der Weise zu berichtigen, daß der Abstand der Mittelmarke von der Verbindungslinie der Endmarken in der Nulllage, d. h. bei 0° Wärme, in allen Theilen der Brücke ermittelt wird. Erst der Vergleich dieser umgewandelten Messungsergebnisse würde das Vorhandensein bleibender Formveränderungen ergeben können. In welcher Weise die Umwandlung in einem gegebenen Falle zu geschehen hat, wird in den nachstehenden Ableitungen dargethan werden. Bemerkst soll hier noch werden, daß es wohl wünschenswerth erscheint, neben der Höhenmarke in der Brückenmitte noch weitere, wenigstens die Marken 3 und 7 auf ein Viertel und drei Viertel der Trägerlänge anzubringen. Durch Einmessung der Lage derselben zu der Linie 1. 9 würde ein Mittel zur Auffindung von Unregelmäßigkeiten in der Einsenkung der Brücke, vielleicht auch zur Entdeckung einer bestimmten Fehlerstelle gegeben sein. Es muß hierbei aber doch sehr vorsichtig verfahren werden. Genaue Libellenmessungen ergeben in Uebereinstimmung mit Höhenmessungen, daß auch die durch Wärmeinflüsse erzeugten Krümmungen der Träger — wahrscheinlich unter dem Einflusse der Diagonalen — nicht ganz regelmässig verlaufen. Letztere sind in beiden Trägerhälften in entgegengesetztem Sinne geneigt. Abwechselnd wird bald die eine, bald die andere Gruppe der Diagonalen vom Sonnenlichte mehr gestreift oder voll getroffen und in ersterem Falle schwächer, in letzterem stärker erwärmt und ausgedehnt. Dabei entstehen unsymmetrische Biegungslinien I und II, wie in Abbildung 2, je nach dem Stande der Sonne. Beim Uebergange aus der Lage I in die Lage II zeigten die an den Trägerenden angebrachten Libellen öfter längere Zeit Drehungen im gleichen Sinne, während sich bei symmetrisch stattfindenden Senkungen oder Hebungen der Träger stets Drehungen in entgegengesetztem Sinne ergeben mußten. Auf die Bewegungen der Brückenmitte scheinen diese Unregelmäßigkeiten keinen wesentlichen Einfluß auszuüben.

#### B. Beziehungen zwischen den durch Höhen- und den durch Wärmemessungen gefundenen Größen.

Nach Vorstehendem kann die Pfeilhöhe der Biegung eines Trägers in der lothrechten Ebene

$$1. \quad f_i = mt_u + nt$$

gesetzt werden, wenn

$t_u$  die Wärme des Untergurtes in °Cels.,  
 $t_o$  die Wärme des Obergurtes in °Cels. und  
 $t = t_o - t_u$  ist.

Der Werth  $m$  ist für jeden Träger durch Versuche zu bestimmen, während  $n$  annähernd durch Rechnung festgestellt werden kann.

Bei dieser Ableitung wird angenommen, daß die Krümmung des Trägers symmetrisch zur Brückenmitte und zwar nach einem flachen Kreisbogen erfolgt, wie dies bei durchweg gleicher Wärme in allen Abschnitten desselben Gurtes auch naturgemäß ist.

Bezeichnen:

$l$  die Stützweite des Trägers,

$h$  die Höhe des Trägers,

$\epsilon$  das Ausdehnungsverhältniß des Eisens für 1° C,

so ist nach Abbildung 3 der Halbmesser der Krümmung in der lothrechten Ebene

$$r_l = \frac{h}{\epsilon t}, \text{ und die Pfeilhöhe der durch } t \text{ erzeugten Krümmung}$$

$$nt = \frac{l^2}{8r_l} = \frac{\epsilon t l^2}{8h}, \text{ woraus}$$

$$2. \quad n = \frac{\epsilon l^2}{8h}.$$

Zwei Träger desselben Ueberbaues können sich übrigens nur innerhalb gewisser Grenzen unabhängig von einander biegen.

Betrachtet man eine Brücke von dem Querschnitte in Abbildung 4 mit oberem und unterem Kreuzverbande und gelten die bisherigen Bezeichnungen  $f_i$ ,  $t_u$ ,  $t_o$ ,  $t$  und  $m$  für den stromauf gelegenen Träger,  $F_l$ ,  $T_u$ ,  $T_o$ ,  $T = T_o - T_u$  und  $M$  in gleicher Bedeutung für den stromab gelegenen, während  $n$  für beide gleich zu setzen ist, so ist

$$f_i = mt_u + nt = mt_u + n \frac{T+t}{2} - n \frac{T-t}{2} \text{ und}$$

$$F_l = MT_u + nT = MT_u + n \frac{T+t}{2} + n \frac{T-t}{2}.$$

Vernachlässigt man die Glieder  $mt_u$  und  $MT_u$ , welche bei größeren Werthen von  $T-t$  weniger ins Gewicht fallen,

so geben die Glieder  $n \cdot \frac{T-t}{2}$  die Abweichung beider Träger von der mittleren Höhenlage. Diese Abweichung kann bei gehöriger Verbindung der Träger nur durch eine Verdrehung der Brücke ermöglicht werden, und es ist die Tangente des Verdrehungswinkels  $\alpha$  in Abbildung 4

$$\text{tg } \alpha = \frac{n}{b} (T-t) = \frac{\epsilon l^2}{8bh} (T-t), \text{ wenn } b \text{ die Entfernung der}$$

Hauptträger von einander ist. Ist  $T > t$ , was z. B. bei gleicher Größe von  $T_u$ ,  $t_o$  und  $t_u$  und einem größeren Werthe von  $T_o$  zutrifft, so erfolgt die Drehung nach rechts.

Nun sind die durch die Kreuzverbände gebildeten wagerechten Träger wagerechten Verschiebungen in gleicher Weise unterworfen, wie die Hauptträger lothrechten. Die wagerechte Verbiegung des oberen Trägers hat eine Pfeilhöhe

$$F_w = \frac{\epsilon l^2}{8b} (T_o - t_o).$$

Für den unteren Träger ist

$$f_w = \frac{\epsilon l^2}{8b} (T_u - t_u).$$

Die mittlere Verschiebung beträgt

$$\frac{F_w + f_w}{2} = \frac{\epsilon l^2}{8b} \cdot \frac{T_o + T_u - t_o - t_u}{2}$$

und die Abweichung der Träger von der mittleren Lage

$$\frac{\epsilon l^2}{8b} \left( \frac{T_o - T_u}{2} - \frac{t_o - t_u}{2} \right) = \frac{\epsilon l^2}{8b} \cdot \frac{T-t}{2}.$$

Die Tangente des Verdrehungswinkels  $\beta$  (Abbildung 5) ist

$$\text{tg } \beta = \frac{2}{h} \cdot \frac{\epsilon l^2}{8b} \cdot \frac{T-t}{2} = \frac{\epsilon l^2}{8bh} (T-t).$$

Hiernach ist  $\beta = \alpha$ . Unter denselben Bedingungen nun, unter welchen die Hauptträger eine Rechtsdrehung der Brücke erzeugen würden, würden aber die wagerechten Träger eine Linksdrehung bewirken, und sollte somit, da  $\alpha = \beta$ , eine



Drehung überhaupt nicht eintreten. Indessen erfolgt eine solche doch bis zu einem gewissen Grenzwerthe und wird vielleicht durch die nicht genügende Anspannung der Windkreuze, oder durch die Biegsamkeit der Quergebinde der Brücke ermöglicht.

Nach Vorstehendem ist zu setzen:

- a) für kleinere Werthe von  $T - t$ 
  3.  $F_l = MT_u + nT$
  4.  $f_l = mt_u + nt,$
- b) für gröfsere Werthe von  $T - t$ 
  5.  $F_l = \frac{MT_u + mt_u + n(T+t)}{2} + C$
  - 6)  $f_l = \frac{MT_u + mt_u + n(T+t)}{2} - C.$

Die Werthe  $M$ ,  $m$  und  $C$  sind durch Versuche zu bestimmen, der Werth  $n = \frac{\epsilon l^2}{8h}$  ist unter Umständen zu berichtigen. Der wirkliche Werth von  $n$  scheint etwas hinter dem berechneten zurück zu bleiben, vielleicht, weil bei der Rechnung die Biegung der Träger und Gurte in wagerechtem Sinne nicht berücksichtigt worden ist.

Die Wärme und Höhenmessungen werden bei jeder Brückenbeobachtung längere Zeit fortzusetzen sein, sodafs eine ganze Reihe von Ablesungen gewonnen wird. Mit Hülfe der Formeln 3 und 4 werden aus den Wärmeunterschieden die entsprechenden Pfeilhöhen  $F_l$  und  $f_l$  berechnet, und je nachdem sie sich positiv oder negativ ergeben, oberhalb oder unterhalb einer Nulllinie aufgetragen.

In gleichem Mafsstabe werden auch die durch Nivellement gewonnenen Abstände der Mittelmarke von der Verbindungslinie der Endmarken aufgetragen, und werden dann beide Linien parallel gegen einander so verschoben, dafs sie sich thunlichst decken. Die demnächstige Lage der Nulllinie ergibt sodann den Abstand der Mittelmarke von der Verbindungslinie der Endmarken in der Nulllage, d. h. bei 0°C Wärme aller Gurte.

**C. Messungen an der Hüniger Rheinbrücke.**

Die Verwaltung der Reichseisenbahnen ist bemüht gewesen, durch Wärme- und Höhenmessungen an dem Ueberbau einer Stromöffnung der Rheinbrücke bei Hünigen die Richtigkeit der vorstehenden Ableitungen zu prüfen und zugleich festzustellen, welcher Grad der Genauigkeit erreichbar ist. Die Ergebnisse zweier am 8. und 9. August 1887, sowie am 11. Februar 1888 vorgenommenen Messungsreihen sollen hier mitgeteilt werden.

**Anordnung der Höhenmarken und der Beobachtungsposten.**

Der in Frage kommende Brückentheil ist in den Abbildungen 6a und 6b in Ansicht und Grundrifs dargestellt. Die Tragwände haben 72 m Stützweite, 7,2 m Höhe von Mitte zu Mitte Gurtung. Die Entfernung der Tragwände von einander beträgt 4,65 m. Die Brücke ist ziemlich genau von Osten nach

August 1887	Messung 2:	$\mathfrak{A} = -24,95;$
„ „	„ 3:	$\mathfrak{A} = -26,50;$
„ „	„ 9:	$\mathfrak{A} = -22,60;$
„ „	„ 10:	$\mathfrak{A} = -22,80;$
Februar 1888	„ 1:	$\mathfrak{A} = -25,38;$
„ „	„ 2:	$\mathfrak{A} = -24,85;$
„ „	„ 4:	$\mathfrak{A} = -25,30;$
„ „	„ 5:	$\mathfrak{A} = -24,53;$
„ „	„ 6:	$\mathfrak{A} = -24,13;$

Westen gerichtet. Am Westende ruht der beobachtete Ueberbau auf einem breiteren mit Thürmen gekrönten Landpfeiler, am Ostende auf einem nur 3 m breiten Stropfpfeiler.

An dem stromab gelegenen Träger sind die Höhenmarken 1 und 9 an den Endverticalen, die Marke 5 in der Mitte angebracht. Die Zwischenmarken 3 und 7 sind zwar auch vorhanden, kommen aber vorerst nicht in Betracht. An dem stromauf gelegenen Träger befinden sich die Marken 2 und 10 an den Enden, 6 in der Mitte. Zur Aufstellung der Beobachtungsvorrichtung sind bei  $a$  und  $b$  auf dem westlichen, sowie bei  $c$  und  $d$  auf dem östlichen Pfeiler Steinsäulen mit gufseiserner Kopfplatte errichtet und durch kleine Schutzhäuser der Einwirkung von Sonne, Regen und Wind entzogen worden. Die Beobachtungsposten  $a$  und  $b$  können in den ersten Morgenstunden nicht benutzt werden, weil die Genauigkeit der Fernrohrablesungen durch das Licht der aufgehenden Sonne beeinträchtigt wird.

Der Posten  $d$  liegt so nahe an der Höhenmarke 10, dafs eine Beobachtung derselben von  $d$  aus unmöglich ist. Zur Aushülfe mußte daher an der 10 zunächst gelegenen Verticalen eine weitere Höhenmarke 8a angebracht werden, welche wenigstens 3,8 m von  $d$  entfernt ist. Die Beobachtung derselben ergibt, wie gezeigt werden wird, die Möglichkeit, die vom Punkte  $d$  gewonnenen Messungen so zu vervollständigen, dafs auch aus diesen der Abstand der Marke 6 von der Linie 2 . 10 berechnet werden kann.

Bei gleicher Wärme des Ober- und des Untergurtes denke man sich wie in Abbildung 7a durch 2 und 8a eine Gerade gelegt, welche die Endverticale bei 10 in 8b schneidet. Dabei sei der Abstand der Marke 6

- von der Linie 2 . 10 =  $-a$  und
  - von der Linie 2 . 8a =  $+b$ ;
- $-a$  und  $+b$  sind unveränderliche Gröfsen.

Bei zunehmender Wärme des Obergurtes hebt sich die Marke 6 um  $f$  (siehe Abbildung 7b) und der Punkt 8a, wenn die Krümmung als flacher Kreisbogen oder als Parabel angesehen wird, um

$$\frac{36^2 - 33^2}{36^2} \cdot f = \frac{23}{144} f.$$

Bei 6 in der Brückenmitte beträgt hiernach der Abstand der Linien 2 . 8a und 2 . 8b

$$\frac{36}{69} \cdot \frac{23}{144} \cdot f = \frac{1}{12} f.$$

Nun ist der Abstand der Marke 6 von der Linie 2 . 10,  $\mathfrak{A} = -a + f$  der Linie 2 . 8a,  $\mathfrak{B} = +b + \frac{11}{12} f.$

Der Werth  $\mathfrak{A} - \frac{12}{11} \mathfrak{B} = -a + f - \frac{12}{11} b - f = -a - \frac{12}{11} b$  ist nun ebenfalls unveränderlich, da es  $a$  und  $b$  sind. Ist  $\mathfrak{A} - \frac{12}{11} \mathfrak{B} = -a - \frac{12}{11} b$  einmal ermittelt, und ist  $\mathfrak{A}$  oder  $\mathfrak{B}$  durch Höhenmessung bekannt, so kann der fehlende Werth leicht ermittelt werden. Die Messungen vom Beobachtungsposten  $b$  aus ergeben immer zusammengehörige Werthe  $\mathfrak{A}$  und  $\mathfrak{B}$ .

Nach Zusammenstellung 2 ergaben im

$\mathfrak{B} = +3,32;$	$\mathfrak{A} - \frac{12}{11} \mathfrak{B} = -28,57 \text{ mm,}$
$\mathfrak{B} = +2,01;$	$\mathfrak{A} - \frac{12}{11} \mathfrak{B} = -28,67 \text{ mm,}$
$\mathfrak{B} = +5,65;$	$\mathfrak{A} - \frac{12}{11} \mathfrak{B} = -28,76 \text{ mm,}$
$\mathfrak{B} = +5,37;$	$\mathfrak{A} - \frac{12}{11} \mathfrak{B} = -28,64 \text{ mm,}$
$\mathfrak{B} = +3,05;$	$\mathfrak{A} - \frac{12}{11} \mathfrak{B} = -28,71 \text{ mm,}$
$\mathfrak{B} = +3,56;$	$\mathfrak{A} - \frac{12}{11} \mathfrak{B} = -28,73 \text{ mm,}$
$\mathfrak{B} = +3,23;$	$\mathfrak{A} - \frac{12}{11} \mathfrak{B} = -28,82 \text{ mm,}$
$\mathfrak{B} = +4,13;$	$\mathfrak{A} - \frac{12}{11} \mathfrak{B} = -29,04 \text{ mm,}$
$\mathfrak{B} = +4,39;$	$\mathfrak{A} - \frac{12}{11} \mathfrak{B} = -28,92 \text{ mm,}$

zusammen  $-258,86 \text{ mm.}$  25\*



Aus den neun Messungen ergibt sich im Mittel

$$\mathfrak{M} - \frac{12}{11} \mathfrak{B} = -28,76 \text{ mm.}$$

Instrumente zu den Höhenmessungen.

Um die Höhenmessungen mit der genügenden Genauigkeit ausführen zu können, ist für dieselben ein besonderes leistungsfähiges Nivellirinstrument bei dem Mechaniker Ed. Sprenger in Berlin beschafft worden. Eine genaue Beschreibung und eine Abbildung desselben befindet sich im V. Jahrgange des Centralblattes der Bauverwaltung auf Seite 23 bis 25. Zu bemerken ist hier nur noch, dafs nachträglich eine erhebliche Verlängerung des Ocularauszuges stattgefunden hat, um die Höhenmarke Sa trotz der sehr geringen Entfernung noch vom Punkt  $d$  beobachten zu können.

Abbildung 8 stellt eine der aus einem gufseisernen Consol mit durchgestecktem Stahlbolzen  $p$  bestehenden Höhenmarken und den Nivellirmafsstab dar. Letzterer besteht aus einem 50 cm langen dreiseitigen Messingprisma, ist versilbert und nach Abbildung 9 auf 40 cm Länge getheilt. Eine Theilung nach Abbildung 10 hat sich bei anderen Versuchen allerdings besser bewährt, weil weniger Irrungen in den Ablesungen vorkommen, und doch genügende Genauigkeit erzielt werden kann, obgleich die Theilung in halbe Millimeter fehlt. Am unteren Ende ist der Mafsstab durch eine kleine kreisrunde und ebene Platte begrenzt, welche sich auf den oben kugelförmig abgedrehten, polirten und durch Vergoldung gegen Rost geschützten Stahlbolzen aufsetzt. Am oberen Ende ist der Mafsstab verschieblich und drehbar durch ein Universalgelenk  $u$  geführt und stellt sich infolge dessen durch sein Eigengewicht stets genau lothrecht ein. Das Gelenk ist seitlich an einen Messingträger  $t$  befestigt, welcher sich mit einer Leiste auf das Consol der Höhenmarke aufsetzt und mittels einer durch den Träger und das Consol durchgesteckten Schraube  $s$  befestigt wird.

Während der Nachtstunden mufs der Mafsstab — etwa durch Magnesiumfackeln — grell beleuchtet werden, um bei den gröfseren Entfernungen noch genaue Ablesungen zu ermöglichen.

Jede Ablesung ist doppelt vorzunehmen, das zweite Mal, nachdem das Fernrohr um 180 Grad um seine Längsachse gedreht worden ist. Das Mittel beider Ablesungen ist bei der Auswerthung der Messungsergebnisse zu benutzen, damit kleine Ungenauigkeiten in der Richtigstellung des Fadenkreuzes unschädlich gemacht werden.

Ergebnisse der Höhenmessungen am 8. und 9. August 1887, und am 11. Februar 1888.

Die Zusammenstellung 1 auf Seite 391 und 392 enthält die durch die Höhenmessungen am stromab gelegenen Träger gewonnenen Zahlen. Es sind für jede Höhenmarke die Zeit der Beobachtung und die abgelesenen Höhen, sowie deren Mittel angegeben.

Die letzte Spalte der Zusammenstellung enthält die berechnete Höhe der mittleren Marke 5 über der Verbindungslinie der Endmarken 1 und 9, sowie auch die Hebung oder Senkung der Marke 5 gegen ihre Nulllage, d. h. ihre Lage bei 0° Wärme sämtlicher Gurtungen. Durch Vergleich der Wärme- mit den Höhenmessungen ist in der weiter oben bereits erwähnten Art ermittelt worden, dafs die Marke 5 in der Nulllage 15,53 mm unter der Linie 1.9 liegt. Der Unterschied zwischen 15,53 mm

und dem bei jeder Messung ermittelten Abstände zwischen 5 und der Linie 1.9 giebt die jeweilige Hebung oder Senkung der Brücke.

