

# ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESEN.

HERAUSGEGEBEN

UNTER MITWIRKUNG DER KÖNIGL. TECHNISCHEN BAU-DEPUTATION UND DES  
ARCHITEKTEN-VEREINS ZU BERLIN.

REDACTIONS-COMMISSION:

FR. HITZIG, J. W. SCHWEDLER, H. HERRMANN, O. BAENSCH, H. OBERBECK,  
MITGLIEDER DER TECHNISCHEN BAU-DEPUTATION UND DES ARCHITEKTEN-VEREINS.

REDACTEUR:

**F. ENDELL,**

REGIERUNGS- UND BAURATH IM KÖNIGLICHEN MINISTERIUM DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN.

*1911.1702.*

**JAHRGANG XXIX.**

MIT LXXXV KUPFERTAFELN IN FOLIO UND QUART UND VIELEN IN DEN TEXT EINGEDRUCKTEN  
HOLZSCHNITTEN.



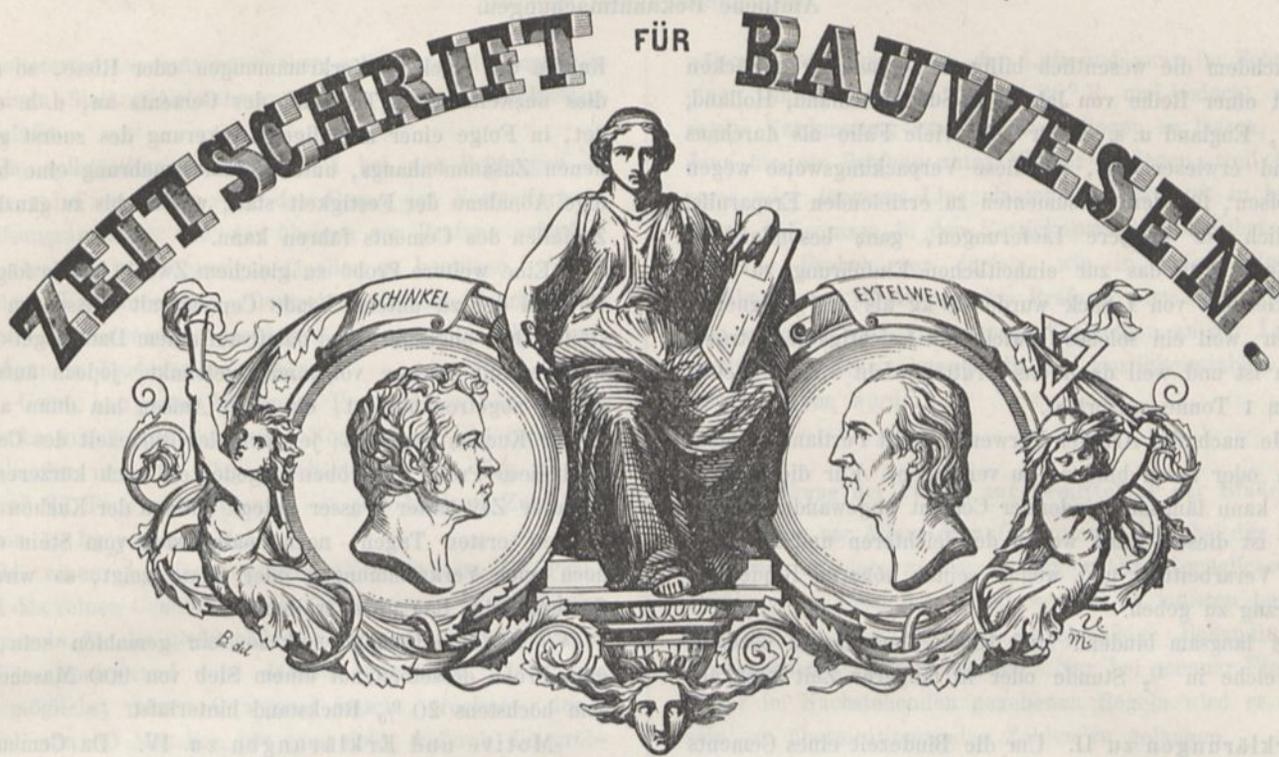
*3420*

BERLIN 1879.

VERLAG VON ERNST & KORN.

(GROPIUS'SCHE BUCH- UND KUNSTHANDLUNG)





HERAUSGEGEBEN

UNTER MITWIRKUNG DER KÖNIGL. TECHNISCHEN BAU-DEPUTATION UND DES  
ARCHITEKTEN-VEREINS ZU BERLIN.

JAHRGANG XXIX.

1879.

HEFT I BIS III.

## Amtliche Bekanntmachungen.

Circular-Erlafs d. d. Berlin, den 12. November 1878,  
betreffend die Normen mit den Motiven für die ein-  
heitliche Lieferung und Prüfung von Portland-Cement.

Im Anschlusse lasse ich der Königlichen Regierung etc.  
die Normen mit den Motiven für die einheitliche Lieferung  
und Prüfung von Portland-Cement, wie dieselben aus den  
Berathungen der von mir eingesetzten Commission, unter  
dem Vorsitz des Directors der Gewerbe-Akademie, Geheimen  
Regierungsraths Reuleaux, hervorgegangen sind, mit dem  
Auftrage zugehen, dieselben den Lieferungen von Cement  
zu Grunde zu legen.

Zugleich veranlasse ich die Königliche Regierung hier-  
mit, diese Verfügung nebst den Normen durch die Amtsblätter  
zu veröffentlichen.

Der Minister für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.

gez. Maybach.

An sämtliche Königliche Regierungen und  
Landdrosteien, die Königliche Ministerial-  
Bau-Commission, das Königliche Polizei-  
Präsidium hier etc.

### Normen für die einheitliche Lieferung und Prüfung von Portland-Cement.

I. Das Gewicht der Tonnen und Säcke, in welchen Port-  
land-Cement in den Handel gebracht wird, soll ein einheit-

liches sein; es sollen nur Normal-Tonnen von 180 kg brutto  
und 170 kg netto, halbe Tonnen von 90 kg brutto und 83 kg  
netto, sowie Säcke von 60 kg Bruttogewicht von den Fabriken  
gepackt werden.

Streuverlust, sowie etwaige Schwankungen im Einzel-  
gewicht können bis zu 2 % nicht beanstandet werden.

Die Tonnen und Säcke sollen die Firma der betreffen-  
den Fabrik und die Bezeichnung des Bruttogewichts mit  
deutlicher Schrift tragen.'

Motive zu I. Ein einheitliches Gewicht der im Han-  
del vorkommenden Tonnen und Säcke existirt bis jetzt nicht.  
Während die norddeutschen Fabriken Tonnen sowohl von  
200 kg als auch solche von 180 kg packen, haben die Ton-  
nen der west- und süddeutschen, sowie die der meisten eng-  
lischen Fabriken ein Gewicht von 180 kg brutto; es kommen  
indefs auch noch leichtere Tonnen, namentlich im Kleinver-  
kehr beim Wiederverkauf vor. Da nun der Preis per Tonne  
gestellt wird, so ist die Einführung eines einheitlichen Ge-  
wichts im Interesse der Consumenten und des reellen Ge-  
schäfts dringend geboten. — Hierzu ist das weitaus gebräuch-  
lichste und im internationalen Verkehr fast ausschließlich  
geltende Gewicht von 180 kg brutto = ca. 400 Pfd. engl.  
gewählt worden. Die theilweise noch übliche Tonne von  
200 kg soll aus practischen Gründen ausnahmsweise noch  
bis zum Schlufs des Jahres 1879 zulässig sein.

Nachdem die wesentlich billigere Verpackung in Säcken sich seit einer Reihe von Jahren in Süddeutschland, Holland, Belgien, England u. s. w. für sehr viele Fälle als durchaus genügend erwiesen hat, ist diese Verpackungsweise wegen der großen, für den Consumenten zu erzielenden Ersparnis, namentlich für größere Lieferungen, ganz besonders zu empfehlen. Für das zur einheitlichen Einführung zu bringende Gewicht von 1 Sack wurde 60 kg als das geeignetste befunden, weil ein solches Gewicht mit Leichtigkeit zu transportieren ist und weil dann das Bruttogewicht von 3 Säcken dem von 1 Tonne entspricht.

II. Je nach der Art der Verwendung ist Portland-Cement langsam oder rasch bindend zu verlangen. Für die meisten Zwecke kann langsam bindender Cement angewandt werden, und es ist diesem dann wegen der leichteren und zuverlässigeren Verarbeitung und wegen seiner höheren Bindekraft der Vorzug zu geben.

Als langsam bindend sind solche Cemente zu bezeichnen, welche in  $\frac{1}{2}$  Stunde oder in längerer Zeit erst abbinden.

Erklärungen zu II. Um die Bindezeit eines Cements zu ermitteln, rühre man den reinen Cement mit Wasser zu einem steifen Brei an und bilde auf einer Glas- oder Metallplatte einen etwa 1,5 cm dicken, nach den Rändern hin dünn auslaufenden Kuchen. Sobald der Kuchen soweit erstarrt ist, daß derselbe einem leichten Druck mit dem Fingernagel oder mit einem Spatel widersteht, ist der Cement als abgebunden zu betrachten.

Da das Abbinden von Cement durch die Temperatur der Luft und des zur Verwendung gelangenden Wassers beeinflusst wird, insofern höhere Temperatur dasselbe beschleunigt, niedere Temperatur es dagegen verzögert, so sollten die Versuche, um zu übereinstimmenden Resultaten zu gelangen, bei einer mittleren Temperatur des Wassers und der Luft von etwa 15 bis 18° C. vorgenommen, oder, wo dies nicht angängig, die jeweiligen Temperaturverhältnisse immer in Berücksichtigung gezogen werden.

Während des Abbindens darf langsam bindender Cement sich nicht wesentlich erwärmen, wohingegen rasch bindende Cemente eine merkliche Temperaturerhöhung aufweisen können.

Portland-Cement wird durch längeres Lagern langsamer bindend und gewinnt bei trockener, zugfreier Aufbewahrung an Bindekraft. Die noch vielfach herrschende Meinung, daß Portland-Cement bei längerem Lagern an Qualität verliere, ist daher eine irrige, und es sollten Contracts-Bestimmungen, welche nur frische Waare vorschreiben, in Wegfall kommen.

III. Portland-Cement soll vumbeständig sein. Als entscheidende Probe soll gelten, daß ein dünner auf Glas oder Dachziegel ausgegossener Kuchen von reinem Cement, unter Wasser gelegt auch nach längerer Beobachtungszeit durchaus keine Verkrümmungen oder Kantenrisse zeigen darf.

Erklärungen zu III. Der zur Bestimmung der Bindezeit angefertigte Kuchen wird sammt der Glasplatte unter Wasser gebracht. Bei rasch bindenden Cementen kann dies schon nach  $\frac{1}{4}$  bis 1 Stunde nach dem Anmachen der Probe geschehen, bei langsam bindenden dagegen darf es, je nach ihrer Bindezeit, erst nach längerer Zeit, bis zu 24 Stunden nach dem Anmachen, stattfinden. Zeigen sich nun nach den ersten Tagen oder nach längerer Beobachtungszeit an den

Kanten des Kuchens Verkrümmungen oder Risse, so deutet dies unzweifelhaft „Treiben“ des Cements an, d. h. es findet, in Folge einer allmähigen Lockerung des zuerst gewonnenen Zusammenhangs, unter Volumvermehrung eine beständige Abnahme der Festigkeit statt, welche bis zu gänzlichem Zerfallen des Cements führen kann.

Eine weitere Probe zu gleichem Zweck ist die folgende: Es wird der zu untersuchende Cement mit Wasser zu einem steifen Brei angerührt und damit auf einem Dachziegel-Stück, welches mit Wasser vollständig getränkt, jedoch äußerlich wieder abgetrocknet ist, ein nach Aufsen hin dünn auslaufender Kuchen gegossen; je nach der Bindezeit des Cements wird diese Probe, wie oben angedeutet, nach kürzerer oder längerer Zeit unter Wasser gelegt. Wenn der Kuchen weder in den ersten Tagen, noch später sich vom Stein ablöst, noch auch Verkrümmungen oder Risse zeigt, so wird der Cement beim Bau nicht treiben.

IV. Portland-Cement soll so fein gemahlen sein, daß eine Probe desselben auf einem Sieb von 900 Maschen pro qcm höchstens 20 % Rückstand hinterläßt.

Motive und Erklärungen zu IV. Da Cement fast nur mit Sand, in vielen Fällen sogar mit hohem Sandzusatz verarbeitet wird, die Festigkeit eines Mörtels aber um so größer ist, je feiner der dazu verwendete Cement gemahlen war (weil dann mehr Theile des Cements zur Wirkung kommen), so ist die feine Mahlung des Cements von nicht zu unterschätzendem Werth. Es erscheint daher angezeigt, die Feinheit des Kornes durch ein feines Sieb von obiger Maschenweite einheitlich zu controliren.

Es wäre indess irrig, wollte man aus der feinen Mahlung allein auf die Bindekraft eines Cements schließen, da geringe, weiche Cemente weit eher sehr fein gemahlen vorkommen, als gute, scharf gebrannte; letztere aber werden selbst bei gröberer Mahlung doch stets eine höhere Bindekraft aufweisen, als die ersteren.

V. Die Bindekraft von Portland-Cement soll durch Prüfung einer Mischung von Cement und Sand ermittelt werden. Daneben empfiehlt es sich, zur Controle der gleichmäßigen Beschaffenheit der einzelnen Lieferungen auch die Festigkeit des reinen Cements festzustellen. Die Prüfung soll auf Zugfestigkeit nach einheitlicher Methode geschehen und zwar mittelst Probekörper von gleicher Gestalt und gleichem Querschnitt und mit gleichen Zerreißungsapparaten.

Die Zerreißungsproben sind an Probekörpern von 5 qcm Querschnitt der Bruchfläche vorzunehmen.

Motive zu V. Da man erfahrungsgemäß aus den mit reinem Cement gewonnenen Festigkeitsresultaten nicht einheitlich auf die Bindefähigkeit zu Sand schließen kann, namentlich, wenn es sich um Vergleichung von Cementen aus verschiedenen Fabriken handelt, so erscheint es geboten, die Prüfung von Portland-Cement auf Bindekraft mittelst Sandzusatz vorzunehmen.

Obgleich in der Praxis Portland-Cement fast nur auf Druckfestigkeit in Anspruch genommen wird, so ist doch, wegen der Kostspieligkeit der bis jetzt bekannten Apparate und der schwierigeren Ausführbarkeit der Proben, von der Prüfung auf Druckfestigkeit Abstand genommen, und die weit leichtere und einfachere Prüfung auf Zugfestigkeit gewählt, um so mehr, als die hier empfohlenen Proben vor allem die leicht ausführbare Controlirung der Eigenschaften des zum

Bau gelieferten Cements bezwecken sollen und die Zugfestigkeit einen hinlänglich sicheren Schluß auf die Druckfestigkeit zuläßt.

Um vollständige Einheitlichkeit bei den Prüfungen zu wahren, wird empfohlen, für den Bezug der Normalformen, Zerreißungsapparate und der übrigen zur Prüfung erforderlichen Geräte nur diejenigen Quellen zu benutzen, welche von dem Vorstande des „Deutschen Cement-Fabrikanten-Vereins“ nachgewiesen werden; hierzu sollen Bekanntmachungen in Fachblättern erfolgen.

VI. Guter langsam bindender Portland-Cement soll bei der Probe mit 3 Gewichtstheilen Normalsand auf 1 Gewichtstheil Cement nach 28 Tagen Erhärtung — 1 Tag an der Luft und 27 Tage unter Wasser — eine Minimal-Zugfestigkeit von 10 kg pro qcm haben.

Bei einem bereits geprüften Cement kann die Probe sowohl des reinen Cements als des Cements mit Sandmischung als Controle für die gleichmäßige Güte der Lieferung dienen.

Der Normalsand wird dadurch gewonnen, daß man einen möglichst reinen Quarzsand wäscht, trocknet, durch ein Sieb von 60 Maschen pro qcm siebt, dadurch die größten Theile ausscheidet und aus dem so erhaltenen Sande mittelst eines Siebes von 120 Maschen pro qcm noch die feinsten Theile entfernt.

Die Probekörper müssen sofort nach der Entnahme aus dem Wasser geprüft werden.

Cement, welcher eine höhere Festigkeit als 10 kg pro qcm (s. oben) zeigt, gestattet in den meisten Fällen einen größeren Sandzusatz und hat aus diesem Gesichtspunkte betrachtet, sowie oft schon wegen seiner größeren Festigkeit bei gleichem Sandzusatz, Anrecht auf einen entsprechend höheren Preis.

Bei schnell bindenden Portland-Cementen ist die Zugfestigkeit nach 28 Tagen im Allgemeinen eine geringere als oben angegeben.

Motive und Erklärungen zu VI. Da verschiedene an und für sich gute Cemente hinsichtlich ihrer Bindekraft zu Sand, worauf es in der Praxis ja vorzugsweise ankommt, sich sehr verschieden verhalten können, so ist insbesondere beim Vergleich mehrerer Cemente eine Prüfung mit hohem Sandzusatz unbedingt erforderlich. Als geeignetes Verhältniß wurde angenommen: 3 Gewichtstheile Sand auf 1 Gew.-Theil Cement, da mit 3 Theilen Sand der Grad der Binfähigkeit bei verschiedenen Cementen in hinreichendem Maafse zum Ausdruck gelangt.

Es ist, um übereinstimmende Resultate zu erhalten, durchaus erforderlich, überall den oben beschriebenen Normalsand anzuwenden, da die Korngröße des Sandes auf die Festigkeitsresultate von großem Einfluß ist. Der Normalsand soll rein und trocken verwendet werden und sind lehmige und andere fremdartige Bestandtheile unbedingt vorher durch Auswaschen zu entfernen.

Von ganz besonderem Werth würde es sein, wenn da, wo dies zu ermöglichen ist, die Zerreißungsversuche an vorrätig zu diesem Zweck angefertigten Probekörpern auf Monate und selbst Jahre ausgedehnt würden, um das Verhalten verschiedener Cemente auch bei längerer Erhärtungsdauer kennen zu lernen.

Behufs Erzielung übereinstimmender Resultate ist es ferner geboten, alle Probekörper nach deren Anfertigung

während 24 Stunden an der Luft und zwar im Schatten in einer Temperatur von 10° bis 20° R. und bedeckt, wodurch rasche Verdunstung verhütet wird, liegen zu lassen, und sie dann bis zur Prüfung unter Wasser zu legen, weil ein kürzeres oder längeres Liegenlassen an der Luft zu beträchtlichen Differenzen in den Festigkeitsresultaten führt.

Die Probekörper dürfen, wie in obiger Resolution erwähnt, erst direct vor der Prüfung dem Wasser entnommen werden, weil ein längeres Verbleiben an der Luft hier ebenfalls zu Schwankungen in den Festigkeitszahlen Veranlassung geben würde.

#### Beschreibung der Proben zur Ermittlung der Bindekraft.

Da es vor Allem darauf ankommt, daß bei der Prüfung desselben Cements an verschiedenen Orten möglichst übereinstimmende Resultate erzielt werden, so mußten bestimmte Normen für eine durchaus gleichmäßige Behandlung der Probekörper aufgestellt werden. Nur bei genauer Einhaltung dieser im Nachstehenden gegebenen Regeln wird es möglich sein, zu übereinstimmenden Zahlen zu gelangen.

Man legt auf eine zur Anfertigung der Proben dienende Metall- oder Marmorplatte 5 mit Wasser getränkte Blättchen Fließpapier und setzt hierauf 5 vorher gut gereinigte und mit Wasser angenetzte Formen. Man wägt 250 g Cement und 750 g trockenen Normalsand ab und mischt beides in einer Schale gut durcheinander. Hierauf bringt man 100 cbcm = 100 g reines süßes Wasser hinzu und arbeitet die ganze Masse mit einem Spatel so lange durch, bis dieselbe ein gleichmäßiges Ansehen zeigt. Man erhält auf diese Weise einen sehr steifen Mörtel, welcher sich in der Hand gerade noch ballen läßt. Mit diesem Mörtel werden die Formen auf ein mal so hoch angefüllt, daß sie stark gewölbt voll werden. Man schlägt nun mittelst eines eisernen Anmachspatels (im Gewicht von 150 bis 200 g) anfangs schwach, dann stärker den überstehenden Mörtel in die Formen so lange ein, bis derselbe elastisch wird und sich an seiner Oberfläche Wasser zeigt. Ein bis zu diesem Moment fortgesetztes Einschlagen ist unbedingt erforderlich. Ein nachträgliches Aufbringen und Einschlagen von Mörtel ist nicht statthaft, weil Probekörper von gleicher Dichtigkeit hergestellt werden sollen. — Man streicht nun das die Form Ueberragende mit einem Messer ab und glättet mit demselben die Oberfläche.

Nachdem die Proben hinreichend erhärtet sind, löst man durch Oeffnen der Schrauben die Formen ab und befreit die Proben von dem noch anhaftenden Fließpapier.

Um richtige Durchschnittszahlen zu erhalten, sind für jede Prüfung mindestens 10 Probekörper anzufertigen.

Nachdem die Probekörper 24 Stunden an der Luft gelegen haben, werden dieselben unter Wasser gebracht, und hat man nur darauf zu achten, daß sie während der ganzen Erhärtungsdauer stets vom Wasser bedeckt bleiben.

Am Tage der Prüfung werden die Proben unmittelbar vor der Prüfung aus dem Wasser genommen und auf dem Apparat sofort zerrissen. Das Mittel aus sämtlichen 10 Bruchgewichten ergiebt die Festigkeit des geprüften Cementmörtels.

Befinden sich jedoch unter den erhaltenen Zahlen abnorm niedrige, so sind diese, als durch Fehler in der Darstellung

der Probekörper verursacht, von der Berechnung auszuschließen.

#### Anhang.

Will man wie in den Motiven zu VI. erwähnt, — schon nach sieben Tagen eine Controle an der abgelieferten Waare vornehmen, so kann dies durch eine Vorprobe geschehen, und zwar auf zweierlei Art. Entweder:

a) mit Sandmischung. Dann muß jedoch die Verhältniszahl der 7-Tags-Festigkeit zur 28-Tags-Festigkeit am betreffenden Cement erst ermittelt werden, da die Festigkeitsresultate verschiedener Cemente bei der 28-Tags-Probe einander gleich sein können, während sich bei der 7-Tags-Probe noch wesentliche Unterschiede zeigen. Oder:

b) mit reinem Cement, indem man auch hier das Verhältniß der 7-Tags-Festigkeit des reinen Cements zur 28-Tags-Festigkeit bei 3 Theilen Sand an dem betreffenden Cement ermittelt.

Die 7-Tags-Probe mit Sand ist einfach dadurch auszuführen, daß man nach obiger Vorschrift 10 Probekörper mehr anfertigt und diese nach 7 Tagen schon prüft.

Macht man die 7-Tags-Probe aber mit reinem Cement, so können die Probekörper auf verschiedene Weise hergestellt werden: entweder auf undurchlässigen Unterlagen (Metall- oder undurchlässigen Steinplatten) oder auf absaugenden Unterlagen (Gips- oder schwach gebrannten Ziegelplatten). Bei der letzteren Probe erreicht man bedeutend höhere Zugfestigkeiten und es ist bei Vergleichung von Zugfestigkeiten der reinen Cemente sowohl als der Cemente mit Sandmischung stets darauf Rücksicht zu nehmen, ob die betreffenden Probekörper auf die eine oder die andere Weise angefertigt sind.

Bei der Probe auf undurchlässiger Unterlage nimmt man auf 1000 Gew.-Theile Cement 200 bis 275 Gew.-Theile Wasser, je nach der Bindezeit des betreffenden Cements, arbeitet die Masse gut durcheinander, füllt dieselbe in die Formen, welche von der Unterlage durch Blättchen Löschpapier getrennt sind, und rüttelt die Masse durch Schläge mit dem Spatel gegen die Form derartig zusammen, daß alle Luftblasen entfernt werden und ein zusammenhängender Körper ohne Hohlräume sich bildet. Man streicht hierauf den überschüssigen Mörtel ab und zieht die Form vorsichtig ab. Proben mit dem gleichen Cement müssen hinsichtlich des Wasserzusatzes sowie beim Gusse stets gleich behandelt werden, da jedes Moment, welches auf eine Vergrößerung oder Verringerung der Verdichtung der Masse einwirkt, auch sofort die Festigkeit verändert.

Will man die Probe auf absaugender Unterlage machen, so nehme man auf 1000 Gew.-Theile Cement 330 Gew.-Theile Wasser; der Ueberschuß von Wasser wird hier von der Unterlage aufgesaugt und dadurch eine bedeutende Verdichtung der ganzen Masse herbeigeführt. Selbstverständlich müssen die Unterlagen, um die absaugende Eigenschaft zu behalten, öfter gewechselt und getrocknet werden. Nachdem die Masse in die Form gegossen ist, werden durch Anklopfen an die Form die Luftblasen entfernt. Nachdem die Oberfläche abgestrichen und eine leichte Erstarrung eingetreten ist, kehrt man die Form um, so daß nun auch die obere Seite abgesaugt wird. Die Masse sinkt in Folge der Ver-

drichtung in der Form. Man füllt dann von Neuem Cement auf, streicht bei beginnender Erstarrung ab und zieht die Form vorsichtig vom Probekörper ab. Haftet hierbei der Cement zu fest an der Form, so klopft man die Form von allen Seiten leise an, wodurch eine Lösung von den Wandungen bewirkt wird. — Es gehört einige Uebung dazu, um auf diesem Wege zu guten, gleichmäßige Festigkeit zeigenden Probekörpern zu gelangen.

Die weitere Behandlung und Prüfung der Probekörper hat dann wie oben beschrieben zu geschehen.

#### Personal-Veränderungen bei den Baubeamten.

(Mitte November 1878.)

Des Königs Majestät haben:

den Geheimen Baurath und vortragenden Rath im Ministerium für Handel etc. Wiebe zum Geheimen Ober-Baurath,

den Regierungs- und Baurath Schröder, Vorsitzenden der Eisenbahn-Commission zu Königsberg i/Pr., zum Geheimen Baurath und vortragenden Rath im Ministerium für Handel etc.,

den Eisenbahn-Bauinspector Böttcher, Mitglied der Eisenbahn-Commission in Hannover und

den Wasser-Bauinspector Keller, früher zu Frankfurt a/O., jetzt in Gumbinnen, zu Regierungs- und Bauräthen, sowie

den Garnison-Bauinspector Schönhals in Berlin zum Intendantur- und Baurath beim Kriegs-Ministerium zu ernennen und

dem Regierungs- und Baurath Gottgetreu in Cöln den Charakter als Geheimer Regierungsrath zu verleihen geruht.

#### Beförderungen und Ernennungen.

Der Eisenbahn-Baumeister George zu Oberlahnstein ist zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector bei der Hannoverschen Staatsbahn in Cassel und

der Land-Baumeister Spitta, Hilfsarbeiter im Ministerium der geistlichen etc. Angelegenheiten, zum Bauinspector befördert;

der Regierungs-Baumeister Bertuch in Posen ist zum Land-Baumeister und technischen Hilfsarbeiter bei der Regierung in Oppeln ernannt.

#### Versetzungen.

Der Regierungs- und Baurath Reitemeier, Mitglied der Direction der Ostbahn in Bromberg, ist als Vorsitzender der Eisenbahn-Commission nach Königsberg i/Pr.,

der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Heinrich Bartels zu Aachen an die Westfälische Eisenbahn nach Münster und

der Eisenbahn-Baumeister Piossek von Ratibor nach Kattowitz O/S. versetzt.

#### In den Ruhestand tritt:

der Kreis-Baumeister Zacher zu Marggrabowa.

## Bauwissenschaftliche Mittheilungen.

Original - Beiträge.

### Das neue Gemäldegalerie-Gebäude zu Cassel.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 1 bis 4 im Atlas.)

Im Frühjahr 1869 war von dem damaligen Oberpräsidenten der Provinz Hessen-Cassel, Herrn v. Möller, der Neubau für die ausgezeichnete Casseler Gemäldegalerie zuerst in Anregung gebracht worden durch Einziehung eines technischen Gutachtens, wie sich auf den Fundamenten der Kattenburg — jenes an Stelle des 1811 durch Brand verwüsteten alten Landgrafenschlosses im Jahre 1817 großartig begonnenen Schloßbaues, welcher seit 1821, nachdem er überall gleichmäßig bis zur Höhe der Ueberdeckung der Erdgeschloßfenster gediehen, plötzlich eingestellt worden und unberührt stehen geblieben war — ein neues Gemäldegalerie-Gebäude am geeignetsten errichten lasse. Bald darauf wurde ein weiteres Gutachten darüber eingezogen, ob sich nicht die von dem damaligen Bellevue-Marstall eingenommene Stelle am oberen Theil der Bellevue-Straße besser zur Errichtung dieses Gebäudes eigne, und man erkannte bald, daß letzterer Platz entschieden den Vorzug verdiene. Von dem Unterzeichneten waren schon mit den beiden genannten Gutachten Planskizzen zu dem neuen Gebäude vorgelegt worden, und im Sommer 1869 erhielt der Vorschlag, den Neubau an der Stelle des Bellevue-Marstalles zu errichten, die Allerhöchste Genehmigung. Im Spätherbst desselben Jahres wurde dem Unterzeichneten auf seinen Antrag Gelegenheit gewährt, in den wesentlichsten neueren Museen Deutschlands, Frankreichs und Englands sich mit allen Einzelheiten der für mustergültige Aufstellung von Gemäldesammlungen getroffenen Einrichtungen bekannt zu machen, und es wurde alsdann von demselben der Bauplan nach der ursprünglichen Skizze speciell ausgearbeitet, welcher im März 1872 die vollständige Genehmigung unter Bewilligung der veranschlagten Kosten erhielt.

Vorher war schon am 14. October 1869, behufs Gewinnung der zu einer soliden Quaderverblendung aller Außenseiten des Neubaus erforderlichen rothen Sandsteine sowie der Bruchsteine zu den Fundamenten, der Abbruch der Kattenburg und am 24. April 1871 auch der Abbruch des Bellevue-Marstalles begonnen worden. Am 6. Juni 1871 hatte man dann die Erdarbeiten und am 25. August desselben Jahres die Fundamente des neuen Gebäudes in Angriff genommen, so daß gleich nach der vollständigen Genehmigung des Bauplanes mit den Arbeiten an den sichtbar bleibenden Theilen des Sockels vorgegangen werden konnte. Vor Eintritt des Winters war das Gebäude überall bis zum Abschluß der Erdgeschloßfenster gelangt, im Jahre 1873 schritt es bis zum Hauptgesims vor und im Jahre 1874 wurde es unter Dach gebracht. Seitdem sind neben dem inneren Ausbau die zur vollständigen Freilegung und zu würdiger Umgestaltung der Umgebungen des neuen Gebäudes erforderlichen Arbeiten, der Abbruch des Bellevue-Marstalles, des dabei gelegenen alten Remisenbaues und des Flügels vom Bellevue-Pavillon, die Durchführung der Friedrichs-Straße bis zur Bellevue und die Gartenanlagen vor und hinter dem Galeriegebäude, ausgeführt worden.

Die steinerne Brücke, welche mit einem Bogen die Frankfurter Chaussee überspannt und die Verbindung der Anlagen am Bellevue-Tempel mit dem Weinberg gewährt, war schon im Jahre 1873 erbaut und der Bellevue-Tempel schon früher restaurirt und angemessen umgestaltet worden, unmittelbar nachdem auf Anordnung und nach den Angaben des Herrn Oberpräsidenten v. Möller die Gitter, Mauern und undurchdringlichen Bosketmassen, welche der Bellevue-Straße alle Aussicht entzogen und nur am unteren Theil derselben, zunächst am Friedrichsplatz einen Blick zwischen Eisenstäben hindurch und vom Tempel aus einen schmalen Streifen der Fernsicht offen gelassen hatten, beseitigt und ein Verbindungsweg der Bellevue-Anlagen mit der Frankfurter Chaussee angelegt worden, auch in den Anlagen der Carlsau, am Fuße des steilen Bellevue-Abhanges durchgreifende Verschönerungen eingetreten waren, welche auf die Aussicht von der Bellevue-Straße aus von dem günstigsten Einfluß gewesen sind.

Zur speciellen Leitung des Baues der Gemäldegalerie war dem Unterzeichneten, nachdem der hierzu ausersehene Baumeister Heydenreich durch die Blattern plötzlich hinweggerafft worden, bis zum Juli 1874 der Baumeister Schuchard, jetzt Kreis-Baumeister zu Cassel, und vom October 1874 an bis zur völligen Vollendung des Baues der Baumeister Paul Hofmann beigegeben; neben diesen waren nach einander die Bauführer Eubell, Gabe und Krause bei dem Bau thätig.

#### Allgemeine Anordnung des Gebäudes.

Für die allgemeine Anordnung des Gebäudes hat am meisten die ältere Pinakothek zu München als Vorbild gedient, und es besteht demgemäß das Gebäude aus einem in der Länge vorwaltenden Mittelbau — welcher im Hauptstockwerk eine Reihe von Oberlichtsälen, an der Hinterseite eine Reihe von Seitenlichtcabinetten und an der Vorderseite, nach der Bellevue hin, eine Loggia enthält — und 2 Eckpavillons, die aber, breiter und viel weniger vorspringend als in München, quadratische Grundform erhalten haben. In dem östlichen dieser Pavillons ist der Haupteingang mit dem großen Treppenhause angelegt worden, welches im Hauptgeschloß an den drei freiliegenden Seiten von Seitenlichträumen umgeben wird. Der westliche Eckpavillon enthält dagegen noch einen Oberlichtsaal, den ebenfalls Seitenlichträume an den drei freiliegenden Seiten umschließen.

Die Gemäldegalerie nimmt nur das Hauptgeschloß ein. Das Erdgeschloß, welches sich auf einem um 8 Stufen erhöhten Sockel erhebt, ist, soweit es nicht durch das Vestibül, die Verwaltungs- und Magazins-Räume für die Gemäldegalerie in Anspruch genommen wird, zur Aufstellung anderer Kunstsammlungen bestimmt. Die Größe des Gebäudes ist danach bemessen worden, daß die Gemälde Räume in demselben um die Hälfte mehr gut beleuchtete Bilderwandfläche bieten als in den früheren Galerieräumen überhaupt mit

Gemälden behangene Wandfläche vorhanden war. Es wird hierdurch neben der Rücksicht auf eine mögliche Vergrößerung der Sammlung der Vortheil erlangt, daß in allen Räumen des Neubaus die Gemälde viel weniger dicht aneinander gehängt zu werden brauchen.

Die Länge des ganzen Gebäudes beträgt 89,3 m, die Breite in den Pavillons 24,0 m, im Mittelbau 22,0 m und die Höhe bis zum Dachanfang 15,0 m. Das Erdgeschoss ist mit seinem Gurtgesims 6,0 m, das Hauptgeschoss mit dem Kranzgesims 7,6 m hoch. Ein auch äußerlich hervortretender höherer Aufbau der Oberlichtsäle, wie an der Münchener Pinakothek, wurde vermieden, weil die zu sehr gesteigerte Höhe der dortigen Oberlichtsäle jetzt allgemein als ungünstig für die Beleuchtung erkannt wird.

Die drei im Mittelbau enthaltenen Oberlichtsäle sind gleichmäßig 8,63 m breit und bis zum Rande der Lichtöffnung in der Decke 8,0 m hoch. Der mittlere Saal ist 17,72 m lang, die beiden daneben liegenden Säle haben nur 11,0 m Länge. Der vierte Oberlichtsaal im westlichen Pavillon ist 15,53 m lang, 10,0 m breit und 8,6 m bis zum Rande der Lichtöffnung hoch.

Die 7 Seitenlichtcabinete des Mittelbaues sind gleichmäßig 5,5 m breit, 6,1 m tief und 6,0 m hoch. Die Seitenlichträume in den beiden Pavillons sind theils Eckcabinete, welche in den Maßen den Cabineten des Mittelbaues ähnlich sind, theils hinter den Mittelrisaliten der Façaden gelegene Seitenlichtsäle von etwas größerer Höhe und wesentlich größerer Breite, welche durch große Gruppenfenster erhellt werden.

Der Styl des Gebäudes ist römische Renaissance mit Ausschluß aller zum Barocken hinneigenden Formen. Das Äußere wird hauptsächlich charakterisirt durch die Loggia des Hauptgeschosses, deren 11 mächtige Rundbogenfenster durch jonische Halbsäulen von einander getrennt werden. Fenster derselben Größe, von Pilastern eingeschlossen, erhellen die 4 nach der Bellevue-Straße gelegenen Eckcabinete. In der Mitte einer jeden der 6 Façaden der Eckpavillons tritt ein mit großen Gruppenfenstern ausgestattetes und mit einem Giebel gekröntes Risalit vor. Die 4 Gruppenfenster der Vorder- und der beiden Seitenfaçaden werden von dorischen Säulen und Pilastern gestützt. Das Erdgeschoss hat kleinere Rundbogenfenster und in der Mitte der Bellevue-Façade ein Portal, dessen Verdachung von zwei Karyatiden getragen wird. Das Hauptportal mit zwei schmälere Seitenthüren befindet sich aber an der nordöstlichen Schmalseite, welche dem neuen Theile der Friedrichs-Straße zugewendet ist. Seine Verdachung wird von 4 dorischen Säulen zwischen Wandpfeilern getragen.

Die hintere Seite weicht dadurch von den drei anderen Seiten wesentlich ab, daß an ihr statt der Rundbogenfenster nur gerade geschlossene Fenster vorkommen, weil die Rücksicht auf Gewinnung möglichst günstigen Lichtes auf dieser nach Nordwesten gelegenen Seite die Beibehaltung der Rundbogenfenster ausschloß, und es sind hier die Fenster des Hauptgeschosses so weit in die Höhe gerückt, daß ihre Verdachungen bis unter den Architrav des Gebäudes reichen und über dem durchlaufenden Brüstungsgesimse noch besondere mit Reliefs verzierte Brüstungen in die Fenster eingesetzt sind, weil man nur hierdurch ein in günstigster Weise recht hoch einfallendes Seitenlicht erlangen konnte.

Die Gruppenfenster werden an dieser Seite statt der dorischen Säulen von schlanken Hermenpfeilern gestützt. An der Hinterseite ist den Eckpavillons nur ein sehr geringer Vorsprung gegeben worden, um in keiner Weise die Beleuchtung der Cabinete des Mittelbaues durch Reflex zu beeinträchtigen.

Das Dach ist mit Wellenzink eingedeckt, der Dachstuhl ganz aus Eisen und unabhängig von den Deckenconstructionen ausgeführt. Die Maurer- und Steinhauer-Arbeiten an dem Gebäude sind von den Casseler Bauunternehmern Schmidtman, Zahn und Potente gefertigt worden.

Die äußere Architektur wird durch bildnerische Ausstattung gehoben, welche zunächst darin besteht, daß an der Façade nach der Friedrichs-Straße die fensterlosen Seitenpartien neben dem großen Gruppenfenster über dem Hauptportal in Bildnischen, deren Verdachungen von dorischen Halbsäulen getragen werden, überlebensgroße Sandstein-Statuen von Rubens und Rembrandt, den Hauptvertretern der niederländischen Schule, in welcher die Casseler Galerie so besonders hervorragend ist, aufgestellt sind und das Giebfeld dieser Seite das Reliefbild des Gründers der Gemäldesammlung, des Landgrafen Wilhelm VIII, von Genien gehalten und begrenzt, darstellt.

Die zwei Giebelfelder der Bellevue-Façade zeigen dagegen in liegenden weiblichen Figuren mit Kindern und Beiwerk die Historien-, Genre-, Thier- und Landschaftsmalerei. Das Giebfeld der dem Bellevue-Tempel zugewendeten Südwestseite stellt in Kinderfiguren die Thätigkeit des Architekten dar, während die zwei Giebelfelder der Hinterseite in gleicher Weise der Bildhauerei und Malerei gewidmet sind. Alle diese Bildwerke sind nach den Entwürfen und Modellen des Professors Hassenpflug zu Cassel und unter dessen Leitung in hellem Sandstein ausgeführt.

Die beiden Karyatiden am Portal nach der Bellevue-Straße, ebenfalls aus hellem Sandstein bestehend, sind in Dresden von dem aus Cassel gebürtigen Bildhauer Echtermeyer ausgeführt, von dem auch die Modelle von den in Zinkguß hergestellten Genien und Greifen, welche die Mittel- und Eck-Akroterien aller 6 Giebel bilden, herrühren.

Die in flachem Relief gehaltenen Genien in den Zwickeln der vier rundbogigen Gruppenfenster des Hauptgeschosses, theils aus Pariser Kalkstein, theils aus Sandstein gearbeitet, sind Werke des Bildhauers Brandt zu Cassel.

Das Hauptportal an der Friedrichs-Straße führt uns in das Vestibül, welches dem Eintretenden sogleich den Blick über die aus dunkelgrauem nassauer Marmor bestehende Haupttreppe in das Treppenhaus bis vor die Eingangsthür zum ersten Oberlichtsaale darbietet. Zu beiden Seiten des Vestibüls werden Nebenhallen durch je zwei dorische Säulen aus dunkelgrauem nassauer Marmor abgetrennt. Pilaster von grauem Stuckmarmor theilen die mit rothbraunem Stuckmarmor bekleideten Wandfelder ab, und ein grauer Plafond mit Ornamenten in rother Ausgründung und mit grünen Cassetten, sowie ein gemusterter Fußboden aus italienischem Mosaik (Terrazzo) hilft mit dazu, den Blick aus dem nur mäßig erhellten Vestibül in das farbenprächtig und reich gehaltene Treppenhaus wirkungsvoll einzurahmen. Der linken Seitenhalle des Vestibüls schließt sich der Garderoberraum an, dem ein Zimmer für die Galeriediener gegenüber liegt. In der linken Seitenhalle befindet sich auch die Thür zu den

Sammlungsräumen des Erdgeschosses, während drei andere aufser dieser in der Wand neben dem Treppenaufgang liegende Thüren zu Nebenräumen und zum Atelier des Conservators führen.

Die Haupttreppe steigt in zwei Absätzen und in unveränderter Richtung zwischen rothbraunen Stuckmarmorwänden, die mit Balustraden aus dunkelgrauem nassauer Marmor abschließen, bis in die prächtige, von Oberlicht erhellte Treppenhalle des Hauptgeschosses. An den Wänden dieser Halle bilden auf Postamenten paarweise vortretende korinthische Halbsäulen aus gelbbraunem Stuckmarmor die Stützen der über ihrem Gebälk beginnenden Hohlkehlenwölbung mit einschneidenden Kappen. Die Wandflächen zwischen je zwei zu einem Paare gehörigen Halbsäulen sind mit reichen Reliefs, welche sich gelbbraun auf rothem Grunde abheben, verziert, und es kehrt dieselbe Verzierungsweise im Fries des Gebälkes, in den Friesen der Thüreinfassungen und in den Flächen der Hohlkehlenwölbung wieder. Die einschneidenden Kappen sind dagegen blau mit gelben Sternen gehalten; die halbkreisförmigen Stirnflächen zeigen gelbbraune Reliefs auf blauem Grunde, und die großen Wandflächen darunter sind einfach blau mit teppichartiger Borde gehalten und bilden einen ruhigen Hintergrund für die auf den Postamenten der Balustrade aufgestellten Statuen aus weißem carrarischem Marmor. Diese Statuen, von der Hand Echtermeyer's, stellen in lebensgroßen weiblichen Gewandfiguren die Länder, in denen die Malerei zur Blüthe gelangt ist, dar — Griechenland, Rom, Niederlande, Deutschland, Italien, Spanien, Frankreich und England. Bis jetzt ist nur eine derselben wirklich in Marmor vollendet und aufgestellt, die Griechenlands, drei andere: Deutschland, Italien und Spanien, sind einstweilen in stearinisirten Gipsabgüssen aufgestellt und sollen im Frühjahr 1879 durch Marmorstatuen ersetzt werden. Die letzten Marmorstatuen werden dann im Frühjahr 1881 zur Aufstellung kommen. Die Statuen, welche ursprünglich nur in Gipsabgüssen bestellt waren, haben solche Anerkennung gefunden, daß es gelungen ist, im Anfang vorigen Jahres die erforderliche Nachbewilligung zur Ausführung derselben in Marmor zu erlangen. Die matte Glasdecke des Treppenhauses ist gelblich mit feinem, rothem Ornamente gehalten, wodurch dem ganzen Raume ein warmer goldiger Lichtschein gewährt wird, welcher besonders bei Morgensonne von günstiger Wirkung ist.

Durch die Hauptthür, auf welche die Treppe gerichtet ist, betritt man den ersten Oberlichtsaal, aus welchem man durch offene Verbindungsthüren gleich den Blick durch die drei anderen Oberlichtsäle vor sich hat.

#### Beleuchtung der Gemälde Räume.

Bezüglich der Beleuchtung der Gemälde Räume wurde vor allen Dingen an dem Grundsatz festgehalten, jedem Gemälde raume nur ein Fenster zu geben, dieses aber der Größe des Raumes entsprechend zu gestalten, und die Beleuchtung überall so anzuordnen, daß stets die Bilderwände das hellste Licht bekommen, keine andere Fläche in einem Gemälde raume helleres Licht erhalten kann als die Bilderwände.

Um dies zu erreichen, war bei den Oberlichtsälen eine Beschränkung der Höhe erforderlich. Die architektonische Wirkung hoher Prachträume mußte hier dem Erforderniß wirklich guter Beleuchtung umsomehr nachstehen, als die

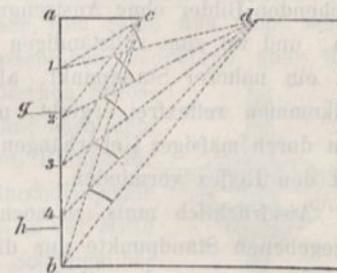
Casseler Gemäldegalerie gar keine Bilder von ungewöhnlicher Größe besitzt.

Ehe ich näher auf Einzelnes eingehe, muß ich vorausschicken, daß ich im Wesentlichen ganz den Vorschlägen „Ueber Einrichtung und Beleuchtung von Räumen zur Aufstellung von Gemälden und Skulpturen“ gefolgt bin, welche Professor Magnus zu Berlin in der Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 1864, veröffentlicht hat, von deren Richtigkeit mich die in allen neueren Gemäldegalerie-Gebäuden gemachten Beobachtungen immer mehr überzeugt haben.

Erfahrungsgemäß ist das durch ein Lichtloch in der Decke einfallende Licht an den Seitenwänden in einer gewissen Höhe am stärksten und nimmt von hier aus nach oben sowohl wie nach unten allmähig ab.

Nebenstehende Skizze

gibt den Querschnitt der 3 Oberlichtsäle im Mittelbau an. Dieselben haben 8,63 m Breite und 8,0 m über dem Fußboden eine Lichtöffnung von 3,45 m Breite. Theilt man nun die Höhe der Seitenwand  $ab$  in 5 gleiche Theile und zieht von den

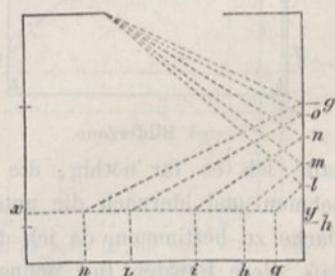


gh Bilderzone.

den Punkten  $c$  und  $d$ , so läßt sich nach der Größe der an den Punkten 1, 2, 3, 4 entstehenden Lichtwinkel ersehen, wie die Lichtstärke von 1 bis 3 zunimmt und von 3 bis  $b$  abnimmt. Das hellste Licht wird also etwa 3 m über dem Fußboden sein und daher, da die Bilderzone  $hg$  eine Höhe von 4,89 m über dem Fußboden erreicht, in die Mitte dieser Zone fallen. Die Bilderzone empfängt hiernach schon vermöge dieser Höhenlage des Lichtloches ein helleres Licht als die Wandflächen über und unter derselben, und es ist der in vielen allzu hohen Oberlichtsälen neuerer Galerien vorkommende Uebelstand, daß die oberen Gesimse und Deckenwölbungen helleres Licht haben als die Bilder, vollständig beseitigt.

Die Vermeidung des Reflexes von der glänzenden Oberfläche der Bilder kann nicht, wie es mitunter versucht worden ist, den Grund abgeben, die Höhe von Oberlichtsälen so sehr zu steigern, daß die Bilderzone in die Region des schon entschieden schwächeren Lichtes hinabverlegt wird, denn die wenigen bis jetzt ausgeführten Oberlichtsäle, in denen das Lichtloch in einer den obigen Grundsätzen entsprechenden mäßigen Höhe angebracht und die Oberlichtbeleuchtung auch aufserdem einigermaßen richtig angeordnet ist, liefern den Beweis, daß bei der hierdurch bedeutend gesteigerten Helligkeit der Bilderzone der Reflex, die Spiegelung des mit mattem Glase geschlossenen Lichtloches auf der glänzenden Oberfläche der Bilder, nur sehr wenig bemerkt wird.

Uebrigens zeigen die in der nebenstehenden Figur gezogenen Reflexlinien von den Punkten  $lmno$  in verschiedenen Höhen der Bilderzone, daß man bei angemessener Entfernung von den Gemälden jedem möglichen Reflex vollständig entgehen kann. Die Linie  $xy$  giebt die Höhe an,



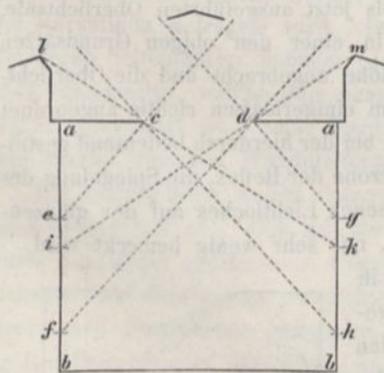
gh Bilderzone.

in der sich die Augen des stehenden Beschauers befinden, und die Figur zeigt deutlich, daß ein dicht an den Schranken, bei *g* stehender Beschauer die Bilderwand vom unteren Rande an bis zu dem Punkte *l* ohne jeden Reflex sehen kann. Um höher hinauf reichende Gemälde überhaupt betrachten zu können, muß sich nun der Beschauer ohnehin weiter von der Bilderwand entfernen. Bei *h* stehend wird er die Bilderwand bis zur Höhe *m* übersehen können und bis zu dieser Höhe ganz sicher keinen Reflex haben. Entfernt er sich bis zu den Punkten *i* und *k*, so wird er die Bilderwand bis zu den Höhen *n* und *o* übersehen können und reflexfrei haben, und in dem Punkte *p* wird er bis zum höchsten Stande der Bilderzone auf der ganzen Bilderwand keinen Reflex mehr bemerken können. Wesentlich näher darf er ohnehin nicht stehen, um die bis zu dieser Höhe hinaufreichenden Bilder ohne Anstrengung ganz übersehen zu können, und wo zum vollständigen Genuß eines einzelnen Bildes ein näherer Standpunkt, als er sich nach Obigem als vollkommen reflexfrei ergibt, nöthig befunden wurde, hat man durch mäßiges Ueberhängen des Bildes ohne Schwierigkeit den Reflex vermieden.

Ausdrücklich muß ich noch hinzufügen, daß die oben angegebenen Standpunkte nur die Entfernungen bezeichnen, von denen es mathematisch unmöglich ist, unterhalb der entsprechenden Höhe auf irgend einem Punkte der ganzen Bilderwand den Reflex des Deckenfensters zu sehen, und daß man für die einzelnen Bilder auch nähere Standpunkte als die oben angegebenen findet, an denen man gar nicht vom Reflex in der Betrachtung der Bilder gestört wird.

Von ganz besonderer Wichtigkeit ist nun aber weiter die Art, wie das matte Glas in der Lichtöffnung durch Fenster im Dache erhellt wird, und die hierauf bezügliche Einrichtung bietet das allerbeste Mittel dazu, gerade den Bilderwänden und nicht irgend einer anderen Fläche, namentlich dem Fußboden des Saales, das hellste und beste Licht zuzuführen.

Man sollte denken, es müßte Jedermann sofort einleuchten, daß die Bilderwände *ab* nur dann gut und ausreichend beleuchtet sein können, wenn durch das Lichtloch *cd* wirklich volles directes Himmelslicht, nicht aber reflectirtes indirectes Licht auf die Bilderflächen *ef* und *gh* fallen kann.



*gh* Bilderzone.

halte ich es für nöthig, die Punkte *i* und *k* höher anzunehmen und hiernach die unteren Grenzen der Fenster im Dache zu bestimmen, da ich den größten Werth darauf lege, daß diese Fenster tief genug herabgehen und hinreichend seitwärts von dem Lichtloche sich fortsetzen, um durch das-

selbe der ganzen Bilderzone volles directes Licht zuzuführen. Dagegen halte ich es aber nicht nur für unschädlich, sondern sogar für eine Beförderung der guten Beleuchtung, wenn mitten über dem Lichtloche ein Stück der Dachfläche undurchsichtig bleibt und somit zwei völlig von einander getrennte Fenster in den beiden Dachflächen entstehen, denn hierdurch wird vorzugsweise dem Fußboden Licht entzogen, und das auf die Bilderzone fallende Licht ist daher von um so günstigerer Wirkung.

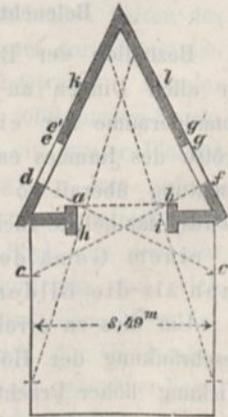
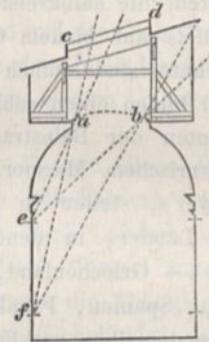
Die völlige Trennung der in den beiden Dachflächen liegenden Oberlichtfenster gewährt auch noch den Vortheil, daß man leichter die zur Milderung des grellen Sonnenlichtes nothwendigen Ziehvorhänge aus naturfarbigem Leinen unter den Dachfenstern anbringen kann.

Die Nothwendigkeit, den Bilderwänden durch das matt verglaste Lichtloch directes und nicht reflectirtes Himmelslicht zuzuführen, hat man in unbegreiflicher Weise noch bei den Oberlichträumen mehrerer der neueren Gemäldegalerie-Gebäude nicht erkannt. In dem nebenstehenden, einem Saale der neuen Kunsthalle in Hamburg entnommenen Profile (vergl. Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 1868, Blatt 5 im Atlas), welches keineswegs vereinzelt bei den neueren Bauten der Art da-

steht, machen es die einpunktirten Linien auf den ersten Blick deutlich, wie außerordentlich wenig wirklich gutes Licht die Bilderwand *ef* von dem Fenster *cd* durch das matt verglaste Lichtloch *ab* erhalten kann. Daß unter solchen Umständen die Beleuchtung in diesem Saale eine höchst ungünstige ist, braucht wohl kaum versichert zu werden. Man sieht in allen Sälen der Art, wenn man in der Nähe einer Bilderwand (bei *f*) steht, ganz deutlich auf dem matten Glase den dunklen Streifen, welchen die undurchsichtige Fläche *db* hervorbringt, sich von dem schmalen Streifen des directen Lichtes absetzen, und wenn die Fläche *db* von der Sonne beschienen ist, veranlaßt sie ein blendendes Reflexlicht auf der Bilderwand *ef*, welches den ruhigen Genuß der Bilder, besonders derjenigen an der gegenüberstehenden Wand, empfindlich stört. Volles reines Himmelslicht erhält in solchen Räumen nur der Fußboden, der es am allerwenigsten braucht und dessen unangenehme Helligkeit die Dunkelheit der Bilderwände noch viel auffälliger macht.

Den besten Beweis von der Richtigkeit der obigen,

von Professor Magnus aufgestellten Regel habe ich in dem, seines Oberlichtes wegen seit langer Zeit schon berühmten Hauptraume der Gemäldegalerie zu Antwerpen, dessen Profil nebenstehend skizzirt ist, gefunden. Dieser durch Umbau in der früheren Église des Récollets eingerichtete Gemäldeaal hat bei *ab* das matt verglaste Lichtloch in der Decke und bei *c* den oberen Rand der Bilderzone. Das Lichtloch erhielt nur von den zwei der Länge nach durchlaufenden Fensterreihen *de* und *fg* in dem aus schwerem Zimmer-

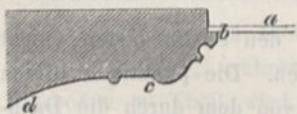


werk bestehenden Dachstuhl der früheren Kirche sein Licht, und obgleich diese Fenster auffallend klein im Verhältniß zu dem Lichtloche *ab* waren und dabei noch durch die dicken Sparren unterbrochen wurden, war doch das von ihnen gewährte Licht so vortrefflich, daß dieser Saal, schon als ich ihn im Jahre 1844 zum ersten Male sah, sich vor den Oberlichtsälen fast aller anderen Gemäldegalerien entschieden in dieser Hinsicht auszeichnete und allgemein als vortrefflich beleuchtet anerkannt wurde. Der Grund dieses günstigen Erfolges bei so sehr geringer Fenstergröße liegt offenbar in der richtig gewählten Lage der Fenster, welche es mit sich bringt, daß dieselben directes Licht nur den Bilderwänden und nicht, wie es in fast allen anderen Galerien noch jetzt der Fall ist, dem Fußboden gewähren.

Vor 11 Jahren hat man die Beleuchtung dieses Saales dadurch noch verbessert, daß man in den bis dahin ganz undurchsichtig und mit dem Schieferdach überdeckt gewesenen Flächen *e'k* und *g'l* noch weitere Fenster mit großen Scheiben aus mattem Glase eingelegt hat, während in den Fenstern *de* und *fg* noch die früheren kleinen Scheiben von durchsichtigem Glase verblieben und an der Südseite mit weißer Farbe überstrichen sind. Davon, daß die in den beiden Dachflächen angebrachten Fenster durch das gänzlich undurchsichtige Stück *kl* des Daches von einander getrennt sind, vermag man vom Saale aus durch das matte Glas nichts zu erkennen.

Gegen die Beleuchtung dieses Saales läßt sich nur noch einwenden, daß derselbe zu hoch ist, und daher am unteren Rande der Bilderzone eine merkliche Abnahme des Lichtes eintritt, was umso mehr als ein Nachtheil angesehen werden muß, da die Antwerpener Galerie, welche viele Bilder von sehr bedeutender Größe enthält, nur hohe Oberlichtsäle, von denen die anderen weniger gut beleuchtet sind, aber gar keine Seitenlichträume hat, und daher kleinere Gemälde in derselben nicht anders als in der Region des abgeschwächten Lichtes aufzuhängen sind. Ferner ist einzuwenden, daß die hohen senkrechten Flächen *ah* und *bi*, welche das Lichtloch umgeben, helleres Licht empfangen als die Bilderwände, was durch weißen Anstrich dieser Flächen noch viel störender wird.