Die Zusammenstellung 2 auf Seite 393 und 394 betrifft den stromauf gelegenen Träger. Hier ist in der letzten Spalte neben der Höhe über der Linie 2.10 auch die Höhe der mittleren Marke 6 über der Verbindungslinie 2.8a berechnet, weil mittels derselben bei den unvollständigen Messungen vom Beobachtungspunkte  $d$  aus die Höhe über der Linie 2.10, wie oben gezeigt, berechnet werden mufste. Der Abstand der Marke 6 in ihrer Nulllage von der Linie 2.10 ist zu — 25,50 mm ermittelt worden, und sind danach die Hebungen bzw. Senkungen der Brückenmitte berechnet worden.

Instrumente zu den Wärmemessungen.

Für die Wärmemessungen sind acht Thermometer verwandt worden, welche in der Brückenmitte nach Mafsgabe der Abbildung 11 an den Gurtungen vertheilt werden. Um die Wärme des Eisens thunlichst genau zu messen, wird jedes Thermometer nach Abbildung 12 in einen eisernen, mit Quecksilber gefüllten Behälter getaucht, welcher seitlich einen runden, ebenfalls hohlen Ansatz zeigt. Letzterer wird bei den Messungen durch ein frei gemachtes mit Blei ausgefüttertes Nietloch gesteckt und mittels einer Flügelschraube am Ende des Ansatzes festgehalten. Der eigentliche Behälter  $q$  ist äufserlich viereckig gestaltet und mufs fest gegen die lothrechten Gurtplatten anliegen. Das Thermometer, dessen Skala in Fünftel-Grade getheilt ist und Ablesungen bis auf Zehntel-Grade gestattet, wird durch eine in den Eisenbehälter eingeschraubte Holzröhre den Sonnenstrahlen und dem Winde thunlichst entzogen. Ein Schlitz in der Röhre gestattet die Ablesungen, ohne dafs das Thermometer herausgenommen zu werden braucht.

Ergebnisse der Wärmemessungen am 8. und 9. August 1887 und am 11. Februar 1888, sowie Vergleich der Wärme- und Höhenmessungen.

Die Zusammenstellung 3 auf Seite 395 bis 398 enthält in den Spalten 1, 2 und 3 die verschiedenen Beobachtungszeiten, in den Spalten 4, 5, 7, 8, 14, 15, 17 und 18 die Ablesungen an den acht Thermometern, und in den Spalten 6, 9, 16 und 19 die Mittel  $t^o$ ,  $t_u$ ,  $T_o$  und  $T_u$  der zusammengehörigen Ablesungen.

Endlich sind die Werthe  $t = t_o - t_u$  und  $T = T_o - T_u$ , in den Spalten 10 und 20 gegeben.

Um die Wärme- und Höhenmessungen vergleichen zu können, mufsten die Werthe  $n$ ,  $M$  und  $m$  der Gleichungen 3 und 4 ermittelt werden. Es ist dabei von der Voraussetzung ausgegangen, dafs die Brücke in der Zeit vom August 1887 bis zum Februar 1888 keine mefsbare Einbiegung erlitten habe.

$n$  war durch Rechnung  $= \frac{\epsilon l^2}{8h}$  gefunden; wonach es sich bei  $l = 72 \text{ m}$ ,  $h = 7,2$  und  $\epsilon = 0,0000122$  zu 1,1 mm ergeben würde. Indessen giebt der Werth 1 mm bei Anwendung der Gleichungen 3 und 4 bessere Uebereinstimmung mit den Höhenmessungen.  $M$  ist  $= 0,12 \text{ mm}$ ,  $m = 0,03 \text{ mm}$  gefunden.

Hiernach enthält die Zusammenstellung 3 in den Spalten 11 und 21 die Werthe  $0,03 t_u$  und  $0,12 T_u$  und in den Spalten 12 und 22 nach den Gleichungen 4 und 3 die Werthe  $t + 0,03 t_u$  und  $T + 0,12 T_u$ . Zum Vergleiche sind in den



Spalten 13 und 23 die aus den Tafeln 1 und 2 entnommenen Ergebnisse der zugehörigen Höhenmessungen beigegeben.

Am Vormittage des 9. August treffen die Gleichungen 3 und 4 nicht mehr zu, weil am stromab gelegenen Träger die Wärme des im Schatten der Fahrbahn gelegenen Untergurtes wesentlich hinter derjenigen der übrigen von der Sonne stark bestrahlten Gurtungen zurückbleibt, und dadurch die Werthe  $T = T_0 - T_u$  und  $T - t$  sehr groß wurden. Hier treten die Gleichungen 5 und 6 in Geltung. Spalte 24 enthält das beiden gemeinsame Glied  $\frac{t + 0,03 t_u + T + 0,12 T_u}{2}$  für die Zeit von morgens 7 Uhr 30 Minuten bis Mittag. Die innerhalb dieser Zeit durch Höhenmessung an beiden Tragwänden gefundenen Zahlenwerthe sind in die Spalten 25 und 26 eingerückt. Spalte 27 endlich giebt die durch Interpoliren gefundene Mafse, um welche die stromauf gelegene Tragwand bezüglich der Hebung der Brückenmitte hinter der stromab gelegenen zurückbleibt.

Diese Mafse „halbirt“ stellen die Werthe  $C$  in den Gleichungen 5 und 6 dar.

Zur besseren Uebersicht sind in der Abbildung 13 die Ergebnisse der Höhenmessungen durch kleine Kreise und diejenigen der Wärmemessungen durch Linien so dargestellt, dass wagerecht die Beobachtungszeiten im Mafsstabe 1 Stunde = 15 mm und senkrecht darauf die Hebungen und Senkungen der Brückenmitte gegen die Nulllage im Mafsstabe 1 mm = 10 mm aufgetragen sind. Die Werthe der Spalte 12 in der Zusammenstellung 3 bestimmen die stark ausgezogenen, diejenigen in Spalte 22 die schwach ausgezogenen, die Werthe in Spalte 24 die strichpunktirten Linien. Die Lage der vollständig ausgefüllten Kreise entspricht den Angaben in den Spalten 13 und 26, die Lage der nicht ausgefüllten Kreise den Angaben in Spalte 23 und 25.

Bei völliger Uebereinstimmung der Wärme- und Höhenmessungen müßten, abgesehen vom Vormittage des 9. August, die Kreise entweder ganz in die zugehörigen Linien fallen, oder sich doch ohne Zwang in dieselben einschalten lassen, wenn Thermometerablesungen nicht häufig genug stattgefunden haben. In diesem Sinne ist bei 15 von 22 Höhenmessungen eine überraschende Uebereinstimmung erzielt, nämlich bei den Messungen 1, 3, 4, 5 und 6 am 11. Februar, sowie 3, 4 und 5 am 9. August an dem stromab gelegenen Träger, ferner bei den Messungen 1, 2, 3, 4 am 11. Februar, sowie 1, 3 und 4 am 8. und 9. August an dem stromauf gelegenen Träger. Abweichungen bis zu 0,3 mm zeigen für den 11. Februar die Messung 2 am stromab gelegenen, und die Messung 5 am stromauf gelegenen Träger, sowie für den 9. August die zweiten Messungen an beiden Trägern.

Abweichungen nicht ganz bis zu 1 mm ergeben für den 11. Februar nur die Höhenmessung 6 am stromab gelegenen, sowie für den August 1887 nur die Messung 1 am stromab gelegenen und 5 am stromauf gelegenen Träger, mithin 3 von 22 Messungen.

Die Fehler werden zum Theil auf Ungenauigkeiten der wohl noch verbesserungsfähigen Gleichungen 3 und 4 und der Verhältniszahlen  $M$ ,  $m$  und  $n$ , zum Theil auf unrichtige Ablesungen, sowie auch darauf zurückzuführen sein, dass die Thermometer die mittlere Eisenwärme bei schneller Wärmezu-

oder Abnahme nicht genau genug anzeigen. Schnelle Wärmeänderungen bei heißem Sonnenscheine liegen z. B. am Vormittage des 9. August vor, und es zeigen die Wärmelinien hier eigenthümliche Unregelmäßigkeiten. Es ist deutlich ersichtlich, dass die Träger hier nicht mehr unabhängig von einander biegen, sondern sich gegenseitig beeinflussen. Die strichpunktirte Linie liegt etwa 0,3 mm zu hoch, um die Mitte zwischen den ausgefüllten und den nicht ausgefüllten Kreisen zu halten. Auch hieran mögen Ungenauigkeiten der benutzten Formeln und Verhältniszahlen Schuld tragen. Dennoch wird die Brauchbarkeit derselben bei regelmässigeren Verhältnissen dadurch nicht in Frage gestellt. Messungen bei so schnellen Wärmeänderungen können mehr zur Aufklärung des allgemeinen Verhaltens der Eisenconstructions, als zur genauen Bestimmung der Nulllage der Träger benutzt werden. Zu letzterem Behufe werden thunlichst Messungen bei Nacht oder bei bedecktem Himmel vorzunehmen sein.

Nach Vorstehendem ist anzunehmen, dass in den Endergebnissen der Messungen, nämlich in den gefundenen Abständen der mittleren Höhenmarken 5 und 6 von den Verbindungslinien der Endmarken 1 . 9 und 2 . 10 bei 0° Wärme aller Eisentheile, größere Fehler als 0,3 mm nicht enthalten sind. Es werden somit bleibende Einsenkungen der Träger von doppelter Größe, d. h. von  $\frac{1}{120000}$  der Spannweite durch wiederholte Messungen mit Sicherheit festzustellen sein.

#### D. Schlusswort.

Die obigen Mittheilungen ergeben auch werthvolle Anhaltspunkte für eine sachgemäße Messung elastischer und bleibender Einbiegungen bei Probelastungen. Wenn beispielsweise seinerzeit verlangt worden ist, dass bei der Abnahme neuer Brücken der Belastungszug mehrere Stunden auf dem Ueberbau belassen werden sollte, damit für die Bildung der bleibenden Einbiegung genügend Zeit vorhanden sei, so ergibt schon die Abbildung 13, welche Ungenauigkeiten bei solchem Verfahren entstehen können, wenn nicht die maßgebenden Wärmeeinflüsse berücksichtigt werden. Die Messungen bei Probelastungen erfordern gegenüber denjenigen an der unbelasteten Brücke ein großes Aufgebot an Hilfsmitteln. Bei stark befahrenen Strecken ist das öftere Auffahren und das Verweilen von Probezügen auf der Brücke meist sehr störend für den Betrieb. Bei der Messung bleibender Einbiegungen an der unbelasteten Brücke nach dem oben beschriebenen Verfahren erscheint zunächst noch die Auswerthung der gefundenen Ergebnisse etwas umständlich. Wenn indessen nach Vorstehendem auch bei Probelastungen Wärmemessungen ebenfalls nicht ganz entbehrt werden können, so verschwindet auch dieser Nachtheil des neuen Prüfungsverfahrens gegenüber dem jetzt allgemein gebräuchlichen.

Unter diesen Umständen wird die Frage aufgeworfen werden können, ob nicht bei der Beobachtung der Brücken auf Probelastungen ganz verzichtet werden kann, nachdem die Möglichkeit dargethan ist, selbst sehr kleine Formveränderungen an der unbelasteten Brücke durch Höhen- und Wärmemessungen festzustellen. Zur Entscheidung dieser Frage wäre es im höchsten Grade erwünscht, dass auch von anderen Verwaltungen Messungen, wie die beschriebenen, in weitem Umfange veranlaßt werden.

Straßburg, im Februar 1888.

L. Kriesche.



Zusammenstellung 1. Höhenmessungen an der stromab gelegenen Tragwand.

1				2		3		4		5		6		7		8									
Zeit der Beobachtung				Beobachtete Höhenmarke		Ablösungen Fernrohr		Mittel der Spalten 5 und 6		Höhe der Marke 5		Zeit der Beobachtung				Beobachtete Höhenmarke		Ablösungen Fernrohr		Mittel der Spalten 5 und 6		Höhe der Marke 5			
Tag	Stde.	Min.		1. Lage mm	2. Lage mm	1. Lage mm	2. Lage mm	5 und 6 mm	mm	Tag	Stde.	Min.		1. Lage mm	2. Lage mm	5 und 6 mm	mm	Tag	Stde.	Min.		1. Lage mm	2. Lage mm	5 und 6 mm	mm

8. und 9. August 1887.

Messung 1 vom Beobachtungsposten a aus							
8. August abends	10	10	5	199,5	199,0	199,25	über Linie 1 . 9
	10	15	9	172,0	171,5	171,75	- 14,87
	10	20	1	197,0	197,0	197,0	über der Nulllage - 14,87 + 15,53 gleich + 0,66.
Messung 2 vom Beobachtungsposten a aus							
9. August morgens	1	6	9	173,0	173,0	173,0	über Linie 1 . 9
	1	18	5	200,0	200,0	200,0	- 14,67
	1	30	1	197,8	197,5	197,65	über der Nulllage - 14,67 + 15,53 gleich + 0,86.
Messung 3 vom Beobachtungsposten a aus							
9. August morgens	3	20	1	197,8	197,5	197,65	über Linie 1 . 9
	3	30	5	200,5	200,0	200,25	- 15,27
	3	40	9	172,6	172,0	172,30	über der Nulllage - 15,27 + 15,53 gleich + 0,26.
Messung 4 vom Beobachtungsposten c aus							
9. August morgens	5	0	9	178,0	177,6	177,8	über Linie 1 . 9
	5	12	5	206,5	206,0	206,25	- 15,47
	5	24	1	204,0	203,5	203,75	über der Nulllage - 15,47 + 15,53 gleich + 0,06.
Messung 5 vom Beobachtungsposten c aus							
9. August vor-mittags	6	3	1	204,0	203,5	203,75	über Linie 1 . 9
	6	10	5	206,5	206,0	206,25	- 15,55
	6	16	9	177,8	177,5	177,65	über der Nulllage - 15,55 + 15,53 gleich - 0,02.

Messung 6 vom Beobachtungsposten c aus							
9. August vor-mittags	8	30	9	177,7	177,3	177,5	über Linie 1 . 9
	8	36	5	203,0	202,0	202,5	- 12,25
	8	24	1	203,0	203,0	203,0	über der Nulllage - 12,25 + 15,53 gleich + 3,28.
Messung 7 vom Beobachtungsposten c aus							
9. August vor-mittags	9	18	1	202,5	202,5	202,5	über Linie 1 . 9
	9	24	5	200,0	200,0	200,0	- 10,5
	9	30	9	177,6	177,2	177,4	über der Nulllage - 10,5 + 15,53 gleich + 5,03.
Messung 8 vom Beobachtungsposten c aus							
9. August vor-mittags	10	53	9	177,7	177,0	177,35	über Linie 1 . 9
	10	59	5	199,8	199,8	199,8	- 9,62
	11	5	1	203,0	203,0	203,0	über der Nulllage - 9,62 + 15,53 gleich + 5,91.
Messung 9 vom Beobachtungsposten a aus							
9. August mittags	12	3	9	171,0	171,0	171,0	über Linie 1 . 9
	12	6	5	194,7	194,5	194,6	- 10,92
	12	10	1	196,5	196,2	196,35	über der Nulllage - 10,92 + 15,53 gleich + 4,61.

11. Februar 1888.

Messung 1 vom Beobachtungsposten a aus							
11. Febr. morgens	7	40	9	162,5	163,5	163,0	über Linie 1 . 9
	7	47	5	190,5	191,0	190,75	- 15,07
	7	51	1	188,3	188,4	188,35	über der Nulllage - 15,07 + 15,53 gleich + 0,46.
Messung 2 vom Beobachtungsposten a aus							
11. Febr. vor-mittags	9	38	9	163,5	165,0	164,25	über Linie 1 . 9
	9	46	5	190,4	190,7	190,55	- 14,27
	9	53	1	188,2	188,4	188,30	über der Nulllage - 14,27 + 15,53 gleich + 1,26.
Messung 3 vom Beobachtungsposten a aus							
11. Febr. vor-mittags	10	2	9	163,0	164,6	163,8	über Linie 1 . 9
	10	13	5	190,2	190,7	190,45	- 14,4
	10	16	1	188,2	188,4	188,30	über der Nulllage - 14,4 + 15,53 gleich + 1,13.

Messung 4 vom Beobachtungsposten a aus							
11. Febr. nach-mittags	2	28	9	162,0	163,0	162,50	über Linie 1 . 9
	2	37	5	187,5	187,5	187,50	- 12,22
	2	46	1	187,9	188,2	188,05	über der Nulllage - 12,22 + 15,53 gleich + 3,31.
Messung 5 vom Beobachtungsposten a aus							
11. Febr. nach-mittags	3	36	9	161,9	162,9	162,4	über Linie 1 . 9
	3	44	5	187,7	187,8	187,75	- 12,68
	3	52	1	187,7	187,8	187,75	über der Nulllage - 12,68 + 15,53 gleich + 2,85.
Messung 6 vom Beobachtungsposten a aus							
11. Febr. nach-mittags	4	23	9	162,0	162,6	162,3	über Linie 1 . 9
	4	30	5	188,1	188,3	188,2	- 13,23
	4	34	1	187,55	187,7	187,63	über der Nulllage - 13,23 + 15,53 gleich - 2,30.



Zusammenstellung 2. Höhenmessungen an der stromauf gelegenen Tragwand.

1		2		3		4		5		6		7		8		1		2		3		4		5		6		7		8	
Zeit der Beobachtung		Beobachtete Höhenmarke		Ablesungen Fernrohr		Mittel der Spalten 5 und 6		Höhe der Marke 6		Zeit der Beobachtung		Beobachtete Höhenmarke		Ablesungen Fernrohr		Mittel der Spalten 5 und 6		Höhe der Marke 6		Zeit der Beobachtung		Beobachtete Höhenmarke		Ablesungen Fernrohr		Mittel der Spalten 5 und 6		Höhe der Marke 6			
Tag	Stde.	Min.		1. Lage mm	2. Lage mm	mm	mm	mm	Tag	Stde.	Min.		1. Lage mm	2. Lage mm	mm	mm	mm	mm	Tag	Stde.	Min.		1. Lage mm	2. Lage mm	mm	mm	mm	mm			

8. und 9. August 1887.

Messung 1 vom Beobachtungsposten b aus

8. August abends	10	45	2	209,5	209,5	209,5	über Linie 2 . 10
	10	55	6	212,5	212,5	212,5	— 25,87
	11	10	10	164,0	163,5	163,75	über der Nulllage — 25,87 + 25,5 gleich — 0,37.

Messung 2 vom Beobachtungsposten b aus

9. August morgens	12	30	2	209,7	209,5	209,6	über Linie 2 . 10
	12	40	6	213,0	212,5	212,75	— 24,95
	12	50	8a	222,0	222,0	222,0	über Linie 2 . 8a
	12	55	10	166,0	166,0	166,0	+ 3,32 über der Nulllage — 24,95 + 25,5 gleich + 0,55.

Messung 3 vom Beobachtungsposten b aus

9. August morgens	3	50	18	166,0	166,0	166,0	über Linie 2 . 10
	3	55	8a	222,5	222,5	222,5	— 26,5
	4	5	6	215,0	214,5	214,75	über Linie 2 . 8a
	4	15	2	210,5	210,5	210,5	+ 2,01 über der Nulllage — 26,5 + 25,5 gleich — 1,0.