Dieser letztere Uebelstand ist in den neuen Sälen des Louvre zu Paris nach Place Napoléon hin für die Gemälde der französischen Schule vermieden. Hier ist, ganz so wie es Professor Magnus vorschlägt, das Lichtloch mit einem breiten reichen Goldrahmen umgeben, welcher so gegliedert ist, daß er dem einfallenden Lichte gar keine größere Fläche darbietet und den Bilderwänden keinen Strahl des Lichtes von der matten Glasdecke entzieht. Ueberhaupt sind mir diese zwei großen Bildersäle des Louvre in der Art, wie durch deren einfache innere Decoration und Farbausstattung die Wirkung der Gemälde gehoben wird, musterhaft erschienen. In den Gemäldesälen des Museums in Brüssel hatte man im Jahre 1869 schon damit den Anfang gemacht, die innere Ausstattung fast ganz diesem Muster gemäß umzugestalten, und ich habe in dem Casseler Galeriegebäude die Ausstattung der Oberlichtsäle ebenfalls sehr wesentlich nach dem Vorbilde dieser Säle im Louvre behandelt, während ich für die Anordnung der Oberlichtfenster durch



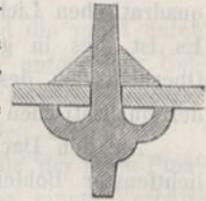
a Matte Glasdecke.  
bc Goldrahmen.  
d Hohlkehlenwölbung.

die Besichtigung der bedeutendsten neueren Galeriegebäude zwar viele Gelegenheit zu lehrreichen Beobachtungen, nirgend aber ein in jeder Hinsicht musterhaftes Vorbild gefunden hatte.

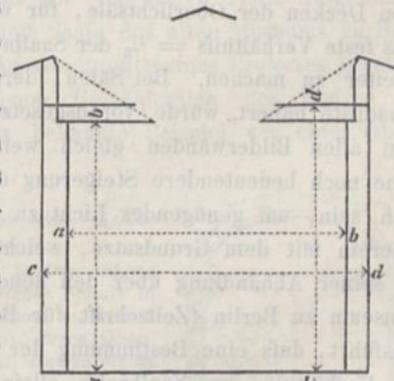
Die matte Verglasung in den Lichtlöchern der Oberlichtsäle habe ich nicht so, wie es im Treppenhaus geschehen ist, horizontal, sondern in Form eines sehr flachen



Satteldaches ansteigend projectirt. Die Scheiben liegen hierbei mit dem unteren Rande etwa 0,3 m höher als die Fußbodenfläche über der Saaldecke und bilden auf diese Weise einen durch Klappen verschließbaren Zwischenraum für die Ventilation, in den man aber vom Saale aus nicht sehen kann, weil die matten Glasscheiben bedeutend über das Lichtloch überstehen. Die eisernen Sprossen für diese Scheiben, welche, nach dem nebenstehenden Profile gebildet, Rinnen für das in den Kittfalzen etwa durchdringende Wasser haben, verbinden sich in der Mitte mit einer Firstsprosse. Die Scheiben bestehen der Höhe nach von dieser Firstsprosse bis zum unteren Rande aus einem Stück, sind also in den 3 Sälen des Mittelbaues 2,23 m und in dem Saale des westlichen Pavillons 2,73 m hoch bei einer Breite von etwa 0,55 m. Zur Unterstützung der Firstsprossen sind die Lichtlöcher in den 2 kleineren Oberlichtsälen einmal und in den 2 größeren Oberlichtsälen zweimal mit durchgehenden, mit Gliederungen aus Zinkblech verkleideten Walzeisenschienen abgetheilt, welche die nöthige Querverbindung gewähren, und von deren Mitte eine kleine Stütze mit leichten Ranken sich bis zu der Firstsprosse erhebt. Auf diese Weise bildet die matte Verglasung der Lichtlöcher ein Schutzdach für alles möglicher Weise durch die Oberlichtfenster oder das Dach eindringende Wasser, welches vermittelst kleiner Rinnen am unteren Rande der Scheiben in leicht zu leerenden Gefäßen aufgefangen wird. Ueber ihren schmalen Seiten werden die Lichtlöcher unter der matten Glasdecke mit giebelartigen Brettern abgeschlossen, welche mit einer dem matten Glase entsprechenden Farbe gestrichen sind. Die Fußböden der Dachräume über den Oberlichtsälen sind durch einen Asphaltgufs gesichert.



Die Oberlichtfenster im Dache sind mit stärkeren Sprossen, welche ebenfalls Rinnen für den Abfluß des in den Fugen eindringenden Wassers haben und über den eisernen Pfetten des Dachstuhles eine mittlere Unterstützung erhalten, construiert. Sie sind mit 4,32 m langen, 0,55 m breiten Rohglasscheiben, wie sie sich bereits in dem neuen Museum zu Leipzig befinden, verglast, so daß also auch hier



ab und ab resp. Höhe und Weite der Säle im Mittelbau.  
cd und cd resp. Höhe und Weite des westlichen Saals.

jede Querfuge zwischen den Scheiben vermieden wird. Eine Vergrößerung dieser Fenster über dem breiteren westlichen Oberlichtsaal ist, wie die auf voriger Seite unten stehende Skizze zeigt, wegen der größeren Höhe, in der das Lichtloch dieses Saales liegt, nicht nöthig. Zum Auffangen des Schweißwassers sind die nöthigen Zinklechren angebracht. Zur Ventilation befinden sich in der Dachfirst fortlaufende Reihen von Luftzügen und am unteren Rande des Daches Luftöffnungen mit weit überstehenden Wetterdächern. Die Mauern im Dachboden sind vielfach mit Bogenöffnungen unterbrochen, um der Luft freie Circulation zu gewähren. Luftflügel in den Oberlichtfenstern konnten auf diese Weise ganz vermieden werden.

Wegen der durchweg entschieden länglichen Gestalt der Lichtöffnungen erschien es nicht erforderlich, die Oberlichtfenster auch in der Längenrichtung des Gebäudes über die Lichtöffnungen hinaus fortzusetzen, wie es bei annähernd quadratischen Lichtlöchern unbedingt nothwendig sein würde. Es ist dies in geringem Maasse nur über den 2 kleineren Oberlichtsälen des Mittelbaues geschehen, weil diese sich der quadratischen Grundform mehr nähern.

Auf den Dachflächen sind am unteren Rande der Oberlichtfenster Bohlenpritschen angebracht, welche die Reinigung der Fenster vom Schnee erleichtern.

Die Oberlichtsäle haben ein etwas größeres Verhältniß der Höhe zur Breite erhalten als es von Professor Magnus empfohlen wird, weil dies nothwendig erschien, um die störende Einwirkung des Reflexes von den glänzenden Gemälderoberflächen den Augen des Beschauers thunlichst zu entziehen. Die zweite der vorstehenden Figuren läßt deutlich erkennen, in welchem Grade bei Verminderung der Saalhöhe die nachtheilige Einwirkung jenes Reflexes zunehmen würde. Davon, daß diese geringe Höhensteigerung, welche übrigens auch der architektonischen Wirkung der Säle zu Gute kommt, nicht von nennenswerthem Nachtheil für die Beleuchtung sein kann, hatte ich mich durch die sorgfältigsten Beobachtungen in vielen Gemäldegalerieen vollkommen überzeugt.

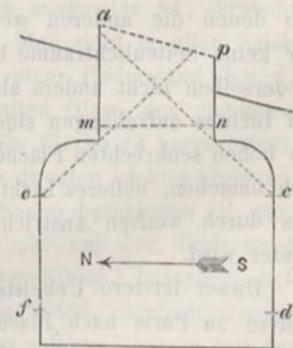
Trotz dieser Steigerung der Saalhöhe ist aber die Höhe der Bilderzone in den Oberlichtsälen des Mittelbaues nur 4,75 m und in dem großen Oberlichtsaale des westlichen Pavillons nur 4,89 m über dem Fußboden angenommen worden, während sie in den beiden ersten Sälen des früheren Gemäldegalerie-Locales 5,18 m betragen hat.

Mit Rücksicht auf die Steigerung der Saalhöhe habe ich es auch für nothwendig gehalten, die Lichtöffnungen in den Decken der Oberlichtsäle, für welche Professor Magnus das feste Verhältniß  $= \frac{1}{3}$  der Saalbreite empfiehlt, um etwas breiter zu machen. Bei Sälen, deren Grundform sich dem Quadrate nähert, würde, vorausgesetzt, daß die Lichtöffnung von allen Bilderwänden gleich weit entfernt bleiben soll, eine noch bedeutendere Steigerung dieser Breite unvermeidlich sein, um genügendes Licht zu gewinnen. Dies stimmt überein mit dem Grundsatz, welchen Baumeister A. Tiede in seiner Abhandlung über den neuen Oberlichtsaal im alten Museum zu Berlin (Zeitschrift für Bauwesen 1871. S. 188.) ausführt, daß eine Bestimmung der Breite der Lichtöffnung im Verhältniß zur Saalbreite allein nicht genügt und statt dessen eine Bestimmung des Quadratinhaltes der Lichtöffnung im Vergleich zum Quadratinhalte der Saalgrundfläche den Vorzug verdient.

Die von Herrn Tiede hierfür ermittelten und empfohlenen Verhältnißzahlen, welche einigen der am besten beleuchteten Oberlichtsälen in Leipzig, Dresden und München entnommen sind, werden von der Größe der Lichtöffnungen im Casseler Galeriegebäude nicht erreicht, denn die Lichtöffnungen verhalten sich zu den Saalgrundflächen in dem langen Mittelsaale wie 1 : 3,53, in den beiden kleineren Sälen des Mittelbaues wie 1 : 4,48 und in dem Saale des westlichen Pavillons wie 1 : 3,93. In dem Casseler Galeriegebäude sind aber die Oberlichtsäle wesentlich niedriger im Verhältniß zu ihrer Breite als die Säle, denen Herr Tiede seine Verhältnißzahlen entnommen hat, und in den hier in Betracht gezogenen Sälen zu Leipzig und Dresden ist durchweg, wie dies zum Theil Herr Tiede auch selbst ausdrücklich anerkennt und wie unten näher nachzuweisen sein wird, die Zuführung des Lichtes der Dachfenster zu den Lichtöffnungen in der Decke eine sehr ungünstige und fehlerhafte, während im Casseler Galeriegebäude die Forderung, welche auch Herr Tiede (S. 188) stellt, daß die Dachlichtfenster groß genug sein müssen, um keinem Lichtstrahl hindernd zu werden, der auf einen Punkt der Bildfläche fallen kann, vollkommen erfüllt wird.

Bezüglich der Oberlichtsäle, denen Herr Tiede seine Verhältnißzahlen entnommen hat, dürften noch folgende Bemerkungen nicht überflüssig erscheinen:

Bei dem langen Mittelsaale im Leipziger Museum, in welchem die Calame'schen Bilder hängen, erwähnt auch Herr Tiede die Beeinträchtigung, welche die Beleuchtung dadurch erfährt, daß eine Wand im Dachboden die Helligkeit vermindert. Der Fehler liegt hier daran, daß nach nebenstehender Skizze das ziemlich hoch über dem Deckenfenster  $mn$  gelegene Dachfenster  $ap$  in seiner Grundfläche nur der Größe des Deckenfensters entspricht und in der unbegreiflicher Maassen noch in so vielen neueren Gemäldegalerieen vorkommenden Weise durch einen Lichtschacht mit weiß angestrichenen Wänden mit diesem verbunden wird,

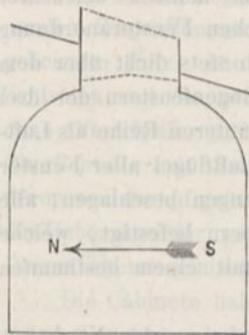


als wenn es nur darauf ankäme, den Saalfußboden, nicht aber die Bilderwände, zu beleuchten. Die punktirten Linien deuten an, wie auffallend wenig von dem durch die Dachfenster einfallenden Lichte mit directen Strahlen die Bilderwände bis zum obersten Rande erhellen kann. Außerdem hat diese fehlerhafte Einrichtung aber nicht nur den Nachtheil, den Herr Tiede anführt, daß bei Sonnenschein stets ein breiter Schatten auf das Deckenfenster fällt, sondern den noch viel schlimmeren, daß dabei stets die eine der beiden weißen Bretterwände  $am$  blendend hell von der Sonne beschienen wird und daher ein so grelles Reflexlicht auf die gegenüber liegende Bilderwand  $cd$  wirft, daß dagegen die anderen Bilderwände bei dem ungenügenden directen Lichte, welches sie erhalten, in tiefen Schatten gehüllt erscheinen. Dieses grelle Reflexlicht ist für die davon betroffenen Bilder zwar mitunter ganz günstig. Es erzeugt das, was man oft eine „magische Beleuchtung“ nennt. Will man aber während desselben Bilder an der gegenüber liegenden Wand

*ef* betrachten, so erscheinen diese nicht nur im Gegensatze zu den so grell beleuchteten im tiefen Schatten, sondern man wird auch, nachdem man sich herumgedreht hat, durch den grellen Sonnenschein auf der weissen Fläche *am* so geblendet, das man sehr wenig auf der dunklen Bilderwand *ef* erkennen kann. Deshalb ist es so überaus wichtig, Bildersäle immer so einzurichten, das wenigstens das Auge des Beschauers gegen alles Reflexlicht geschützt wird und aufser dem Deckenfenster kein Gegenstand im Saale helleres Licht ausstrahlen kann als die Gemälde.

Hiernach wird es gewiss einleuchten, das die Gröfse der Lichtöffnung in diesem Saale bedeutend hätte vermindert werden können, wenn man den Einfall des Dachlichtes besser eingerichtet hätte. Die Breite der Lichtöffnung würde sich ohne Zweifel hier als zu bedeutend darstellen, wenn in der That volles Himmelslicht durch dieselbe auf die Bilderwände fallen könnte. Man darf daher aus der Gröfse dieser Lichtöffnung wohl keinen Schluss ziehen auf die Gröfse, welche man einer Lichtöffnung bei ungleich besserer Zuführung des Dachlichtes zu geben haben wird.

Die in diesem Saale angeordnete Durchführung der Lichtöffnung auf die ganze Länge des Saales ist eine Einrichtung, welche nur in sehr schmalen langen Galerieräumen anwendbar wird, weil sie eine gleichmäfsig helle Beleuchtung der beiden langen Bilderwände bis in die äufsersten Ecken ermöglicht, aber zum entschiedenen Nachtheil der Schmalseiten, welche ein vollkommen senkrecht herabfallendes Streiflicht erhalten und dehalb so beleuchtet erscheinen, wie Wandflächen unter freiem Himmel, was anerkannter Maafsen der Beleuchtung nicht entsprechend ist, die man in einem Gemäldeeraume fordert.

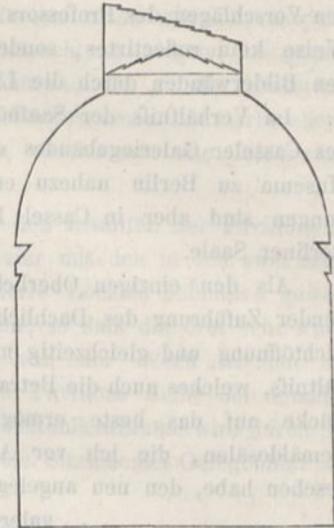


Die beiden quadratischen Nebensäle an den Ecken des Leipziger Museums haben die nebenstehend skizzirte Einrichtung ihrer ebenfalls quadratischen Oberlichtfenster, wieder mit senkrechten Lichtschächten. Es bedarf keiner Ausführung, das hierbei die oben dargestellten Nachtheile in sehr erhöhtem Maafse eintreten, weil die Bilderwände nur durch einen kleinen Theil

der an sich viel zu kleinen Deckenöffnung directes Licht erhalten können, während dieses in vollem Strahle dem Fußboden zu Theil wird. Es kann keinem Zweifel unterliegen, das hier die Lichtöffnung den Bilderwänden viel helleres Licht geben würde, wenn das Dachfenster besser angelegt wäre, und aus der Gröfse dieser Lichtöffnung läfst sich daher wieder kein Schluss ziehen auf die Gröfse, welche man richtig beleuchteten Lichtöffnungen geben muß. Nur so viel ist hier zu erkennen, das man, wie schon oben erwähnt, quadratische Oeffnungen im Verhältnifs zur Breite eines quadratischen Saales viel gröfser machen muß als dies bei entschieden rechteckigen Lichtöffnungen nothwendig ist.

In den Sälen der Dresdener Galerie, deren zu sehr gesteigerte Höhe Herr Tiede mit Recht tadelt, ist der Licht-einfall nach nachfolgender Skizze hergestellt, also auch hier ein Dachfenster von gleicher Grundflächengröfse mit dem Deckenfenster und beide durch einen, wenn auch nur kurzen, aber doch recht nachtheiligen Lichtschacht verbun-

den. Die Deckenöffnungen verhalten sich hier nach Tiede zur Saalgrundfläche wie  $1 : 3,3$  und geben den an der oberen Hälfte der Bilderwände hängenden Bildern ausreichendes Licht. Wenn aber hier die Deckenöffnungen wirklich volles directes Licht den Bildern zuführten und die nachtheiligen Einflüsse des Lichtschachtes dadurch wegfielen, könnten die Lichtöffnungen sicher etwas kleiner sein, ohne das es für die Beleuchtung der hoch hängenden Bilder nachtheilig wäre. Für die tief hängenden Bilder sind die Säle, hier ebenso



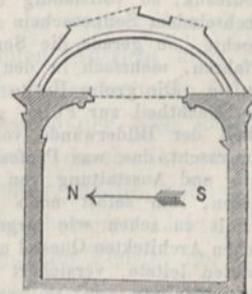
wie in München, überhaupt zu hoch, und die meist unten hängenden kleineren Bilder werden daher unter allen Umständen in Sälen von so gesteigerter Höhe erheblich weniger hell erleuchtet sein, als die hoch hängenden Bilder.

Herr Tiede führt zuletzt noch drei Säle der alten Pinakothek zu München an, von denen zwei bei einem Verhältnifs der Deckenöffnung zur Saalgrundfläche von  $1 : 5,5$  kein genügendes Licht auf der oberen Hälfte der Bilderwände haben, während dieses Licht in dem großen Mittelsaale bei einem Verhältnifs von  $1 : 3,5$  genügend ist. Dies kann ich, soweit es sich auf die Lichtstärke bezieht, aus eigener Wahrnehmung bestätigen, die Richtigkeit der von Herrn Tiede hier angegebenen Verhältnifszahlen muß ich aber bestreiten. Ich habe diese Säle sehr eingehend studirt und war daher in der Lage, diese Verhältnifszahlen ganz genau\*) zu ermitteln. Sie betragen für die beiden erstgenannten Säle  $1 : 6,1$  und für den Mittelsaal  $1 : 5,51$  und sind also wesentlich ungünstiger als die im Casseler Galeriegebäude nach ganz analoger Berechnung sich ergebenden. Dabei beeinträchtigen auch in München  $1,15$  m hohe senkrechte Futter (Lichtschachte) unter den Laternen die Zuführung vollen directen Lichtes durch die Lichtöffnungen auf die Bilderwände, und der helle Anstrich dieser Futter sowie der reichen Gewölbeornamente und Gesimse blendet bei Sonnenschein das Auge in einer für ruhige Betrachtung der Gemälde oft sehr störenden Weise.

Zum Schluß dieser Betrachtungen sei mir noch die Bemerkung erlaubt, das die von Herrn Tiede ausgeführte Oberlicht-Anlage in einem Saale des alten Museums zu Berlin, die ich erst nach Ausarbeitung meines Projectes gesehen habe, aufser den neuen Gemälde Sälen des Louvre zu Paris\*\*) das erste mir bekannte Beispiel von einer Ober-

\*) Herr Tiede giebt seine Maafse ausdrücklich nur annähernd.

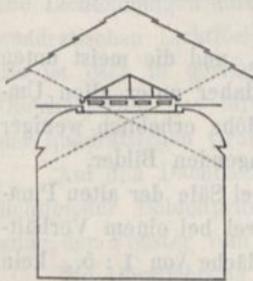
\*\*) Diese Säle (die beiden langen Säle für Gemälde französischer Schule in dem Flügel am Place Napoléon, zu beiden Seiten des Pavillons Denon), deren Querschnitt hierneben skizzirt ist, sind in einem Louvreflügel angelegt worden, dessen äußeres Profil einschließlic der Dachform durch die Architektur des Palastes schon völlig bedingt war. Die Zuführung reflectirten Lichtes durch die mattverglaste Licht-



lichtbeleuchtung in Gemäldesälen ist, bei welcher in einer den Vorschlägen des Professors Magnus völlig entsprechenden Weise kein reflectirtes, sondern nur directes Himmelslicht den Bilderwänden durch die Lichtöffnung zugeführt wird.

Im Verhältniß der Saalhöhe zur Breite sind die Säle des Casseler Galeriegebäudes dem neuen Oberlichtsaale im Museum zu Berlin nahezu entsprechend. Die Deckenöffnungen sind aber in Cassel kleiner als in dem genannten Berliner Saale.

Als den einzigen Oberlichtsaal mit vollkommen genügender Zuführung des Dachlichtes zu dem matten Glase der Lichtöffnung und gleichzeitig mit dem günstigsten Höhenverhältniß, welches auch die Betrachtung der kleinsten Cabinetsstücke auf das beste ermöglicht, muß ich unter allen Gemäldesälen, die ich vor Ausarbeitung meines Projectes gesehen habe, den neu angelegten Hauptraum der Gemäldegalerie des Consul Notebohm in



Antwerpen bezeichnen, dessen Querschnitt hierneben skizzirt ist. Die Lichtöffnung entspricht hier der halben Breite des Saales. Sie ist in Form eines Walmdaches mit starken Scheiben von mattgeschliffenem Glase, stets nur eine Scheibe in der Höhe durchgehend, eingedeckt. Der ganze Dachauschnitt, welchen die punktirten Linien begrenzen, ist mit Doppelglas, 4 Scheiben auf die Höhe jeder Dachseite, eingedeckt. In den breiten Futterflächen der Lichtöffnung sind Ventilationsklappen angeordnet. Dieser Saal ist bei Sonnenschein viel zu hell und deshalb mit einer sinnreichen, leicht zu regierenden Rouleauxanlage versehen. Ich habe in demselben die Ueberzeugung gewonnen, daß das Licht noch wohlthätiger sein würde, wenn die Lichtöffnung etwas kleiner wäre, in welchem Falle man natürlich auch die Dachfenster nicht ganz so weit hätte hinabzuführen brauchen. Daß eine Unterbrechung der Lichtöffnung an der Dachfirst auch hier nur vortheilhaft gewesen sein würde, bedarf nach Vorstehendem

öffnung ist in denselben gänzlich vermieden, auch der Rahmen der Lichtöffnung ist, wie schon oben erwähnt, so profilirt, daß er keine blendende Fläche darbieten kann. Wenn die unabänderliche Gestalt des Mansarddaches es nicht gehindert hätte, würde es besser gewesen sein, die Dachfenster noch erheblich weiter nach unten zu verlängern und dagegen die Breite der Lichtöffnung etwas zu beschränken. Ich habe auf meiner Studienreise keinen anderen Gemäldesaal gesehen, in dem es allein durch eine zweckmäßige Anordnung des Oberlichtes und geschickte Farbausstattung so vollkommen wie hier erreicht ist, daß, wie es Professor Magnus schon längst gefordert hat, kein Gegenstand im Saale sich darbietet, welcher helleres Licht erhält und durch helle Färbung mehr ins Auge fällt als die Gemälde an den Bilderwänden. Von diesen Sälen aus war ich nicht im Stande, nur eine Spur davon zu bemerken, daß die beiderseitigen Dachfenster durch eine breite undurchsichtige Fläche unterbrochen werden. Durch transparenten Anstrich der südlichen Dachfenster ist hier die nachtheilige Einwirkung des Sonnenscheins in einfachster Weise, ohne Rouleaux, so vollständig beseitigt, daß ich an einem Tage mit abwechselndem Sonnenschein in diesen Sälen nicht zu erkennen vermochte, ob gerade die Sonne schien oder nicht und, um dies zu erfahren, mehrfach in den anstoßenden Seitenlichträumen nachsehen mußte. Die große Breite der Lichtöffnung in diesen Sälen hat aber den Nachtheil zur Folge gehabt, daß man alle Gemälde am oberen Theil der Bilderwände vorn überhängen mußte. Ich war höchlich überrascht, das, was Professor Magnus hinsichtlich günstiger Beleuchtung und Ausstattung von Gemäldesälen vorschlägt und fordert, in diesen, ihm selbst noch unbekanntenen neuen Sälen so vollständig erfüllt zu sehen wie nirgend sonst, umso mehr, da mir die kaiserlichen Architekten Questel und Lefuel, von denen Letzterer die Louvre-Bauten leitete, versichert haben, daß ihnen die Schriften des Professor Magnus ganz unbekannt geblieben seien.

keiner Ausführung. Sodann sind auch die glatten, stets dem grellsten Lichte ausgesetzten Flächen des Futter der Lichtöffnung zu tadeln, obgleich durch einen nicht zu hellen Anstrich die blendende Wirkung derselben gemildert wird. Ueberhaupt zeichnet sich dieser Saal auch durch eine sehr gelungene Farbausstattung aus.

Bei der Seitenlichtbeleuchtung kam es vor Allem darauf an, die Fenster bis dicht unter die Decke, also wesentlich höher als die Bilderzone reicht, fortzusetzen und so einzurichten, daß besonders in ihrem oberen Theile das Licht möglichst wenig beeinträchtigt wird. Dieser Bedingung mußte sich wiederum jede Rücksicht auf die architektonische Wirkung unterordnen. Dabei wurde an der Regel festgehalten, die lichte Breite des Fensters dem dritten Theil der Breite des Gemälde-raumes gleich zu machen und die inneren Leibungen stark abzuschragen. An der Hauptseite und den beiden Schmalseiten ließen sich diese Erfordernisse mit der durch die Loggia bedingten Bogenarchitektur erreichen, und man brauchte nur auf eine innere Blendung vor den unteren Scheibenreihen Bedacht zu nehmen, um ein so gutes Seitenlicht zu erlangen, wie es an diesen meist dem Sonnenschein ausgesetzten Seiten überhaupt möglich ist. An der hinteren Seite, welche erst gegen 3 Uhr Nachmittags Streiflicht von der Sonne bekommt, weshalb hier die Räume für die werthvollsten Cabinetsstücke, die eigentlichen Perlen der Galerie, angeordnet sind, erschien es dagegen zweckmäßiger, den Fenstern eine gerade Ueberdeckung und feste Brüstungen von 2,09 m Höhe zu geben. Dabei wird hier vor den Scheiben der unteren Luftflügel noch eine Blendung angebracht, welche sich bei trübem Wetter leicht beseitigen läßt. Hierdurch wird der Vortheil erlangt, daß die Bilderwände gerade in der Augenhöhe des Beschauers am hellsten beleuchtet sind, während bei der sonst gewöhnlichen Fensteranordnung das hellste Licht an den Wänden sich stets dicht über dem Fußboden befindet. An den großen Bogenfenstern der drei anderen Seiten sind nur die Flügel der unteren Reihe als Luftflügel zum Oeffnen eingerichtet. Die Luftflügel aller Fenster sind mit Fischbändern und Basquillstangen beschlagen, alle anderen Fensterflügel nur mit Vorreibern befestigt, welche so eingerichtet sind, daß sie nur mit einem bestimmten Instrumente geöffnet werden können.

In den Fenstern aller Gemälde-räume an der Nordwestseite bestehen die großen Scheiben der oberen Reihe aus Spiegelglas. Alle anderen Scheiben in den Fenstern der sämtlichen Seitenlichträume sind von ausgesucht gutem Doppelglas hergestellt. Alle Seitenlichtfenster der Gemälde-räume (auch die der Loggia) haben Ziehvorhänge aus naturfarbigem Leinen erhalten. Die Bogenfenster der Gemälde-räume sind mit Rücksicht hierauf innen flachbogig überwölbt, da es in jedem Falle vermieden werden muß, die Bogenfelder dieser Fenster, wie in der Pinakothek zu München und in der Dresdener Galerie, mit einer ständigen Bespannung von Rouleauxzeug zu versehen und hierdurch, wenn die Sonne nicht in die Fenster scheint, das wirksamste Licht zu schwächen.

In den 9 aneinander liegenden Cabineten an der Nordwestseite haben die Bretterwände vor den Seitenmauern eine etwas gegen die Fenster geneigte Stellung erhalten, wodurch unzweifelhaft das Licht auf diesen Wänden wesentlich verbessert wird. Dasselbe ist auch in den beiden

Seitenlichtsälen des westlichen Pavillons angeordnet um hier die wegen der Durchgänge nach dem Oberlichtsaal entstehende Abstumpfung der Ecken zu verdecken. Diese schräg gestellten Bretterwände gehen überall bis unter die Decke, und das Stuckgesims unter der Decke ist auch an ihnen über einer Verlattung durchgeführt.

Der Beleuchtung aller Gemälderäume kommt die freie Lage des Gebäudes sehr zu statten, bei welcher von der Südost-, Südwest- und Nordwestseite durchaus kein Reflex von nahe stehenden Gebäuden zu befürchten ist. Nur an der Nordostseite steht auf 18,43 m Entfernung der Pavillon des oberen Bellevue-Schlusses gegenüber.

#### Decorative Ausstattung der Gemälderäume.

Alle Bilderwände sind mit starken Brettern bekleidet und darüber auf Leinenbespannung tapezirt. Die Tapeten der Oberlichtsäle sind durchweg in braunrothem Tone leicht gemustert, und die Hohlkehlenwölbungen zeigen in demselben Tone einfache teppichartige Muster, auf denen blaue Schilde mit Künstlernamen und Angabe des Geburts- und Todesjahres in reichen, einer Stickerei ähnlich mit braunen Tönen und feinen Goldlinien aufgemalten ornamentalen Umrahmungen regelmäßig vertheilt sind. Die breiten Goldrahmen um die Lichtöffnungen der Decken und prachtvolle, aus sächsischem Serpentin hergestellte Einfassungen sowie Futter der Thüren sind die einzige aufwandvolle Ausstattung der Oberlichtsäle.