Messung 4 vom Beobachtungsposten d aus

9. August morgens	4	30	2	209,0	208,5	208,75	über Linie 2 . 8a
	4	42	6	212,5	212,5	212,50	+ 2,07
	4	54	8a	220,0	219,8	219,90	über Linie 2 . 10 — 28,76 + <sup>12</sup> / <sub>11</sub> · 2,07 gleich — 26,5 über der Nulllage — 26,5 + 25,5 gleich — 1,0.

Messung 5 vom Beobachtungsposten d aus

9. August vor-mittags	6	24	8a	219,2	219,0	219,1	über Linie 2 . 8a
	6	30	6	211,5	211,0	211,25	+ 2,18
	6	36	2	207,5	207,0	207,25	über Linie 2 . 10 — 28,76 + <sup>12</sup> / <sub>11</sub> · 2,18 gleich — 26,38 über der Nulllage — 26,38 + 25,5 gleich — 0,88.

Messung 6 vom Beobachtungsposten d aus

9. August vor-mittags	8	15	2	206,5	206,0	206,25	über Linie 2 . 8a
	8	21	6	209,0	209,0	209,0	+ 3,85
	8	27	8a	219,0	218,7	218,85	über Linie 2 . 10 — 28,76 + <sup>12</sup> / <sub>11</sub> · 3,85 gleich — 24,59 über der Nulllage — 24,59 + 25,5 gleich + 0,91.

Messung 7 vom Beobachtungsposten d aus

9. August vor-mittags	9	33	8a	219,0	218,8	218,90	über Linie 2 . 8a
	9	39	6	207,0	206,5	206,75	+ 6,58
	9	45	2	207,5	207,0	207,25	über Linie 2 . 10 — 28,76 + <sup>12</sup> / <sub>11</sub> · 6,58 gleich — 21,58 über der Nulllage — 21,58 + 25,5 gleich + 3,92.

Messung 8 vom Beobachtungsposten d aus

9. August vor-mittags	10	30	2	207,2	207,0	207,1	über Linie 2 . 8a
	10	36	6	207,0	206,5	206,75	+ 6,40
	10	42	8a	218,8	218,6	218,7	über Linie 2 . 10 — 28,76 + <sup>12</sup> / <sub>11</sub> · 6,40 gleich — 21,78 über der Nulllage — 21,78 + 25,5 gleich + 3,72.

Messung 9 vom Beobachtungsposten b aus

9. August vor-mittags	11	30	10	165,0	165,0	165,0	über Linie 2 . 10
	11	33	8a	221,0	221,0	221,0	— 22,6
	11	39	6	210,0	209,5	209,75	über Linie 2 . 8a
	11	45	2	209,4	209,2	209,3	+ 5,65 über der Nulllage — 22,6 + 25,5 gleich + 2,90.

Messung 10 vom Beobachtungsposten b aus

9. August vor-mittags	11	51	2	209,4	209,2	209,3	über Linie 2 . 10
	11	54	6	210,0	209,8	209,9	— 22,8
	11	57	8a	221,0	220,5	220,75	über Linie 2 . 8a
	12	0	10	165,0	164,8	164,9	+ 5,37 über der Nulllage — 22,8 + 25,5 gleich + 2,70.

11. Februar 1888.

Messung 1 vom Beobachtungsposten b aus

11. Febr. morgens	8	36	10	157,5	158,5	158,0	über Linie 2 . 10
	8	58	6	204,8	205,2	205,0	— 25,38
	9	7	2	201,2	201,25	201,23	über Linie 2 . 8a
	8	52	8a	213,8	214,8	214,30	+ 3,05 über der Nulllage — 25,38 + 25,5 gleich + 0,12.

Messung 2 vom Beobachtungsposten b aus

11. Febr. vor-mittags	10	35	10	157,50	158,0	157,75	über Linie 2 . 10
	10	45	8a	213,5	214,5	214,0	— 24,85
	10	50	6	204,0	204,3	204,15	über Linie 2 . 8a
	10	58	2	200,8	200,9	200,85	+ 3,56 über der Nulllage — 24,85 + 25,5 gleich + 0,65.

Messung 3 vom Beobachtungsposten b aus

11. Febr. vor-mittags	11	14	10	157,0	158,0	157,5	über Linie 2 . 10
	11	18	6	203,8	203,8	203,8	— 24,65
	11	22	2	200,8	200,8	200,8	über der Nulllage — 24,65 + 25,5 gleich + 0,85.

Messung 4 vom Beobachtungsposten b aus

11. Febr. vor-mittags	11	32	10	157,0	157,5	157,25	über Linie 2 . 10
	11	36	8a	213,25	214,25	213,75	— 25,3
	11	42	6	204,3	204,3	204,30	über Linie 2 . 8a
	11	50	2	200,7	200,8	200,75	+ 3,23 über der Nulllage — 25,3 + 25,5 gleich + 0,20.

Messung 5 vom Beobachtungsposten b aus

11. Febr. nach-mittags	2	58	10	156,0	157,0	156,50	über Linie 2 . 10
	3	6	8a	213,0	213,5	213,25	— 24,53
	3	16	6	203,0	203,0	203,0	über Linie 2 . 8a
	3	22	2	200,4	200,5	200,45	+ 4,13 über der Nulllage — 24,53 + 25,5 gleich + 0,97.

Messung 6 vom Beobachtungsposten b aus

11. Febr. nach-mittags	4	0	10	156,0	157,0	156,50	über Linie 2 . 10
	4	4	8a	212,5	213,5	213,00	— 24,13
	4	9	6	202,5	202,7	202,60	über Linie 2 . 8a
	4	12	2	200,4	200,45	200,43	+ 4,39 über der Nulllage — 24,13 + 25,5 gleich + 1,37.



Zusammenstellung 3. Wärmemessungen am 8. und 9. August 1887 und am 11. Februar

Table with 13 columns (1-13) and multiple rows of data. Columns 4-13 are grouped under 'Stromaufwärts gelegener Träger'. Sub-columns include 'Untergurt' (Ableseungen am Thermometer, Mittel tu) and 'Obergurt' (Ableseungen am Thermometer, Mittel to). Additional columns show temperature differences (t, 0.03 tu, t+) and height measurements ('Durch Höhenmessung gefundene Werthe'). Data is provided for 8. August, 9. August, and 11. Februar.

Messungen am 11. Februar 1888

Messungen vom Abend des 8. August

1888, sowie Vergleich der Ergebnisse der Wärme- und der Höhenmessungen.

Table with 13 columns (14-27) and multiple rows of data. Columns 14-23 are grouped under 'Stromabwärts gelegener Träger'. Sub-columns include 'Untergurt' (Ableseungen am Thermometer, Mittel Tu) and 'Obergurt' (Ableseungen am Thermometer, Mittel To). Additional columns show temperature differences (T, 0.12 Tu, T+) and height measurements ('Durch Höhenmessung gefundene Werthe'). Data is provided for 9. August 1887 and 11. Februar 1888.

bis zum Mittage des 9. August 1887.

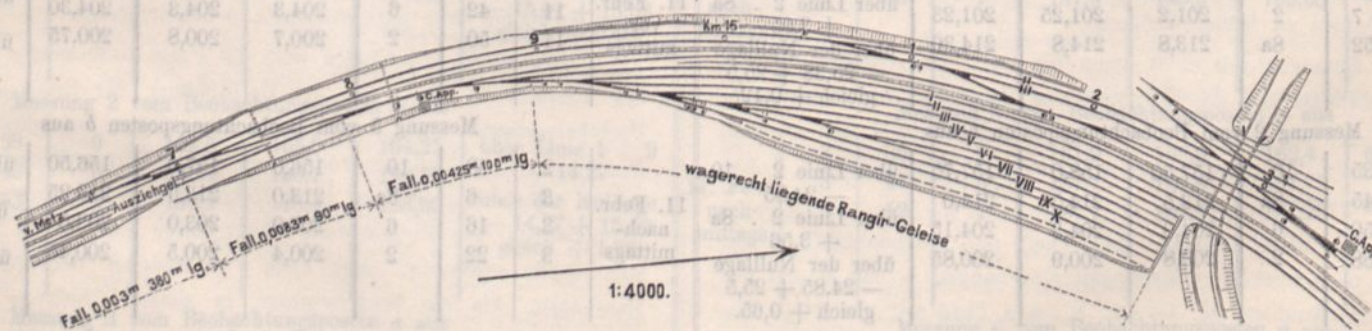
vom Morgen bis zum Nachmittag.

Ueber Gefällverhältnisse

von Ablaufgeleisen.

Nach den Beobachtungen, welche an den Ablaufgeleisen der Rangirbahnhöfe in Strafsburg und Arlon (in Belgien)

gemacht worden sind, kann die erforderliche Laufweite der der Schwerkraft überlassenen Güterwagen bei verhältnismäßig



geringem Höhenunterschiede erzielt werden. So beträgt z. B. auf dem Bahnhofe in Arlon bei 400 m Laufweite das Gefälle

vom Anfangspunkte des Ablaufens bis zur Wagerechten nur 1,40 m, während in Strafsburg ein wechselnder, theils gröfse-

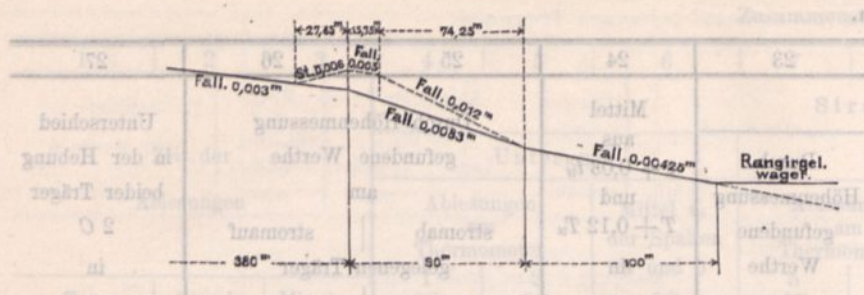
rer theils kleinerer Höhenunterschied zur Anwendung kommt. — Ein thunlich geringes Gefälle trägt einestheils wesentlich zur Schonung der Wagen bei, andertheils aber wird dadurch das Zurückziehen einzelner Wagen und Wagenabtheilungen, wie auch ganzer Züge bedeutend erleichtert. Dabei dient es zu weiterer Förderung der Arbeit und ist es für Ausnutzung der Vortheile des Ablaufens von besonderem Werthe, wenn Zahl und Länge der von demselben Rangirkopf ausgehenden Geleise groß genug sind, um die erforderlichen Rückbewegungen möglichst einschränken zu können. Für Rangirgruppen, in welchen die Züge für mehrere Bahnhöfe zu bilden sind, werden häufig 15 bis 20 Geleise nothwendig.

anlage auf dem südwestlichen Theile des Bahnhofes Luxemburg zur Ausführung gekommen. In dieser Rangirgruppe, welche in der nebenstehenden Abb. 1 dargestellt ist, werden die nach Süden (gegen Metz und nach dem Luxemburgischen Erzrevier) abgehenden Züge gebildet, indem zu diesem Zwecke drei der zehn Rangirgeleise die für Aufnahme von ganzen Zügen erforderliche Länge erhalten haben, der Art, dafs die letzteren unmittelbar aus der Rangirgruppe gegen Süden abgelassen werden können.

Unter Beachtung der vorstehenden Erfahrungssätze ist in den Jahren 1886/87 eine allerdings weniger bedeutende Geleise-

Das bei dieser Anlage angewendete Ablaufgefälle hatte zunächst, wie in Abb. 2 mit ausgezogenen Linien dargestellt ist, vom obern Brechpunkt ab nur 1,17 m betragen, und ist in dieser Weise im Sommer und Herbst 1887 benutzt worden. Vor Beginn des Winters ist die mit gestrichelten Linien be-





zeichnete theilweise Erhöhung des Ablaufgeleises durch Einlage eines sogenannten Eselsrückens bewirkt worden, nachdem unmittelbar vorher in den Monaten October und November an mehreren Tagen je eine Reihe Versuchsfahrten ausgeführt worden war. Hierbei wurden im allgemeinen die zum Ausrangiren bestimmten Züge für die Versuche benutzt, dazwischen aber, soweit geeignete Pausen vorhanden waren, einzelne Wagen oder Wagenabtheilungen wiederholt abgelassen.

Tabelle A. Zusammenstellung der beobachteten Laufzeiten

Lfd. Nr.	Bezeichnung der einzelnen Wagen	Abstand d der beiden äußersten Achsen	Fallhöhe		Nummer des Geleises	Laufweite l in Metern	Dauer des Ablaufens in Sekunden	Mittlere Geschwindigkeit	
			$1,17 + \frac{v_0^2}{2g}$	$1,17 - 0,0083 \frac{d}{2}$				nach Metern in der Sekunde	nach Kilometern in der Stunde
Versuche vom									
1	leerer bedeckter Wagen E.-L. (Elsafs-Lothringen)	—	1,185	—	IV	360	150	2,4	8,64
2	leerer offener Wagen E.-L.	—	—	—	I	380	175	2,17	7,81
3	beladener offener belgischer Wagen mit Bremse	—	—	—	VI	450	170	2,65	9,54
4	desgl.	—	—	—	VI	355	140	2,54	9,12
Versuche vom									
5	beladener offener Wagen E.-L.	—	1,185	—	I	512	257	2,02	7,27
6	derselbe Wagen	—	—	—	III	495	224	2,21	7,95
7	"	—	—	—	IV	462	255	1,81	6,52
8	"	—	—	—	V	477	247	1,93	6,95
9	"	—	—	—	VI	490	234	2,1	7,56
10	"	—	—	—	VII	438	207	2,1	7,56
11	"	—	—	—	IX	490	242	2,03	7,3
12	sieben beladene offene deutsche Wagen	50	1,25	—	V	424	174	2,44	8,78
13	desgl.	50	1,25	—	VI	524	232	2,26	8,14
14	drei beladene bedeckte deutsche Wagen	20	1,21	—	VII	380	190	2,0	7,20
15	zwei beladene bedeckte belgische Wagen	10	1,20	—	V	462	201	2,3	8,28
16	beladener offener Wagen (Prinz Heinrich-Bahn)	—	1,185	—	VII	481	231	2,08	7,49
Versuche vom									
17	beladener offener belgischer Wagen ohne Bremse	—	1,185	—	I	386,3	221	1,75	6,3
18	desgl. mit Bremse	—	—	—	VII	419,5	191	2,2	7,92
19	desgl.	—	—	—	I	316,5	168	1,88	6,77
20	desgl.	—	—	—	III	475	253	1,9	6,84
21	desgl.	—	—	—	V	326,5	162	2,015	7,25
22	desgl.	—	—	—	III	400	230	1,74	6,26
23	desgl.	—	—	—	V	461	209	2,20	7,92
24	desgl. ohne mit	—	—	—	V	296	145	2,04	7,34
25	desgl.	—	—	—	V	305	158	1,93	6,95
26	bedeckter beladener belgischer Wagen mit Bremse	—	1,185	—	I	245	147	1,66	6,0
27	desgl.	—	—	—	VII	320	185	1,73	6,2
28	desgl.	—	—	—	I	335,5	197	1,7	6,12
29	desgl.	—	—	—	VII	338	173	1,95	7,0
Versuche vom									
30	leerer offener deutscher Wagen ohne Bremse	—	1,185	—	I	245	145	1,7	6,12
31	desgl.	—	—	—	VII	236,5	130	2,04	7,34
32	desgl.	—	—	—	VII	270	157	1,72	6,19
33	desgl.	—	—	—	III	261	156	1,67	6,0
34	desgl.	—	—	—	V	210	123	1,7	6,12
Versuche vom									
35	leerer offener Wagen (deutscher)	3,4	1,16	—	I	382	236	1,64	5,9
36	zwei leere offene Wagen (deutsche)	10	1,135	—	"	372	227	1,64	5,9
37	drei leere offene Wagen (deutsche)	21	1,09	—	"	277	173	1,60	5,76
38	leerer bedeckter Wagen (deutscher)	3,8	1,16	—	"	323	197	1,64	5,90
39	zwei leere bedeckte Wagen (deutsche)	12,2	1,125	—	"	334	197	1,70	6,12
40	drei leere bedeckte Wagen (deutsche)	21	1,09	—	"	277	154	1,74	6,26
41	leerer offener Wagen	—	1,16	—	IV	389	240	1,62	5,8
42	zwei leere offene Wagen	—	1,35	—	"	348	191	1,82	6,55
43	drei leere offene Wagen	—	1,09	—	"	282	162	1,75	6,3
44	leerer bedeckter Wagen	—	1,16	—	"	298	188	1,60	5,76
45	zwei leere bedeckte Wagen	—	1,125	—	"	303	179	1,69	6,08
46	drei leere bedeckte Wagen	—	1,09	—	"	258	139	1,85	6,66
Versuche vom									
47	leerer offener Wagen	—	1,16	—	VII	428	256	1,67	6,01
48	zwei leere offene Wagen	—	1,35	—	"	378	192	1,97	7,09
49	drei leere offene Wagen	—	1,09	—	"	320	218	1,47	5,29

Anmerk. ung. Die Original-Aufzeichnungen über sämtliche Ablaufversuche sind bei der Redaction dieser Zeitschrift niedergelegt.

In der nachstehenden Tabelle A sind die bei 49 Fahrten gemachten Beobachtungen verzeichnet, welche sich, wenn man bei den Wiederholungen jeweils nur die Mittelwerthe in Rechnung nimmt, 34 Versuche darstellen. — Ueber die Art, wie die Ablaufzeiten und Laufweiten im einzelnen ermittelt wurden, wird unten Näheres angegeben werden, zunächst ist die Einrichtung der Tabelle zu erläutern. — Die Versuche hatten den Zweck, die Widerstände zu ermitteln, welche die einzelnen und der hieraus berechneten Widerstände der Wagen.

nen Wagen und Wagenabtheilungen bis zum Eintritt der Ruhe erlitten haben, welche Widerstände sich aus dem Widerstande  $\omega$  auf gerader wagerechter Bahn und den Widerständen  $q$  in den Bahnkrümmungen zusammensetzten.

Für den ersteren Widerstand ist als maßgebend die Formel angenommen worden, welche die Herren Vuillemin, Dieudonné und Guëbhardt in dem Buche „de la resistance des trains et de la puissance des machines, Paris 1868“ für

Berechneter mittlerer Widerstand $\omega$ in Kilogr. auf die Tonne	Arbeit der auf die Gewichtseinheit berechneten Widerstände				Summe $\omega l$	dieselbe Summe als Mittel mehrerer Versuche	Verhältnis der Fallhöhe zu der Arbeit der berechneten Widerstände in pCt.		Bemerkungen.
	$\omega l$ nach Gleichung I	$q \lambda$ in den Weichenkrümmungen zu 0,11	in den Krümmungen der Wagerechten	Summe			im Einzelnen	im Mittel	
7. October.									
2,08	0,745	0,55 <sup>1)</sup>	0,138	1,433	—	83	—	Witterung schön, trocken und nahezu windstill.	
2,04	0,775	0,22	0,222	1,217	—	97	—		
2,13	0,958	0,44	0,156	1,554	—	76	—		
2,10	0,745	0,44	0,099	1,284 <sup>2)</sup>	—	92	—		
8. October.									
2,01	1,026	0,22	0,380	1,626	—	72	—	Witterung wie am 7. October.	
2,05	1,003	0,33	0,284	1,627	—	73	—		
1,98	0,911	0,55	0,220	1,681	—	70 <sup>1/2</sup>	—		
2,0	0,954	0,55	0,301	1,805	1,670	66	71,0		
2,03	0,994	0,44	0,180	1,614	—	73	—		
2,03	0,888	0,66	0,124	1,672	—	71	—		
2,01	0,987	0,55	0,135	1,672	—	71	—		
2,09	0,894	0,55	0,245	1,680	—	—	73		
2,06	1,079	0,44	0,200	1,719	1,704	—	—		
2,01	0,764	0,66	0,095	1,519	—	80	—		
2,06	0,952	0,55	0,294	1,796	—	67	—		
2,01	0,967	0,66	0,145	1,772	—	67	—		
11. November.									
1,965	0,757	0,22	0,230	1,207	—	—	—	Die Witterung war schön und trocken. Es war aber mäßiger Gegenwind vorhanden.	
2,05	0,860	0,66	0,1150	1,635	—	—	—		
1,99	0,628	0,22	0,148	0,996	—	—	—		
1,99	0,942	0,33	0,265	1,537	—	—	—		
2,01	0,656	0,55	0,143	1,349	1,370	—	86 <sup>1/2</sup>		
1,96	0,787	0,33	0,195	1,312	—	—	—		
2,05	0,943	0,55	0,285	1,748	—	—	—		
2,02	0,598	0,55	0,111	1,259	—	—	—		
2,0	0,610	0,55	0,120	1,280	—	—	—		
1,95	0,478	0,22	0,064	0,762	—	—	—		
1,96	0,627	0,44	0,065	1,132	—	—	—		
1,96	0,657	0,22	0,170	1,047	1,060	—	111		
2,0	0,676	0,55	0,074	1,300	—	—	—		
12. November.									
1,96	0,480	0,22	0,064	0,764	—	155	—	Witterung trocken, bei ziemlich starkem Gegenwind.	
2,01	0,412	0,44	0,023	0,875	—	135	—		
1,96	0,540	0,44	0,040	1,020	0,864	116	138		
1,95	0,509	0,33	0,060	0,899	—	132	—		
1,96	0,411	0,33	0,021	0,762	—	155	—		
22. November.									
1,95	0,745	0,22	0,222	1,187	—	98	—	Witterung trocken und nahezu windstill, es scheinen jedoch zeitweise schwache Luftbewegungen verschiedener Richtung eingetreten zu sein.	
1,95	0,725	0,22	0,210	1,146	—	98	108		
1,94	0,530	0,22	0,102	0,852	—	128	—		
1,95	0,630	0,22	0,156	1,006	—	115	—		
1,96	0,655	0,22	0,169	1,044	—	108	116		
1,96	0,543	0,22	0,102	0,865	—	126	—		
1,94	0,755	0,55	0,161	1,466	—	79	—		
1,98	0,609	0,55	0,128	1,367	—	83	85		
1,96	0,555	0,55	0,075	1,180	—	92	—		
1,94	0,578	0,55	0,087	1,215	—	95	—		
1,96	0,594	0,55	0,091	1,235	—	91	96		
1,98	0,511	0,50	0,055	1,066	—	102	—		
23. November.									
1,95	0,835	0,66	0,119	1,614	—	70	—	Witterung trocken bei leichtem südöstlichen (d. h. antreibendem) Winde.	
2,00	0,756	0,66	0,094	1,510	—	75	76		
1,91	0,611	0,66	0,065	1,336	—	81 <sup>1/2</sup>	—		

1) Für jede Weichenkrümmung und Tonne berechnet sich die Arbeit des Krümmungs-Widerstandes auf 0,11 Tonnen-Meter.  
 2) Die belgischen Bremswagen laufen häufig schlecht, insbesondere wegen der starken Abnutzung der Radreifen auf den an Luxemburg angrenzenden, meist steilen Bahnstrecken.



Güterzüge von 12 bis 32 km Geschwindigkeit bei Oelschmierung angegeben haben. Dieselbe lautet:

$1000 \omega = 1,65 + 0,05 V$  I  
 wobei die Geschwindigkeit  $V$  in Kilometern in der Stunde ausgedrückt, der Widerstand  $\omega$  auf die Gewichtseinheit bezogen ist.

Für die in den Bahnkrümmungen entstehenden Widerstände wird die Formel von Röckl angenommen (Zeitschrift für Baukunde 1880)

$$q = \frac{0,650}{R-55} \dots \dots \dots \text{II}$$

worin der Krümmungshalbmesser  $R$  in Metern ausgedrückt, der Widerstand  $q$  wieder auf die Gewichtseinheit bezogen ist.

Der Krümmungswiderstand  $q$  findet hauptsächlich in den Weichencurven statt, für welche bei einem Radius von 180 m eine Länge von 21 m anzunehmen ist. Außerdem kommen die Krümmungen der wagerecht liegenden Theile der Rangirgeleise in Betracht, weshalb in nachstehender Tabelle B die Widerstände dieser Krümmungen, soweit dieselben nicht die besonders berechneten Weichencurven betrafen, für bestimmte Längen zusammengestellt sind.

Tabelle B. Krümmungswiderstände der wagerechten Strecken.

Nummer des Geleises	Betrachtete Geleiselänge der wagerecht liegenden Strecken	Mittlerer Krümmungswiderstand, auf die Gewichtseinheit angegeben
I	320	0,00117
II	274	0,00112
III	305	0,00093
IV	272	0,00081
V	287	0,00105
VI	300	0,00060
VII	248	0,00050
VIII bis X	300	0,00045

Die in Tabelle B angegebenen, nach Gleichung II berechneten mittleren Widerstände passen genau nur für die später zu besprechenden Versuche 5 bis 11 und für Fahrten von annähernd gleicher Laufweite, sie konnten aber bei Aufstellung der Tabelle A für sämtliche Versuche benutzt werden, weil bei den Geleisen I bis V die durchschnittlichen Krümmungen weniger wechseln, andererseits bei den Geleisen VI bis X, deren wagerechte Strecken theilweise in Geraden liegen, der mittlere Widerstand verhältnißmäßig unbedeutend ist. Im übrigen werden die Widerstände in den Bahnkrümmungen bekanntlich als unabhängig von der Fahrgeschwindigkeit angenommen, die Widerstände  $\omega$  auf wagerechter gerader Bahn sind nach Gleichung I in ihrem veränderlichen Theile proportional der Geschwindigkeit und durfte deshalb der während der ganzen Ablaufzeit stattfindende mittlere Widerstand  $\omega$  nach Maßgabe der durchschnittlichen Geschwindigkeit berechnet werden.

Da sämtliche Versuche, von der Ruhe ausgehend, wieder mit dem Ruhezustand endigten, so muß die Arbeit der Schwerkraft, welche, auf die Gewichtseinheit der Wagen bezogen, der Fallhöhe  $h$  numerisch gleich ist, genau der Arbeit sämtlicher Widerstände entsprechen. Deshalb giebt das Verhältniß der in jedem Falle stattgehabten Fallhöhe zu der nach den Gleichungen I und II berechneten Arbeit der Widerstände dasjenige Verhältniß an, in welchem die thatsächlichen Widerstände zu den berechneten standen. Wo in der Tabelle A die bezüglichen

Procentzahlen unter 100 betragen — wie dies bei den meisten beladenen Wagen der Fall ist — blieben die thatsächlichen Widerstände unter den berechneten; da wo die Procentzahlen über 100 betragen — wie dies bei vielen Leerwagen zutrifft — waren die Widerstände höher, als sie nach den Formeln sein sollten.

Die Fallhöhe  $h$  stimmt mit dem Gefälle der eigentlichen Ablauframpe nicht genau überein, weil der Schwerpunkt der Wagen oder Wagenabtheilungen mit dem oberen Brechpunkt nicht zusammenfiel. Beim Beginn der Versuchsfahrten 1 bis 34 befand sich je die vorderste Achse über dem Brechpunkte, sodafs der Schwerpunkt der Wagen noch in der oberhalb befindlichen, behufs Ersparniffs an Erarbeiten eingelegten Neigung von 3‰ lag. Hierdurch war eine kleine Steigerung der Fallhöhe bedingt, wozu noch ein Zuschlag für die immerhin vorhandene, im Mittel zu 0,4 m angenommene Anfangsgeschwindigkeit hinzutritt. Beim Beginn der Versuchsfahrten 35 bis 49 befand sich je die letzte Achse unter dem Brechpunkt, sodafs der Schwerpunkt der Wagen in die obere Ablauframpe fiel und beispielsweise bei den Gruppen zu drei Wagen eine nicht unerhebliche Verminderung der Fallhöhe eintrat. Ferner fiel bei allen diesen Versuchen auch der Zuschlag für Anfangsgeschwindigkeit fast ganz weg, da in diesen Fällen die Wagen nur ganz geringen Antriebes bedurften.

Nach diesen Erläuterungen läßt sich leicht nachrechnen, wie in der Tabelle die Fallhöhe, die Gesamtarbeit der Widerstände und die dem gegenseitigen Verhältnisse beider entsprechenden Procentzahlen für jede einzelne Fahrt aus der Laufweite und der Laufzeit ermittelt worden sind. Als Ergebnifs hat sich herausgestellt, dafs die beladenen Wagen am 7. und 8. October bei schönem, nahezu windstillem Wetter durchschnittlich 75 Procent, am 11. November, an welchem Tage bei etwas Gegenwind durchgehends belgische, theilweise schwer gehende Wagen zum Ablauen gelangten, 94 Procent der berechneten Widerstände zeigten, während Leerwagen am 22. und 23. November bei schönem, beinahe windstillem Wetter durchschnittlich 98, am 12. November bei ziemlich starkem Gegenwind 138 Procent diejenigen Widerstände ergeben haben, welche nach den Formeln I und II berechnet worden sind. Sowohl bei den beladenen, als bei den leeren Wagen befinden sich neben den günstigen Versuchen der windstillen Tage eine entsprechende Anzahl ungünstiger Fahrten, sodafs in beiden Fällen ein den durchschnittlichen Verhältnissen entsprechendes Mittel sich ergibt, welches für sämtliche 21 Versuche mit beladenen Wagen 87 Procent, für sämtliche 13 Versuche mit Leerwagen 112 Procent der berechneten Widerstände darstellt. — Die beiden Mittel stehen ziemlich gleich weit von den Ergebnissen der Formeln I und II ab, sodafs bei Ablaufgeleisen, welche nach Maßgabe dieser Formel angelegt sind, weder die beladenen Wagen gar zu rasch laufen, noch schlecht laufende Leerwagen zu starker Nachhülfe bedürfen. — Beladene bedeckte Wagen zeigen bei mäßigem Gegenwind, Leerwagen bei nahezu windstillem Wetter durchschnittlich diejenigen Widerstände, welche nach den genannten Formeln sich ergeben.

Wenn nun auch durch die Ergebnisse der Tabelle A die Anwendbarkeit der oben gegebenen Regeln erwiesen ist und sichere Anhaltspunkte für die Gefällverhältnisse der Ablaufgeleise gegeben sind, so sollen doch die Formeln an sich und hinsichtlich ihres gegenseitigen Verhältnisses genauer geprüft werden,



zu welchem Zwecke die unter Nr. 5 bis 11 aufgeführten, mit demselben Wagen ausgeführten Fahrten näher betrachtet werden.

Es könnte zunächst auffallen, daß die in Tabelle A für diese sieben Fahrten angegebenen Procentzahlen zwischen 66 und 73 schwanken. — Wenn man aber bedenkt, daß der Zustand der sieben Geleise wohl nicht ganz derselbe war, daß die Anfangsgeschwindigkeiten immerhin etwas wechselten und daß auch bei ruhiger Witterung leichte Luftbewegungen verschiedener Richtung stattfinden, so wird man die Unterschiede sich leicht erklären können. Zu den in nachstehender Tabelle C zusammen-

Tabelle C. Abläufen desselben Wagens in fünf verschiedene Geleise.

Nummer des Versuchs	Nummer des Geleises	Zeitdauer $t$ in Secunden in den Strecken			Zurückgelegte Wege $s$ in den Strecken			Mittlere Geschwindigkeiten $v$ in der Secunde in den Strecken		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
5	I	49	26	182	90	100	322	1,84	3,85	1,77
6	III	38	26	160	"	"	305	2,37	3,85	1,90
8	V	40	26	181	"	"	287	2,25	3,85	1,58
10	VII	44	26	137	"	"	248	2,04	3,85	1,81
11	IX	52	28	162	"	"	301	1,73	3,57	1,86

Aus vorstehender Tabelle C und den durch Abbildung 2 gegebenen Gefällverhältnissen läßt sich der Gang der Bewegung und der Einfluß der Widerstände für jede der drei Ablaufstrecken genau ermitteln. Nach bekannten Gesetzen der Mechanik gelten für den freien Fall auf schiefer Ebene die Formeln:

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} g t^2 \cdot \sin \alpha \quad \text{III}$$

$$v = \sqrt{v_0^2 + 2g \cdot s \cdot \sin \alpha} \quad \text{IV}$$

wo  $\sin \alpha$  die trigonometrische Tangente der Ablauf-Ebene, abzüglich der längs derselben wirkenden auf die Gewichtseinheit bezogenen Widerstände bezeichnet, welcher Werth für wagerecht liegende Strecken negativ wird. Indem wir voraussetzen, daß die in Tabelle A angegebenen procentualen Verminderungen der nach den Formeln I und II ermittelten Widerstände Bestätigung finden werden, schreiben wir hiernach für den Versuch 5, bei welchem in dem zweiten Zeitabschnitte zwei, in dem dritten aber keine Weichenkrümmungen durchfahren worden sind, die genannten Gleichungen nach Maßgabe der aus Tabelle A ersichtlichen procentualen Verminderung der Coefficienten in nachfolgender Weise an:

$$1000 \omega = 1,19 + 0,036 V \quad \text{I}^a$$

$$e = \frac{0,468}{R - 55} \quad \text{II}^a$$

und finden nunmehr für den ersten Zeitabschnitt der Versuchsfahrt 5 aus den Gleichungen III und IV:

Anfangsgeschwindigkeit

$$v_0 = \frac{90 - \frac{1}{2} g \cdot \sin \alpha \cdot 49^2}{49}$$

$$\sin \alpha = 0,0083 - 0,00143 = 0,00687$$

$$v_0 = 0,18 \text{ m.}$$

Endgeschwindigkeit

$$v = \sqrt{0,18^2 + 2g \cdot 0,00687 \cdot 90} = 3,49 \text{ m,}$$

ferner für die zweite Strecke

$$\sin \alpha = 0,00425 - \frac{42}{100} \cdot 0,0037 - 0,00169 = 0,001$$

Endgeschwindigkeit

$$v = \sqrt{3,49^2 + 2g \cdot 100 \cdot 0,001} = 3,76 \text{ m.}$$

Das Mittel aus der Anfangs- und Endgeschwindigkeit des zweiten Zeitabschnitts  $\frac{3,49 + 3,76}{2} = 3,63$  stimmt mit der in Ta-

mengestellten näheren Angaben, welche zugleich als Beispiele der der Tabelle A zu Grunde gelegten Beobachtungen dienen, ist erläuternd zu bemerken, daß von den einzelnen Zeitabschnitten die beiden ersten das Abflauen über die Rampen von 0,0083 und 0,00425, der dritte das Auslaufen in der Wagerechten umfassen. Die in dem ersten und zweiten Zeitabschnitt zurückgelegten Wege betragen stets 90, beziehungsweise 100 m, die in dem dritten zurückgelegte Länge ergab sich, indem von der Gesamt-Laufweite je 190 m in Abzug gebracht wurden.

belle C für diesen Zeitraum angegebenen mittleren Geschwindigkeit von 3,85 m nicht überein, da aber nur ganze Secunden abgelesen wurden, so darf man annehmen, daß der zweite Zeitabschnitt 27 Secunden, der erste und dritte entsprechend weniger lang gedauert haben. Es übt diese Berichtigung auf die oben berechneten Anfangs- und Endgeschwindigkeiten des zweiten Zeitraums, wie man sich leicht überzeugen kann, keinen Einfluß aus, wie auch die nach Gleichung III für den zweiten Zeitraum berechnete Anfangsgeschwindigkeit (ob man 26 oder 27 Secunden Zeitdauer rechnet) mit der Endgeschwindigkeit der ersten Strecke hinreichend genau übereinstimmt.

Die Hauptprobe für die Richtigkeit der vorstehenden Rechnung erhält man, indem die Anfangsgeschwindigkeit des dritten Zeitabschnitts nach Gleichung III selbständig entwickelt wird:

$$322 = v_0 \cdot 182 + \frac{1}{2} g \cdot \sin \alpha \cdot 182^2$$

$$\sin \alpha = - (0,00143 + 0,72 \cdot 0,00117),$$

$$\text{woraus } v_0 = \frac{322 + 368}{182} = 3,79 \text{ m.}$$

Für den Versuch 10, bei welchem in dem zweiten und dritten Zeitabschnitt je drei Weichenkrümmungen durchfahren wurden, können die obigen Gleichungen I<sup>a</sup> und II<sup>a</sup> beibehalten werden und erhalten wir für den ersten Zeitabschnitt:

Anfangsgeschwindigkeit

$$v_0 = \frac{90 - \frac{1}{2} g \sin \alpha \cdot 44^2}{44}$$

$$\sin \alpha = 0,0083 - 0,00143 = 0,00687$$

$$v_0 = 0,57 \text{ m,}$$

wonach Endgeschwindigkeit

$$v = \sqrt{0,57^2 + 2g \cdot 90 \cdot 0,00687} = 3,525 \text{ m,}$$

ferner für die zweite Strecke

$$\sin \alpha = 0,00425 - \frac{63}{100} \cdot 0,0037 - 0,00169 = 0,00023,$$

Endgeschwindigkeit

$$v = \sqrt{3,525^2 + 2g \cdot 100 \cdot 0,00023} = 3,59 \text{ m.}$$

Die Probe ergibt für die dritte Strecke

$$248 = v_0 \cdot 137 + \frac{1}{2} g \cdot \sin \alpha \cdot 137^2$$

$$\sin \alpha = - (0,00142 + 0,72 \cdot 0,0005 + \frac{63}{248} \cdot 0,0037)$$

$$\text{woraus } v_0 = 3,63 \text{ m.}$$



Auch hier ist die Uebereinstimmung hinreichend genau, man muß annehmen, daß auch in diesem Falle der zweite Zeitabschnitt 27 Secunden oder noch etwas darüber angedauert hat.

Für den Versuch 6, bei welchem in der zweiten Ablaufstrecke drei, in der dritten gar keine Weichenkrümmungen durchfahren wurden, erhält man in gleicher Weise als Anfangs- und Endgeschwindigkeit des zweiten Zeitabschnitts 3,64 und 3,70 m, als Anfangsgeschwindigkeit des dritten nach Gleichung III wieder 3,70 m.

Ferner ergeben sich für den Versuch 11, bei welchem in der zweiten Ablaufstrecke drei, in der dritten zwei Weichenkrümmungen durchfahren wurden, als Anfangs- und Endgeschwindigkeit des zweiten Zeitabschnitts 3,49 und 3,57 m, als Anfangsgeschwindigkeit des dritten 3,66 m.