Die Hohlkehlenwölbungen sind massiv aus porösen Steinen ausgeführt, und die Umrahmungen der Lichtöffnungen werden von der eisernen Deckenconstruction gebildet. Nur die Thüren, welche von Bilderräumen in das Treppenhaus und in die Loggia sowie in einen später noch zu erwähnenden Requisitionenraum führen, haben Thürflügel aus schwarz gebeiztem Holz. Die Verbindungsthüren zwischen den Oberlichtsälen und die zwischen den Seitenlichträumen sind ganz ohne Verschluss geblieben, und in den Thüren, welche Oberlichtsäle mit Seitenlichtcabinetten verbinden, sind Portièren von stumpf grünem Wollenstoff angebracht, mit welchem die Ueberzüge der mitten in den Oberlichtsälen aufgestellten Divans übereinstimmen.

Die Cabinette haben abwechselnd rothbraune und stumpfgrüne Tapeten erhalten, und es sind diese Farben so vertheilt, daß nur die mit Oberlichtsälen durch Thüren unmittelbar verbundenen Cabinette rothe, die anderen sämmtlich grüne Tapeten zeigen. Hiernach sind im westlichen Pavillon die Cabinette roth und die Seitenlichtsäle grün tapezirt. Im östlichen Pavillon sind umgekehrt die Cabinette grün und die Säle roth. Die Bilderwände schließten in allen Seitenlichträumen unter dem Gesims mit hohen Friesen ab, deren gemalte Ornamente sich in goldgelbem Tone über den rothen Tapeten auf grünem, über den grünen Tapeten auf rothem Grunde abheben. Die sehr stark abgeschragten Fensterbekleidungen sind in polirtem Stuck den aus Serpentin bestehenden Thürbekleidungen ähnlich ausgeführt, und die hölzernen Paneele haben ebenso wie auch in den Oberlichtsälen eine dunkel graugrüne Holzfarbe mit schwarzen Gliederungen. Die zwischen eisernen Balken massiv eingewölbten Decken sind horizontal geputzt und mit leichten Stuckrosetten geschmückt. Die Verbindungsthüren zwischen den Seitenlichträumen liegen überall dicht an den Fenster-

wänden und sind so niedrig, daß durch dieselben das Licht aus den benachbarten Cabinetten nicht störend einwirken kann und die Einheit der Beleuchtung nirgend beeinträchtigt wird. Diese kleinen Thüren, die an der Hinterfront auf die ganze Länge des Gebäudes einen ununterbrochenen Durchblick gewähren, haben ebenso wie alle Bilderwände Goldleisten-Umrahmungen.

Von den großen hinter den Risaliten der Pavillons liegenden Seitenlichtsälen sind vier mit den in den zwei ersten Sälen des früheren Bildergalerie-Localen befindlich gewesenen Deckengemälden versehen, so daß die drei sehr werthvollen Deckengemälde von van der Werff in den drei Seitenlichtsälen des östlichen Pavillons dicht bei einander bleiben konnten. In jedem Seitenlichtraume wird durch eine Bank und einige transportable Sitzschemel Gelegenheit zum Ausruhen gewährt.

Alle Gemälderäume haben einfache, auf Blindboden gelegte Parquetboden aus Eichenholz, denen durch Oelen eine möglichst dunkle Farbe mit nur mattem Glanze gegeben worden ist.

Die Vertheilung der Gemälde nach Schulen ist in der Weise angeordnet, daß in den drei Oberlichtsälen und den sieben Cabinetten des Mittelbaues die Gemälde aus der Blüthezeit der niederländischen Schule Aufnahme gefunden haben, in den vier Eckcabinetten und drei Seitenlichtsälen des östlichen Pavillons sich die älteren niederländischen und die Gemälde der deutschen Schulen anschließen und der westliche Pavillon mit seinem Oberlichtsaale, vier Eckcabinetten und zwei Seitenlichtsälen der italienischen, französischen und spanischen Malerei gewidmet ist. Dieser Pavillon enthält nur zwei Seitenlichtsäle, weil der Raum hinter dem Risalit der Bellevue-Façade hier zur Unterbringung der nothwendigsten Requisitionen in Anspruch genommen und von demselben noch eine vom Keller bis zum Dachboden führende Nebentreppe abgeschnitten ist. Die Verbindung des Oberlichtsaales mit dem südlichen und westlichen Eckcabinet wird daher hier durch schräge Eckdurchgänge vermittelt.

Der eben angegebenen Vertheilung der Malerschulen entsprechend, betrachten die Besucher am besten die Galerie in der Weise, daß sie vom Treppenhaus aus zunächst die drei Oberlichtsäle des Mittelbaues durchwandern, von dem dritten Saale dann aber nicht in den vierten, sondern rechts in das westlichste der sieben Cabinette des Mittelbaues eintreten und dann durch die anderen Cabinette in die das Treppenhaus umgebenden Gemälderäume gelangen, in denen die Betrachtung mit den älteren niederländischen und deutschen Gemälden abschließt.

Nachdem man auf diese Weise den Haupttheil der Sammlung gesehen hat, tritt man aus dem südlichen Eckcabinet des östlichen Pavillons in die Loggia ein und findet hier Gelegenheit, vor dem Besuche der italienischen Galerie sich im Genusse der wundervollen Aussicht über die waldigen Anlagen der Carlsau hinaus in das lachende Fulda-thal, einer Aussicht, wie sie kein Museum der Welt schöner bietet, zu erholen. Die Ueberraschung durch den offenen Blick in die Landschaft ist um so größer, als die hochliegenden und in ihren unteren Theilen des besseren Lichtes für die Gemälde wegen überall zugeblendeten Fenster der Gemälderäume bis dahin gar keinen Blick ins Freie gestatteten.

Die Loggia ist eine prächtige von elf Kuppelgewölben gebildete Halle, in welcher sich jedem der elf großen, ganz unverdeckten Fenster gegenüber eine Bogennische befindet. In den geraden Rückwänden der mittelsten und der beiden am Ende der Loggia gelegenen Bogennischen sind Thüren nach den drei Oberlichtsälen hin angeordnet, so daß man in jeden dieser Säle von der Loggia aus nach Gefallen direct eintreten kann. An den beiden Kopfseiten der Loggia befinden sich ebenfalls in den geraden Rückwänden von Bogennischen Thüren zu den anstoßenden Eckcabinetten der beiden Pavillons. Vor den Rückwänden der acht Nischen, die nicht mit Thüren versehen sind, ist dagegen je eine Sitzbank mit prächtigen, nach einem Modell Echtermeyer's, aus sächsischem Serpentin ausgeführten Seitentheilen aufgestellt, welche den Genuß der Aussicht durch die gegenüberliegenden Fenster in Ruhe gewährt.

Die Loggia ist mit reicher Architektur in tief gelbbraunem Stuckmarmor ausgestattet und an ihren Gewölben, Gurtbogen, Gesimsen und Friesen sowie an den Leibungen der Bogennischen mit reichen gemalten und in Relief ausgeführten Ornamenten geschmückt. Dazu tritt noch eine bedeutungsvolle bildnerische Ausstattung, bestehend in acht auf Marmortragsteinen über den vorgenannten Bänken aufgestellten Künstlerbüsten aus weißem carrarischem Marmor von der Hand des Professors Hassenpflug, einem großen Wandgemälde in jeder der 13 halbkreisförmigen Stirnflächen des Kuppelgewölbes und einem in Relief ausgeführten mit Lorbeerzweigen umwundenen Künstlerportrait in jedem der 44 Bogenwickel, welche den Uebergang zu den elf Kuppelwölbungen bilden.

Die 13 Wandgemälde werden von dem Maler Merkel zu Cassel in Wachsfarben unmittelbar auf dem Wandverputz ausgeführt. Die 44 Reliefportraits sind Werke des Bildhauers Brandt.

Die Büsten, Wandgemälde und Reliefportraits stehen nun in der Weise in bestimmter Beziehung zu einander, daß die Bildwerke jeder durch die Kuppelgewölbe gebildeten elf Abtheilungen einer besonderen Kunstschule gewidmet sind. Die fünf östlich gelegenen Kuppeln beziehen sich auf die deutsche und niederländische, die fünf westlichen auf die italienische, französische und spanische Kunst. Die Mittelkuppel dagegen ist den fürstlichen Kunst-Mäcenen aus der Zeit, der die Galerie angehört, gewidmet.

Die Wandgemälde werden von reichen gemalten Randornamenten umgeben, welche in genialer Weise die charakteristischen Formen der jeder betreffenden Kunstschule eigenthümlichen Decorationsweise wiedergeben. Die beiden Wandgemälde an den Kopfseiten stellen dagegen ohne solche Umrahmungen in überlebensgroßen Figuren östlich die Germania, westlich die Italia dar. Im Hintergrunde der Germania zeigt sich links der Cölner Dom, rechts die Burg von Nürnberg, und darüber erkennt man in goldigen Wolkengebilden die Umrisse von Dürer's heiliger Dreieinigkeit und dem Ritter St. Georg. Dementsprechend sieht man im Hintergrunde der Italia links das Forum der Stadt Rom, rechts die St. Peterskuppel und darüber in den Wolkengebilden Raphael's Jupiter und Ganymed und die Sixtinische Madonna.

Wir betrachten nun, von Osten beginnend, die Bildwerke in den einzelnen Abtheilungen der Loggia.

Die erste ist den niederländischen Genremalern gewidmet. Ihr Wandgemälde bezieht sich auf das niederländische Volksleben, und in den Zwickeln sieht man die Portraits von Teniers, Ostade, Potter und Ruisdael.

Die zweite Abtheilung enthält die Büste von Wouwermann und darüber ein Wandgemälde, welches die Kunstthätigkeit Rembrandt's zum Gegenstande haben wird. In den Zwickeln sind die Portraits von Ter-Borch, G. Dow, Mieris und Metzger angebracht.

Die dritte Abtheilung zeigt die Büste von v. Dyk, ein Gemälde, welches sich auf Rubens bezieht, und die Reliefportraits von J. v. Eyk, Memling, L. v. Leyden und Q. Massys.

Die vierte Abtheilung zeigt die Büste H. Holbein des Jüngeren, ein auf denselben bezügliches Bild und die Portraits von B. Zeitbloom, Holbein dem Älteren, Meister Stephan und Meister Wilhelm.

Die fünfte Abtheilung ist mit der Dürer-Büste geschmückt. An der Stirnwand sieht man ein auf Dürer bezügliches Bild und darüber die Reliefbilder von Wohlgemuth, L. Cranach, M. Schön und B. Beham.

An der Stirnwand des mittleren Kuppelraumes ist zwischen allegorischen Figuren das Portrait des Landgrafen Wilhelm VIII. angebracht, darüber die Reliefbilder des Kaisers Maximilian, Franz I., Julius II. und des Lorenzo Medici.

Die siebente Abtheilung enthält die Büste Raphael's und an der Stirnwand ein auf diesen bezügliches Bild, darüber die Reliefportraits von Perugino, A. del Sarto, M. Angelo und L. da Vinci.

Die achte Abtheilung zeigt die Büste Tizian's, dem auch das Wandgemälde gewidmet ist. Die Reliefportraits stellen P. Veronese, Correggio, P. Vecchio und G. Bellini dar.

In der neunten Abtheilung sehen wir die Büste des G. Reni und auf dem Wandgemälde die eklektische Kunstschule der Carracci, darüber die Reliefportraits von A. Carracci, Caravaggio, Sassoferrato und C. Dolce.

Die zehnte Abtheilung zeigt die Büste von Poussin, an der Stirnwand ein Bild, welches in allegorischer Weise die stylisirte Landschaft des Claude Lorrain und Poussin charakterisirt, und die Reliefportraits von Cl. Lorrain und le Sueur, wozu noch die von J. H. Tischbein und Hogarth kommen, da Ersterer sich der französischen Kunstrichtung anschließt und Letzterer ganz vereinzelt dasteht.

In der elften Abtheilung endlich hat das Wandgemälde die spanische Kunst zum Gegenstande, und die Reliefportraits stellen Murillo, Velasquez, Zurbaran und Ribera dar.

Von den Wandgemälden an den Stirnflächen sind erst vier vollendet, die noch fehlenden werden bis zum Frühjahr 1881 fertig.

Die mit reichen gemalten Friesen umgebenen Kuppelwölbungen zeigen abwechselnd auf grünem und rothem Grunde gelbe Sterne. Die rothe Kuppelwölbung der mittleren Abtheilung ist mit den Wappen der vier in den Reliefportraits dargestellten fürstlichen Mäcene geschmückt. Die weißen Künstlerbüsten heben sich von rothen mit reichen Bordern umgebenen Wandfeldern ab. Vergoldungen sind in der Loggia ebenso wie im Treppenhaus und Vestibül ganz ausgeschlossen geblieben und nur in den Gemälde Räumen sehr

mäßig angewendet. Der Fußboden der Loggia ist ebenso wie der des Treppenhauses aus italienischem Mosaik hergestellt.

Aus der Loggia betritt man durch die Thür unter dem Italia-Bilde das östliche Eckcabinet des Westpavillons und aus diesem den Oberlichtsaal dieses Pavillons, der die drei Oberlichtsäle des Mittelbaues an Breite und Höhe übertrifft. Durch den schrägen Eckdurchgang tritt man dann in das südliche Eckcabinet, aus dem man in die vier weiteren Seitenlichträume gelangt. In dem nördlichen Eckcabinet des Westpavillons hat man die Uebersicht der Sammlung beendet und kann den Rückweg nach Belieben durch die Oberlichtsäle, die Cabinete oder durch die Loggia nehmen.

Die gesammte Decoration des Hauptstockwerks mit dem Vestibül war als Unternehmern dem Maler Merkel mit den Decorationsmalern Hochapfel und Wimmel zu Cassel übertragen. Maler Merkel hat die Detailzeichnungen zu allen in diesen Räumen angeführten Ornamenten, soweit sie nicht streng architektonischer Natur waren, geliefert, die Reliefs sind von den Casseler Bildhauern Brandt, Herrmann, Rudolph und Schnittspahn und die Arbeiten in polirtem Stuckmarmor von dem Fabrikanten Scheldt zu Cassel ausgeführt worden.

#### Heizung.

Dafs in jetziger Zeit ein Gebäude für eine Gemäldegalerie von der hohen Bedeutung der Casseler nicht ohne ein zweckmäßiges Heizungssystem projectirt werden konnte, unterliegt wohl keinem Zweifel, obgleich das frühere Local dieser Gemäldegalerie nie geheizt worden ist und man, vielleicht nicht mit Unrecht, die vortreffliche Erhaltung der Bilder zum Theil dem Umstande zugeschrieben hat, dafs die Casseler Galerie von allen nachtheiligen Einflüssen unvollkommener Heizungsmethoden befreit geblieben ist.

Die nachfolgende Zusammenstellung über die Heizbarkeit der von mir vor Ausarbeitung des Projectes besuchten Gemäldegalerie-Gebäude wird hier eine Stelle finden dürfen.

Frankfurt a/M. Städelsches Institut. (Der jetzige Neubau war damals noch nicht in naher Aussicht.) Nur einige Gemäldeäle sind mit gewöhnlichen Zimmeröfen versehen, die meisten ganz ohne Heizung. — Die Gemäldeäle des Kunstvereins haben Luftheizung, welche jedoch nur zur Erzielung einer Temperatur von 8° R. benutzt wird. Ein nachtheiliger Einflufs dieser Heizung auf die Gemälde ist niemals bemerkt worden.

München. Alte Pinakothek. Es ist noch das auf alle Räume der Gemäldegalerie ausgedehnte ursprüngliche Luftheizungssystem vorhanden, welches indessen nur für die Dienstzimmer des Directors, der Conservatoren und des Portiers, sowie für den Vorsaal benutzt wird, da sich die Einrichtungen nicht gut bewährt haben. Aehnlich verhält es sich in der neuen Pinakothek.

Stuttgart. Die Gemäldeäle im Museum sind mit Öfen versehen, werden aber nicht geheizt, weil man dies bei dem seltenen Besuche derselben im Winter nicht für erforderlich hält.

Carlsruhe. Die Gemäldeäle des Museums, neu erbaut Anfang der vierziger Jahre dieses Jahrhunderts, sind ganz ohne Heizung angelegt und so bis jetzt verblieben. (Die Oberlichtbeleuchtung in diesem Gebäude gehört zu den am wenigsten gelungenen.)

Paris. Alle Räume des Kunstmuseums im Louvre werden vom 1. November an mit erwärmter Luft mittelst Caloriferen geheizt, ebenso die sämtlichen Räume des Nationalmuseums in Versailles. Die Gemäldeäle im Palais Luxembourg werden mit Caloriferen, die meist mitten in den Räumen stehen, geheizt.

London. Alle öffentlichen Museen sind im Winter stets geheizt. In der National-Galerie, dem South-Kensington-Museum und in der neuen Royal-Academy werden alle Räume mit einer Warmwasserheizung erwärmt, welche im Wesentlichen der in der Dresdener Galerie angewendeten entspricht und sich vortrefflich bewährt haben soll.

Brüssel. Die Gemäldeäle des Museums (in einem älteren Gebäude) werden mit gewöhnlichen Öfen geheizt. Diese sind für die großen Oberlichtsäle mitten im Raum aufgestellt, und die Rauchrohre werden in häßlicher Weise durch die Oberlichter ins Freie geleitet. Die Gemäldeäle im Palais Arembert haben eine Luftheizung mit Caloriferen, ähnlich derjenigen im Louvre.

Antwerpen. In der Gemäldegalerie des Museums werden alle Säle, ebenso wie im Museum zu Brüssel, mit nachträglich eingesetzten gewöhnlichen Öfen geheizt. In der Galerie Noteboom ist eine Luftheizung angeordnet.

Cöln. Alle Räume des neuen Museums werden durch Luftheizung erwärmt, ebenso der Gemäldeaal im Hause des Freiherrn von Oppenheim.

Hannover. Museum. Die vorhandene Dampfheizung hat sich dem Anscheine nach nicht bewährt, wenigstens heizt man den ständig benutzten großen Gemäldeaal mit einem nachträglich eingestellten gewöhnlichen Ofen, dessen Rauchrohr zum Oberlicht hinaus geleitet ist.

Hamburg. Alle Räume der neuen Kunsthalle werden durch Luftheizung erwärmt.

Berlin. Museum. Die Gemäldeäle werden durch Luftheizung erwärmt, die man durch eine Warmwasserheizung ersetzen will.

Sanssouci. In dem Raphaelsaale des großen Orangeriehauses werden im Winter zwei Öfen eingestellt, welche man lediglich der Conservirung der Gemälde wegen heizt.

Dresden. Das neue Gemäldegalerie-Gebäude ist mit einer vortrefflichen Warmwasserheizung versehen, die im Winter stets benutzt wird und sich vollständig bewährt hat. Nach dem Muster derselben scheinen die vorher erwähnten Heizungen in London ausgeführt zu sein. Man hat sich vor mehreren Jahren die Pläne des Dresdener Galeriegebäudes dahin schicken lassen.

Leipzig. Das neue Museum wird ebenfalls ganz mit einer Warmwasserheizung erwärmt, welche sich aber weniger bewährt hat wie die in Dresden. Die Gemälde haben mehrfach Sprünge bekommen. Man schreibt dies, wohl mit Recht, besonders den mangelhaften Ventilationsvorkehrungen zu, vielleicht aber auch dem Umstande, dafs die Heizrohre nicht wie in Dresden und in den englischen Galerien in Canälen im Fußboden, stets in gehöriger Entfernung von den Bilderwänden, sondern unmittelbar an den Bilderwänden in durchbrochenen Eisenkasten über dem Fußboden angebracht sind.

Weimar. Alle Räume des neuen Museums werden mit Luftheizung erwärmt.

Gotha. In dem noch unvollendeten Museumsgebäude sind die Einrichtungen zur Anlage einer Centralheizung im Mauerwerk vorgesehen. Soviel ich erfahren konnte, war noch nicht bestimmt, welches Heizsystem eingeführt werden soll.

Die obigen Thatsachen sowie meine an allen diesen Orten gemachten Beobachtungen und eingezogenen Erkundigungen haben mich zu der Ueberzeugung geführt, daß es nicht zu rechtfertigen sein würde, jetzt noch ein Gebäude für eine Gemäldegalerie von Bedeutung ohne Heizung aller Gemälde Räume zu projectiren und daß eine mächtige Heizung nicht nur zur Erleichterung des Besuches derselben, sondern auch zur besseren Erhaltung der Gemälde geboten ist, denn es kann keinem Zweifel unterliegen, daß es günstig auf die Gemälde einwirken muß, wenn sie durch ein zweckmäßiges Heizsystem den Einflüssen der Winterkälte und der durch diese bedingten starken Temperaturwechsel ganz entzogen werden. An den Gemälden der Casseler Galerie bemerkte man früher im Winter nicht selten einen Hauch von Feuchtigkeit, welcher nur als eine Folge starker Temperaturwechsel angesehen werden kann.

Es ist deshalb eine Warmwasserheizung für alle zur Gemäldegalerie gehörigen Räume ausgeführt worden, welche indessen nur so benutzt wird, daß sie keine höhere Temperatur als  $10^{\circ}$  R. erzeugt und eine Abkühlung der Räume unter  $+ 5^{\circ}$  R. ständig verhindert. Eine Heizung nur an bestimmten Tagen würde selbstverständlich den Gemälden nachtheiliger sein als gänzlicher Mangel an Heizung.

Die gußeisernen Heizrohre liegen, ganz so wie in der Dresdener Galerie und in den Londoner Museen, in Canälen im Fußboden, welche mit durchrochenen Eisengittern in der Ebene des Fußbodens abgedeckt sind. Bis zu einer Entfernung von etwa  $1,5$  m von den Bilderwänden aus sind jedoch die Durchbrechungen an diesen Platten durch untergelegte Blechtafeln geschlossen, um das Ausströmen der Wärme dicht an den Bilderwänden zu verhindern. In den Grundrissen sind die durchbrochenen Platten mit ausgezogenen, die halbdurchbrochenen mit punktirten Linien angegeben.

Zwei im Keller aufgestellte Heizapparate bewirken die Erwärmung für alle Räume der Gemäldegalerie. Ein jeder dieser Apparate enthält in einer gemeinschaftlichen Heizkammer 8 Ofenspiralen von  $0,035$  m im Lichten weiten Röhren, die sich vor dem Apparate in einem gemeinschaftlichen Steigrohr von  $0,07$  m Weite vereinigen. Die beiden Steigrohre sind in geeigneten Ecken von Nebenräumen des Erdgeschosses bis unter den Fußboden des Hauptgeschosses in die Höhe geführt.

Von jedem Steigrohr gehen drei Röhrensysteme aus. Von dem westlichen Steigrohr zieht sich das erste System durch die Heizcanäle der sieben Cabinete an der Hinterseite des Mittelbaues, das zweite durch die Heizcanäle der fünf aneinander liegenden Cabinete des westlichen Pavillons und das dritte durch die Heizcanäle der vier Oberlichtsäle. Von dem östlichen Steigrohr zieht sich das erste System durch die Heizcanäle am oberen Ende der Haupttreppe, in der Loggia und in dem anstoßenden Cabinet des westlichen Pa-

villons, das zweite durch die Heizcanäle der Cabinete im östlichen Pavillon, das dritte aber geht mit engem Rohr durch einen Theil der Heizcanäle im östlichen Pavillon, dann im Garderoberraum des Erdgeschosses hinab bis unter den Fußboden des Erdgeschosses und mit doppelten weiten Rohren durch die Heizcanäle des Garderoberraumes, des Vestibüls und des Zimmers für den Conservator.

Von jedem Systeme führt ein besonderes Fallrohr wieder zum Heizapparate zurück und hat hier vor der Einmündung in das gemeinschaftliche Rohr, welches sich wieder in die acht Ofenspiralen verzweigt, einen Hahn, durch welchen der Heizer die Zeitdauer der Circulation und somit die Erwärmung des Wassers in sämtlichen Systemen gleichmäßig regeln kann. Die Fallrohre der ersten fünf Systeme liegen dicht bei den betreffenden Steigrohren. Nur von dem letzten Systeme geht das Fallrohr von dem Ende des Heizcanals im Zimmer des Conservators direct in das gemeinschaftliche Fallrohr.

Für jeden der beiden Heizapparate ist ein besonderes Expansionsgefäß  $2,0$  m über dem Fußboden in dem Requisitionenraum des Hauptgeschosses aufgestellt. Mit diesem sind die Leitungen aller sechs Systeme theils direct, theils indirect in Verbindung gebracht. Die Heizcanäle haben eine Höhe von  $0,33$  m von ihrem Boden bis zur Oberkante des Gitters. Sie sind theils gemauert, theils von Holz hergestellt, durchweg mit Zinkblech ausgefüttert, und die Röhren liegen in denselben auf eisernen Supports mit Rollen.

Die sämtlichen Röhrensysteme erhalten ihre Speisung vermittelst der städtischen Wasserleitung, welche Druck genug hat, um damit das Wasser bis zu den Schwimmern der Expansionsgefäße leiten zu können, so daß ein besonderes Pumpwerk ganz überflüssig wird.

Die Wasserleitung tritt in der Nähe des östlichen Heizapparates in den Keller ein und ist dann in der Höhe der Bogenanfänge längs der südöstlichen Kellermauer bis über den Heizapparat hinaus, von da weiter durch den Kellergang bis in den Luftkeller unter dem Requisitionenraume des Erdgeschosses fortgeführt. Hier steigt sie in den Requisitionenräumen auf bis zu den Expansionsgefäßen.

Außerdem steigen von der Wasserleitung zwei Rohre auf bis zu Wasserhähnen, welche in zweien der Bildercabinete hinter Thüren im Sockel der von den Mauern abstehenden hölzernen Bilderwände angebracht sind, um im Fall eines Brandes gleich Wasser zum Löschen zur Hand zu haben. Neben diesen Hähnen aufgestellte Schlauchkasten gewähren die Möglichkeit, das Wasser schnell an jeden bedrohten Punkt der Galerie zu leiten.

Die Ablaufrohre von den beiden Heizapparaten sind unter dem Kellergeplätte in den Abtrittschanal geleitet. Die Wasserleitung ist auch benutzt, die Abtritte mit Wassercloset-Einrichtung zu versehen und hierdurch dem Abtrittschanal die nöthige Spülung zu sichern.

Das Zimmer im Erdgeschosse für die Galeriediener ist von der Warmwasserheizung ausgeschlossen und mit einem gewöhnlichen Ofen versehen, weil es nicht zu vermeiden sein wird, hier zu heizen, wenn die Warmwasserheizung noch nicht oder nicht mehr benutzt wird. Aus demselben Grunde erhält auch das Zimmer des Conservators außer dem Heizcanal noch einen eisernen Ofen, und die zwei Büreauräume

für den Director sind ebenfalls mit gewöhnlichen Oefen versehen. Für die Sammlungsräume im Erdgeschofs sind überall die nöthigen Schornsteine in den Mauern angelegt, aber nicht über Dach geführt, weil diese Räume vorerst nicht geheizt werden sollen.

Die Central-Heizungsanlagen sind von der bekannten Firma Joh. Haag in Augsburg ausgeführt worden.

#### Räume für Sammlungen und Nebenräume.

Ueber die Verwendung der durchweg überwölbten Sammlungsräume im Erdgeschofs ist noch keine ganz feste Bestimmung getroffen, doch ist es sicher, daß dieselben nur Kunstsammlungen aufnehmen sollen und wahrscheinlich nur solche, welche dem Mittelalter, der Renaissance und der neueren Zeit angehören, so daß durch dieselben die Sculptur, die Kleinkunst und die Kunstindustrie des Zeitraumes, dem auch die Gemäldegalerie angehört, den Besuchern vorgeführt wird. In dem Museum Friedericianum am Friederichsplatze wird hierdurch Raum gewonnen zur Vervollständigung der Sammlung von Gipsabgüssen antiker Bildhauerwerke.

Die Räume unter den drei Oberlichtsälen des Mittelbaues und der Loggia bilden eine große gewölbte Halle, welche sich vorzüglich dazu eignet, die für sie bestimmten, größten Theils aus dem dazu vorhandenen Fonds neu zu beschaffenden Gipsabgüsse von hervorragenden Sculpturwerken des Mittelalters, der Renaissance und der neueren Zeit aufzustellen. Zwei Räume im östlichen Pavillon nach der Bellevue hin, durch die man vom Vestibül aus die große Halle betritt, sollen demselben Zwecke dienen. Das in die große Halle führende Mittelportal nach der Bellevue hin wird für gewöhnlich gar nicht benutzt werden und dient nur dazu, große Gegenstände leichter in die Erdgeschofs-räume ein- und aus denselben herausbringen zu können. An der hinteren und an der nach dem Bellevue-Tempel hin gelegenen südwestlichen Schmalseite reihen sich noch acht mit Kuppel- und Kreuzgewölben überdeckte Zimmer an, von denen das zunächst am östlichen Pavillon, nahe bei dem Atelier des Conservators gelegene, als Reservezimmer für die Gemäldegalerie benutzt werden soll, während die sieben anderen, soweit sie nicht etwa auch noch zur Aufstellung von Gipsabgüssen bedeutender Bildhauerwerke mit herangezogen

werden, die kleineren Gegenstände der Kunstsammlung aufnehmen sollen. Man betritt diese Räume von der großen Halle aus.

In dem westlichen Pavillon liegt unter dem Oberlichtsaale ein großer Magazinsraum, der durch runde Lichtöffnungen im Fußboden des Oberlichtsaales, die mit kreisförmigen Divans umstellt sind, erhellt wird. Im Sommer werden die Rohglasplatten aus diesen Lichtöffnungen herausgenommen, und es entsteht hierdurch die wirksamste Ventilation für die Oberlichtsäle, denen auf diese Weise die kühle Luft aus den Gewölben des Erdgeschosses in einfachster Weise zugeführt wird. Ventilationscanäle in den Mauern und die oben schon erwähnten Lüftungsklappen an den Lichtöffnungen der Decken unterstützen diese Sommerventilation und gewähren verbunden mit der Heizung die nöthige Winterventilation.