Für den Versuch 8, bei welchem gleichfalls in dem zweiten Zeitabschnitt drei, in dem dritten zwei Weichenkrümmungen durchfahren worden sind, setzen wir gemäß Tabelle A

$$1000 \omega = 1,10 + 0,033 V \quad \dots \quad I^b$$

$$e = \frac{0,435}{R - 55} \quad \dots \quad II^b$$

woraus nach Maßgabe der im übrigen gleichartig durchgeführten Rechnung als Anfangs- und Endgeschwindigkeit des zweiten Zeitraumes 3,55 und 3,68 m, als Anfangsgeschwindigkeit des dritten nach Gleichung III — 3,79 m erhalten wird.

Wenn schon aus der Geringfügigkeit der Unterschiede, welche in den vorstehenden fünf Fällen zwischen der Endgeschwindigkeit des zweiten Zeitabschnitts und der unabhängig hiervon berechneten Anfangsgeschwindigkeit des dritten sich ergeben haben, auf die Richtigkeit der für die Gleichungen I und II gewählten Form geschlossen werden darf, so tritt für denjenigen, welcher eine Reihe solcher Rechnungen durchführt, diese Ueberzeugung noch entschiedener zu Tage. Insbesondere scheint es, daß die Widerstände auf wagerechter Bahn und in den Bahnkrümmungen, welche in den verschiedenen Fällen und Zeiträumen in ziemlich abweichendem gegenseitigem Verhältnisse standen, von dem Zustande der Wagen und der Fahrgeleise gleichmäßig beeinflusst werden, — d. h. daß die Gleichungen I<sup>a</sup> und II<sup>a</sup>, sowie I<sup>b</sup> und II<sup>b</sup> aus Tabelle A richtig abgeleitet sind.

Jedenfalls ist durch diese Rechnungen bestätigt, daß die Gleichungen I und II, welche nach den oben gegebenen Erläuterungen dem Durchschnitte der in Tabelle A aufgeführten Versuchsfahrten, sowie dem Mittel der für die Praxis maßgebenden Fälle entsprechen, für die Bestimmung der Gefällverhältnisse neu anzulegender Ablaufgeleise durchaus geeignet sind. In solchen Fällen geschieht die vorläufige Annahme der Gefällverhältnisse in der Weise, daß für die einzelnen Ablaufgeleise das Gesamtgefälle zu 1/500 der erforderlichen Laufweite angesetzt und hierzu für jede zu durchzufahrende Weichenkrümmung 0,11 m hinzugefügt wird,\*) wobei nach Umständen noch die Zuschläge

\*) Diese Regel paßt auch für die oben erwähnte, sorgfältig ausprobierte Ablauframpe von Arlon, woselbst bei 400 m größter Laufweite theilweise fünf und sechs Weichenkrümmungen in den sonst geraden Geleisen durchfahren werden.

für anderweitige Geleisekrümmungen anzubringen sind. In einfachen Fällen kann das Gefälle der Ablauframpe, welches sich zweckmäßig in die Weichenstrafse fortsetzt, nach den größeren Laufweiten bestimmt werden, in verwickelteren Fällen aber, zumal dann, wenn Abzweigungen aus längeren Geleisen neben einzelnen kürzeren, mit wenig Weichen behafteten Geleisen vorkommen, läßt sich eine windschiefe Anlage einzelner Geleisegruppen nicht umgehen. Man wird dann das erforderliche Gefälle für die kürzeren, wie für die längsten oder entferntesten Geleise je einzeln bestimmen, und zwar in den letzteren Fällen unter wiederholter Anwendung der obigen Gleichungen III und IV, wobei man die Geschwindigkeiten an den Brechpunkten und schließlich die Laufweite in den wagerechten oder schwach geneigten Strecken der Rangirgeleise ermittelt. Aehnliche Rechnungen wird man zweckmäßig in wichtigeren Fällen auch dann vornehmen, wenn die Geleiseanlage an sich eine einfachere ist.

Von besonderer, allgemeiner Wichtigkeit sind die vorstehenden Untersuchungen der Versuchsfahrten 5 bis 11 insofern, als der für gerade wagerechte Bahn ermittelte Widerstand  $\omega$  in der zweiten Ablaufstrecke stets um etwa 0,00025 größer war, als in der dritten, wo die durchschnittliche Geschwindigkeit nur etwa halb so groß war. Daß dieser Unterschied nicht etwa dem Krümmungswiderstande zugeschrieben werden kann, geht zweifellos daraus hervor, daß andernfalls für den dritten Zeitabschnitt, in dem ein ähnlicher, stets noch etwas größerer Krümmungswiderstand zu überwinden war, die Rechnung nicht hätte stimmen können.

Wenn aber der Widerstand der Wagen auf wagerechten Geleisen für Geschwindigkeiten von 6 und von 13 bis 14 km auf die Stunde stets einen verhältnißmäßig großen Unterschied zeigt und wenn gleichzeitig erwiesen ist, daß dieser Widerstand bei den auf Ablaufgeleisen statthabenden geringeren Geschwindigkeiten wesentlich niedriger ist, als bei Bahnzügen von 25 bis 30 km Geschwindigkeit jeweils beobachtet wurde, so steht zweifellos fest, daß schon innerhalb der Grenzen von 6 und 30 km Geschwindigkeit die Widerstände der Wagen entschieden mit der Fahrgeschwindigkeit zunehmen, und daß somit diejenigen für Widerstände der Wagen oder Wagenzüge aufgestellten Formeln, in welchen neben einem ziemlich hohen feststehenden Werthe nur noch Glieder mit der zweiten oder dritten Potenz der Geschwindigkeit erscheinen, nicht richtig sein können, daß vielmehr ein Glied, welches die Geschwindigkeit in der ersten Potenz enthält, durchaus nothwendig ist. Es geben daher die Versuche auf Ablaufgeleisen, welche mit wenig Zeitaufwand und ohne jedwede Schwierigkeit an andern geneigten Rangirköpfen wiederholt werden können, ein unwiderlegbares Zeugniß zu Gunsten der Einwendungen ab, welche der Verfasser dieses Aufsatzes im Centralblatt der Bauverwaltung Seite 170 des Jahrgangs 1881 und im Organ für Fortschritte des Eisenbahnwesens Seite 226 des Jahrgangs 1883 gegen einige neuere Formeln über Widerstände der Eisenbahnfahrzeuge erhoben hat.

Straßburg, im März 1888. A. Schübler.



## Untersuchungen über das Zuschlagen der Schleusenthore im strömenden Wasser.

### 1. Einleitung.

Das Schließen der Thore einer Schleuse während der Zeit, in welcher sie durchströmt wird, gilt mit Recht für nicht ungefährlich und man sucht es gern zu vermeiden. Andererseits sind die Vorstellungen von der Gewalt des Zuschlagens und von den Beanspruchungen, welche die einzelnen Bestandtheile der Thore dabei erleiden, häufig unklar und übertrieben. Der Gegenstand ist insbesondere für Bauten im Ebbe- und Fluth-Gebiet von erheblicher Bedeutung und ein wichtiger Fall dieser Art gab Anlaß zu den nachstehend mitgetheilten Untersuchungen. Dieselben erstrecken sich lediglich auf ein Drehthor mit lothrechter Achse und es wird ein einflügeliges Thor vorausgesetzt, welches sich nach Art vieler Sielthore, in geschlossenem Zustande gegen feste Anschlagflächen lehnt.

In dem folgenden bedeutet:

- $l$  = Thorlänge, rechtwinklig zur Drehachse,
  - $F$  = eingetauchte Thorfläche,
  - $\alpha$  = Stellungswinkel des Thores gegen die Ebene der Anschlagflächen,
  - $v$  = Strömungsgeschwindigkeit des Wassers,
  - $p$  = äußere auf die Flächeneinheit wirkende Kraft,
  - $M$  = Moment der äußeren Kräfte, auf die Drehachse bezogen,
  - $Q$  = Gewicht des Thores,
  - $T$  = sein Trägheitsmoment für die Drehachse,
  - $\omega$  = Winkelgeschwindigkeit,
- alles in Metern und Tonnen, ferner
- $t$  = Zeit an Sekunden,

$u = \frac{l\omega}{v}$  und  $k = \frac{\zeta}{2g}$ .

### 2. Kraftmoment und Beschleunigung.

Der Stofsdruk, welchen eine ebene Fläche in strömendem Wasser bei der vergleichswisen (relativen) Geschwindigkeit  $c$  erleidet, ist erfahrungsmäßig

$$p = \frac{\zeta}{2g} c^2 = k c^2,$$

wobei  $\zeta$  im allgemeinen zwischen 1,0 und 2,0 liegt. Das im Abstände  $x$  von der Drehachse gelegene Flächentheilchen hat die eigene Geschwindigkeit  $x \cdot \omega$  und es ist daher für dasselbe

$$(1) \quad p = k (v - x\omega)^2.$$

Die Richtung von  $p$  ist der Bewegungsrichtung des Thores gleich oder entgegengesetzt, je nachdem  $v - x\omega$  positiv oder negativ ist. Im ersten Falle ist  $p$  in Bezug auf die Bewegung eine beschleunigende Kraft, im zweiten Falle ein verzögernder Widerstand.

So lange als die Umfangsgeschwindigkeit  $l \cdot \omega$  kleiner als  $v$  ist, sind alle äußeren Kräfte gleich gerichtet und das Kraftmoment ist

$$M = k \frac{F}{l} \int_0^l (v - x\omega)^2 x \cdot dx.$$

Wenn dagegen  $u = \frac{l \cdot \omega}{v}$  größer als 1 ist, so hat man zwischen beschleunigenden und verzögernden Kräften zu unterscheiden.

Die Grenzlinie zwischen beiden liegt alsdann im Abstände  $\frac{v}{\omega}$

von der Drehachse, und das Kraftmoment ist gleich dem Unterschiede zweier bestimmten Integrale, nämlich

$$M = k \frac{F}{l} \left[ \int_0^{\frac{v}{\omega}} (v - x\omega)^2 x \cdot dx - \int_{\frac{v}{\omega}}^l (v - x\omega)^2 x \cdot dx \right]$$

Nun ist

$$\int (v - x\omega)^2 x \cdot dx = (v - x\omega)^2 \cdot \frac{x^2}{2} + v\omega \frac{x^3}{3} - \omega^2 \frac{x^4}{4}.$$

Hiernach erhält man im ersten Falle, d. i. für  $u \leq 1$ ,

$$(2) \quad M = kv^2 Fl \left\{ \frac{1}{2} - \frac{2}{3}u + \frac{1}{4}u^2 \right\}$$

und im zweiten Falle, d. i. für  $u > 1$ , nach den nöthigen Umformungen

$$(3) \quad M = kv^2 Fl \left\{ \frac{1}{6} \left( \frac{1}{u} \right)^2 - \frac{1}{2} + \frac{2}{3}u - \frac{1}{4}u^2 \right\}.$$

Der Ausdruck (1) hat eine leicht zu erkennende geometrische Bedeutung. Trägt man nämlich für eine beliebig zu wählende Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  die Stofsdrukke  $p$  senkrecht zu der Thorfläche auf, so erhält man im wagerechten Schnitt eine Parabel, deren Scheitel in dem Abstände  $\xi = \frac{v}{\omega}$  von der Drehachse liegt. Wenn  $\omega > \frac{v}{l}$  ist, so besteht die Druckfläche

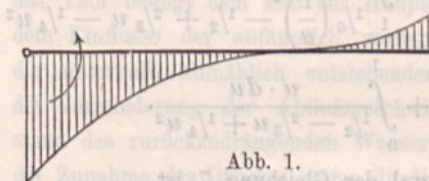


Abb. 1.

aus zwei entgegengesetzt gerichteten Parabelzweigen, deren gemeinschaftlicher Scheitel in dem soeben bezeichneten

Punkte liegt, wie Abbildung 1 veranschaulicht.

Für die Drehbewegung des Thores gilt die Differentialgleichung

$$(4) \quad \frac{d\omega}{dt} = \frac{M}{T}.$$

Die Beschleunigung  $\frac{d\omega}{dt}$  wird gleich Null und die Bewegung

somit gleichförmig bei demjenigen Werthe von  $u$ , für welchen  $M=0$  ist. Dies ist nur möglich für  $u > 1$ , für welchen Fall die Gleichung (3) gilt, und man erhält nach derselben

$$u = 1,56.$$

Sobald dieser Werth erreicht ist, hört die Beschleunigung der Thorbewegung auf und es kann daher die Winkelgeschwindigkeit des Thores nicht größer als  $1,56 \frac{v}{l}$  werden. Bedeutet  $w$  die größte Umfangsgeschwindigkeit, so ist folglich

$$(5) \quad w \leq 1,56 \cdot v,$$

also unabhängig von der Länge, Tauchtiefe und dem Gewichte des Thores.

Die lebendige Kraft des zuschlagenden Thores ist  $= \frac{1}{2} T \cdot \omega^2$  und ihr größter Werth, welcher nicht überschritten werden kann, ist, wenn das Gewicht des Thores gleichmäßig über die Länge vertheilt angenommen und demgemäß  $T = \frac{1}{3} \frac{Q}{g} l^2$  wird:

$$(6) \quad L = \frac{1}{6} \frac{Q}{g} w^2 = 0,041 \cdot Q v^2.$$



3. Beziehungen zwischen Winkelgeschwindigkeit, Drehwinkel und Bewegungsdauer.

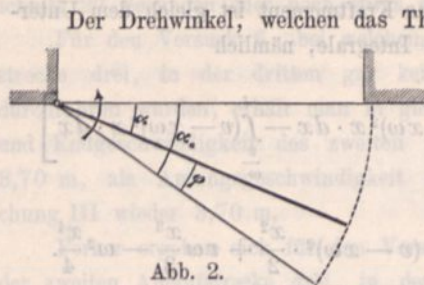


Abb. 2.

Der Drehwinkel, welchen das Thor von dem Beginne der Bewegung an zurücklegen muß, bis es die Bewegungsgröße  $\frac{l \cdot \omega}{v} = u$  erlangt, kann aus der Beziehung  $-d\alpha = \omega \cdot dt$  in Verbindung mit Gl. 4 hergeleitet werden. Man erhält daraus

$$-d\alpha = \frac{T \cdot \omega \cdot d\omega}{M} = T \left(\frac{v}{l}\right)^2 \frac{u \cdot du}{M},$$

worin  $M$  vermöge der Gleichungen 2 bzw. 3 eine Function von  $u$  ist.  $d\alpha$  ist negativ zu nehmen, weil der Stellungswinkel  $\alpha$  gegen die Ebene der Anschlagflächen durch die Bewegung kleiner wird.

Für  $u \leq 1$  erhält man

$$(7) \quad \frac{kFl^3}{T} (\alpha_0 - \alpha) = \int_0^u \frac{u \cdot du}{\frac{1}{2} - \frac{2}{3}u + \frac{1}{4}u^2}$$

für  $u > 1$  dagegen

$$(8) \quad \frac{kFl^3}{T} (\alpha_0 - \alpha) = \int_1^u \frac{u \cdot du}{\frac{1}{6} \left(\frac{1}{u}\right)^2 - \frac{1}{2} + \frac{2}{3}u - \frac{1}{4}u^2} + \int_0^1 \frac{u \cdot du}{\frac{1}{2} - \frac{2}{3}u + \frac{1}{4}u^2}$$

Das allgemeine Integral der Gleichung 7 ist

$$2 \ln \left(\frac{1}{2} - \frac{2}{3}u + \frac{1}{4}u^2\right) + 8\sqrt{2} \arctan \frac{3u - 4}{\sqrt{2}} + C$$

und die bestimmte Integration zwischen den Grenzen 1 und 0 liefert

$$\int_0^1 \frac{u \cdot du}{\frac{1}{2} - \frac{2}{3}u + \frac{1}{4}u^2} = \arcsin(144^\circ 44' 8'' - 109^\circ 28' 16'') - 2 \ln 6 = 3,38.$$

Das erste Integral auf der rechten Seite der Gleichung 8 läßt sich zwar auch in endlicher Form darstellen, jedoch ist das Verfahren umständlich, sodafs man zweckmäßiger eine näherungsweise Integration anwendet.

Die Ausführung der Rechnungen ergibt, wenn allgemein

$$(9) \quad \varphi = \alpha_0 - \alpha = \frac{T}{kFl^3} \cdot f(u)$$

gesetzt wird, für  $f(u)$  die folgenden Zahlenwerthe:

(10)	für $u = \frac{l \cdot \omega}{v} = 0$	1,0	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,56
		ist $f(u)$	0	3,38	4,78	6,64	9,19	13,03

Es ist hieraus zu ersehen, dafs das Thor schon nach Zurücklegung eines kleinen Drehwinkels eine verhältnifsmäfsig bedeutende Winkelgeschwindigkeit erlangt und dafs dann die Zunahme der Geschwindigkeit immer langsamer erfolgt. Für  $f(u) = 3,38$  ist  $l \cdot \omega$  bereits  $= v$ , während die Umfangsgeschwindigkeit erst für  $f(u) = 20,75$  bis auf  $1,5 \cdot v$  angewachsen ist und der Grenzwert  $1,56 \cdot v$  gar erst für  $f(u) = \infty$  erreicht wird.

Wenn das Gewicht gleichmäfsig über die Thorlänge vertheilt angenommen wird, so geht die Gleichung 9 über in

$$(11) \quad \varphi = \frac{2Q}{3\zeta Fl} \cdot f(u).$$

Beispielsweise ist für  $l = 5$  m,  $F = 20$  qm,  $Q = 6$  tn und  $\zeta = 1,5$  der Drehwinkel  $\varphi = \frac{2}{75} f(u)$  oder in Graden  $= 1,53 f(u)$ ; in diesem Falle ist die Umfangsgeschwindigkeit des Thores schon nach einem Drehwinkel von rund  $5^\circ$  gleich der Strömungsgeschwindigkeit  $v$ , während zur Erlangung der Bewegungsgröße  $u = 1,30$  bzw.  $1,40$  und  $1,50$  ein Drehwinkel  $\varphi$  von rund  $14$  bzw.  $20$  und  $32^\circ$  gehört.

Die Ermittlung der Zeitdauer der Bewegung bietet nach dem Vorangegangenen keine Schwierigkeiten. Man kann eine genaue Berechnung unter Anwendung der Differentialgleichung 4 ausführen, einfacher ist es jedoch, sich mit einer Schätzung der Zeitdauer unter Benutzung der Beziehung  $\Delta \varphi = \omega \cdot \Delta t$  zwischen Drehwinkel und Zeit zu begnügen. Es sei z. B. für das obige Thor die Zeit zu ermitteln, in welcher dasselbe bei einer Strömungsgeschwindigkeit  $v = 0,8$  m einen Drehwinkel von  $50^\circ$  beschreibt. Der von dem Thorumfang zurückzulegende Weg ist dann  $5,0 \cdot 0,8727 =$  rund  $4,36$  m; die Umfangsgeschwindigkeit ist bereits nach  $5^\circ$  gleich  $v = 0,8$  m und wächst dann bis auf  $1,56 \cdot 0,8 = 1,25$  m, sie ist für die letzten  $18^\circ$  gröfser als  $1,20$  m. Schätzt man demgemäfs die durchschnittliche Geschwindigkeit auf  $1$  m, so ergibt sich die erforderliche Zeit  $t = 4,36$  oder rund  $5$  Sekunden.