Alle Büreaux und Nebenräume im Erdgeschofs sind zwischen schmiedeeisernen Trägern überwölbt.

Durch die vorstehend angegebene Vertheilung wird es, da die Naturaliensammlung des Casseler Museums in einem Theile des bisherigen Bildergalerie-Locales zweckmäßige Aufnahme findet, erreicht, in dem Museum am Friederichsplatze die Sammlungen antiker Kunstwerke von allem nicht dazu Gehörigen zu trennen und durch Beschaffung weiterer Gipsabgüsse ungehindert vervollständigen zu können. Das neue Gemäldegalerie-Gebäude aber wird zu einem Museum für die gesammte Kunstthätigkeit vom Anfange des Mittelalters an.

Die Kosten des in den Jahren der beispiellosen Steigerung aller Preise ausgeführten Baues waren zu 300000 Thlr. veranschlagt und werden sich im Ganzen nicht voll auf 400000 Thlr. belaufen. Hierbei sind indessen aufser den bereits durchweg genehmigten Aufgebots- und Mehrkosten, welche durch die Preissteigerungen veranlaßt worden waren, auch die besonders nachbewilligten, im ursprünglichen Anschlag ausgeschlossen gebliebenen Kosten für die Freilegung des Gebäudes, die Verschönerung der Umgebungen desselben nebst den dazu gehörigen Gartenanlagen sowie die Mehrkosten für die Ausführung der Treppenhaus-Statuen in Marmor mit inbegriffen.

H. v. Dehn-Rotfelser.

## Die Bauausführungen des Königlichen astrophysikalischen Observatoriums auf dem Telegraphenberge bei Potsdam.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 5 bis 7 im Atlas.)

Noch bis in das erste Viertel des gegenwärtigen Jahrhunderts hinein schien die Erforschung der Mechanik des Himmels vorzugsweise, ja fast ausschließlich die Aufgabe der Astronomie zu sein. Nur von Wenigen, vereinzelt und mehr gelegentlich als systematisch untersucht, blieben die physikalischen Eigenschaften der Gestirne von der Mehrzahl der Himmelskundigen wenig beachtet. Die Astrophysik als besonderer Zweig der Astronomie hatte sich noch nicht selbstständig entwickelt. Als man nun später gewissen Veränderungen auf der Sonnenoberfläche und ähnlichen Erschei-

nungen eingehendere Aufmerksamkeit zuwandte, konnten die bezüglichen Forschungen im Wesentlichen noch mit denjenigen baulichen und instrumentalen Anlagen und Ausrüstungen betrieben werden, welche eine Sternwarte im hergebrachten Sinne des Wortes zu bieten pflegt, oder es war doch nicht schwierig, die erforderlichen Neueinrichtungen mit dem Vorhandenen in Verbindung zu setzen. Erst als man bei weiterer Ausbreitung dieser Studien mehr und mehr physikalische und chemische Untersuchungen mit den astronomischen in Verbindung brachte, namentlich aber seitdem

in der Anwendung der Spectralanalyse auf die astrophysikalischen Untersuchungen das großartigste Mittel zur Erforschung der Stoffe, aus welchen sich die Himmelskörper zusammensetzen, gefunden war, nachdem man auch gelernt hatte, die Photographie in ausgedehntester Weise für die Fixirung gewisser Vorgänge am Himmel zu verwerthen, mußte der Wunsch immer dringender hervortreten, eigenartige Anlagen zu errichten, welche durch passende Einrichtung und Ausstattung *ad hoc* der Astrophysik eine geeignetere Pflegestätte gewähren, als dies eine Sternwarte älterer Einrichtung vermag. — Eine solche Anlage soll das hier in Rede befindliche Institut sein.

Es liegt in der Natur der Sache, daß der Gedanke der Errichtung einer derartigen Anstalt, welcher schon vor längerer Zeit hervorfrat, bis zu seiner Realisirung mannigfache Wandelungen erfuhr. Bereits zu Anfang der sechziger Jahre wurde zunächst das Project angeregt, in der Nähe von Berlin eine „Sonnenwarte“, d. h. ein Observatorium zu errichten, welches vorzugsweise der physikalischen Untersuchung des Sonnenkörpers dienen sollte. Die damaligen Verhältnisse unseres Staates waren jedoch der Verwirklichung dieses Planes nicht günstig. Im Jahre 1871 wieder von Neuem aufgenommen und durch Hinweis auf den räthselhaften Zusammenhang, der sich zwischen gewissen solaren und tellurischen Erscheinungen herausgestellt hat, in seinem Aufgabenkreis erweitert, fand dieser Gedanke nunmehr eingehendere Erwägung, bei welcher sich jedoch bald herausstellte, daß gegenüber den zwischenzeitlichen Fortschritten der Astrophysik, von welcher jene Sonnenbeobachtungen doch nur einen Theil bilden, es sich nicht empfehle, das Forschungsgebiet einer solchen Anstalt auf diesen Himmelskörper zu beschränken, sondern den Gründungsplan auf das gesammte Gebiet der Astrophysik auszuweiten. So konnte denn eine im Sommer 1873 berufene Fachcommission dem Herrn Unterrichtsminister Vorschläge über die Errichtung eines „astrophysikalischen Observatoriums“ machen, als dessen Baustelle der Telegraphenberg bei Potsdam damals schon in Aussicht genommen war.

Für jene ersten Pläne hatte man wohl an eine Baustelle in der Nähe von Berlin gedacht, etwa auf einem geeigneten Punkte des Höhenzuges, welcher den Südrand des Spreethales begleitet. Die auch in dieser Richtung stetig fortschreitende Ausdehnung der Stadt ließ jedoch für eine solche Stelle das Schicksal besorgen, welches der in den zwanziger Jahren dieses Jahrhunderts am damaligen Südrande der Stadt errichteten Berliner Sternwarte einen nicht unbeträchtlichen Theil ihrer Gebrauchsfähigkeit raubt. So wendete man denn seinen Blick hierher, wo auf dem südlichen Havelufer hochgelegene, und im Besitze des Staates befindliche gröfsere Forstcomplexe sich fanden, in welchen eine hervorragende Stelle, der mit seiner höchsten Kuppe bis pp. 95 m über dem Nullpunkte des Amsterdamer Pegels sich erhebende „Telegraphenberg“, als besonders geeignet befunden wurde. Den Namen führt der Berg deshalb, weil sich früher eine Station der optischen Telegraphenlinie Berlin-Cöln auf ihm befand. Die hohe Lage giebt diesem Punkte einen nach allen in Betracht kommenden Richtungen freien Horizont, während das in den Händen des Staates befindliche umgebende Forstgebiet jede störende Ansiedelung fern hält, zugleich aber auch durch seinen Aufwuchs die

den Beobachtungen so nachtheiligen Wärmestrahlungen verhindert. Andererseits gewährt die Lage, namentlich die Nähe der Berlin-Potsdamer Bahn, bequeme Verbindung mit der Außenwelt, besonders mit der Hauptstadt, da der Weg zwischen Anstaltsgebiet und Bahnstation, dessen Ausbau, soweit dies seine vorgefundene Beschaffenheit erheischte, natürlich erste Sorge der Bauausführung war, nicht viel über 1 km beträgt.

Für die eigentlichen Observatorien, d. h. für die Gruppe derjenigen baulichen Anlagen, welche zur Aufnahme der zur directen Beobachtung der Himmelskörper dienenden Instrumente bestimmt sind, sowie derjenigen, welche sich diesen unmittelbar anschließen müssen, konnte natürlich nur die höchste Stelle des verfügbaren Gebietes gewählt werden. Aufser diesem erforderte jedoch die Anstalt noch andere Baulichkeiten, da es als nothwendig erkannt wurde, den am Institut wirkenden Fachgelehrten und ihren wissenschaftlichen und subalternen Hilfskräften in möglichster Nähe der Observatorien Wohnung zu bieten, welche aber der mannigfachen Störungen halber auch nicht unmittelbar mit der Beobachtungsstation in Verbindung treten durften. So entstand eine örtlich zerstreute Bauanlage, welche das im engeren Sinne Zusammengehörige in mehreren Gruppen vereinigt.

Besondere Erwägungen veranlafste die Frage der Wasserversorgung, da auf der sandigen Höhe eine directe Wasserentnahme nicht möglich ist. Es blieb nur die Alternative, entweder eine Druckrohrleitung aus dem Havelthale oder einen bis zu den wasserführenden Schichten der Thalsohle hinabreichenden Tiefbrunnen auf dem Anstaltsgebiete anzulegen. Eine besondere Fördermaschine war wegen der immerhin beträchtlichen Wassermenge, welche gebraucht wird, sowie des bedeutenden Höhenunterschiedes zwischen Entnahme und Verbrauchsstelle in beiden Fällen ohnehin nöthig. Sowohl finanzielle als auch practisch-administrative Erwägungen führten zur Wahl eines Tiefbrunnens, welcher die Anlage des Förderwerks auf dem Anstaltsgebiet gestattet und so nicht nur eine stete Ueberwachung des Maschinenpersonals ermöglicht, sondern auch den Vortheil gewährt, die Arbeitskraft dieses Personals zu anderweiten Anstaltszwecken auszunutzen.

Die natürlichste Lage des Brunnens ist durch die tiefste Stelle des Anstaltsgebietes gegeben. Dieselbe findet sich an der nordöstlichen, dem Zufahrtswege von Potsdam her nächstliegenden Ecke des Gebietes, in einer Höhenlage von pp. 74 m über Null des Amsterdamer Pegels. Der Wasserspiegel der Havel liegt auf etwas mehr als 30 m über demselben Nullpunkte. Es war daher hier auf eine Brunntiefe von etwa 40 m bis zum Wasserspiegel zu rechnen. Jede Lage auf einem höheren Theile des Gebiets hätte diese beträchtliche Brunntiefe in unerwünschter Weise gesteigert.

Die Baulichkeiten, welche den maschinellen Anlagen Obdach gewähren und dem Maschinenpersonal Wohnung bieten, liegen am schicklichsten in thunlichster Nähe des Brunnens. So entstand auf diesem Theile des Anstaltsgebietes die Baugruppe der Brunnen- und Maschinenanlagen.

Als dritte Gruppe von Bauwerken schaltet sich nun noch zwischen der höchsten und tiefsten Stelle, der Observatorien- und der Maschinen- etc. Gruppe, eine Anzahl Wohnhäuser für das Anstaltspersonal ein, welche in

Höhenlage und Entfernung mit der Hauptbauanlage der Observatorien in so nahe Beziehung tritt, als dies die gebotenen Rücksichten auf thunlichste Isolirung der Beobachtungsstellen gestattet. Es sei hier bemerkt, daß zunächst nur die Wohnhäuser für die beiden Observatoren, sowie dasjenige für die Assistenten und Hilfsarbeiter zur Ausführung gekommen sind, während der Bau des Director-Wohnhauses so lange ausgesetzt bleibt, bis über die Besetzung der Directorstelle Entscheidung getroffen ist. Bis dahin liegt die wissenschaftliche Oberleitung der Anstalt einer aus drei namhaften Berliner Gelehrten bestehenden „Direction“ ob.

Alle drei Gruppen werden durch einen an die Zufahrt von Potsdam sich anschließenden Fahrweg in Verbindung gebracht, welcher mit mehreren Windungen nach der Höhe steigt und in kürzerem Zuge wieder zum Eingange des Gebietes hinabführt (Auffahrt und Abfahrt).

Das ganze Anstaltsgebiet ist durch einen Zaun eingefriedigt, hinter welchem eine lebendige Hecke, die künftig den Abschluß bilden soll, geschützt aufwachsen kann. Die bedeutende Ausdehnung, welche dieses eingeschlossene Gebiet namentlich in südlicher und westlicher Richtung über das jetzt direct in Benutzung genommene nordöstliche Viertel hinaus erhalten hat, war durch verschiedene Rücksichten geboten. Zunächst mußte dafür Sorge getragen werden, störende Annäherungen von Außen dem Mittelpunkt der Anlage möglichst fern zu halten. Schon aus diesem Grunde war für die Umgrenzung eine Linie geboten, welche die Observatorien möglichst in die Mitte des Ganzen treten liefs. Bei der speciellen Wahl der Linienführung wirkte nun noch der Umstand mit, daß auf dem sterilen Sandboden die Umwährungshecke nur dann ein gutes Gedeihen versprach, wenn Vorkehrungen zu ihrer regelmäßigen Bewässerung getroffen würden. Eine solche Anordnung bedingte aber eine in ihrer Höhenlage möglichst gleichmäßige Führung der Heckenlinie, um die Bewässerungsanlage in möglichst zusammenhängendem Zuge anordnen zu können. So entstand die in dem Situationsplane auf Blatt 7 dargestellte Anstaltsgrenze.

Es mag hier gleich bemerkt werden, daß die Absicht vorliegt, den jetzt noch freien Raum künftig für mannigfache Anlagen zu benutzen, wie sie das stetig wachsende Arbeitsfeld eines solchen wissenschaftlichen Instituts naturgemäß bedingt. Auch ist der Gedanke nicht ausgeschlossen, anderen verwandten Anstalten innerhalb dieses Umrings zweckmäßige Unterkunft zu bieten, wobei die generellen Einrichtungen, bei deren Anlage schon auf künftige Erweiterung in diesem Sinne Rücksicht genommen worden ist, auch für diese neuen Institute mit benutzt werden könnten.

In gewissem Sinne mit zu den für wissenschaftliche Arbeiten bestimmten Anlagen gehört auch der Tiefbrunnen. Der Umstand, daß mit einem naturwissenschaftlichen Institut eine solche Anlage in unmittelbare Verbindung trat, legte den Gedanken nahe, dieselbe als Local für solche Arbeiten nutzbar zu machen, welche in besonders hohem Maasse eine gleichmäßige Temperatur und Sicherheit gegen Erschütterungen aller Art bedingen. Man erinnerte sich des Ansehens, welches in dieser Hinsicht die von der Pariser Sternwarte benutzten tiefliegenden Theile ehemaliger Steinbrüche in der wissenschaftlichen Welt genießen. Eine bis zum Wasserspiegel hinabführende Wendeltreppe sowie die Anlage einer vom Brunnen aus zugänglichen tief unter Tage liegenden

Kammer wurden daher vorgeschlagen und zur Ausführung bestimmt, ebenso einige Einrichtungen, welche den Brunnen zu anderweiten Beobachtungen und Versuchen geeignet machen, insbesondere für die systematische Beobachtung des Einflusses, welchen die im Wechsel der Jahreszeiten schwankende Lufttemperatur auf die Bodenwärme in verschiedenen Tiefen ausübt, u. s. w. Es mag bemerkt werden, daß mißverständene Auffassung dieser Verhältnisse vielfach in Publikum und Presse den Glauben verbreitet haben, der Brunnen sei zum Zwecke solcher und mancher anderen, (sogar astronomischer) Beobachtungen angelegt. Das ist jedoch keineswegs der Fall. Wenn nicht der Wasserversorgung wegen ein Brunnen nothwendig gewesen wäre, so würde ein solcher überhaupt nicht gebaut worden sein.

Noch ist zu erwähnen, daß es als mindestens in hohem Grade zweckmäßig erkannt wurde, eine eigene kleine Gasanstalt für die Bereitung von Leuchtgas auf dem Anstaltsgebiete zu errichten, da nicht nur im Interesse des sicheren Verkehrs und der Ueberwachung des Anstaltsgebietes zur Nachtzeit eine gute Beleuchtung der Wege und Gebäudeumgebungen nöthig schien, sondern auch bei vielen wissenschaftlichen Arbeiten in den Laboratorien Gas in bedeutenden Mengen gebraucht wird. Eine kleine Fettgas-Bereitungsanstalt tritt daher räumlich in Verbindung mit den Maschinenanlagen und wird von dem Maschinenpersonal mit bedient.

In diesem Sinne waren die Grundzüge mit den beteiligten Gelehrten vereinbart, als im Sommer 1874 die speciellere Durcharbeitung der Bauprojecte begonnen wurde. Freilich traten bei dem fortgesetzten Verkehr zwischen dem wissenschaftlichen Ausschufs und der Bauverwaltung noch mannigfache Fragen auf, deren Lösung oft längere Zeit in Anspruch nahm. Besonders die Specialdispositionen für die Observatorien-Anlage selbst, über welche die Ansichten in den beteiligten Kreisen vielfach auseinandergingen, erforderten zahlreiche Versuchsprojecte, welche viel Zeit kosteten. Namentlich gab die Frage, wie weit die Isolirung der einzelnen Beobachtungsstellen von einander zu treiben sei, oder welche Rücksichten auf bequemen Verkehr zwischen denselben und mit den zugehörigen Laboratorien genommen werden müßten, zu weitgehenden Meinungsverschiedenheiten Anlaß. Es lag in der Natur der Sache, diese Differenzen durch Compromisse auszugleichen, was denn auch gegen Ende des Jahres 1875 gelang, und zwar in einer alle Theile befriedigenden Weise.

Schließlich ist hier noch hervorzuheben, daß, wie bereits oben angedeutet wurde, es im ursprünglichen Gründungsplane des Instituts lag, dasselbe auch für solche Beobachtungen herzustellen, welche den „räthselhaften Zusammenhang zwischen gewissen solaren und tellurischen Erscheinungen“ zu erforschen geeignet sind. Diese Erscheinungen äußern sich vornehmlich auf dem Gebiete der Meteorologie sowie der elektrischen und magnetischen Kräfte. Die Einrichtungen für meteorologische Arbeiten sind im Zusammenhange mit dem Hauptgebäude (Observatorien-Gruppe) vorgesehen. Für die magnetischen Beobachtungen sollten zwei selbstständige, unter sich und von den übrigen Bauten möglichst entfernte Anlagen — eine für Variations-, die andere für absolute Beobachtungen — im südlichen und südwestlichen freien Theile des Anstaltsgebietes errichtet werden. Spätere Erwägungen, welche eine zwar mit dem astrophysikalischen

Institut in steter Beziehung bleibende, aber auch allgemeinere und vollständigere Zwecke verfolgende Pflege des meteorologischen und magnetischen Dienstes im Auge haben, ließen es geboten erscheinen, den Abschluß der in dieser Hinsicht noch schwebenden Verhandlungen abzuwarten, bevor über Lage und Einrichtung etc. der magnetischen Stationen Bestimmung getroffen wird. Die bereits beschafften Variations-Apparate werden im Kellergeschoß des östlichen Beobachtungsthurmes vorläufig schickliche Unterkunft finden. —

Was nun die bauliche Anordnung und Ausführung im Speciellen betrifft, wie sie aus den im Vorangegangenen angedeuteten Berathungen hervorgegangen ist, so geben die folgenden Bemerkungen die nöthige Erläuterung zu derselben:

### I. Das Hauptgebäude.

Der Bauplatz des Hauptgebäudes (vergl. den Situationsplan auf Blatt 7) nimmt die höchste Kuppe des Telegraphenberges ein. Wie die Zeichnungen auf Blatt 5 und 6 veranschaulichen, stellt sich das Gebäude als eine zusammenhängende Gruppe verschiedener Baukörper dar; diese sind: der Nordflügel mit dem Wasserthurm, der Südflügel mit dem Hauptbeobachtungsturm und dem Heliographen-Vorbau, der östliche und der westliche Beobachtungsturm nebst Vorbau und den thermographischen Lauben, und die Verbindungshallen zwischen dem Südflügel und den beiden Beobachtungsthürmen.

a) Der Nordflügel liegt mit seiner Längsachse in der Meridianlinie und enthält in seinem Hauptgeschoß die Bureau- und Geschäftsräume, im Untergeschoß die Wohnung des Castellans, ein Wächterzimmer und die Räume für die Luftheizkörper. — Der an der nördlichen Schmalseite vorgebaute Wasserthurm enthält unten die Haupt-Eingangshalle, darüber den Raum zur Aufnahme des Druckbeckens für die Wasserversorgung und über diesem ein mit flachem, begehbarem Dach versehenes Zimmer für meteorologische Beobachtungen.

Ueber dem flachen Dach des Nordflügels erhebt sich ein Glashaus zur Anfertigung photographischer Vervielfältigungen.

b) Der Südflügel legt sich auf der Mittagsseite quer vor den Nordflügel und hat seine größte Längenerstreckung in der Richtung von Ost nach West. Die Mitte nimmt der Hauptbeobachtungsturm (Mittelthurm) ein, welcher dem größten Refractor Aufstellung bieten soll. An denselben schließt im Hauptgeschoß sich östlich zwei Laboratorien für optische und (allgemein) physikalische, westlich solche für spectral-analytische und photographische Arbeiten. Zu letzterem tritt noch, dem auf der Ostseite liegenden Haupttreppenraume gegenüber, eine Dunkelkammer. Im Untergeschoß befinden sich östlich mechanische Werkstätten, westlich Laboratorien für gröbere chemische Arbeiten, Vorrathsraum für Drogen, Batteriekammer etc. — In dieser engen Vereinigung von Laboratorien mit dem astronomischen Beobachtungslocal liegt der wesentliche Unterschied der hier in Rede befindlichen Anlage von einer Sternwarte in gewöhnlichem Wortsinne. — Unter dem Mittelthurm (in dem zum Aufstellen des Refractors bestimmten, als Hohlkörper gebildeten Festpfeiler) findet noch ein runder, zur Aufnahme von Sammlungen (Instrumente, Bücher etc.) bestimmter Kuppelsaal Platz. Kleine Laufftreppen zur Vermittelung des innern Verkehrs zwischen

Laboratorien und Observatorium sind in den starken Mauerkörpern (nordöstlich und nordwestlich vom Thurm) ausgespart. — Südlich vor dem Mittelthurm springt eine besondere Bauanlage vor, welche für ein zur Aufnahme von Sonnenphotographien geeignetes Instrument (Heliograph) bestimmt ist. Dasselbe soll auf einem Festpfeiler dergestalt schräg montirt werden, daß sein Ocular in einer oben eingebauten Dunkelkammer sich befindet, während das Objectiv durch einen auf kleiner Fenstervorlage aufgestellten Heliostaten das Sonnenbild empfängt (cfr. den Längenschnitt).

Nord- und Südflügel bieten in ihren Dachgeschossen ausgedehnte Räumlichkeiten zum Unterbringen zurückgestellter Sammlungsgegenstände aller Art.

c) Der östliche Beobachtungsturm (Ostthurm) ist nicht mit Festpfeilern versehen, bietet daher benutzbare Hohlräume, von welchen der unterste (durch abgeschlossenen Ringraum und Erdumschüttung) zu einem sehr gut thermisch isolirten Gemach für die Aufnahme der Normaluhr resp. (provisorisch) der magnetischen Variations-Apparate hergerichtet ist, während die oberen Räume hauptsächlich für Sammlungen nutzbar gemacht werden können. Die Treppen liegen in einem äußeren Ringraume. — Dagegen bietet

d) der westliche Beobachtungsturm (Westthurm) keine nutzbaren Hohlräume, da sein ganzer Innenraum von dem Festpfeiler für den zweiten Refractor eingenommen wird, so daß nur noch Raum für die nach dem Observatorium führende Treppe übrig bleibt.

Beide Seitenthürme, welche wie der Mittelthurm als astronomische Observatorien dienen, liegen mit ihren Mittelpunkten je 25 m östlich resp. westlich von der Meridianachse entfernt und springen mit denselben in südlicher Richtung um 7,10 m gegen den Mittelpunkt des Hauptthurmes vor. An der Nordseite eines jeden der seitlichen Thürme liegt ein quadratischer Vorraum mit Holzlauben für Thermographen und andere meteorologische Apparate. — An diese Vorräume schließen sich beiderseits

e) die Verbindungshallen, welche im Unter-, Haupt- und Dachgeschoss, sowie auf der begehbaren Dachfläche selbst den directen Verkehr zwischen den Seitenthürmen und dem Haupt-Baukörper vermitteln. Die Längsachse der Hallen kreuzt die Meridianachse rechtwinklig im Mittelpunkte des Haupt-Beobachtungsthurmes. Beide Achsen bilden so die Haupt-Richtungslinien der ganzen Bauanlage.

Die Höhenverhältnisse des das Bauwerk zunächst umgebenden Erdreichs sind so geordnet, daß das Untergeschoß bis etwa zur halben Höhe unter der äußeren Bodenfläche liegt. An der Ost- und Westseite des Nordflügels ziehen sich jedoch Trennungsrinnen hin, deren Sohle tiefer als der innere Fußboden der im Untergeschoß befindlichen Wohn- und anderen Räume liegt.

Bezüglich der Aufbauverhältnisse ist zu erwähnen, daß das Hauptgeschoß in allen südlichen Theilen der Anlage (Südflügel nebst Hallen und Thürmen) eine größere Höhe (5,0 m) hat als im Nordflügel (4,15 m). Beide Theile sondern sich daher schon durch verschiedene Höhenlage der Dächer etc. (cfr. den Längenschnitt). Im Untergeschoß beträgt die lichte Geschoßhöhe 3,20 m, in den Dachgeschossen durchschnittlich 2,20 m.

Die Fundamentirung bot bei dem ganz gleichmäßig und festgeschichteten derben Sandboden keinerlei Schwierigkeiten.

Zur Einebnung der Baustelle mußte ein aus dem Jahre 1813 herrührender Erdwall größtentheils abgetragen werden, welcher einen Theil der damals hergestellten Befestigung der strategisch wichtigen „Nuthelinie“ bildete.

Als Material ist für die Fundamente und die massigeren Theile des Festpfeiler-Mauerwerkes Wefenslebener Sandbruchstein, für das übrige Mauerwerk gewöhnlicher aus der Nähe bezogener Backstein verwendet, wobei jedoch die im Außenren sichtbaren Mauerflächen eine Verkleidung von Siegersdorfer Blendsteinen erhalten haben, mit wechselnden gelblichen und rothen Schichten. — Die Verblendung ist gleichzeitig mit der Aufmauerung erfolgt. Sämmtliche Außenmauern sind mit thermischen Isolirschlitzern versehen. Als Werksteinmaterial zu Treppenstufen, Kragsteinen, Gesims- und Fensterbrüstungs-Abdeckungen etc. dient Wefenslebener Sandstein. Die äußere Architektur bewegt sich in sehr einfacher Formgebung, so daß außer schlichten Kantenprofilen und ähnlichen Andeutungen keine architektonische Detaillirung auftritt, und reicher entwickelte Kunstformen überhaupt vermieden sind.

Die Dachdeckung besteht auf dem Nord- und Südflügel sowie den Hallen und Thurm-Vorbauten aus sogenanntem „Vulkan-Cement“ mit Rasen-Oberfläche, auf dem Wasserturm aus Beton. Die Beobachtungsthürme haben die bei astronomischen Observatorien üblichen Drehdächer, aus Eisengerippe mit Blechdeckung in Kuppelform etc. bestehend. Die in den Dächern vorkommenden Oberlichte sind in Rohglas auf einfachen I-Eisen hergestellt.

Die Zwischendecken sind im Untergeschoß theils gewölbt, theils in Balkenconstruction ausgeführt. Letzteres namentlich in den Wohnräumen des Nordflügels und in dem runden Mittelraume unter der Kuppel des Südflügels. An einzelnen Stellen hat auch überhöhtes Wellen-Eisenblech Anwendung gefunden. Im Obergeschoß sind sämmtliche Räume mit gewöhnlichen Balkendecken versehen, welche zum Theil auf Trägern aus gebogenen Holzbalken mit eisernen Spannsträngen ruhen. Nur der Kuppelsaal unter dem Mittelthurm und der Mittelgang sind gewölbt, ebenso die Eingangshalle im Wasserturm. Die Decken in letzterem sind durch eiserne Balkenlagen hergestellt. Im Dachgeschoß des Nord- und Südflügels sowie der Hallen bildet die flache Dachanlage gleichzeitig die Decke. Die schwebenden Fußböden derjenigen beiden Observatorien, welche mit Festpfeilern versehen sind, bestehen aus leichtem Holzbalkenwerk, welches auf armirten Holzträgern ruht, die auf den Außenwänden gelagert sind und das Mauerwerk der isolirten Festpfeiler nicht berühren. Den Observatorienfußboden im Ostthurm soll eine auf den starken Gewölben ruhende Fliesen- oder Betonlage bilden.

Sämmtliche Treppen sind aus Sandstein hergestellt, mit Ausnahme einer Nebentreppe im Nordflügel, welche aus Holz, und der Wendeltreppe im Wasserturm, welche aus Eisen besteht. Die Heizung erfolgt für das Untergeschoß (Castellanswohnung etc.) durch Kachelöfen, für das Hauptgeschoß durch eine Luftheiz-Anlage. Zum Zwecke der Vertheilung der Heizluft im horizontalen Sinn sind unter dem Fußboden des Hauptgeschoßes (unter dem Mittelgang beim Nordflügel) Vertheilungskammern angelegt, von welchen aus die senkrechten Luftzuführungsröhren nach den einzelnen Zimmern münden. Nach Unten zu sind diese Vertheilungskammern durch Wölbungen abgeschlossen. Ihre Decke bil-

det ein durch Rippen von Wellenblech versteiftes, mit Asche überfülltes Planblech, welchem in der Richtung vom Ofen ab eine leise Steigung gegeben ist. Ueber demselben liegt, durch einen Luftraum getrennt, eine zweite Decke aus überhöhtem Wellenblech, welche eine in Mörtel gelegte Flachsicht aus Backsteinen trägt. Auf letzterer ruht der Fußboden, welcher im Flur aus Fliesen, in den Zimmern aus Holz bestehen wird.

Zur Abführung der verbrauchten Luft sind in den Außenmauern Röhren ausgespart, welche vom Fußboden des Hauptgeschoßes bis unter den Fußboden des Untergeschoßes führen und, dort zu 4 Systemen vereinigt, sich an die beiden Saugschlote anschließen, welche durch die Rauchleitung der Heizanlagen erwärmt werden. Es ist darauf Bedacht genommen, diese Rauchröhren möglichst entfernt von den Observatorien ins Freie münden zu lassen, um Luftverunreinigung thunlichst zu vermeiden. Die Schlotmündungen sind mit dem photographischen Glashäuschen in baulichen Zusammenhang gebracht. Die Abdampfnischen etc. der Laboratorien im Südflügel münden mit ihren Abzugsröhren direct über Dach, wo letztere als postamentartige Aufsätze des Brüstungsgitters erscheinen.

Der innere Ausbau ist einfach aber solide, und dem Zweck der Anstalt entsprechend in Aussicht genommen.

## II. Baugruppe der Brunnen- und Maschinen-Anlagen.

### A. Der Tiefbrunnen mit Beobachtungskammer und Brunnenhäuschen.

Der Brunnen hat 3,50 m lichten Durchmesser, bei 0,50 m Wandstärke über Wasser und 0,64 m unter Wasser. Die Oberkante des Brunnenschachtes liegt 42,60 m über dem mittleren Havelspiegel (= 74,00 m über dem Amsterdamer Pegel). Der Wasserspiegel erhält sich bis jetzt in allen Jahreszeiten, selbst bei einer täglichen Wasserförderung bis zu 90,00 cbm, ziemlich unverändert.

An geeigneten Stellen gehen dicht verschließbare Kupferrohre zur Aufnahme der Erdthermometer durch die Brunnenwandung etwa 1,00 m tief in das umgebende Erdreich. In einer Tiefe von 24,00 m unter Tag liegt die von einem Treppenabsatz aus zugängliche Seitenkammer, welche mit Einschluß des 2,00 m langen Vorraumes pp. 8,00 m lang ist und in elliptischem Querschnitt 2,00 m größte Breite bei 2,75 m Höhe hat. Von Tag aus sind zwei senkrechte Röhren für die eventuelle Zuführung von Luft und Licht (letzteres vermittelt Glaslinsen) angelegt. Ueber Tag ist der Brunnen durch ein gemauertes mit Fenstern und Glasdach versehenes Brunnenhäuschen bedeckt, dessen Fußboden ein circa 2,00 m im Durchmesser großes Oberlicht aus Rohglasplatten enthält, welches den Brunnenraum beleuchtet und doch gut thermisch abschließt. Dieser kleine Raum dient auch als Standort für gewisse physikalische Experimente (z. B. Pendel- und Fallversuche etc.). Eine Zenithklappe im Glasdach gestattet eventuell Zenithbeobachtungen. Der Brunnen steht durch einen überwölbten Gang mit dem Maschinenhause etc. in directer Verbindung.

Die Brunnenwandungen sind in Backsteinmauerwerk, die Treppenstufen in Wefenslebener Sandstein hergestellt.

Beim Abteufen des Schachtes wurde eine 8 Pferdekraft starke Locomobile zur Förderung der Masse benutzt. Des

losen Sandbodens wegen bedurfte der Schacht einer sehr sorgfältigen Verzimmerung.

#### B. Maschinelle Anlagen.

Hierzu gehören:

a) Das Maschinenhaus. Dasselbe enthält: einen Kesselraum, zugleich für den Gasofen mit drei Retorten, eine Maschinenkammer, neben dieser einen Raum für Drehbank etc., ferner einen Treppenraum nach den Wasserbehältern und dem Brunnen, Raum für Gasreinigungs- etc. Einrichtungen, eine kleine Schmiede, darüber Wasserbecken für den Kesselbedarf und Balgkammer, endlich Raum für den Winterbedarf an Torf, durch den Fuchs der Kessel vorgewärmt, und Raum in drei Abtheilungen für Holz, Coaks und Steinkohlen. Der Schornstein hat 12,50 m Höhe und ist im Querschnitt quadratisch.

Das Gebäude ist mit Schiefer gedeckt. Die Entlüftung des Kesselraumes geschieht durch einen Dachaufsatz mit Jalousieverschlüssen. Die Maschinenkammer ist unterkellert, um die Fundamente der Maschinen zugänglich zu erhalten; die Unterkellerung gewährt directen Zugang zu den Wasserbehältern und zwischen beiden zu dem Brunnen.

b) Die Sammelbehälter für das Wasser nebst Rohrverbindungen. Die Behälter sind aus Klinkern in Cement gemauert, mit 3,00 m spannenden,  $\frac{1}{2}$  Stein starken Kappen überdeckt, welche eine 1,10 m hohe mit Rasen abgedeckte Sandüberschüttung tragen, und fassen zusammen 225 cbm Wasser.

c) Die Maschinenausrüstung. Dieselbe besteht aus:

1) zwei Althans'schen Kesseln mit geneigten Ober- und Unterkesseln, Dampfdomen, Vorköpfen mit gußeisernen Platten und eigenthümlicher Armirung. Die Kessel sind ganz aus deutschen Loo-Moore Blechen und jeder für 10 Pferdekraft berechnet bei 4 Atmosphären Spannung. Es wird stets nur ein Kessel betrieben.

2) einem Präcisions-Pumpwerk mit hydraulischem Gestänge für die directe Wasserentnahme aus dem Brunnen. Die eigentliche Pumpe mit selbstthätigem Ausgleichschieber steht im Brunnen, die zugehörige Bewegungsmaschine in der Maschinenkammer. Die Pumpe ist doppelt wirkend und fördert 75 cbm Wasser pro Tag bei pp. 40,00 m Förderhöhe nach den Wasserbehältern. Alle Pumpentheile bestehen aus Phosphorbronze, die Gestängeröhren (welche die Vermittelung zwischen Dampfmaschine und Brunnenpumpe bilden) sowie das Steigerrohr sind aus verzinnem Kupfer hergestellt.

3) einer Schieberpumpe, welche das Wasser bei ca. 35 m Druckhöhe aus den Sammelbehältern nach dem Druckgefäße im Wasserthurm befördert, und einer mit dieser verbundenen Speisepumpe.

4) einer kleinen Dampfpeisepumpe.

5) einem Oberflächen-Condensator mit Schlangenrohr.

Die Werkstättenausrüstung besteht aus einer Schmiedeinrichtung, Spindeldrehbank mit verkröpftem Bett, zum Treten eingerichtet, und einer Handbohrmaschine; ferner Schneidezeug etc.

d) Die Gaserzeugung geschieht nach Pintsch'schem System. Es sind drei Retorten vorhanden, von denen stets nur zwei betrieben werden. Dieselben sowie die Reinigungsapparate finden ihren Platz im Maschinenhause. Die in der

Nähe derselben aufgestellte Gasglocke faßt 50,00 cbm. Dieselbe ist ummauert, bis zum Dach umschüttet und die Umschüttung mit Rasen abgedeckt. Das Dach ist ein Zinkdach und unterschalt. Der Oelvorrath wird in unterirdisch eingemauerten Cylindern aus verzinnem Eisenblech aufbewahrt.

#### III. Wohnhäuser für das Anstaltspersonal.

Blatt 6 enthält die Grundrißskizzen von dem Erdgeschofs des Maschinisten-, der beiden gleichgestalteten Observatoren- und des Assistenten-Wohnhauses. Jedes dieser Gebäude besteht aus einem Unter-, einem Erd- (Haupt-) und einem Dachgeschofs und ist mit Gas- und Wasserleitung versehen. Zu den Fundamenten ist Wefenslebener Sandbruchstein, desgleichen zu dem Sockel und den Abdeckungen der Fensterbrüstungen Sandstein aus denselben Brüchen verwendet. Die Umfassungswände haben eine Verblendung von gelblichen Mauersteinen (unter Zuhilfenahme von Rathenauer Steinen für die Bänder) erhalten. Die Dächer sind überstehende und mit Schiefer auf Schalung eingedeckt.

Bei dem Maschinistenwohnhaus enthält das 1,9 m im Lichten hohe, mit Balkendecke versehene Untergeschofs zwei abgeschlossene und einen offenen Kellerraum, das 3,1 m hohe Erdgeschofs die Wohnung des Maschinisten und zugleich einen Aufbewahrungsraum für Maschinen - Unterhaltungsmaterial, das 2,5 m hohe Dachgeschofs eine Wohnung des Heizers, aus Stube, Küche und 2 Dachkammern bestehend, und einen unausgebauten Dachraum. Die Entwässerung ist mit der des Maschinenhauses vereint und durch ein Thonrohr nach einer nahen Waldmulde geleitet.

Bei den beiden Observatorenwohnhäusern enthält das zum Theil überwölbte, 2,5 m hohe Untergeschofs die Wirthschaftsräume, das Erdgeschofs die Wohnräume eines Observators, zu welchen noch zwei heizbare Giebelstuben und zwei Bodenkammern in dem 3,0 m hohen Dachgeschofs hinzukommen.

In dem Assistentenwohnhaus endlich ist das 2,55 m hohe Untergeschofs neben den erforderlichen Kellerräumen zu einer Wohnung für den Institutsdiener ausgebaut, während das 3,15 m hohe Erdgeschofs drei Assistentenwohnungen (die des ersten Assistenten aus zwei Stuben und einer heizbaren Kammer, jede der beiden andern aus einer Stube und einer heizbaren Kammer bestehend) und das Dachgeschofs 4 Bodenverschlüge enthält. Diese Wohnungen sind zugleich mit dem erforderlichen Mobiliar ausgerüstet, welches aus hell polirtem Kiehnholz sehr einfach aber dauerhaft hergestellt ist.

#### IV. Nebenanlagen.

##### A. Gas- und Wasserleitung.

Das Druckrohr, welches das Wasser aus dem Maschinenhause nach dem Wasserthurm im Hauptgebäude führt, hat 90 mm lichte Weite. Das Druckbecken in letzterem faßt 10 cbm und ist aus Eisenblech hergestellt.

Das Rohrnetz verzweigt sich nach den einzelnen Bauwerken längs der Fahrstraße und in der nächsten Umgebung des Hauptgebäudes. Das ganze Wasserleitungsnetz enthält (ohne die Hausleitungen) 1625 lfd. m gußeiserne Röhren und 26 Sprenghähne. Die einzelnen Zuleitungen bilden geschlossene Systeme.

Die Gasleitung, deren Hauptrohr 50 mm weit ist, umfaßt 1090 lfd. m schmiedeeiserne Röhren und 16 Straßenslaternen. Mit unwesentlichen Ausnahmen sind auch hier nur geschlossene Systeme angewandt.

#### B. Anlagen für die Entwässerung der Gebäude und Einfriedigung des Anstaltsgebietes.

Die Entwässerungseinrichtungen sind mit der Einfriedigungsanlage zusammengefaßt, weil die Abwasser der Häuser, soweit die Höhenlage der letzteren dies gestattet, durch ein Thonrohrsystem der Einfriedigungshecke zugeführt und zur Düngung derselben nutzbar gemacht werden. Ohne eine solche Einrichtung würde es kaum möglich sein, auf dem unfruchtbaren Sandboden einen dichten Heckenabschluss zu erzielen. Daher werden auch diejenigen Heckenteile, welche nicht in das Bereich der Hausentwässerung gezogen werden konnten, durch eine besondere Zuleitung nach Bedarf mit reinem Wasser versehen.

Das Thonrohrsystem der Hausentwässerung hat eine Gesamtlänge von 1510 m, 13 Einsteigebrunnen und 2 Lampenschächte.

Die Hecke ist doppelreihig aus *Crataegus oxycantha* gepflanzt. Bis zum Anwachsen der Hecke bildet ein Spriegelzaun die Einfriedigung des Anstaltsgebietes.

#### C. Regelung und Befestigung der Zufahrtsstraße, sowie der Fahrstraße auf dem Anstaltsgebiete. Herstellung der Fußwege und Auffahrten zu den Gebäuden, der Hausgärten und sonstigen Anpflanzungen.

##### a) Die Zufahrtsstraße und Fahrstraße auf dem Anstaltsgebiet.

Die Zufahrtsstraße aus der Stadt zum Anstaltsgebiet bildet die directe Fortsetzung der zur Teltower Vorstadt von Potsdam gehörigen „Luckenwalder Straße“ und war vor dem Umbau ein in Längen- und Querprofil nur wenig geregelter, mit etwas Lehm schwach befestigter Waldweg, „Langewischer Weg“ genannt. Von der im Ganzen etwa 440 m langen Strecke liegen 80 m auf städtischem, der übrige Theil auf forstfiscalischem Grund und Boden. Eine Regulirung und Befestigung dieses Weges war schon wegen des für die Bauausführung erforderlichen Lastverkehrs geboten. Die Straße erhielt eine Fahrbahn von 3,50 m Breite, welche mit Pack- und Decklage aus zerkleinerten Granitfindlingen befestigt ist, und zwei Seitenwege von ca. 0,90 m Breite, die mit Lehm und Kies befestigt wurden. Nachträglich mußten besonders die steileren Stellen der Seitenwege durch Pflasterung etc. gegen Auswaschen und sonstige Beschädigungen gesichert werden. Ebenso sind an solchen Stellen gepflasterte Wasserabzugs-Rinnen angelegt. — Die Fahrstraße auf dem Anstaltsgebiete dient als Zufahrt zu den einzelnen Gebäuden der Anstalt, weshalb sie auch für die Ausführung der letzteren von Wichtigkeit ist. Sie besteht in einer sanft nach der höchsten Kuppe aufsteigenden Auffahrt und einer stärker fallenden Abfahrt. Die Fahrbahn hat 2,50 m, die ganze Straße 4,00 m Breite. Die Befestigung ist in ähnlicher Weise wie bei der Zufahrtsstraße ausgeführt.

##### b) Fußwege, Auffahrten etc.

Die Fußwege und Auffahrten zu den Gebäuden sind mit Schlacken und Bauschuttdecke hergestellt.

Die Einhegung der Hausgärten ist auf das Einfachste — den gewährten Mitteln entsprechend — durch Pflanzung verschiedenartiger Sträucher bewirkt. Sonst beschränkt sich

die Anlage der Hausgärten auf Einebnung der Gebäude-Umgebung, Befestigung einiger Fußwege mit Kies und Belegung der Beet- und Böschungs-Kanten mit Plackrasen; das Uebrige bleibt den Nutznießern überlassen. Die Umgebung der anderen Gebäude und das Gelände, welches durch die Bauarbeiten gelitten hat, erhalten durch Besamung eine neue Rasendecke, um den für die Beobachtungen so schädlichen Einwirkungen des Flugsandes und der von vegetationsfreiem Erdreich ausgehenden Wärmestrahlungen thunlichst zu begegnen.

Die Vorplätze der Gebäude (Wagenwenden) haben eine Pflasterung von gespalteten Feldsteinen erhalten.

#### V. Baukosten.

Als Anhalt für die Baukosten, welche noch nicht definitiv haben festgestellt werden können, mögen die Anschlagssummen dienen, welche ihrer Zeit für die einzelnen Bauausführungen berechnet worden sind. Diese betragen:

##### 1) für das Hauptgebäude mit Beobachtungsthürmen:

a) rein bauliche Anlage incl. der Heizapparate à qm 385,56 <i>M.</i> . . . . .	347000 <i>M.</i>
b) drei Drehkuppeln à qm 66,66 <i>M.</i> . . . . .	60000 -
c) Gas- und Wasserleitung, Möbel und besondere Einrichtungen à qm 56,11 <i>M.</i> . . . . .	50500 -

##### 2) für den Tiefbrunnen:

a) Tiefbrunnen mit Nebenkammer à steig. m rot. 1000 <i>M.</i> . . . . .	46000 -
b) Brunnenhäuschen . . . . .	16000 -

##### 3) für die maschinellen Anlagen:

a) Maschinenhaus incl. Schornstein und Kesselmauerung à qm 121,1 <i>M.</i> . . . . .	25000 -
b) Gemauerte Sammelbehälter für das Wasser nebst Rohrverbindungen, der cbm Wasserinhalt rot. 71 <i>M.</i> . . . . .	16000 -
c) Die Maschinen für die Wasserförderung und 2 Kessel, incl. der Werkstätten-ausrüstung . . . . .	37000 -
d) Die Gasanstalt, nämlich Gasglocke zu 50 cbm Inhalt, Fettgasbereituungs-ofen nebst Reinigungsapparaten und Aufbewahrungströmmeln für das Gasöl . . . . .	12000 -

##### 4) Wohnhäuser für das Anstaltspersonal:

a) Maschinistenwohnhaus à qm 144,1 <i>M.</i> . . . . .	20000 -
b) 2 Observatorenwohnhäuser à qm 170,6 <i>M.</i> , beide zusammen . . . . .	79700 -
c) Assistentenwohnhaus à qm 164,4 <i>M.</i> . . . . .	28300 -
d) das Mobiliar für dasselbe . . . . .	2017 -

##### 5) Nebenanlagen:

a) Gas- und Wasserleitung . . . . .	19000 -
b) Entwässerungsanlagen à lfd. m rot. 11 <i>M.</i> . . . . .	16500 -
c) Einfriedigung (à lfd. m rot. 6,4 <i>M.</i> ) und Thoranlage . . . . .	15000 -
d) Zufahrtsstraße à lfd. m 40 <i>M.</i> . . . . .	17500 -
e) Fahrstraße auf dem Anstaltsgebiet à lfd. m 25,50 <i>M.</i> . . . . .	22600 -
f) Fußwege, Auffahrten etc. . . . .	32000 -

zusammen . 862117 *M.*

Außerdem sind jedoch naturgemäß auch noch namhafte allgemeine Kosten für die Ausführung zu bestreiten, so daß für den Bau in seinem jetzt vorliegenden Umfange, also mit Ausschluß des Directorwohnhauses und der magnetischen Stationen, eine Gesamt-Kostensumme von rot. 1000000  $\mathcal{M}$  in Aussicht genommen ist.

#### VI. Bauleitung.

Die technische und administrative Bauleitung ist dem Unterzeichneten persönlich unterstellt. Unter seiner Ober-

leitung ist für die Specialleitung seit Beginn der Projecte und der Bauarbeiten der Baurath Junk commissarisch thätig. Mit diesem, welcher alle Einzelheiten zu überwachen hat, an der Spitze, bildet ein je nach dem augenblicklichen Bedarf wechselndes Personal von jüngeren Fachgenossen (in letzter Zeit die Bauführer Astfalck und Kruttge) und von subalternen Gehilfen für Zeichen- und Rechenarbeiten das Baubüreau.

Potsdam, im Januar 1878.

Spieker.

## Centralkirchenbauten des XV. und XVI. Jahrhunderts in Ober-Italien.

(Fortsetzung. Mit Zeichnungen auf Blatt 8 und 9 im Atlas.)

### Madonna di Campagna zu Piacenza.

(Grundrisse auf Bl. 42 (Jahrgang 1877) Fig. 23, Bl. 8 (Jahrgang 1879) Fig. 1; Diagonalschnitt auf Bl. 25 (Jahrgang 1878) Fig. 3, Durchschnitt auf Bl. 8 (Jahrgang 1879) Fig. 2; perspectivische Ansicht auf Bl. 9. Fig. 1 und Grundrisse auf Bl. 9 Fig. 2.)

Am Ende der öden und volkarmen Westvorstadt Piacenza's liegt dicht am Stadtwall die Kirche Madonna di Campagna. In den Jahren 1522—28 erbaut, dürfte dieselbe unter denjenigen Centralkirchen, die ihre Grundform S. Peter zu Rom entlehnten, eine der frühesten sein; ihre Anlage, ein griechisches Kreuz mit hoher Vierungskuppel und vier kleinen Capellen an den Kreuzecken, ist derjenigen der fast gleichzeitig erbauten Kirche Madonna della Steccata zu Parma (Bl. 24 bis 26, Jahrg. 1878) ähnlich, aber eine entwickeltere, da die Eckcapellen nach den Kreuzarmen hin offen sind. Die Vierungskuppel erhebt sich auf einem hohen, von einer Arkadengallerie durchbrochenen Tambour über den von Tonnengewölben überspannten Kreuzarmen; letztere öffnen sich in Pfeiler- und Bogenstellungen nach den Eckräumen, die von Kuppeln auf hohem Tambour überdeckt sind.

Das Außere, fast durchweg in Ziegeln ausgeführt (nur die Säulen der Tambourgalerien sind von Sandstein) zeigt bei einer schlichten, zum Theil (namentlich am Hauptgesimse) derben Detailausbildung eine klare, der innern Architektur fast ganz entsprechende Façadengliederung. Der thurmartig schlanke, achtseitige Tambour der Vierungskuppel ist von zwei, in günstigen Verhältnissen angeordneten Gallerien umgeben und durch ein Zeltdach mit großer Laterne abgeschlossen. Die Tambourbauten der vier Eckräume kommen wegen geringer Stärke der Vierungspfeiler im Außern nicht zur freien Entwicklung, sondern sind in ungünstiger Weise mit den Mauern der Kreuzflügel verwachsen.

Die Architektur des Innern ist eine schlichte; Pilaster und Gebälke zeigen Gliederungen von einfacher Profilierung. Die decorative Ausbildung ist vorzugsweise durch Malerei bewirkt, indem die Hauptpilaster mit aufsteigendem Ornament von etwas schwülstigen Formen grau in grau bemalt sind, der Fries des Gebälkes mit Bildern geschmückt ist und die Tonnengewölbe ein einfaches, in grauen Tönen gemaltes Cassettenmuster zeigen. Reicher Freskenschmuck bedeckt einen großen Theil der Wände und der Gewölbe, zum Theil sehr hervorragende Kunstwerke, wie das herrliche Bild des S. Agostino von Pordenone, die schönen Fresken desselben in der Capp. di S. Caterina und der Capp. dei Magi,

sowie der Drachentödter S. Giorgio von Bern. Gatti. Von den Pendentifs an aufwärts sind alle Flächen mit Bildern von Pordenone und Bern. Gatti bedeckt, auf den Kuppelzwickeln sind die vier Evangelisten, im Tambourring und auf den Walmflächen der Kuppel neutestamentliche Geschichten, auf den Pfeiler- und Rippenflächen Figuren der Apostel und schön belebte nackte Kindergestalten dargestellt. Einige Wände des nördlichen Kreuzflügels und der zwei anstoßenden Eckcapellen zeigen unbedeutende moderne Bilder, die Schildbogenflächen sind zum Theil mit höchst zopfigem Ornament<sup>1)</sup> bedeckt, die drei großen Hauptaltäre und die Fenster in den Schildbogenflächen haben eine sehr barocke Architektur. Bei der Fülle und Mannigfaltigkeit des aus so verschiedenen Zeiten herrührenden Schmuckes ist die Wirkung des Innern eine etwas unruhige und unharmonische; der Totaleindruck ist am günstigsten in der Dämmerung, bei der die Einzelheiten zurücktreten und die schönen Raumverhältnisse zur vollen Geltung kommen.

Die Beleuchtung ist vorzugsweise durch Oberlicht bewirkt. Eine große Laterne, 16 Fenster im Kuppeltambour, große Fenster in den Schildbogenwänden führen ein ausreichendes und schönes Licht in das Innere.

Die Zeichnung des Planes der Kirche wird von Lokalschriftstellern<sup>2)</sup> ohne Nachweis Bramante zugeschrieben, wie bekanntlich viele um 1500 erbaute Centralkirchen Oberitaliens als Werke dieses Meisters gelten, von denen derselbe wohl nur mittelbarer Urheber ist. In Mailand und Umgegend repräsentirt sein Name eine Gattung von Kirchen. Wie in so vielen Fällen, so wird ohne Zweifel auch für die Kirche zu Piacenza Bramante mit Unrecht als Autor des Planes genannt. Die oft wiederholte Angabe, diese Kirche sei nach seiner Zeichnung erbaut, wird nur eine Folgerung sein aus der Ähnlichkeit ihrer allgemeinen Disposition mit derjenigen, die Bramante für S. Peter in Rom projectirte, der griechischen Kreuzanlage mit einer Mittelkuppel und vier Nebenkuppeln. Die früheste Nachahmung von S. Peter

1) Dieses und die barocken Schlußsteindecorationen der Archivolten sind in der Zeichnung Bl. 8 Fig. 2 nicht angegeben.

2) Vergl.: Poggiali, Memorie storiche di Piacenza. Piacenza MDCCLX tom. 8. Rossi, Ristretto di storia patria. Piacenza 1829. L. Scarabelli, Guida ai monumenti storici ed artistici della città di Piacenza. Lodi 1841. Nuovissima guida della città di Piacenza con alquanti cenni tipografici statistici e storici. Piacenza 1842. L. Galli, Piccola guida della città di Piacenza 1861.

dürfte unsere Kirche in Piacenza sein. Die architektonische Ausbildung derselben läßt aber nicht die Annahme zu, daß sie nach Zeichnungen Bramante's erbaut sei. Wer der ausführende Architekt der Kirche gewesen, wird in den genannten Schriften nicht angegeben; es wird nur erwähnt, daß der Bau (an der Stelle einer älteren Kirche) im Jahre 1522 begonnen und 1528 (oder 1532) beendet worden sei. Im Jahre 1547 sei die Kirche in den Besitz des Ordens der Minori Osservanti gekommen, 1561 erst die Einweihung derselben erfolgt. Am Schlufs des 18ten Jahrhunderts wurde der Plan zu beschränkt gefunden, und unter Zustimmung der Akademie von Parma

setzte es ein Mitglied der Bruderschaft durch, daß im Jahre 1791 der Chor durch einen Anbau<sup>3)</sup> von bedeutender Länge (s. den Grundriß Bl. 8 Fig. 1) nach Zeichnung eines gewissen Tomba vergrößert wurde. Der Protest der Piacentiner, die sich gegen den „Vandalismus“ verwahrten, daß bei dem Umbau die an der Wand des alten Sanctuariums befindlichen Fresken Campi's zerstört wurden, blieb unbeachtet.

(Fortsetzung folgt.)

3) Im Durchschnitt Bl. 8. Fig. 2 ist die durch diesen Anbau veränderte Architektur nicht dargestellt.

## Die Dodge-Schleuse am Cheasepeak-Ohio-Canal.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 10 und 11 im Atlas.)

(Nachtrag zum Reisebericht der Herren Geh. Ober-Baurath Schönfelder in Berlin und Wasser-Bauinspector Mohr in Thiergartenschleuse.)

Der Cheasepeak-Ohio-Canal mündet unweit der Stadt Washington mittelst zweier Schleusen in den Potomacfluß und wird von Bötten befahren, welche 27,4 m lang, 4,39 m breit sind, 1,52 m Tiefgang und 110 bis 135 Tonnen Tragfähigkeit haben. Die Schleusenanlage genügte jedoch dem Bedürfnis nicht, gab vielmehr Veranlassung zu häufigen Klagen wegen Verkehrsstörungen. Um diesen zu begegnen, bildete sich im Jahre 1875 eine Gesesellschaft unter der Leitung eines Industriellen in Washington, Herrn Dodge, welche es sich zur Aufgabe stellte, eine zweite Verbindung des genannten Canals mit dem Potomacfluß oberhalb Washington, nahe der Vorstadt Georgetown herzustellen. Auch hierbei hatte man erst die Idee, die vorhandene Niveaudifferenz von ungefähr 11,6 m bei M. W. (Niedrigwasser liegt 0,304 m tiefer, Hochw. 0,91 m höher) durch eine gekuppelte Schleusenanlage zu überwinden. Nachdem die Gesellschaft jedoch den Ingenieur Hutton als ausführenden obersten Techniker engagiert hatte, regte derselbe die jedenfalls bemerkenswerthe Idee an, beide Schleusen durch eine kunstgemäße Verbindung des Princip der geneigten Ebene mit dem der Schleusen zu ersetzen. Diese Idee, welche in ihren Grundzügen auf Blatt 10 Fig. 1 u. 2 dargestellt ist, verbindet die Vortheile der geneigten Ebenen, d. h. schnellere Ueberwindung größerer Höhendifferenzen, mit dem der Schleusen durch die Vermeidung der Trockenlegung der Schiffsgefäße bei Ueberwindung von Höhendifferenzen, und ist durch die folgende Anordnung zur Ausführung gekommen:

Von dem Canal in schräger Richtung gegen die Achse desselben ist ein kleiner Zweigcanal nach dem Potomacfluß hin abgebaut, welcher seinen Schlufs durch ein massives Schleusenhaupt mit Klappthor findet, und von diesem Schleusenhaupt ist eine geneigte Ebene nach dem Potomacfluß angelegt, auf welcher eine, in der Form eines Caissons aus Eisen construirte, hinten und vorn ebenfalls mittelst Klappthore geschlossene Schleusenkammer sich hin und her bewegt. Die bewegende Kraft ist eine Turbine, welche von dem Oberwasser des Canals gespeist wird.

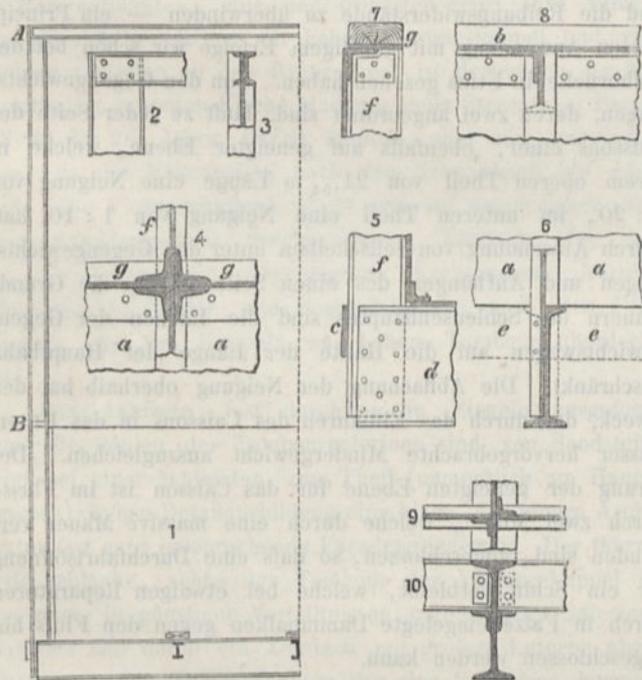
Die Ebene hat eine Neigung von 1:12 und würde beim Aufziehen des Caissons eine beträchtliche Betriebskraft beanspruchen, wenn nicht durch die angebrachten Gegen-

gewichtswagen das Gewicht des Caissons fast völlig abbalancirt wäre. Geringe Gewichtsunterschiede können durch die Füllung des Caissons ausgeglichen werden. Von der bewegend Maschine sind also nur die Trägheit der Massen und die Reibungswiderstände zu überwinden — ein Princip, dessen Anwendung mit günstigem Erfolge wir schon bei der Hubbrücke in Utica gesehen haben. Von den Gegengewichtswagen, deren zwei angeordnet sind, läuft zu jeder Seite des Caissons einer, ebenfalls auf geneigter Ebene, welche in ihrem oberen Theil von 21,94 m Länge eine Neigung von 1:20, im unteren Theil eine Neigung von 1:10 hat. Durch Anwendung von Seilscheiben unter den Gegengewichtswagen und Aufhängen des einen Seilendes an die Grundmauern des Schleusenhauptes sind die Bahnen der Gegengewichtswagen auf die Hälfte der Länge der Hauptbahn beschränkt. Die Abflachung der Neigung oberhalb hat den Zweck, das durch das Einfahren des Caissons in das Unterwasser hervorgebrachte Mindergewicht auszugleichen. Der Strang der geneigten Ebene für das Caisson ist im Flusse durch zwei Molen, welche durch eine massive Mauer verbunden sind, abgeschlossen, so daß eine Durchfahrtsöffnung für ein Schiff verbleibt, welche bei etwaigen Reparaturen durch in Falze eingelegte Dammbalken gegen den Fluß hin abgeschlossen werden kann.