4. Bewegung des Thores bei gestautem Oberwasser.

Man denke sich das Thor geschlossen, den Thoranschlag auslösbar und in dem Augenblicke, wo das Wasserspiegelgefälle vor dem Thore  $= h$  ist, plötzlich beseitigt. Das Thor wird dann sofort in Bewegung gerathen und bei der Bewegung geht dadurch, dafs das Oberwasser dem sich fortbewegenden Thore nachdrängt, ein Theil des Gefälles verloren, weshalb der Druck gegen die Vorderseite allmählich etwas geringer wird als in der Ruhelage. Das Unterwasser befindet sich anfangs in Ruhe, und der Widerstand, welchen es der Bewegung entgegensetzt, ist für ein Flächentheilchen  $df$  im Abstände  $x$  von der Drehachse  $= k(x \cdot \omega)^2 df$ . Zufolge der allmählich eintretenden Abflufgeschwindigkeit des Unterwassers wird auch dieser Widerstand im Laufe der Bewegung etwas vermindert. Solange nun der Stellungswinkel  $\alpha$  des Thores noch sehr spitz ist, können beide Veränderungen, nämlich die Verminderung der auf die Vorderfläche wirkenden bewegenden Kraft und des auf der Hinterseite auftretenden verzögernden Widerstandes, als klein und noch dazu einander annähernd aufhebend vernachlässigt werden. Man hat daher

$$(12) \quad \begin{cases} p = h - k(x \cdot \omega)^2 \text{ und} \\ M = Fl \left\{ \frac{h}{2} - k \frac{l^2 \omega^2}{4} \right\} \end{cases}$$

Hieraus folgt

$$d\alpha = \frac{T \cdot \omega \cdot d\omega}{M} = \frac{T}{F \cdot l} \cdot \frac{\omega \cdot d\omega}{\frac{h}{2} - k \frac{l^2 \omega^2}{4}}$$

und durch Integration, indem für  $\omega = 0$  auch  $\alpha = 0$  gesetzt wird,

$$(13) \quad \alpha = \frac{2T}{k \cdot Fl^3} \cdot \ln \frac{2h}{2h - k \omega^2 l^2}$$



Die Beschleunigung hört auf, wenn  $M=0$  wird. Nach Gleichung 12 ist solches der Fall für

$$(14) \quad \omega = \sqrt{\frac{2h}{k}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{gh}{\zeta}}$$

und größer kann demnach die Umfangsgeschwindigkeit nicht werden.

Der volle Betrag dieses Höchstwerthes wird praktisch nicht erreicht; begnügt man sich aber mit der Annäherung

$$l\omega = 0,99 \sqrt{\frac{2h}{k}}, \text{ so liefert die Gleichung 13 denjenigen}$$

Drehwinkel  $\beta$ , nach dessen Zurücklegung die Bewegung gleich-

förmig wird, nämlich  $\beta = 7,82 \frac{T}{kFl^3}$ , wofür man auch setzen

$$(15) \quad \beta = 5,21 \frac{Q}{\zeta \cdot F \cdot l}$$

Der Höchstwerth der Winkelgeschwindigkeit wird, wie aus der Vergleichung mit den Formeln 10 und 11 hervorgeht, hierbei schon nach der Zurücklegung eines erheblich kleineren Drehwinkels als in dem früher untersuchten Falle erreicht.

Die größte lebendige Kraft, welche das Thor erlangt, berechnet sich zu

$$(16) \quad L = \frac{T \cdot h}{l^2 \cdot k} = \frac{2}{3} \cdot \frac{Qh}{\zeta}$$

Beispiel. Es sei  $l = 5 \text{ m}$ ,  $Q = 6 \text{ tn}$ ,  $F = 20 \text{ qm}$ ,  $\zeta = 1,5$  und  $h = 0,20 \text{ m}$ . Der Drehwinkel, bei welchem die größte Geschwindigkeit erreicht wird, ist

$$\beta = 5,21 \frac{6}{1,5 \cdot 5,0 \cdot 20} = 0,208 = \text{rund } 12^\circ$$

und die größte lebendige Kraft

$$L = \frac{2}{3} \frac{6 \cdot 0,20}{1,5} = 0,533 \text{ mtn.}$$

Die größte Umfangsgeschwindigkeit ist

$$\omega = 2 \sqrt{\frac{9,81 \cdot 0,20}{1,5}} = 2,29 \text{ m.}$$

Mit der gleichen Geschwindigkeit und lebendigen Kraft wird auch das Zuschlagen des Thores erfolgen, wenn dieses unter einem spitzen Stellungswinkel  $\geq 12^\circ$  eine zeitlang durch Rückhaltketten festgehalten und in dem Augenblicke, wo die Stauhöhe  $0,20 \text{ m}$  beträgt, frei gelassen wird. Man erkennt, daß die vollen Stofswirkungen bereits bei dem freien Zuschlagen aus nur  $5,0 \cdot 0,208 = 1,04 \text{ m}$  Abstand der Schlagsäule von ihrer Anschlagsfläche eintreten.

### 5. Anwendbarkeit.

Die vorstehenden Untersuchungen sind unter Voraussetzung einer nahezu rechtwinklig zur Strömung gerichteten Thorlage geführt; sie gelten daher zunächst nur für kleine Stellungswinkel  $\alpha$ . Der Stofdruck des strömenden Wassers ist bei nahezu geöffnetem Thore geringer, als Formel 1 angiebt, demgemäß ist auch das Kraftmoment  $M$  und die Beschleunigung  $\frac{d\omega}{dt}$  etwas kleiner und es ist ein größerer Drehwinkel zur Erlangung des Höchstwerthes der Geschwindigkeit erforderlich; der letztere aber bleibt unverändert.

Eine andere Voraussetzung war bei den Untersuchungen in Abschnitt 2 und 3 die Gleichförmigkeit der Strömungsgeschwindigkeit  $v$  während der ganzen Bewegungsdauer und eine gleich große Strömungsgeschwindigkeit vor und hinter dem Thore. Beides wird nur dann annähernd zutreffen, wenn das geschlossene Thor nicht das ganze Durchflußprofil, sondern nur einen kleinen Bruchtheil desselben absperrt, sodafs zu beiden Seiten, über und unter dem Thore noch das Wasser freien Abflufs findet. Wenn jedoch ein ganz oder nahezu völliger Abschluß durch das Zugehen des Thores herbeigeführt wird — und dieser Fall ist für die Anwendung am wichtigsten — so treten andere Erscheinungen auf. Die durchfließende Wassermenge wird dann während des Zugehens des Thores kleiner, oberhalb tritt ein Aufstau ein und unterhalb läuft das Wasser tiefer ab. Der Stofdruck des gegen die Vorderfläche strömenden Wassers geht in einen dem sich bildenden Gefälle entsprechenden ruhenden Wasserdruck über und unterhalb treten Wirbelbewegungen an die Stelle der regelmäßigen Abströmung.

Vollzieht sich nun der Uebergang aus der geöffneten in die geschlossene Lage ohne Aufenthalt und in nur wenigen Sekunden, so dürfte die frühere Untersuchung zwar nicht mehr theoretisch, aber doch praktisch noch anwendbar sein. Der Aufstau oberhalb bildet sich dann nämlich im wesentlichen erst nach erfolgtem Zuschlagen des Thores aus und die Abflufgeschwindigkeit dauert nach dem Gesetze der Trägheit noch fort; das Thor bewegt sich also der Hauptsache nach mit und unter dem Einflusse der anfänglich vorhandenen Strömung. Durch die unterhalb allmählich entstehenden Wirbelbewegungen und die Verminderung der Abflufgeschwindigkeit wird der Widerstand des zurückzudrängenden Wassers vergrößert und dadurch die Zunahme des Druckes gegen die Vorderfläche, welche infolge des sich allmählich bildenden Aufstaus entsteht, ganz oder theilweise ausgeglichen.

Sofern jedoch schon vor dem Zuschlagen ein merklicher Aufstau entstanden sein sollte, so würde annähernd die in dem vierten Abschnitte geführte Untersuchung zur Anwendung kommen.

### 6. Thore mit Durchflußöffnungen.

Dadurch, daß ein Theil der Thorfläche durch Schütze oder Drehklappen beweglich gemacht wird, kann man die eingetauchte Fläche während der Bewegung verkleinern. Solche Oeffnungen vermindern das Moment des gegen die Vorderseite des Thores gerichteten Stofdruckes in doppelter Weise, indem sowohl die getroffene Fläche als die durch Verengung des Durchflußprofils erzeugte Stauhöhe bei allen Thorstellungen geringer wird.

Es ist leicht zu erkennen, daß die Bewegung des Thores dabei mit verminderter Beschleunigung vor sich geht und daß erst nach Zurücklegung eines größeren Drehwinkels als bei einem Thore ohne Oeffnungen der Grenzwert der Geschwindigkeit erreicht wird. Dieser Grenzwert selber und damit der Grenzwert der lebendigen Kraft des bewegten Thores wird aber nicht in allen Fällen durch die Oeffnungen verkleinert, sondern kann unter Umständen durch dieselben sogar erheblich vergrößert werden. Die Lage der Oeffnungen zur Drehachse ist darauf von entscheidendem Einflusse. Es tritt nämlich die Gleichförmigkeit der Drehbewegung erst dann ein, wenn die



treibende Kraft des zufließenden dem Widerstande des zurückgedrängten Wassers in Bezug auf die Drehachse das Gleichgewicht hält. Nun wirken die Widerstände hauptsächlich auf die äußeren, d. h. nahe der Schlagsäule gelegenen Theile; verkleinert man also dieselben, so ist eine größere Winkelgeschwindigkeit zur Herstellung des Gleichgewichts nothwendig.

In entgegengesetztem Sinne, d. i. auf Verminderung des Grenzwertes der Geschwindigkeit und der lebendigen Kraft, wirkt die Fortnahme der Bekleidung in der Nähe der Drehachse, und es ergibt sich die Nutzenanwendung, dass man Oeffnungen in der Thorfläche, sofern sie überhaupt in Frage kommen, ausschließlich in die Thormitte oder in die Nähe der Wendesäule legen, in der Nähe der Schlagsäule aber vermeiden sollte.

### 7. Stofswirkungen im allgemeinen.

Die Untersuchung der Stofswirkungen lässt sich wegen ihrer Abhängigkeit von den Eigenschaften des Materials nur annäherungsweise und unter solchen vereinfachenden Annahmen führen, die in Wirklichkeit niemals ganz zutreffen. Sie ist deswegen jedoch nicht überflüssig, da man durch sie wenigstens zu einigermaßen brauchbaren Anhaltspunkten für die Beurtheilung der Stofswirkungen und für die im gegebenen Falle passende Thorconstruction gelangt.

Der Stofs kann sowohl hinsichtlich der Bewegung des stofsenden Körpers als hinsichtlich der in den einzelnen Theilen desselben auftretenden inneren Kräfte vollständig ersetzt gedacht werden durch den als äußere Kraft in der Stofsfläche angreifenden und im allgemeinen nur eine sehr kurze Zeit in schneller Veränderlichkeit wirksamen Stofsdruck  $D$ .

Bekanntlich bewegt sich der Schwerpunkt eines Körpers so, als ob sämtliche äußeren Kräfte mit unveränderter Größe und Richtung auf die in ihm vereinigt gedachte ganze Masse einwirkten. Die inneren Kräfte zwischen den einzelnen Massentheilen sind auf die Schwerpunktsbewegung ohne Einfluss. Es muß daher die Bewegung eines durch den Stofs zur Ruhe kommenden Körpers in der Weise vor sich gehen, dass die Bedingung  $\mathcal{A} = \Sigma(D \cdot \Delta s)$  erfüllt wird, worin  $\mathcal{A}$  den nach dem Stofse übrig gebliebenen Theil der lebendigen Kraft und  $s = \Sigma \Delta s$  den Weg bedeutet, welchen der Schwerpunkt in einer der Stofskraft  $D$  entgegengesetzten Richtung zurücklegt.

Der Weg  $s$  entsteht im allgemeinen

1. aus der Verschiebung des Angriffspunktes von  $D$ , indem die Stofsfläche des getroffenen Körpers unter dem auf sie ausgeübten Drucke zurückweicht oder die stofsenden Theile unter Ueberwindung des Widerstandes  $D$  in die gestofsenen eindringen,
2. durch Biegung der nicht unmittelbar aufstofsenden Theile, wodurch der Schwerpunkt des ganzen Körpers vorrückt,
3. durch die Zusammenpressung des stofsenden Körpers, wodurch sein Schwerpunkt ebenfalls in der Stofsrichtung vorwärts gelangt, wie z. B. beim Plattdrücken einer Kugel an einer harten Wand.

Diese drei Bewegungen mögen der Reihe nach mit  $s'$ ,  $s''$  und  $s'''$  bezeichnet werden. Da die veränderliche Stofskraft während der Zurücklegung des Weges  $s$  allmählich von 0 bis zu ihrem Höchstwerthe zunimmt, so kann die verrichtete Arbeit annähernd  $= \frac{Ds}{2}$  gesetzt werden, wenn unter  $D$  nunmehr je-

ner Höchstwerthe verstanden wird. Das giebt die Gleichung

$$(17) \quad \mathcal{A} = \frac{1}{2} D (s' + s'' + s''').$$

Sollen die Stofswirkungen unschädlich sein, so dürfen die Grenzen der Elasticität oder Festigkeit des Materials an keiner Stelle und in keinem Augenblicke erreicht oder gar überschritten werden. Dazu gehört, wie man leicht erkennt, ein möglichst kleiner Werth von  $D$ , weshalb man die Summe  $s' + s'' + s'''$ , so groß als möglich zu machen hat.

Die Größe  $s'$  hängt von der Beschaffenheit der Anschlagsflächen ab, welche den Stofs aufzunehmen haben. Je nachgiebiger dieselben sind, desto größer wird  $s'$  und desto geringere Formänderungen erleidet der stofsende Körper. Es ist daher nützlich, die Stofsflächen weich und nachgiebig zu machen.

Die Schwerpunktsbewegung  $s''$  ist besonders bei dem Stofse stab- oder plattenförmiger Körper bemerkbar. Wie dieselbe entsteht, zeigt Abbildung 3, welche die Durchbiegung eines elastischen Stabes veranschaulicht, dessen Enden gegen feste Auflagerpunkte stossen. Der Schwerpunkt  $S$  rückt unter allmählich zunehmendem Auflagerdrucke über die Linie  $AB$  hinaus

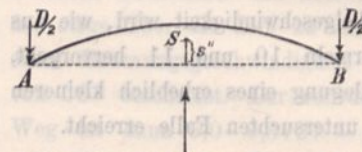


Abb. 3.

und der Stab verrichtet, obwohl die Stofspunkte unbeweglich bleiben, die Arbeit  $\mathcal{A}'' = \frac{Ds''}{2}$ . Der größte Druck  $D$  steht mit der größten Durchbiegung  $\delta$  und diese mit  $s''$  im Zusammenhange, und die Arbeit  $\mathcal{A}''$  wird bei einem um so kleineren Stofsdrucke verrichtet, je größer  $s''$ , d. h. je biegsamer der Stab ist.

Die Größe  $s'''$  kann, soweit sie aus der Zusammenpressung des Materials der eigentlichen Schlagsäule entsteht, vernachlässigt und, sofern Polster, Buffer u. dergl. an der Schlagsäule angebracht sind, als zu  $s'$  gehörig angesehen werden.

In gleicher Weise wie der ganze Körper verliert auch jeder einzelne Bestandtheil desselben, indem er zum Stillstande kommt, seine lebendige Kraft und für jeden muß die Bedingung 17 einzeln erfüllt sein, wobei die Inanspruchnahme der Verbindungen als Stofskraft zu betrachten ist.

### 8. Die Thorbekleidung.

Wir setzen einen hölzernen Belag mit lothrecht gestellten Bohlen voraus und betrachten die von der Drehachse entfernteste Bohle. Ihre Breite sei  $= b$ , die Stärke  $= e$  und die Länge, gleich Riegelabstand,  $= a$ , ferner ihre Masse  $m = \gamma bea$  und ihre Geschwindigkeit  $= w$ . Bei dem Stofse wird die Bohle gegen die Riegel geprefst, wobei sie sich um  $\delta$  durchbiegt und einen größten Druck  $= \frac{D}{2}$  auf jeden Stützpunkt ausübt. Indem die Riegel nicht plötzlich zum Stillstande gelangen, so legt der Angriffspunkt des Stofsdruckes einen Weg  $= s'$  zurück; die Zusammenpressung der Fasern an den Stützpunkten möge vernachlässigt werden.

Die Beziehung zwischen  $D$  und  $\delta$  wird man annähernd derjenigen gleich setzen dürfen, welche bei der gleich großen Durchbiegung der Bohle unter einer gleichmäßig über ihre Länge vertheilten Belastung stattfindet. In diesem Falle ist



bekanntlich, wenn man freie Auflagerung an den Enden annimmt, das grösste Biegemoment

$$\mathfrak{M} = \frac{Da}{8},$$

die grösste Beanspruchung

$$\sigma = \frac{\mathfrak{M} \cdot e}{J \cdot 2} = \frac{3}{4} \frac{Da}{b e^2}$$

und die grösste Durchbiegung

$$\delta = \frac{5}{384} \frac{Da^3}{E \cdot J} = \frac{5}{24} \frac{\sigma \cdot a^2}{E \cdot e},$$

worin  $J$  das Trägheitsmoment des Querschnittes und  $E$  den Elasticitätsmodul bedeutet.

Die Durchbiegung  $s''$  des Schwerpunktes ist annähernd  $= \frac{2}{3} \delta$ , ferner ist

$$\mathfrak{X} = \frac{D}{2} (s' + s'').$$

Dies giebt die Beziehungen

$$(18) \quad \sigma = \frac{3}{2} \cdot \frac{a}{b e^2} \cdot \frac{\mathfrak{X}}{s' + s''}$$

und

$$(19) \quad s'' = \frac{5}{36} \cdot \frac{\sigma \cdot a^2}{E \cdot e}.$$

Aus diesen beiden Gleichungen kann, wenn  $\mathfrak{X}$  und  $s'$  bekannt ist,  $\sigma$  und  $s''$  und zwar am besten durch einige Versuchsrechnungen, sodann auch der grösste Stofsdruk, nämlich

$$(20) \quad D = \frac{4}{3} \cdot \frac{b e^2}{a} \cdot \sigma$$

gefunden werden.

Die lebendige Kraft der Bohle ist

$$L = m \frac{w^2}{2} = \gamma b e a \frac{w^2}{2}$$

und für Holz ist, alles auf Meter und Tonnen bezogen,

$$\gamma = \frac{0,800}{9,81} = 0,0816$$

$$E = 1200000.$$

Führt man diese Werthe in die Gleichungen 18 und 19 ein und setzt  $\mathfrak{X} = L$ , so erhält man

$$(21) \quad \begin{cases} \sigma = 0,0612 \cdot \frac{a^2}{e} \cdot \frac{w^2}{s' + s''} \text{ und} \\ s'' = \frac{\sigma}{8640000} \cdot \frac{a^2}{e} \end{cases}$$

Die Stofswirkungen werden am grössten, wenn  $s' = 0$  ist und die obigen Formeln ergeben alsdann

$$(22) \quad \sigma = 727 \cdot w,$$

also unabhängig von der Belagstärke und dem Riegelabstande.