Der Betrieb der Anlage geschieht in der Weise, daß das Caisson an das obere Schleusenhaupt anfährt, die Wasserstände durch Ziehen der Schützen in dem Klappthore des Schleusenhauptes und dem Vorderthore des Caissons ausgeglichen und die Klappthore selbst niedergelegt werden; alsdann fährt das Schiff aus dem Zweigcanal in das Caisson ein. Danach werden die beiden Klappthore aufgewunden, das Wasser aus dem schädlichen Raum zwischen denselben wird abgelassen und das Caisson durch die Turbine nach dem Unterwasser bewegt. Dort angekommen, werden durch Ziehen der Schützen im Hinterthor wiederum die Wasserstände ausgeglichen, das Hinterthor wird niedergelegt und das Schiff fährt aus. Die Aufwärtsbewegung des Caissons erfolgt unter Anwendung der vorbeschriebenen Manipulationen in umgekehrter Ordnung. Die Dauer der ganzen Operation beträgt 8 Minuten.

Die Hauptebene hat zwei Geleise zu je 182,8 m Länge. Die beiden Ebenen für die Gegengewichtswagen haben je zwei Geleise à 91,4 m Länge. Die Länge des Caissons beträgt 34,12 m, die Breite 5,1 m, die Höhe 2,387 m.

Das Caisson, aus Eisenblech von 10 mm Stärke, ist einfach mit wasserdichten Fugen vernietet und durch Doppel-I-Träger abgesteift. Wie aus Fig. 3 auf Blatt 10 zu ersehen, liegen die Querträger im Allgemeinen 1,866 m auseinander, die beiden Endträger an jedem Ende des Wagens, zwischen welche das niederzulassende Thor sich einlegt, sind jedoch 2,3 m von einander entfernt, um die Thornische herstellen zu können. Die Querträger haben mit Ausnahme der sechs gekuppelten Querträger über dem ersten Radstand, welche nur 304 mm hoch sind, eine Höhe von 380 mm. Zur Längsversteifung sind zwischen denselben Längsträger, aus Doppel-T-Eisen (I) von 152 mm Höhe angebracht. Auch die Seitenwände werden durch Doppel-T-Eisen abgesteift. Diese haben 177 mm Höhe; zwischen je zwei derselben liegt ein Winkeleisen von 76 mm Seite und 10 mm Stärke und außerdem sind neben den beiden untersten Radständen noch größere Versteifungen dadurch hergestellt, daß die Doppel-T-Eisen über das Caisson um 3,75 m verlängert und oben durch ein übergelegtes I-Eisen miteinander versteift sind. Fig. 1 der bei-



a Caissonblech. b Obere Spannplatte. c Untere Spannplatte.  
d Querträger. e Längsträger. f Seitenstiel. g Schutzholz.  
Maafsstab: bei Fig. 1 = 1 : 72, bei den übrigen Figuren 1 : 24.

stehenden Holzschritte giebt die Ansicht dieser Construction, Fig. 2 und 3 das Detail der Verbindung bei A und Fig. 4 das Detail der Verbindung bei B. Ueber die Seitenstiele hinweg, in der Höhe der Oberkante der Querträger, ist (Fig. 5 und 6, welche die Verbindung der Querträger mit den Seitenstielen zeigen) an der Längsseite des Caissons eine Spannplatte von 177 × 19 mm in der Vertikal-Ebene angenietet, während über die oberen Enden der Seitenstiele, wie aus Fig. 7 und 8 im Detail zu ersehen ist, eine in der Horizontal-Ebene liegende Gurtungsplatte von 152 × 12 mm, versteift durch Winkeleisen und mit einem aufgeschraubten Schutzholz versehen, angenietet ist. Fig. 9 und 10 geben die Verbindung der Querträger mit den Längsträgern.

Zur Sicherheit des Caissons gegen etwaige äußere Stöße sind am Boden wie an den Seiten Reibhölzer angebracht. Die Anordnung der Nischen im Boden des Caissons für die Thore ist durch einfache Versetzung der Längsträger an die Unterkanten der Querträger erfolgt. Nachträglich sind an das Caisson zu beiden Seiten kleine Fußwege mit Handgeländer angesetzt. Das ganze Caisson ruht, wie Fig. 3 Bl. 10 zeigt, auf drei Radständen, deren jeder dreimal vier Räder enthält; diese haben bei dem vorderen Radstande 761 mm, bei den beiden hinteren 838 mm Durchmesser und sind, um die horizontale Stellung des Caissons zu ermöglichen, über den Radachsen mit verchieden hohen Aufbauten versehen, welche, um durch die Elasticität ihrer Verbindungen etwaige Stöße beim Betriebe nicht auf das Caisson zu übertragen, was bei einer starren Eisenverbindung wohl der Fall sein würde, durchweg von Holz zusammengesetzt sind. Die Räder sind wie bei den Eisenbahnwagen fest auf die Achsen mit 30 Tons Druck aufgepreßt und haben einen 101,5 mm breiten cylindrischen Rand. Die Achsen sind 0,175 mm stärker als die Radbohrung. Diese hat 126 mm Durchmesser bei 203 mm Länge. Zu jeder Seite jedes Rades liegen die Lager, deren Dimensionen 114 mm für den Durchmesser und 203 mm für die Länge sind. Fig. 4 auf Bl. 11 giebt in a die untere Ansicht eines solchen äußeren Achslagers, in b die Seitenansicht, in c einen Querschnitt, in d einen Längsschnitt, während e eine Längsansicht und f einen Querschnitt des inneren Achslagers darstellt. Alle Lager haben nur obere Messingschalen, unten läuft die Achse frei in einem Kasten. Bei den äußeren Achslagern ist der Verschluss der Lagerkasten an der äußeren Seite durch eine vorgeschraubte eiserne Platte bewirkt, während zum Abschluss an der inneren Seite ein Schieber dient, welcher über die Welle herüber greift und im geschlossenen Zustande festgeschraubt wird. Die inneren Achslager sind auf beiden Seiten durch derartige Schieber abgeschlossen und bestehen aus zwei Theilen, einem Ober- und einem Untertheil, welche durch Schraubenbolzen mit einander verbunden sind. Der vorderste Radstand wird durch Fig. 3 und 4 auf Bl. 10 dargestellt. Acht hölzerne Balken, nach der aus Fig. 3 ersichtlichen Form bearbeitet, bilden die Verbindung der sechs Räderpaare mit den Querträgern des Caissons. Bemerkenswerth ist nur, daß zum Ersatz der dem äußeren Räderpaar fehlenden Holzstärke zwischen den beiden hier liegenden Querträgern über jedem Balken zwei U-Eisen eingeschaltet und durch Winkel mit den Querträgern verbunden sind.

Fig. 3 und 5 auf Bl. 10 geben die Anordnung des hintersten Radstandes, bei welchem ebenfalls acht Balken auf den Achslagern die Grundverbindung herstellen. Ueber dieselben hinweg gehen als Querverbindung drei Balken, in welche je acht durch übergeschraubte Diagonalen abgesteifte Stiele eingezapft sind. Ueber diese Stiele laufen Holme, und auf die Holme sind drei Balken gekämmt, welche die Querträger des Caissons tragen. Eingesetzte Andreaskreuze zwischen den drei Stielreihen verhindern die Verschiebung der Radstände in der Längsachse des Caissons.

Die Figuren 3, 6 und 7 auf Blatt 10 zeigen den mittleren Radstand. Bei diesem ist die Anordnung der unteren Balken ganz analog der bei dem hinteren Radstande, nur daß die seitlichen Verstreibungen fortgelassen sind, da der gerin-

gen Constructionshöhe wegen Verschiebungen nicht zu befürchten sind.

An diesem mittleren Radstande ist sowohl das Zugseil wie auch die Bremsvorrichtung angebracht. Das Zugseil ist in der Art befestigt, daß über und unter den inneren Grundverbindungs balken bei *C*, Fig. 6, U-Eisen zwischen gelegt und zwischen diese zwei Rollen eingesetzt sind, über welche hinweg das treibende Drahtseil von *D* nach *E* geht. Da selbstredend eine Bewegung des Seiles um diese beiden Rollen nur dann stattfindet, wenn etwaige Spannungsdifferenzen zwischen den beiden, je nach einem der Contregewichtswagen führenden Seilenden auszugleichen sind, so hat man hier ein kleines Stück Gelenkkette eingelegt, um so kleinere Rollen in Anwendung bringen zu können, ohne größere Gefahr für die Haltbarkeit der Anordnung durch die starke Inanspruchnahme des Seils durch seine Steifigkeit herbeizuführen.

Was nun die Bremsvorrichtungen für das Caisson anbelangt, so sind dieselben, wie ebenfalls aus Fig. 6 u. 7 auf Bl. 10 ersichtlich ist, der Art angeordnet, daß bei eintretendem Brechen des Lastseils sechs Sperrklinken herunter fallen und in Zahnstangen eingreifen, welche an die beiden inneren Schienenstränge mit angegossen sind. Diese Construction ist nicht empfehlenswerth und hat sich in der Praxis nicht bewährt, wie wir zum Schluß unseres Berichtes noch nachweisen werden. Der Apparat, welcher das Einfallen der Sperrklinken bewirkt, ist folgender: Zwischen den mittleren Balken, die auf den inneren Achslagern ruhen, sind zwei I-Eisen horizontal eingelegt, zwischen denen eine kleine gußeiserne Führungsbuchse angebracht ist, in der sich eine cylindrisch abgedrehte Stange hin und her bewegen kann. Diese Stange ist nun durch Winkelhebel sowohl mit den sechs Sperrklinken, als auch mit einem kleinem Gewicht *Q* in Verbindung gebracht. An dem vorderen Ende der Stange sitzt ein um einen Bolzen in einer Gabel drehbares Querstück, an dessen Enden zwei schwächere Drahtseile *R* und *S* (Fig. 6) befestigt sind, welche mit ihren anderen Enden in die beiden Lastseile eingesplißt werden. Es ist nun klar, daß so lange die beiden Lastseile intact sind, die cylindrische Stange nach vorn angezogen und so Contregewicht und Sperrklinken angehoben werden. Tritt jedoch ein Reißen eines dieser Seile ein, so wird durch die Schwere des Contregewichts die cylindrische Stange nach hinten gezogen und die Sperrklinken fallen in die Zahnstange ein. Die Anordnung der Führungsbuchse ergibt sich aus Fig. 6 a auf Bl. 10. — Ein wesentlicher Uebelstand bei dieser Construction ist der, daß etwa eintretendes Dehnen der Seile *R* und *S* sehr leicht ein Einfallen der Sperrklinken zur Unzeit herbeiführen kann.

Die Ausführbarkeit der ganzen Anlage ist wesentlich bedingt durch die von den Amerikanern seit etwa vier Jahren eingeführte Anwendung der sogenannten Tumble-Gates bei den Schleusen in Stelle der Stemthore. Da deren Anordnung im Allgemeinen als bekannt vorausgesetzt werden kann, so wird es genügen, die Construction der eisernen Tumble-Gates in dem Caisson selbst zu beschreiben.

Wie Fig. 5 und 6 Bl. 11 es näher erläutern, ist die Wendesäule des um die horizontale Achse drehbaren Thores von Holz und ebenso wird die Wendenscheibe durch ein rund

bearbeitetes Holzstück gebildet. Die Drehzapfen sind mittelst dreier Nieten an das die hölzerne Wendesäule abgrenzende U-Eisen befestigt und bewegen sich in vollen Lagern, welche an das Blech des Caissons angeschraubt sind, wie aus Fig. 5 und 7 auf Bl. 10 näher zu ersehen ist. Das Thor selbst ist von Eisenblech und erhält seine Steifigkeit durch vier vertikale Doppel-T-Eisen. Die obere horizontale Gurtung des Thores wird durch zwei U-Eisen gebildet, welche mittelst Winkelisen an die aufrechtstehenden Doppelt-T-Träger angenietet sind. Zwischen diesen beiden U-Eisen liegt ein eichener Balken zum Zweck der Abbalancirung des Thores. In jedem Thor sind zum Ausgleichen der Wasserstände kleine um die horizontalen unteren Achsen sich drehende Eisenblechschützen angebracht; deren Dichtung durch einen auf der Blechbekleidung des Thores befestigten gehobelten Kranz erfolgt. Solche Schützen sind in dem Unterthor drei, im Oberthor dagegen nur eine. Das Oeffnen und Schließen derselben geschieht wie Fig. 5 und 6 Bl. 11 detailliren, dadurch, daß mittelst einer Schraubenspindel, welche durch einen aufgesetzten Schlüssel bewegt wird, ein Schraubenrad sich dreht und dadurch eine Welle in Bewegung setzt, auf die für jedes Schütz zwei kleinere Rollen aufgekeilt sind, welche das Schütz mittelst kleinerer Seile heben. Selbstredend bedingt diese Anordnung, daß des Wasser im Caisson stets etwas niedriger steht als der Wasserspiegel, auf welchen das Schiff befördert werden soll. Im Unterwasser ist daher die geneigte Ebene so tief herunter gelegt, daß dies unter allen Umständen selbst bei dem niedrigsten Wasser geschehen muß.

Um für das Oberhaupt dasselbe zu ermöglichen, ist im Caisson ein Pegel, nach welchem der Wärter seinen Wasserstand im Caisson derart zu reguliren hat, daß derselbe stets etwas niedriger ist, als der Wasserstand in dem Canal. Das Reguliren geschieht einfach dadurch, daß der Wärter beim Aufwärtsfahren die drei Klappen in dem Hinterthor nicht eher schließt, als bis der ihm aufgegebene Pegelstand im Caisson erreicht ist. Diese Anordnung hat auch den Zweck, beim Heraufgehen der Schiffe die Last des Caissons soweit zu ermäßigen, daß die Contregewichtswagen ein größeres Gewicht haben, als das gefüllte Caisson, während beim Herabgehen das höher angefüllte Caisson ein Uebergewicht gegen den Contregewichtswagen hat. Das Gewicht des völlig angefüllten Caissons beträgt 390000 kg, das Gewicht des Caissons, wenn die Hinterschützen ganz geöffnet sind, 277500 kg und das Eigengewicht der Contregewichtswagen 280200 kg. Da die Ebene aufwärts fast ausschließlich von leeren, also flach gehenden Böten benutzt wird, so sind beim Aufwärtsfahren fast immer die Hinterschützen ganz geöffnet, und beim Abwärtsfahren mit den geladenen Böten werden dieselben geschlossen.

Die Bewegung der Thore geschieht in folgender Weise: Ein Kurbelrad *a* (Fig. 8 und 9) bewegt ein kleines Trieb rad *b*, welches in ein größeres Zahnrad *c* eingreift, auf dessen Welle eine kleine Seilscheibe *d* sitzt. Um diese Scheibe läuft mit zwei Windungen ein Seil *e*, dessen eines Ende, nachdem es die Scheibe *f* (Fig. 5, 6 u. 10) auf den Seitenwandungen des Caissons passirt hat, in einem kleinen Ringe *g* (Fig. 6) am oberen Ende des Thores befestigt ist. Das andere Ende des Seils geht von der Scheibe *d* nach der unmittelbar am Boden des Caissons angebrachten Scheibe

$h$  (Fig. 6 und 12) und über diese hinweg nach der Oese  $g$  am oberen Thorrande.

Fig. 10 zeigt die kleine Rolle  $f$  und die Befestigung des Schraubenschlüssels zur Bewegung der Schützen, Fig. 11 einen Schnitt nach  $CD$  Fig. 6, welcher die Art der Construction des seitlichen Anschlags für das Thor ersichtlich macht. Es ist nämlich an die äußere Caissonwand ein **U**-Eisen angebracht und auf dieses eine gehobelte Eisenplatte  $x$  befestigt, welche den dichten Schluß des Caissons ermöglicht.

Das Auf- und Niederlegen des Thores geschieht also einfach durch das Umdrehen des Rades  $a$  nach der einen oder anderen Seite, wodurch wechselseitig einmal das Seil über die Rolle  $h$  hinweg angezogen wird, während das Seilende über die Rolle  $f$  hinweg dem Thor nachläuft, das andere Mal aber das Seilende über die Rolle  $f$  hinweg angespannt wird und das über die Rolle  $h$  gehende Seilende schlaff nachläuft.

Der wasserdichte Anschluß des Caissons an das Schleusenhaupt wird dadurch bewerkstelligt, daß der ganze vordere Rand des Caissons an den aufgehenden Wänden sowohl, wie auch am Boden mit einem Holz garnirt ist, welches

Fig. 6 Bl. 11 bei  $y$  in seiner Querschnittsform zeigt. Dieses Holz drückt gegen eine Gummiplatte von nebenstehender Querschnittsform, welche an dem gemauerten Schleusenhaupt in der Höhenlage des Caissons auf Gurtungshölzern befestigt ist, die vor das Mauerwerk aufgeschraubt sind.

Fig. 13 auf Bl. 11 zeigt diese Schlußvorrichtungen bei beiderseitig geschlossenen Thoren in dem Augenblick, wo das Caisson gegen das Schleusenhaupt angefahren ist. Es ist hieraus ersichtlich, daß zwischen den Thoren des Caissons und dem Thore des Schleusenhauptes sich ein Raum  $abcd$  bildet, welcher bei dem Anfahren des Caissons leer ist, aber durch Ziehen der kleinen Jalousieschützen in dem hölzernen Thore des Schleusenhauptes sich mit Wasser so weit anfüllt, daß letzteres in gleicher Höhe mit dem Wasserspiegel des Canals steht.

Da, wie erwähnt, der Wasserspiegel im Caisson stets niedriger gehalten wird, als der Wasserspiegel des Canals (wenn das Caisson gegen das Schleusenhaupt angefahren ist), so wird es nur einer kleinen Umdrehung des Schraubenrades an dem Schütz des Caissonthores bedürfen, um dieses Schütz zu öffnen, und so die Wasserspiegel im Caisson und im Canal auszugleichen. Ist dies geschehen, so werden die beiden Klapphore herunter gelassen und das Schiff fährt in das Caisson ein; sodann werden die Thore wieder und auch die Schützen geschlossen, und nun das Wasser aus dem Raum  $abcd$  durch das Rohr  $f$  abgelassen. Das Öffnen dieses Rohres geschieht durch Bewegung einer kleinen Drosselklappe in demselben; wie und von wo diese Bewegung erfolgt, wird später erläutert werden.

Die Contregewichtswagen bestehen auf jeder Seite aus zwei aneinandergesetzten Holzwagen, welche mit Steinen angefüllt sind; sie haben 16 Räder, auf 8 Achsen sitzend, und sind in derselben Weise mit Achslagern und hölzernen Auflagern auf die Achslager construirt, wie die Wagen am Caisson. Fig. 8 auf Blatt 10 zeigt den Grundriß eines solchen Contregewichtswagens, Fig. 9 die Längsansicht und Fig. 10 die Vorderansicht.

Am vorderen Ende des ersten der beiden gekuppelten Wagen ist eine Seilscheibe von 2,89 m Durchmesser angebracht, um die sich das Lastseil bewegt. Das Detail der unteren Lagerplatte der Seilscheibe ist in Fig. 11 gezeichnet. Oben bewegt sich die Welle der Seilscheibe in einem Halslager, welches mittelst zweier starken Eisenschienen an die Tragebalken des Wagens angeschraubt ist. Die durchaus einfache Construction aller Theile läßt eine weitere Erklärung überflüssig erscheinen; doch sind die Bremsvorrichtungen an diesen Wagen wesentlich anders construirt als bei dem Caisson.

An das Lastseil ist auch hier ein kleineres Drahtseil angeknüpft, welches über eine kleine Rolle unter dem Wagen fortläuft und mit dem anderen Ende wieder an das Lastseil angespült ist. Diese Rolle sitzt in einer Gabel, welche das eine Ende eines Hebels bildet, dessen anderes Ende als Gegengewicht dient. Das Seil folgt der Bewegung des Lastseiles um die kleine Rolle herum und wird durch die Spannung im Lastseil mit in Spannung gehalten. Sobald nun das Lastseil reißt, wird das schwächere Seil schlaff, oder bricht auch, wenn der Bruch des Lastseiles innerhalb der beiden Befestigungen des kleineren Seiles erfolgt ist. Sobald einer dieser beiden Fälle eintritt, kommt das Gegengewicht zur Wirkung und preßt mittelst Hebelübersetzung Bremsklötze gegen die Räder der Contregewichtswagen. Es ist selbstredend, daß diese Construction der Bremsvorrichtung der am Caisson befindlichen bedeutend vorzuziehen ist.

Die Schienen, deren Arrangement Fig. 1 auf Blatt 11 verdeutlicht, liegen für jede Bahn in vier Reihen und sind von Gußeisen; sie sind in zweierlei Formen verwendet, und zwar haben die 8 Schienenstränge der Bahnen für die Gegengewichtswagen so wie die beiden äußeren Schienenstränge für das Caisson die durch  $a$  in Fig. 2 dargestellte Form, während bei den beiden inneren Schienensträngen der Bahn für das Caisson die Zahnstange zum Eingriff für die Sperrklinken angegossen und diese Schienen somit die durch  $b$  in Fig. 2 Blatt 11 dargestellte Profilform erhalten. Unter jeder Schiene liegt ein durchgehender Mauerkörper, auf welchen hölzerne Langschwellen mittelst Ankerbolzen befestigt sind. In je 3,048 m Entfernung sind die zwei zusammengehörigen Langschwellen durch untergelegte Querschwellen gegen seitliche Verschiebungen gesichert. Fig. 2 auf Blatt 11 zeigt den Querschnitt durch ein solches Schienengeleise des Caissons, während Fig. 3 den Grundriß desselben anzeigt. Fig. 3  $a$  zeigt die Seitenansicht einer Schienenlänge mit Zahnstange und markirt gleichzeitig die Stellung der Lappen für die Schraubenbolzen, sowie die kleinen Nasen, mit denen die Schiene in die Längsschwelle eingreift.

Die Schrauben, mit denen die Befestigung der Schienen auf die Längsschwellen erfolgt, sind 126 mm lang bei 16 mm Durchmesser und haben viereckige Köpfe von 28 mm Seite bei 12,7 mm Stärke. Da das Gießen der verwendeten Schienen sehr schwierig ist, so sollen für die Zukunft einfachere, nämlich Schienen nach Angaben des Ms. Huttow von beistehender Form in An  wendung kommen.

Als Motor für die besprochene Anlage ist eine Turbine gewählt, welche ihr Speisewasser, wie Fig. 14 auf Blatt 11 zeigt, gleich oberhalb des Schleusenhauptes aus dem Canal durch ein gußeisernes Rohr entnimmt und nach der in Amerika fast durchgängig gebräuchlichen Art so ein-

gerichtet ist, daß die Einleitschaufeln durch eine seitliche Bewegung sich sämtlich schließen. Sie überträgt ihre Kraft durch ein am oberen Ende der Welle aufgesetztes conisches Rad *a* auf die horizontalliegende Welle *b* und von hier aus durch zweimalige Uebersetzung vermittelst der Zahnradpaare *cd* und *ef* auf die Welle *g*. Auf dieser Welle sitzen zwei kleine conische Triebe *hh*, welche direct in die unten mit einem Zahnkranz versehenen, dreimal gereiften Seilscheiben *ii* eingreifen. Um die Bewegung der Welle *b* einmal nach links, das andere Mal nach rechts zu ermöglichen, ist eine Kupplungsmuffe *k* auf der Welle *b* angebracht, welche durch den Hebel *l* nach rechts geschoben, das conische Rad *m* auf der Welle *b* festmacht und so ein Drehen der Welle *b* nach rechts herbeiführt. Das conische Rad *n* läuft in solchem Falle lose mit; wird umgekehrt durch den Hebel *l* die Kuppelung *k* nach links bewegt, so wird das Rad *m* lose mitlaufen, während das Rad *n* nunmehr auf der Welle *b* fest wird und dieselbe nach links herumbewegt. Um die Seilscheiben *ii* sind in drei Windungen zwei Drahtseile von 44 mm Durchmesser herumgelegt, welche auf 78 Tons Spannung gepreßt sind. Diese gehen mit dem einen Ende nach dem Caisson, unter welchem sie, wie schon früher beschrieben, durch eine Kette verbunden sind; das andere Ende geht von den Scheiben *i* nach den Scheiben *o*, umspannt auch diese mit drei Windungen und geht sodann nach den Contregewichtswagen, läuft unter denselben um die dort angebrachte einfache Seilscheibe und von dieser aus zurück nach einem festen Aufhängepunkt in den Flügelmauern des Schleusenhauptes. Diese Anordnung ist lediglich deshalb getroffen, um an Schienenlänge für die Contregewichtswagen zu sparen, welche somit nur die Hälfte des von dem Caisson zurückgelegten Weges zu durchlaufen haben.

Fig. 15 auf Blatt 11 giebt den Querschnitt durch die maschinelle Anlage und sind hier dieselben Buchstaben in Anwendung gebracht, wie in Fig. 14; Fig. 16 ist der Längsschnitt für dieselbe Anlage.

Außer diesen Hauptmaschinerien wird nun noch direct durch die Turbine eine kleine Druckpumpe vermittelst des auf der Turbinenwelle befindlichen conischen Triebes *p* bewegt; dieses greift nämlich in das conische Rad *q* ein, dreht dadurch die Welle *r*, welche wiederum ihre Bewegung durch das Räderpaar *s* und *t* auf die Welle *u* fortpflanzt, und diese hat an ihrem Ende eine Scheibe *v* mit Kurbelzapfen zu sitzen, an welchen die Kolbenstange der kleinen Druckpumpe angehängt ist. Letztere schafft durch das Rohr *w* ihr Wasser nach dem Accumulator *x* und hebt mit dem Kolben desselben eine auf diesen befestigte Eisenplatte, auf welcher zur stärkeren Belastung Steine in regelmäßiger Form aufgepackt sind. Um diese Pumpe nicht während des Ganges außer Betrieb setzen zu müssen, was ursprünglich projectirt war, wie die kleine Kuppelungsmuffe *z* auf der Welle *v* beweist, ist nachträglich in dem Rohr *w* ein Sicherheitsventil *y* eingeschaltet, dessen Belastung so regulirt ist, daß es abbläst, wenn der Accumulator sich bis zu einer gewissen Höhe erhoben hat.

Der Accumulator ist in seinen Details auf Blatt 11 in Fig. 17 und 18 dargestellt. In einem gußeisernen Cylinder bewegt sich ein voller Pumpenkolben, dessen Abdichtung durch eine Stopfbüchse erfolgt. Durch das Zuführungsrohr *w* tritt das Wasser unter den Kolben und hebt denselben.

Um zu verhüten, daß der Kolben des Cylinders auf den Boden aufstößt, sind an den letzteren Kreuzrippen angegossen, welche nach innen vorspringen, und um ein Zerfriren im Winter zu vermeiden, ist unmittelbar über dem Boden des Cylinders, bei *a*, eine kleine Oeffnung zum Ablassen des Wassers angebracht, welche während der Betriebszeit durch eine Schraube geschlossen wird.

Der Accumulator hat den Zweck, die sogenannte Hydraulic Ram (Fig. 14 a auf Blatt 11) in Betrieb zu setzen. Dies ist eine Vorrichtung, welche dazu dient, das Caisson, nachdem es bis unmittelbar an das Schleusenaupt herangefahren ist, fest an die erwähnte Dichtungsplatte von Gummi anzupressen. Bei derselben ist in einen gußeisernen Cylinder *γ* (Fig. 14 a) ein hohler Kolben mit Ledermanschettendichtung eingesetzt, an dessen Kopf eine bewegliche Seilscheibe *δ* mit drei Riefelungen zwischen Gabeln befestigt ist. Um diese geht in zwei Windungen eine an dem Fundament-Mauerwerk des Cylinders befestigte Drahtseil *ξ*, welches von dort nach der Scheibe *ε*, dann nach der Scheibe *η* und von hier wiederum zurück nach der Scheibe *ε* geführt wird, an welche es mit seinem anderen Ende befestigt ist. Sobald sich der Kolben mit dem Rade *δ* nach oben bewegt, wird das Rad *ε* dieser Bewegung folgen müssen; das Rad *ε* sitzt aber lose auf der Hauptbetriebswelle *g* und kann vermittelst einer Kuppelung *μ* durch einen Hebel *ν* (Fig. 14) in feste Verbindung mit der Welle *g* gebracht werden. Ist dies geschehen, so muß sich die Welle *g* mit all' ihren Rädern mitbewegen; die kleinen Triebe *h* werden die Seilscheiben *i* um einige Zähne herumdrehen, und somit auch die um sie herumgelegten Seile das Caisson fest an die Gummiplatte an das Schleusenaupt anpressen, so, daß hier ein wasserdichter Schluß entsteht. Sobald der Kolben dagegen sich abwärts bewegt, hört dieser Druck auf und somit auch die Pressung des Caissons an das Schleusenaupt. Das Wasser, welches diesen Druck zu üben ausersieht, ist das in dem Accumulator befindliche und wird durch das Rohr *π* demselben zugeführt, sobald der Hahn *ρ* entsprechend geöffnet ist. Der Druck, welcher auf den Kolben der Hydraulic Ram ausgeübt wird, beträgt etwa 11 kg pro qcm.