In diesem ungünstigsten Falle wird die Elasticitätsgrenze der Faserspannung schon bei  $w = 3,44$  m erreicht, nämlich

$$\sigma = 2500 \frac{\text{tn}}{\text{qm}} = 250 \frac{\text{kg}}{\text{qcm}}$$

und zugleich erhält auch die Scheerkraft einen hohen Werth. Dieselbe ist an den Enden  $= \frac{D}{2}$  und die grösste Schubspannung  $\sigma' = \frac{1}{2} \frac{D}{b e}$  oder zufolge Formel 20

$$(23) \quad \sigma' = \sigma \frac{e}{a}.$$

Nimmt man z. B.  $w = 3$  m,  $a = 1$  m und  $e = 0,08$  m,

$$\text{so wird } \sigma = 3 \cdot 727 = 2181 \frac{\text{tn}}{\text{qm}} = 218,1 \frac{\text{kg}}{\text{qcm}},$$

$$\sigma' = 2181 \cdot \frac{0,08}{1,0} = 174,5 \frac{\text{tn}}{\text{qm}}$$

und der ganze auf die Riegel ausgeübte Druck

$$D = \frac{4}{3} 2181 \cdot b \cdot \frac{0,08^2}{1,0} = b \cdot 18,6 \text{ tn}$$

oder so gross wie bei einem Wasserdruck von 18,6 m Höhe. Wollte man hierbei den Belag noch stärker machen oder die Riegel enger stellen, so würde die Beanspruchung  $\sigma$  unverändert bleiben, aber der Druck  $D$  und die Schubspannung  $\sigma'$  noch grösser werden.

Bei einem sehr harten Stofse könnte demnach die Gefahr des Zerbrechens oder Verstauchens schon bei Geschwindigkeiten von 3 m oder etwas darüber eintreten.

Im allgemeinen ist jedoch  $s' \neq 0$  und dann ermässigen sich die Stofswirkungen bedeutend. Nach den Formeln 18 bis 20 läfst sich eine unmittelbare Beziehung zwischen  $s'$  und der grössten Spannung  $\sigma$  aufstellen. Dieselbe lautet

$$(24) \quad s' = \frac{a^2}{e} \left\{ \frac{3}{4} \gamma \frac{w^2}{\sigma} - \frac{5}{36} \frac{\sigma}{E} \right\}$$

und giebt die Grösse der Strecke  $s'$ , um welche der Angriffspunkt der Stofskraft nachgeben mufs, wenn die Spannung  $\sigma$  nicht überschritten werden soll. Der Druck  $D$  ist dann durch Formel 20 gegeben. Beispielsweise erhält man für Holz, indem  $\gamma = 0,0816$  und  $E = 1200000$  gesetzt wird:

$$(25) \quad s' = \frac{a^2}{e} \left\{ 0,0612 \frac{w^2}{\sigma} - \frac{\sigma}{8640000} \right\}$$

Wie diese Gleichung zeigt, kann man die Beanspruchung der Bohle durch Vergröfserung von  $s'$  sehr ermässigen und man kommt bei gegebener Beanspruchung  $\sigma$  mit einem um so kleineren Werthe von  $s'$  aus, je stärker der Belag und je enger die Riegelstellung ist. Jedoch wächst dabei der Druck  $D$  und die Schubspannung  $\sigma'$ .

Die vorstehenden Entwicklungen gelten auch für eine eiserne Blechhaut als Thorbekleidung. Die Formeln 18 bis 20 sind darauf ohne weiteres anwendbar und wenn man die bezüglichen Zahlenwerthe, nämlich

$$\gamma = \frac{7,80}{9,81} = 0,795 \text{ und } E = 20000000$$

einsetzt, so ergiebt sich die der Formel 25 entsprechende Beziehung

$$(26) \quad s' = \frac{a^2}{e} \left\{ 0,597 \frac{w^2}{\sigma} - \frac{\sigma}{144000000} \right\}.$$

In Formel 25 wird  $s' = 0$  für  $w = \frac{\sigma}{727}$  und in Formel 26 für  $w = \frac{\sigma}{9270}$ . Setzt man  $\sigma$  gleich der Spannung an der Elasticitätsgrenze, so erhält man im ersten Falle eine grössere Geschwindigkeit  $w$  als im zweiten, der hölzerne Belag vermag daher harte Stöfse besser auszuhalten als der eiserne.

Das Vorangegangene bezog sich auf die äufserste Bohle. Bei den übrigen ist die Geschwindigkeit und lebendige Kraft



kleiner und es ist leicht zu ersehen, dafs dabei auch die Stofswirkungen geringer werden.

9. Stofswirkungen auf die Riegel, Wende- und Schlagsäule.

Wir betrachten zunächst einen einzelnen, um die Drehachse schwingenden Stab, in welchem wir uns die ganze Masse des Thores vereinigt denken. Der grösste auf das freie Ende wirkende Stofsdruk sei =  $P$ , der von dem Angriffspunkte desselben zurückgelegte Weg wieder =  $s'$ , ferner seien  $R$  und  $S$  die auf die Drehachse wirkenden Kräfte in dem aus Abbildung 4 ersichtlichen Sinne,  $w$  = Umfangsgeschwindigkeit und

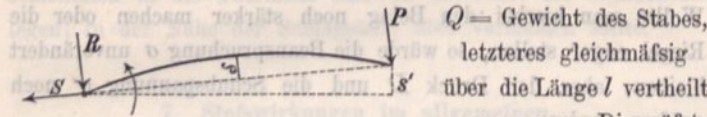


Abb. 4.

$Q$  = Gewicht des Stabes, letzteres gleichmäfsig über die Länge  $l$  vertheilt angenommen. Die grösste Durchbiegung des Stabes sei =  $\delta$  und die Schwerpunktdurchbiegung  $s'' = \frac{2}{3} \delta$ .

Man hat

$$(27) \quad \begin{cases} L = \frac{1}{3} \frac{Q \cdot w^2}{g \cdot 2} \text{ und} \\ \mathfrak{A} = \frac{1}{2} \{ P s' + (P + R) s'' \}. \end{cases}$$

Es möge der Stab zunächst als völlig starr angesehen werden. Dann ist  $s'' = 0$  und man erhält, wenn wieder  $\mathfrak{A} = L$  gesetzt wird,

$$(28) \quad P = \frac{1}{3} \frac{Q \cdot w^2}{g \cdot s'}$$

Die Verzögerung, welche ein Massentheilchen  $m$  im Abstände  $x$  von der Drehachse unter Einwirkung der Kraft  $P$  erleidet, ist  $\frac{dv}{dt} = x \frac{d\omega}{dt} = x \frac{Pl}{T}$  und zufolge (28)

$$(29) \quad \frac{dv}{dt} = \frac{x w^2}{l s'}$$

woraus sich weiter ergibt

$$\Sigma \left( m \frac{dv}{dt} \right) = \frac{1}{2} \frac{Q \cdot w^2}{g \cdot s'}$$

Nach den allgemeinen Bewegungsgesetzen gelten die Gleichungen  $R + P - \Sigma \left( m \frac{dv}{dt} \right) = 0$  und

$$S - \Sigma (m \omega^2 x) = 0.$$

Dies giebt

$$R = \frac{1}{6} \frac{Q \cdot w^2}{g \cdot s'} \text{ und } S = \frac{1}{2} \frac{Q \cdot w^2}{g \cdot l}$$

Es ist also  $R = \frac{P}{2}$  und der ganze auf beide Stützpunkte ausgeübte Stofsdruk

$$D = P + R = \frac{3}{2} P.$$

Die Kraft  $S$  ist nicht als Stofskraft anzusehen, denn sie war vor dem Stofse vorhanden und hört bei demselben allmählich auf, während umgekehrt die Kraft  $R$  erst bei dem Stofse entsteht und zugleich mit  $P$  bis zu dem obigen Höchstwerthe anwächst.

Auf den Stab wirken die verzögernden Kräfte  $m \frac{dv}{dt}$  wie eine entsprechende Belastung von der Gesamtgröfse  $D = \frac{3}{2} P$  und diese Belastung ist zufolge (29) eine mit dem Abstände

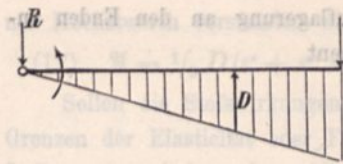


Abb. 5.

von der Drehachse gleichmäfsig zunehmende, wie in Abbildung 5 dargestellt.

Wenn  $s''$  nicht = 0 ist, so verhalten sich die Beschleunigungen der einzelnen

Massentheilchen etwas abweichend und dabei ändert sich neben der Gröfse der Belastung  $D$  auch die Form der Belastungsfläche. Die genaue Ermittlung der letzteren würde sehr schwierig sein, läfst sich aber vermeiden, wenn man erwägt, dafs das grösste Angriffsmoment bei gegebener Lastgröfse  $D$  durch kleine Veränderungen in der Lastvertheilung fast gar nicht beeinflusst wird. Man kann daher das Verhältnifs  $D:P:R = 3:2:1$  beibehalten und  $\mathfrak{A} = \frac{Dl}{8}$  als hinreichend genauen Näherungswerth annehmen.

Dann erhalten wir aus den Gleichungen 27

$$\frac{1}{3} \frac{Q \cdot w^2}{g \cdot 2} = \frac{D}{3} \left( s' + \frac{3}{2} s'' \right)$$

oder wegen  $s'' = \frac{2}{3} \delta$

$$(30) \quad D = \frac{w^2 \cdot Q}{2 g \cdot (s' + \delta)}$$

und wenn  $J$  das Trägheitsmoment und  $h$  die Höhe des Stabquerschnittes bedeutet, so ist

$$(31) \quad \sigma = \frac{\mathfrak{A} \cdot h}{J \cdot 2} = \frac{1}{16} \frac{Dlh}{J}$$

und weiter in Verbindung mit (30)

$$(32) \quad \sigma = \frac{1}{32} \frac{Q \cdot w^2 \cdot l \cdot h}{g \cdot J (s' + \delta)}$$

Auch für die Durchbiegung  $\delta$  ist dieselbe Formel wie bei einer gleichförmig vertheilten Belastung von der gleichen Lastgröfse  $D$  anwendbar, nämlich

$$\delta = \frac{5}{384} \frac{D l^3}{E \cdot J} \text{ oder wegen Formel 31,}$$

$$(33) \quad \delta = \frac{5}{24} \frac{\sigma \cdot l^2}{E \cdot h}$$

Die Gleichungen 30 bis 33 sind zur Berechnung der Stofswirkungen ausreichend.

Wenn z. B.  $s'$  bekannt ist, so erhält man, am besten durch einige Versuchsrechnungen, die Beanspruchung  $\sigma$ , welcher der Stab bei den Querschnittsgröfsen  $J$  und  $h$  zu widerstehen hat, aus den beiden letzten Gleichungen, dann  $D$  aus 30 und weiter  $P$  und  $R$ , d. i. die Stofskräfte auf Schlagsäule und Wende säule. Wäre dagegen nur der Querschnitt des Stabes gegeben, so würde man denjenigen Werth von  $s'$ , welchen der Angriffspunkt des Stofsdrukkes  $P$  zurücklegen mufs, damit eine gegebene Beanspruchung  $\sigma$  nicht überschritten wird, aus den Formeln 33 und 32, ferner  $D$  aus Formel 31 oder 30 erhalten.

Die bezügliche Formel für  $s'$  lautet

$$(34) \quad s' = \frac{1}{32} \frac{Q \cdot w^2 \cdot l \cdot h}{g \cdot J \cdot \sigma} - \frac{5}{24} \frac{\sigma \cdot l^2}{E \cdot h}$$

Sie gilt, gleichwie die Formeln 30 bis 33, sowohl für Eisen als für Holz und nicht blos für rechteckige, sondern auch für I förmige und ähnliche regelmäfsige Querschnitte.

Bei der Anwendung auf das eine Anzahl Riegel enthaltende Thor hat man entweder für  $Q$  das ganze Thorgewicht



und für  $J$  die Summe der Trägheitsmomente sämtlicher Riegel einzusetzen, oder man behandelt jeden Riegel für sich und setzt dann  $Q$  gleich dem entsprechenden Antheil des ganzen Thorgewichtes.

Es möge noch kurz der Fall betrachtet werden, in welchem das Thor aus einer Tafel von wagerechten hölzernen Balken besteht, welche dicht an einander gereiht sind und keine Bekleidung zu tragen haben. Für einen solchen Balken von der Breite  $b$  und der Stärke  $h$  ist

$$J = \frac{bh^3}{12} \quad \text{und} \quad \frac{Q}{g} = 0,0816 bhl.$$

Die Formeln 32 und 34 lauten dann

$$(35) \quad \sigma = 0,0306 \frac{l^2 \cdot w^2}{h(s' + \delta)} \quad \text{und}$$

$$(36) \quad s' = \frac{l^2}{h} \left\{ 0,0306 \frac{w^2}{\sigma} - \frac{\sigma}{5760000} \right\}.$$

Die Klammer auf der rechten Seite der letzten Gleichung ist gleich 0 für

$$(37) \quad \sigma = 420 \cdot w$$

und dies ist also die größte Beanspruchung, welche der Balken bei einem völlig harten Stoffe erleiden würde. Dieser Grenzwert ist unabhängig von der Balkenstärke und Thorweite.

#### 10. Beispiel.

Es sei  $l = 5$  m, Riegelabstand  $a = 1,0$  m, Belagstärke  $e = 0,06$  m und der Riegelquerschnitt  $b = 0,30$  und  $h = 0,40$  m; das Gewicht des Thorstreifens von der Höhe  $a = 1$  m sei gleich  $0,90$  tn; die Beanspruchung soll nicht größer als  $\sigma = 800 \frac{\text{tn}}{\text{qm}}$  werden und es sei beim Zuschlagen auf eine Geschwindigkeit  $w = 2,5$  m zu rechnen. Aus Formel 37 ist zu erkennen, dass  $s'$  nicht gleich 0 sein darf, denn alsdann würde der Riegel schon vermöge der lebendigen Kraft seiner eigenen Masse, ohne die Bekleidung, eine Beanspruchung  $= 420 \cdot 2,5$  d. i.  $> 800$

erleiden. Man erhält  $J = \frac{0,30 \cdot 0,40^3}{12} = 0,0016$  und für

$\sigma = 800$  aus Formel 33

$$\delta = \frac{5}{24} \frac{800 \cdot 2,5^2}{1200000 \cdot 0,40} = 0,0087$$

und aus Formel 32:

$$s' + \delta = \frac{0,90 \cdot 2,5^2 \cdot 5 \cdot 0,40}{32 \cdot 9,81 \cdot 0,0016 \cdot 800} = 0,0280 \text{ m,}$$

daher  $s' = 0,0193$  m.

Weiter findet man nach (30)

$$D = \frac{0,90 \cdot 2,5^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,0280} = \text{rund } 10,2 \text{ tn,}$$

mithin  $P = 6,8$  und  $R = 3,4$  tn.

Damit das Thor den Stofswirkungen gut widerstehen kann, muß die Schlagsäule gegen Polster, Buffer oder dergl. schlagen oder mit solchen an ihrer Anschlagsfläche versehen sein, und zwar müssen dieselben derartig eingerichtet sein, daß sie unter dem Drucke von  $6,8$  tn für jeden Riegel um mindestens  $0,0193$  m gleich rund  $20$  mm nachgeben. Sind die Polster

noch nachgiebiger, so bleibt die Beanspruchung der Riegel  $< 800 \frac{\text{tn}}{\text{qm}}$ , während sie im entgegengesetzten Falle größer wird.

Die Beanspruchung der äußersten Bohle ergibt sich aus den Gleichungen 21, indem darin  $s' = 0,020$  m gesetzt wird. Nimmt man zunächst  $s'' = 0$  an, so folgt als erster Näherungswert

$$\sigma = \frac{0,0612 \cdot 1,0 \cdot 2,5^2}{0,06 \cdot 0,020} = 318 \text{ und}$$

$$s'' = \frac{318 \cdot 1,0}{8640000 \cdot 0,06} = 0,00061,$$

sodann genauer  $\sigma = 310 \frac{\text{tn}}{\text{qm}}$ . Die übrigen Bohlen werden noch weniger beansprucht.

Der Stofdruck  $P$  ist so groß, wie bei einem Wasserspiegelgefälle von  $2 \cdot \frac{6,8}{5,0 \cdot 1,0} = 2,72$  m vor dem geschlossenen

Thore, die Beanspruchung des Riegels kommt derjenigen bei

dem Wasserdrucke  $\frac{D}{l \cdot a} = \frac{10,2}{5 \cdot 1,0} = 2,04$  m gleich, diejenige der

äußersten Bohle nach Formel 20 der Druckhöhe

$$\sqrt[4]{\frac{e}{a}} \sigma = \sqrt[4]{\frac{0,06}{1,0}} \cdot 310 = \text{rund } 1,49 \text{ m.}$$

Wäre der größte Wasserdruck, welchen das geschlossene Thor auszuhalten hat, kleiner, z. B. nur  $= 0,50$  m, so könnte das Thor leichter construiert und dadurch die auf die Polster entfallende Pressung  $P$  ermäßigt werden.

Für ein  $0,50$  m hohes Gefälle genügt die Bohlenstärke  $e = 0,025$ , wofür  $0,04$  m genommen werden möge, [die Riegel haben mit  $b = 0,21$  und  $h = 0,28$  m ausreichende Stärke, das Gewicht  $Q$  ermäßigt sich dadurch um rund  $0,30$  tn und beträgt also nur rund  $0,60$  tn. Hierfür erhält man in derselben Weise wie vorhin  $J = 0,000384$ ,  $\delta = 0,0124$ ,  $s' + \delta = 0,0545$  und  $s' = 0,0421$  gleich rund  $42$  mm; ferner  $D = 3,50$  tn und also  $P = 2,33$ ,  $R = 1,17$  tn. Die Polster haben daher einen größten Druck von nur  $2,33$  tn auf jeden Riegel auszuhalten und sie müssen sich dabei um mindestens  $42$  mm zusammendrücken, also nachgiebiger als vorhin sein. Die Beanspruchung der Bohlen wird noch geringer als vorhin, nämlich nur gleich rund  $225 \frac{\text{tn}}{\text{qm}}$ .

Würden die für den zweiten Fall genügenden Polster, also solche, welche unter dem Drucke von  $2,33$  tn bereits um  $42$  mm nachgeben, auch im ersten Falle vorhanden sein, so würde  $s'$  einen erheblich größeren Werth als  $20$  mm erlangen und die Beanspruchung des Riegels würde kleiner als  $800 \frac{\text{tn}}{\text{qm}}$  sein.

Wenn die Beziehung zwischen dem Druck  $P$  und der Zusammenpressung  $s'$  gegeben ist, so lassen sich für einen gegebenen Fall die bezüglichen Werthe von  $P$ ,  $s'$  und  $\sigma$  durch einige Versuchsrechnungen ermitteln.

Zu den aus der lebendigen Kraft des Thores entspringenden Stofswirkungen treten noch diejenigen Beanspruchungen hinzu, welche sich aus dem Drucke oder Stoffe des Wassers gegen das zur Ruhe kommende Thor ergeben. Die bezüglichen Kräfte



sind durch die Formeln 1 bzw. 12 gegeben, worin  $\omega = 0$  gesetzt werden mag; die daraus entstehenden Beanspruchungen, welche gegenüber den eigentlichen Stoffwirkungen nur unbedeu-

tend sind, lassen sich gesondert ermitteln und den ersteren hinzufügen.

Kiel, im April 1888.

G. Tolkmitt.

## Die Verbesserung der Boden- und Gesundheitsverhältnisse des Agro Romano.

Das häufige Vorkommen sumpfiger und ungesunder Niederungen macht die Arbeiten zu ihrer Beseitigung in Italien zu einer besonders wichtigen Culturaufgabe. Es sei hier auf die Abhandlung auf S. 577 des Jahrgangs 1887 der Zeitschrift für Bauwesen Bezug genommen, in welcher diese Frage einer allgemeinen Betrachtung unterworfen ist. Wenn jedoch auf diesem Gebiete noch nicht Zureichendes geschieht, so dürfte der Grund hiervon darin zu suchen sein, daß der Ausbau des italienischen Eisenbahnnetzes vorläufig fortdauernd zu große Summen verlangt, als daß für andere nicht minder dringende Bau-Angelegenheiten genügende Mittel übrig blieben.

Die meisten der in dem Zeitraum von 1862 bis 1887 mit einem Gesamtaufwand von nahezu 40 000 000 *ℳ*. (50 000 000 Lire) ausgeführten Verbesserungsarbeiten können eigentlich nur als Fortsetzung der schon in früherer Zeit begonnenen Unternehmungen angesehen werden. Unter den wenigen neu angefangenen Arbeiten dürften in erster Linie die Arbeiten zur Verbesserung der Umgegend von Rom Beachtung verdienen. Von ihrem Fortgang und Gelingen erwartet man erhebliche Verbesserung der Gesundheitszustände in und um Rom. Augenblicklich sind die Sumpfstrecken zu beiden Seiten des unteren Tiberlaufes noch die alten so sehr gefürchteten Malaria-Gegenden, in denen

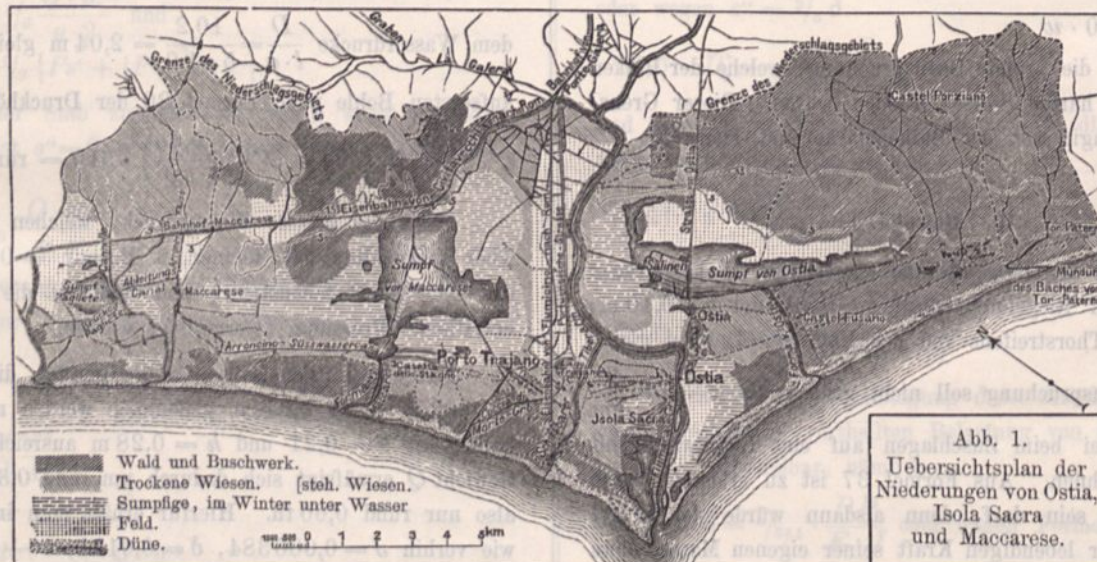


Abb. 1.  
Uebersichtsplan der Niederungen von Ostia, Isola Sacra und Maccarese.

während der warmen Jahreszeit ein Aufenthalt oder Verweilen menschlicher Wesen unmöglich wird. Der bekannte Professor Corrado-Tommasi-Crudeli in Rom sagt über die Entstehung der Malaria: „Die Luft der Umgegend von Rom und der Stadt selbst ist ungesund, weil der Boden dieses Gebietes in sehr großer Menge Keime des Malaria-Krankheitsstoffes enthält, und weil diese Keime fast überall günstige Vorbedingungen für ihre Entwicklung und Vervielfältigung vorfinden. Die vorzüglichste dieser Bedingungen bildet das Vorhandensein von Tausenden von Wasseradern, welche noch auf keiner Karte verzeichnet stehen. Diese können auch dann fortfahren als Ansteckungsherde zu wirken, wenn während eines sehr warmen und trockenen Sommers das zwischen ihnen liegende Erdreich ausgetrocknet und daher nicht mehr geeignet ist, Malaria zu erzeugen.“

Gleich, als Rom Reichshauptstadt geworden war, trat die Regierung der Frage näher, wie die Bedingungen der Bewohnbarkeit und ackerbaulichen Bewirtschaftung der Umgegend von Rom günstiger zu gestalten seien. Nachdem ein im Jahre 1870 niedergesetzter Ausschuss Vorarbeiten zu diesem Behufe gemacht und ein fernerer Ausschuss 1873 einen Entwurf zur Entwässerung der Sümpfe von Ostia und Maccarese vorgelegt hatte,

welche als besonders gesundheitsgefährlich erscheinen, kam es doch bei dem lebhaften Widerstreit der Meinungen erst im Jahre 1878 zu einer gesetzlichen Regelung der in Rede stehenden Frage. Das Gesetz vom 11. December 1878 verkündete die Verbesserung der Landstriche um Rom als endgültig beschlossen, erklärte die Arbeiten hierzu als von öffentlichem Nutzen und übertrug die Aufstellung der Entwürfe dem Staat. Dieser setzte dann auch bereits im Februar 1879 ein Bauamt ein, welches nach etwa zwei Jahren der Regierung folgende Ergebnisse vorlegen konnte:

a) Einen technisch durchgearbeiteten Gesamtentwurf für die Abfangung der Quellen und die Entwässerung des Agro Romano.

b) Einen oder richtiger neun endgültige Pläne für die Trockenlegung der Sümpfe und Niederungen, vorzüglich derjenigen von Ostia, Maccarese und Isola Sacra. Die nach dem Plan zu a) bewirkte Ausführung darf als theilweise schon vollendet angesehen werden. An einigen Stellen jedoch ist die Regierung auf lebhaften Widerstand namentlich von seiten der Großgrundbesitzer gestossen, welche einen Erfolg von den vorgeschriebenen Maßnahmen nur dann erwarten können, wenn sie die ganze Art der Bewirtschaftung ihrer Besitzungen ändern wollten.



Die Entwürfe zu b) erhielten im April 1881 die Zustimmung des Consiglio Superiore im Ministerium der öffentlichen Arbeiten, und zwar fast genau in derjenigen Gestalt, in welcher sie unter Leitung des im November 1884 eingesetzten Bauamts gegenwärtig zur Ausführung kommen.

Es sind nun nach einander zu betrachten:

### I. Die Entwässerung des Agro Romano.

Unter Agro Romano versteht man gemeinhin den um Rom liegenden bis zum Meere reichenden Abschnitt des Westabhanges der mittleren Apenninenkette. Die Grenzen desselben werden verschiedenartig angegeben. Nach dem oben erwähnten Entwurf ist als Umfang der Verwaltungsbezirk der Gemeinde Rom angenommen, welcher rund 190 000 ha Bodenfläche mit einem Werthe von rund 60 Millionen Mark enthält. Der Agro Romano, vom Tiber und seinen zahlreichen Zuflüssen, unter denen in erster Linie der Anio zu nennen ist, durchströmt, ist als eine grobe gegen das Meer geneigte Ebene anzusehen, vulcanischen Ursprungs, mit wellenförmigen Erhebungen, zwischen denen viele nach allen Richtungen sich verzweigende Thäler eingelagert sind, welche ihrerseits nur selten eine natürliche Entwässerung nach einem der drei Sammelbecken des Agro Romano, nämlich dem Tiber, dem Anio oder dem Meere, besitzen, das zurückgehaltene Wasser sucht sich eigene Abzugswege innerhalb des Erdreichs und giebt so Veranlassung zur Entstehung zahlreicher, theils zeitweise, theils dauernd thätiger Quellen und auch Wasser führender Bodenschichten. Die Niederungen an den Tibermündungen bei Ostia, Isola Sacra und Maccarese verlangen zur Abhilfe der derartigen Uebelstände eine besondere Behandlung, wie sie unter II eingehender erläutert ist. Hinsichtlich der übrigen Theile des Agro Romano ist man zu folgenden Mafsnahmen gekommen:

Die Einzel-Besitzungen sind zu Verbänden vereinigt worden, im ganzen 89 an der Zahl, deren jeder nach einem besonderen Sammelcanal entwässert. Für jeden Verband wurden sogleich die Haupt- und Nebencanäle bestimmt, auch die Beitragspflicht der Verbände und Besitzer geregelt. Für jede Einzelbesitzung wurde ein geordnetes Netz von Entwässerungsgräben in Aussicht genommen, welches auf Kosten des Besitzers herzustellen ist. Die technische Ausführung aller dieser Arbeiten dürfte auch weiterhin auf keine besonderen Schwierigkeiten stofsen.

### II. Die Trockenlegung der Niederungen von Ostia, Isola Sacra und Maccarese.

Vergl. die Uebersichts-Karte, Abb. 1, auf S. 423.

Der Küstenstrich am Tiberdelta, welcher sich zwischen dem Meeresteggestade einerseits und der längs der Eisenbahnlinie Rom-Civitavecchia sich hinziehenden Dünenkette andererseits in einer größten Breite von 12 km erstreckt, und dessen größte Länge von Tor Paterno bis zum Flusse Avrone etwa 27 km beträgt, umfaßt die Niederungen von Ostia, Isola Sacra und Maccarese. Seine Größe beträgt, wenn man als Begrenzung eine auf +5,0 über dem mittleren Meeresspiegel gezogene Höhenlinie ansieht, ungefähr 12000 ha. Dieser Küstenstrich, durch Ablagerung der Sinkstoffe des Tiber erst in neuerer Zeit unserer Erdbildung entstanden, ermangelt um so mehr einer guten Abwässerung, als die Meerestegbrandung die vom Tiber zugeführten Ablagerungsstoffe zurückwirft und so längs des Gestades eine Reihe von

Dünen bildet, die namentlich bei Ostia sich zu beträchtlicher Höhe erheben. Es werden auf diese Weise nicht nur die eigenen Regenmengen jener angeschwemmten Landflächen zurückgehalten, sondern es treten hierzu noch die Abflüsse von einem ausgedehnten Niederschlagsgebiet in den umgrenzenden Höhen. (Das gesamte Niederschlagsgebiet, dessen Grenzen auf der Karte angegeben sind, umfaßt etwa 21 500 ha.) So ist jener Landstrich theils bedeckt von Teichen und Wasserpfützen, theils ist er sumpfiger Natur, und namentlich sind große Flächen vorhanden, welche im Winter von Wasser bedeckt sind, im Sommer trocken liegen. Der Wasserspiegel steht während des Winters gewöhnlich im Mittel auf 0,60, bei lange andauerndem Regenwetter wächst er bis 0,80. Im Sommer dagegen sinkt der Wasserspiegel auf oder unter den Stand der Meeresfläche. Der Tiber, welcher jenen Küstenstrich etwa in der Mitte seiner Länge quer durchströmt, läßt zur Linken das Sumpfgebiet von Ostia, zur Rechten dasjenige von Maccarese, während zwischen den beiden Mündungsarmen des Tiber, der sogenannten Fiumara Grande und dem Canal Fiumicino, ein drittes Gebiet, die Isola Sacra, verbleibt.

Das Sumpfgebiet von Ostia entwässert in das Meer durch die Forma am Ostia, einen etwa 3 km langen, 16 bis 45 m breiten und in 700 m Entfernung vom Meere 1,35 m tiefen Canal, dessen Abmessungen indes, je mehr er sich dem Meere nähert, sich um so mehr verringern, sodafs seine Breite bei Durchbrechung der letzten Dünenkette nur 10 m beträgt, während eine die leidliche Abwässerung zulassende Tiefe nur durch Menschenhand aufrecht erhalten werden kann. Das Sumpfgebiet von Maccarese besitzt in ähnlicher Weise zwei Entwässerungscanäle, die Forma von Maccarese und die Coccia di Morto, von denen der erstere weitaus der bedeutendere ist. Das Gebiet von Isola Sacra, welches fremde Zuflüsse nicht erhält, entwässert in die dasselbe einschließenden Arme des Tiber.

Bei den Vorarbeiten sind die verschiedenen Verfahren, welche bei Entwässerung einer versumpften Niederung in Betracht kommen können, unter Bezug auf den vorliegenden Fall in eingehende Erwägung gezogen. Da allein in dem Sumpfgebiet von Ostia etwa 1800 ha theils unter dem Meeresspiegel, theils in gleicher Höhe mit demselben liegen, so war eine natürliche Entwässerung nicht ausführbar. Die Aufhöhung der Landflächen durch Hinüberleiten der schlammführenden Wassermassen des Tiber verbot sich gleichfalls durch die Höhenverhältnisse, und eine künstliche Aufhöhung, sei es mit oder ohne Hinzunahme oder Herstellung eines Sees an der tiefsten Stelle jedes der Sümpfe, würde zu großen Kosten verursacht haben. (Im letzteren Falle würden, die Nachsenkungen ungerechnet, rund 60 000 000 cbm Boden zu bewegen gewesen sein.) So blieb die künstliche Wasserhebung durch Maschinenkraft der einzig mögliche Ausweg, dessen Bedenklichkeit allerdings in den Gefahren liegt, die ein Versagen der Maschinen herbeiführen kann. Selbstredend mußte man darauf bedacht sein, die Arbeitsmenge der Maschinen nach Möglichkeit einzuschränken, indem man nur das Niederschlagswasser der Niederungen selbst von ihnen bewältigen liefs, während man das Wasser, welches von den einschließenden Hügelketten herabströmt, durch Randcanäle abfing und mit natürlichem Gefälle abführte.

Es mag noch gezeigt werden, wie sich demgemafs die Anlagen bei der Niederung von Maccarese gestaltet haben.



Das in Rede stehende Gebiet (vergl. den Grundriss Abb. 2) ist 5000 ha groß, von denen etwa 2000 ha Sumpfland sind. Es erschien rathsam, die künstliche Entwässerung den von der Natur gegebenen Verhältnissen möglichst anzuschließen und daher den vorhandenen Forma-Canal auch für die neue Entwässerung zu benutzen. Entsprechend den oben angeführten Grundsätzen geschieht die Aufsammlung und Abführung des Wassers in dreifacher Art.

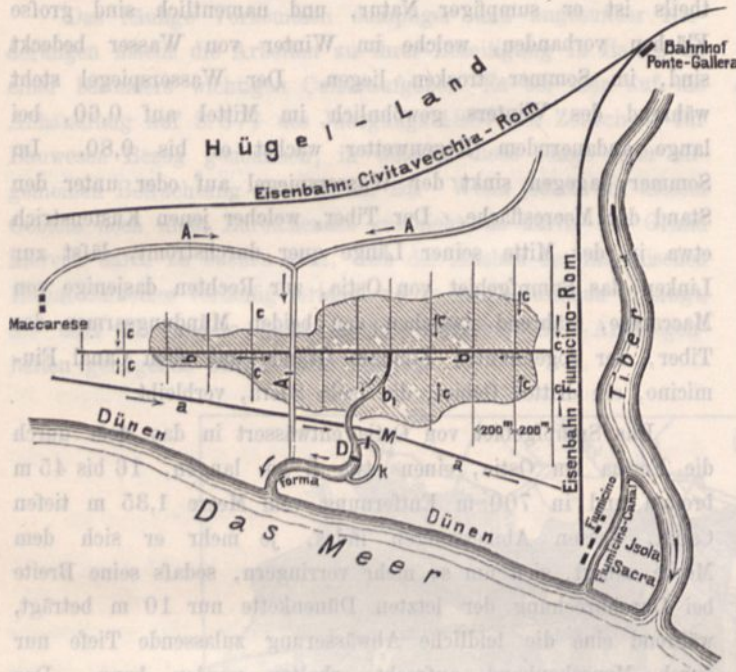


Abb. 2. Verbesserung des Sumpfgebietes von Maccarese.

a) Die von den Hügeln nördlich der Eisenbahn Rom-Civitavecchia kommenden Wässer werden von den Randcanälen AA aufgenommen und durch den Canal A 1 mit natürlichem Gefälle der Forma unterhalb des Sperrdammes D zugeführt.

b) Die von den Dünen herabfließenden Wässer werden durch die Randcanäle a a abgefangen, welche oberhalb des Dammes D in die Forma münden.

c) Das Wasser der Niederung und des eigentlichen Sumpfes wird durch ein System von Canälen c c aufgenommen, welche es in die Hauptsammler b und darauf in den Stammcanal b 1 leiten, der ebenfalls die Forma oberhalb des Dammes D erreicht.

Jener oberhalb des Dammes D abgetrennte Theil der Forma dient also als Sammelbecken der künstlich zu hebenden

Niederschlagswässer. Aus ihm sollen vier durch Dampfkraft bewegte Turbinen schöpfen, welche in dem in Abb. 2 angezeigten Maschinenhause ihre Aufstellung finden sollen. Es sei noch angeführt, daß der Durchmesser der Turbinen 1,25 und 1,43 m beträgt, die Gesamtstärke der drei Dampfmaschinen zu 170 wirkl. Pferdestärken berechnet ist und daß in jeder Secunde rund 5 cbm Wasser 2,60 m hoch gehoben werden sollen. Den Dampf werden vier Cornwallyskessel von je 8 m Länge und 2,10 m Durchmesser liefern, deren einer zur Aushilfe bereitstehen soll.

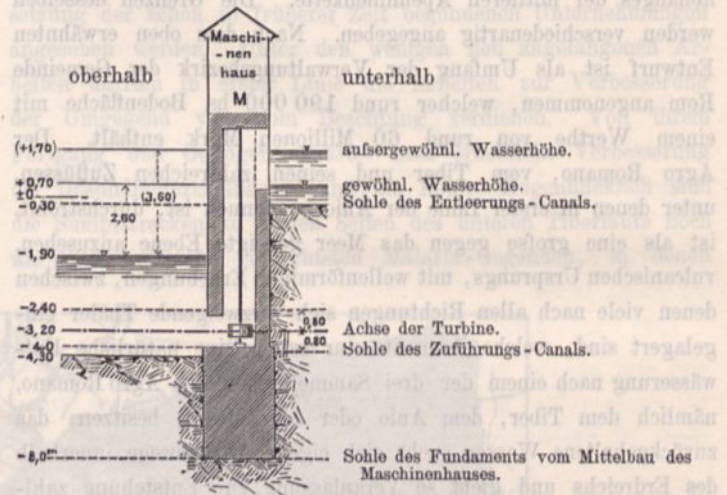


Abb. 3. Wasserhöhen oberhalb und unterhalb des Maschinenhauses bei Maccarese.

Die Wirkung der Wasserhebung bei den verschiedenen in Betracht kommenden Wasserständen veranschaulicht die Linienzeichnung Abb. 3. Für gewöhnlich hofft man mit einer Hebungshöhe von 2,60 m auszukommen. In Ausnahmefällen, wenn Wind und Fluth starke Wirkung ausüben, glaubt man, daß es nöthig wird, Höhen bis 3,60 m zu überwinden. Auf letzteres Maß sind mit Ausnahme der Maschinen alle Einrichtungen des Maschinenhauses zugeschnitten. Für die Maschine selbst ist vorläufig noch das Maß 2,60 m als Wirkungsgrenze beibehalten.

Die Verbesserung der Niederung von Ostia ist ganz nach denselben Grundsätzen ausgeführt. Es erübrigt noch zu erwähnen, daß man gleichzeitig zum Schutz gegen das Tiberhochwasser die Tiberdeiche erhöht hat.

Die im Jahre 1884 begonnenen Arbeiten hofft man 1889 zu Ende zu führen.