Fig. 20 Bl. 11 combinirt mit Fig. 23 giebt das Detail der Wasserzuführung in den Cylinder. Vermittelst des Rohres *φ*, wenn es durch eine Drehung des Hahnes mit dem Zuleitungsrohr vom Accumulator *π* in Verbindung gesetzt wird, erfolgt der Druck des Wassers auf die Unterfläche des Kolbens, und somit die Vorwärtsbewegung desselben. Gleichzeitig ist bei dieser Stellung des Hahnes ermöglicht, daß das etwa über dem Cylinder befindliche Wasser durch das Rohr *τ* nach dem Abflußrohr gelangen, und so abfließen kann. Wird umgekehrt der Hahn so gedreht, daß das Rohr *π* mit dem Rohr *τ* communicirt, so wird das Druckwasser durch den Zwischenraum zwischen Cylinder und Kolben von oben auf denselben wirken und ihn nöthigen, eine Rückwärtsbewegung zu machen. Dadurch ist aber das Rohr *φ* mit dem Abflußrohr in Verbindung gesetzt, und das etwa unter dem Kolben befindliche Wasser kann abfließen.

Die Ausführung der Eisentheile der ganzen Anlage ist durch die Vulkan-Eisenwerke in Baltimore erfolgt und zwar haben das Caisson und die Contregewichte zusammen

17000 Dollar, die Schienen, Schrauben und Bolzen 6500 Dollar gekostet, während die ganze Maschinenanlage für 7950 Dollar ausgeführt ist. Die Gesamtkosten aller Eisen- und Metalltheile betragen sonach 30500 Dollar.

Aus dem vorher Gesagten geht hervor, daß die Gesamtmanipulation des Betriebes folgende Handhabungen erfordert:

- 1) das Oeffnen und Schließen der Turbine;
- 2) die Umsteuerung der Maschinerie für die Bewegung nach rechts oder links;
- 3) das Oeffnen und Schließen des Abschlusrohres des schädlichen Raumes zwischen den beiden Schleusenthoren;
- 4) die Bewegung des Hahnes für die Wasserzuleitung zur Hydraulic Ram;
- 5) die Bewegung der Kuppelungsmuffe zum Einschalten des Betriebsrades für die Hydraulic Ram auf der Hauptbetriebswelle.

Alle diese Verrichtungen erfolgen durch einen Menschen mittelst Hebelübertragungen von dem Maschinenhause aus, welches dicht am Schleusenhaupte steht und im Grundriß, Längen- und Querprofil in den Figuren 24, 25 und 26 auf Blatt 11 dargestellt ist. Durch Umdrehung des Rades *a* nach rechts oder links wird die Turbine geöffnet oder geschlossen. Durch Umliegen des Hebels *b* geschieht der Betrieb auf- oder abwärts durch Ueberschieben der Kuppelungsmuffe auf der ersten Vorgelegswelle nach rechts oder links; der Hebel *c* bewirkt das Ein- und Ausrücken der Kuppelungsmuffe auf der Hauptbetriebswelle an der Hydraulic Ram; der Hebel *d* bewegt den Wasserzuführungshahn auf der Hydraulic Ram, und der Hebel *e* endlich öffnet und schließt die Drosselklappe zum Ableitungsrohr für den Raum zwischen den beiden Schleusenthoren.

Nach dieser Beschreibung der ganzen Anlage soll hier noch erwähnt werden, was uns durch die freundliche Mittheilung des leitenden Ingenieurs Herrn Huttow über den Betrieb derselben bekannt geworden ist.

Nachdem das ganze Werk zum ersten Male im Frühjahr 1876 gangbar geworden, wurde dasselbe während des Sommers noch einmal einer Veränderung unterworfen und zwar hauptsächlich durch den Umbau der Turbine, da es sich beim Betriebe als nothwendig herausgestellt hatte, die auf die Schleusung verwendete Zeit (8 bis 10 Minuten) zu vermindern. Die Gesellschaft beschloß, die Turbine zu verstärken, so daß die ganze Procedur nur einen Zeitraum von 6 bis 8 Minuten in Anspruch nehmen sollte. Die Anlage kam nunmehr im November 1876 zur Abnahme. Während bei dieser verschiedene Experimente in Betreff der Abbalancirung zwischen Caisson und Contregewichtswagen gemacht wurden, geschah es, daß in dem Augenblick, als das Caisson fast ganz leer im Unterwasser war, dasselbe rapide in die Höhe ging, die Contregewichtswagen mit wachsender Geschwindigkeit ihre Bahn hinabrollten und das Caisson mit starkem Stoß gegen das Schleusenaupt anfuhr. Das Caisson sowohl als die Contregewichtswagen standen im Moment des Anpralles still. Danach vorgenommene Untersuchungen ließen irgend welche Beschädigungen nicht entdecken und das Werk wurde bis zum Eintritt des Winters im December betrieben. Bei der Wiederaufnahme des Betriebes im März dieses Jahres wurden alle Betriebstheile

untersucht und man fand das Lager einer der äußeren Seilscheiben, über die das Seil nach dem Contregewichtswagen geht, gebrochen. Das Lager wurde erneuert. Im Mai bemerkte man eine Bewegung in dem Lager der anderen äußeren Seilscheibe und bei vorgenommener Untersuchung zeigte sich auch in diesem Lager ein schon alter Bruch. Auch dieses Lager wurde nunmehr erneuert. So blieb das Werk nun in ungestörtem Betriebe bis zum 30. Mai d. Js. An diesem Tage, als gerade ein beladenes Boot im Caisson die Ebene herabging, brach einer der Anker, mit welchem die Lager der großen Seilscheiben im Mauerwerk befestigt sind, etwa 30 cm unter der Oberfläche des Mauerwerks. Die Seilscheibe wurde dadurch von ihrem Platze gerissen, die Seile brachen und das Caisson sowohl als die Contregewichtswagen rollten unaufhaltsam auf der Ebene hinab. Das Caisson kam völlig unbeschädigt unten im Wasser an; auch das in ihm befindliche Schiff hatte keinen Schaden gelitten. Die Sperrklinken waren zwar eingefallen, hatten jedoch das Caisson nicht zum Stillstehen bringen können, sondern die Zähne der Zahnstange theilweise abgestoßen und das Caisson zum Entgleisen gebracht. Hieraus resultirt, daß die in Anwendung gebrachte Bremsvorrichtung für den herabgehenden Wagen ziemlich werthlos ist; Bremschuhe oder Bremsbänder würden jedenfalls bessere Dienste geleistet haben. Die Contregewichtswagen erlitten, da wahrscheinlich auch hier die Bremschuhe nicht rechtzeitig zur Wirkung kamen, einen starken Stoß gegen den Erdwall, so, daß ihre Steinladung theilweise heruntergeschleudert wurde. Die eine Achse eines Wagens war verbogen, ein Radflanschenbruch eingetreten und das Holzgestell desselben Wagens bedeutend gequetscht. Die hierauf angestellten genaueren Untersuchungen ergaben, daß die Ursache des Unglücksfalles darin zu suchen war, daß schon bei der Probe im November das Mauerwerk, in welchem der jetzt abgerissene Bolzen eingemauert war, einen kleinen Riß bekommen haben muß, so daß der Bolzen nunmehr in demselben nicht mehr die nöthige Haltung hatte, um der Inanspruchnahme bei der Bewegung der Last auf die Dauer zu widerstehen. Dasselbe fand sich bei dem Lager der andern Seilscheibe. Hätte man damals mit mehr Sorgfalt nachgesehen und bei der Anlage vielleicht schon das Brüstungsmauerwerk vor dem Bolzen etwas stärker gemacht, so wäre das Unglück sicher verhütet worden.

Möge es schließlich gestattet sein, hier auf eine Umänderung des Arrangements der Dodge-Schleuse aufmerksam zu machen, wie sie sich für hiesige Verhältnisse als zweckmäßig erweisen dürfte. Denkt man sich nämlich an die Stelle der Contregewichtswagen ein zweites Caisson, so hat man den Vortheil einer stets möglichen genauen Abbalancirung der Lasten, also weniger Kraftverbrauch an der Maschine bei doppelter Leistungsfähigkeit der Anlage. Wenn nun, wie in Preußen bei einer großen Zahl der in Aussicht genommenen Canäle, der Fall eintritt, daß fast nur leere oder wenig beladene Fahrzeuge die Bergfahrt unternehmen, während die Thalfahrt ausschließlich von beladenen Fahrzeugen vorgenommen wird, so ergibt sich noch ein anderer sehr wesentlicher Vortheil, nämlich der, daß bei jeder Benutzung der Anlage der oberen also meist wasserarmen Haltung soviel Wasser durch den Betrieb selbst zugeführt wird, als der Gewichtsunterschied zwischen leerem und beladenem

Schiff ausmacht. Es wird also ein nicht unbedeutendes Hemmnifs der Anlage von Canälen, nämlich der Wassermangel in den oberen Haltungen, hierdurch ganz wesentlich abgeschwächt. Wie sehr diese Anordnung den Vorzug vor der bis jetzt bei uns üblichen geneigten Ebene mit trockener Summit verdient, und zwar sowohl hinsichtlich der Conservirung der Schiffe, als in finanzieller Hinsicht, geht daraus hervor, daß nach einer überschlägigen Berechnung die Ersparnisse bei Anwendung der Dodge-Schleuse gegen die Kosten der gewöhnlichen geneigten Ebenen 38 pCt. betragen.

Hoffen wir, daß die hier gebrachten Notizen mit dazu beitragen mögen, manches wegen Wassermangel in den oberen Haltungen und wegen großer Kosten der Schleusen und Ebenen zurückgelegte Canalproject wieder aufzunehmen und die Zahl der Wasserstraßen in unserem Lande zu vermehren.

Berlin, im November 1877.

Schönfelder. Mohr.

### Zur Theorie der Gewölbe.

(Mit Zeichnungen auf Blatt A bis D im Text.)

Im Folgenden soll ein Verfahren zur Bestimmung der Form und Stärke gewölbter Bögen von gleichem Widerstande mitgetheilt werden und daran sich die Beschreibung einfacher Methoden der Stabilitätsbestimmung der Kreuz- und Kuppelgewölbe knüpfen.

Hierbei hat die Methode der graphischen Darstellung ausschließliche Anwendung gefunden, weil mit Rücksicht auf die bei Steinconstructions überhaupt erreichbare Grenze der Genauigkeit die analytische Behandlung der graphischen nicht voransteht, wohl aber, was leichte Ausführbarkeit und Uebersichtlichkeit anlangt, von ihr übertroffen wird. — Der Vollständigkeit wegen wurde in Kürze das schon bekannte Verfahren der Stabilitätsbestimmung eines Bogens von gegebener Form, Stärke und Belastung vorausgeschickt.

#### 1.

#### Stabilitätsbestimmung eines gewölbten Bogens von gegebener Form, Stärke und Belastung.

Das in Fig. 1 Bl. A gegebene Tonnengewölbe, welches nach oben durch eine abgeschrägte Uebermauerung begrenzt ist, werde durch eine Erdauffüllung vom Gewichte des Cubikmeters  $g' = 1600$  kg, ferner durch eine größte Verkehrslast  $w = 600$  kg per qm beansprucht. Das Gewicht des Cubikmeters Wölbsteinmaterial sei  $g = 2400$  kg.

Man ersetze zunächst die Verkehrslast durch eine aufgebrauchte Schicht Füllmaterial  $kk'gg'$ , deren Höhe  $y$  sich aus der Gleichung  $y = \frac{g'}{g}$  bestimmt, und denke durch lothrechte, normal zur Gewölbbestirn befindliche Ebenen das halbe Gewölbe vom Scheitel bis zur Kämpfervertikalen in eine Anzahl Prismen von gleicher Breite  $b$  getheilt. Sodann verwandle man mit Hilfe der Fig. 3, in welcher  $DF : DE = g' : g$ , die aus Erde bestehenden Prismentheile in gleichschwere Steinprismen, wodurch sich die Linie  $mn$  als obere Begrenzung der auf Steinmaterial reducirten Gesamtbelastung ergibt. Die Flächen  $dm a_1'' a_1$ ,  $a_1 a_1'' a_2'' a_2$  u. s. f. sind jetzt offenbar proportional den Gewichten  $Q_1, Q_2$  u. s. f. der zugehörigen Prismen, und wenn die Breite  $b$  der einzelnen Streifen so gering angenommen wird, daß dieselben als Trapeze angesehen werden können, so sind auch ihre mittleren Höhen den Prismengewichten proportional. Daher trage man an einer Vertikalen Fig. 2 diese Höhen oder zur Vermeidung zu großer Längen aliquote (hier die fünften) Theile derselben zu einem Kräftezug  $0123\dots$  zusammen,

so daß bei angenommener, zur Zeichnungsebene senkrechten Tiefe des Gewölbes gleich Eins

$$Q_1 = 5 \cdot 01 \cdot b \cdot g$$

$$Q_2 = 5 \cdot 12 \cdot b \cdot g$$

$$\dots$$

$$\dots$$

$$Q_8 = 5 \cdot 78 \cdot b \cdot g$$

und, wenn man mit  $Q_0$  das Gewicht des halben Gewölbes sammt Belastung bezeichnet,

$$Q_0 = 5 \cdot 08 \cdot b \cdot g \text{ wird.}$$

Um Letzteres auch seinem Angriffsort nach zu erhalten, d. h. um die Schwerlinie der Fläche  $aa_8''md$  zu bestimmen, zeichnet man für einen beliebigen Pol  $O'$ , der zweckmäßig auf einer den Kräftezug in seinem Anfangspunkte  $o$  senkrecht schneidenden Geraden  $Oo$  angenommen wird, das Kräftepolygon der Kräfte  $Q_1$  bis  $Q_8$  und construirt das demselben zugehörige Seilpolygon  $O'I'II' \dots VIII'IX'$ . Der Durchschnittspunkt der äußersten Seilpolygonseiten ist ein Punkt der Kraftlinie  $Q_0$ , also auch der Schwerlinie des halben Gewölbes.

Wenn nun die vorläufige Annahme gemacht wird, daß der Angriffspunkt  $i$  des Horizontalschubes sich in der Mitte der Gewölbstärke am Scheitel befinde, und daß die Widerlagerreaction die Kämpfervertikale ebenfalls im Halbirungspunkt  $e$  der Gewölbstärke schneide, so muß, wenn  $y_0$  und  $x_0$  die Hebelarme der Kräfte  $H$  und  $Q$  bezüglich des Drehpunktes  $e$  sind, die Gleichgewichtsbedingung

$$Hy_0 = Q_0 \cdot x_0$$

oder  $H : Q_0 = x_0 : y_0$  erfüllt werden.

Stellt man die letztere Proportion geometrisch dar, indem man auf der Vertikalen des Kräftepolygons  $ov = y_0$ , ferner auf der Horizontalen  $ou = x_0$  aufträgt und zur Verbindungslinie  $uv$  durch  $s$  eine Parallele zieht, so schneidet letztere auf der Horizontalen des Kräftepolygons den den angenommenen Kraftangriffspunkten  $e$  und  $i$  entsprechenden Horizontalschub  $Oo$  ab und das Seilpolygon, welches jetzt unter Zugrundlegung des neuen Pols  $O$  construirt werden kann, ist zugleich Drucklinie des Gewölbes.

Für je zwei angenommene Drehpunkte  $e$  und  $i$  ist nur eine Drucklinie möglich. Werden statt der gewählten Punkte andere Angriffsorte für Horizontalschub und Widerlagerreaction gewählt, so erhält man abweichende Werthe von

*H* und andere Drucklinien. Wenn man nun nach einander innerhalb der zulässigen Grenzen (d. h. innerhalb des Central-kerns der Bogenschnittflächen im Scheitel und Kämpfer oder innerhalb des mittleren Drittheiles von Schlußsteinhöhe und Kämpferfuge) viele verschiedene Drehpunkte annimmt und wenn die hierbei sich ergebenden Drucklinien den bekannten Gleichgewichtsbedingungen entsprechen, so ist zwar die Stabilität des Gewölbes in mehrfacher Beziehung als gesichert zu betrachten, indessen entzieht sich die Lage der wirklichen Drucklinie der Beurtheilung. Wenn aber von allen erhaltenen Drucklinien nur eine innerhalb des mittleren Drittheiles der Bogenstärke verläuft, so wird sie die wirkliche Drucklinie sein, und auch in diesem Falle kann das Gewölbe als hinreichend stabil erachtet werden.

Die günstigste Lage der Drucklinie ist offenbar jene, bei welcher sie mit der Bogenmittellinie zusammenfällt, weil dann die Pressungen über alle Fugenflächen des Gewölbes sich gleichmäßig vertheilen. Man wird deswegen bei der Stabilitätsuntersuchung eines Gewölbes zunächst diejenige Drucklinie bestimmen, welche den in der Mitte von Gewölbestärke im Scheitel und Kämpferfuge angenommenen Drehpunkten entspricht. Nimmt dabei die erhaltene Drucklinie den gewünschten Verlauf, so ist damit zwar noch nicht die Gewissheit aber doch die Möglichkeit gegeben, daß die wirkliche Drucklinie die gleiche Lage beibehalte, denn letztere Möglichkeit ist nur denkbar, wenn die hierzu erforderlichen statischen Bedingungen vorhanden sind.

Für die wirkliche Druckvertheilung ist vor Allem von Belang die für die Consolidirung des Gewölbes wichtigste Zeit nach dem Ausrüsten und sie ist abhängig von einer Reihe zum Theil unberechenbarer Umstände: von der Art der Bearbeitung der Wölbsteine, der Sorgfalt, die auf das Versetzen derselben verwendet worden ist, von der Anzahl und Stärke der Mörtelbänder, der Zusammenpressbarkeit des Mörtels und von der mehr oder weniger guten Construction des Lehrgerüsts. Man hat indessen schon Mittel angewendet, um die Resultirende der Gewölbepressungen im Scheitel und am Kämpfer auf die Fugenmitten daselbst zu beschränken, indem man entweder die Wölbsteine hier abrundete und dadurch die Berührung auf die Mitte der Fuge beschränkte, oder indem man das Gewölbe an den erwähnten Stellen mit Stahlplatten armirte und so eine Art von Gelenken construirte, mit Hilfe deren die Drucklinie gezwungen wurde, die geforderte Lage einzunehmen. Durch diesen constructiven Kunstgriff, dessen häufigere Anwendung im Interesse einer rationellen Construction wünschenswerth ist, verschwindet die oben erwähnte Unsicherheit in der Beurtheilung der Stabilität eines Gewölbes, und weil die dann stattfindende Druckvertheilung in allen Theilen des Gewölbes eine möglichst gleichförmige ist, so kann dasselbe auch mit dem denkbar geringsten Materialaufwande hergestellt werden.

In vorstehender Untersuchung wurde auf die Anordnung des Fugenschnittes des Gewölbes keine Rücksicht genommen, vielmehr eine beliebige Eintheilung in vertikale Lamellen der Bestimmung der Drucklinie zu Grunde gelegt. Letztere kann daher lediglich als die Verbindungslinie der Schnittpunkte definiert werden, in welchen beliebige auf einander folgende Vertikalschnitte von den ihnen entsprechenden Resultirenden getroffen werden. Handelt es sich nun darum, die Stützlinie des Gewölbes, d. h.

die Verbindungslinie derjenigen Punkte zu erhalten, in welchen die einzelnen Fugen von den Resultirenden der auf sie wirkenden Kräfte geschnitten werden, so kann hiezu die vorher bestimmte Drucklinie in folgender Weise benutzt werden:

Es sei  $\beta\delta$  Fig. 1 eine beliebige gegebene Lagerfuge. Um die Mittelkraft der auf dieselbe wirkenden äußeren Kräfte zu erhalten, sucht man die ihr vorangehende Lamelle  $a_3 a_3'' a_2'' a_2$  auf, von deren Mittellinie eine nach Größe und Richtung durch den Strahl  $Oz$  des Kräftepolygons, ihrer Lage nach aber durch die Gerade III IV der Drucklinie gegebene Resultirende ausgeht. Diese schneidet die Schwerlinie der Lamelle  $a_3 a_3'' \gamma \delta \beta$  im Punkte  $\varepsilon$ , und wird sie hier mit dem Gewichte derselben zu einer neuen Mittelkraft vereinigt, so ist letztere die Gesammtresultante der auf die Lagerfuge  $\beta\delta$  thätigen äußeren Kräfte. Man trägt daher auf der verlängerten Seilpolygonseite III IV von  $\varepsilon$  aus die Länge  $Oz = \varepsilon\nu$  an, zieht durch  $\nu$  eine Vertikale, auf welcher man in dem für die Darstellung des Kräftepolygons gewählten Kräftemaßstab  $\nu\mu$  gleich dem Gewichte der Lamelle  $a_3 a_3'' \gamma \delta \beta$  macht, so ist  $\mu\varepsilon$  die gesuchte Resultirende, deren Schnitt  $\eta$  mit  $\beta\delta$  einen Punkt der Stützlinie ergibt.

Anschließend an die Stabilitätsbestimmung des Gewölbobogens wird diejenige des Widerlagers ausgeführt, wenn dasselbe ebenfalls in Lamellen von der Breite  $\delta$  getheilt und Fig. 1 u. 2 die zugehörige Drucklinie als Fortsetzung der Gewölbdrucklinie construiert wird.

## 2.

### Bestimmung der Form und Stärke eines Bogens von gleichem Widerstande, dessen Pfeilhöhe, Spannweite und Belastung gegeben sind.

Soll hier bei gegebener Spannweite und Pfeilhöhe der inneren Wöblinie die Form und Stärke des Bogens von gleichem Widerstande bestimmt werden, so kann man sich eines Näherungsverfahrens bedienen, dessen Anwendung an folgendem Beispiele gezeigt werden soll.

Die halbe Spannweite  $aC = 6$  m, die Pfeilhöhe  $Od = 4$  m der inneren Wöblinie, ferner die Constructionsdicke  $dk = 4$  m seien Fig. 5 Bl. A im Maßstab 1 : 100 aufgetragen. Das Gewicht  $g$  des Cubikmeters Wölbsteinmaterial sei 2400 kg, das des Füllmaterials  $g' = 1600$  kg, die zufällige Belastung  $w$  betrage per Quadratmeter 800 kg und die größtzulässige Beanspruchung  $\beta$  des Wölbmauerwerks sei auf 6,5 kg per qcm festgesetzt. Man denke die zufällige Belastung durch eine aufgebrauchte Schicht Füllmaterial  $gg' k'k$  ersetzt, deren Höhe sich wie oben berechnet. Sodann treffe man eine vorläufige Bestimmung über die Wölbstärke  $h$  im Scheitel, indem man dieselbe entweder nach Maßgabe ähnlich ausgeführter Constructionen wählt oder eine der bekannten empirischen Formeln zu Hilfe nimmt, z. B. die Bauernfeind'sche Formel:

$$h = \frac{2r(g_0 d + w)}{2\beta - (g_0 d + w)}$$

in welcher  $r$  den Krümmungsradius der inneren Wöblinie im Scheitel,  $d$  die Constructionsdicke und  $g_0$  das arithmetische Mittel aus dem Gewichte des Mauerwerks und des Füllmaterials bezeichnen. Wenn für den genannten Krümmungsradius



vorerst der einer kreisbogenförmigen Wölblinie gesetzt wird, erhält man annähernd:

$$h = \frac{2 \cdot 6,5 (2000 \cdot 4,5 + 800)}{2 \cdot 65000 - (2000 \cdot 4,5 + 800)} = 1 \text{ m} = c'd \text{ Fig. 5.}$$

Wird die sich jetzt in der Scheitelvertikalen ergebende Höhe  $c'k' = 3,5$  m des Füllmaterials reducirt auf die einer gleichschweren aber aus Mauerwerk bestehenden Füllmasse entsprechende Höhe  $c'n = c'k' \cdot \frac{g'}{g} = 2,666$  m, so berechnet

sich unter der Voraussetzung, daß die Mitteldrucklinie die Bogenstärke im Scheitel halbire und concentrisch sei der inneren Wölblinie daselbst, der Horizontalschub nach der bekannten Schwedler'schen Gleichung:

$$H = r_0 \cdot z_0 \cdot g$$

in welcher  $r_0$  den Krümmungsradius der Drucklinie im Scheitel und  $z_0$  die Höhe der reducirtten Belastung daselbst bezeichnen.

Man denke nun den zwischen Scheitel und Kämpfer befindlichen Gewölbetheil sammt Belastung durch lothrechte normal zur Stirne befindliche Ebenen  $a_1 a_1', a_2 a_2', a_3 a_3'$  u. s. f. in eine Anzahl von Prismen von gleicher Breite  $b$  getheilt, deren Gewichte  $Q_1, Q_2, Q_3$  u. s. f. in den Schwerlinien derselben concentriert wirkend angenommen werden können. Das Gewicht eines jeden dieser Prismen wird proportional sein dessen mittlerer Höhe, wenn zuvor die Homogenität hergestellt, d. h. der aus Füllmaterial bestehende Prismenthail in ein gleichschweres Steinprisma verwandelt sein wird.

Der Krätfemaafsstab für die Darstellung der Werthe  $Q_1, Q_2, Q_3$  u. s. f. möge durch die Annahme festgesetzt werden, daß die Gewichte der einzelnen Prismen repräsentirt seien durch die vierten Theile ihrer mittleren Höhen. Bezeichnen demnach  $l_1, l_2, l_3$  u. s. f. die vierten Theile der Höhe des ersten, zweiten, dritten Prismas u. s. f., so bestehen bei vorausgesetzter zur Zeichnungsebene senkrechten Länge des Gewölbes = 1 die Ausdrücke:

$$Q_1 = 4l_1 b \cdot g$$

$$Q_2 = 4l_2 b \cdot g$$

$$Q_3 = 4l_3 b \cdot g$$

Die im nämlichen Krätfemaafsstab den Horizontalschub darstellende Länge  $O'o$  Fig. 6 ergibt sich dann aus der Gleichung

$$O'o = \frac{H}{4b \cdot g} = \frac{r_0 z_0}{4b}$$

oder, da  $b$  im vorliegenden Falle gleich 10 mm

$$O'o = 641,55 \text{ mm.}$$

Der Horizontalschub vereinigt sich nun mit dem Gewichte  $Q_1 = 01 = \frac{dn'}{4}$  des ersten Prismas zu einer Resultirenden

$O'1$ , welche nach Gröfse und Richtung aus dem Krätfepolygon, ihrer wirklichen Lage nach aber in der durch I zu  $O'1$  gezogenen Parallelen I II Fig. 5 erhalten wird. Eine durch den Schnittpunkt II der in Rede stehenden Kraftlinie mit der Schwerlinie des zweiten Prismas gehende Lagerfuge wird normal zu I II und der Gröfse nach so anzuordnen sein, daß ihre Vertikalprojection gleich der Schlufssteinhöhe  $h$  ist.

Man mache daher im Krätfepolygon Fig. 6  $O'a = h$ , ziehe durch  $a$  die Lothrechte  $\alpha\zeta$  und erhält in dem durch

Letztere auf dem Strahl  $O'1$  gebildeten Abschnitt  $O'\beta$  die Länge der in Rede stehenden Lagerfuge  $\beta'\beta''$ .

Im Punkte II der Schwerlinie des zweiten Prismas vereinigt sich nun die Resultirende  $O'1$  mit  $Q_2$ . Dieses ist gleich dem Gewichte eines Mauerprismas von der mittleren Höhe II' II'' und demjenigen eines Erdprismas von der mittleren Höhe II'' 2'. Letztere wird unter Benutzung der Fig. 7, in welcher

$$DF : DE = g' : g$$

in die einem gleichschweren Steinprisma entsprechende mittlere Höhe 2'' II'' verwandelt, sodann mittelst Fig. 8, in welcher

$$GM : GL = 1 : 4$$

die Länge 2'' II'' auf den oben angenommenen Krätfemaafsstab reducirt. Nachdem auf solche Weise  $Q_2$  bestimmt und als Längenabschnitt 12 auf der Krätfvertikalen Fig. 6 aufgetragen ist, ergibt sich  $O'2$  als die von der Schwerlinie des zweiten Prismas ausgehende Resultirende, welche die Mittellinie des dritten in III schneidet. Richtung und Gröfse der Lagerfuge  $\gamma'\gamma''$  bestimmt sich wie vorhin und ebenso, nachdem dies geschehen, das Gewicht 23 des dritten Prismas. Dieses wird mit der vorhergehenden Resultirenden zu der weiteren  $O'3$  vereinigt und die Fortsetzung des gleichen Verfahrens liefert ein Gewölbe von der Leibungslinie  $d\alpha'\beta'\gamma'\delta'\epsilon'\nu'a'$ , dessen Mitteldrucklinie die Kämpfervertikale in dem Punkte  $e'$  schneidet.

Die erhaltene Bogenform, welche den gestellten Bedingungen noch nicht entspricht, dient zunächst zur genaueren Bestimmung von Horizontalschub und Schlufssteinhöhe. Eine Vertikale nämlich durch den Schnittpunkt  $t$  der äußersten Seiten des Seilpolygons  $i' I II III IV V VI$  ist zugleich Schwerlinie des halben Gewölbes, dessen Gewicht  $Q_0$  sammt Belastung durch  $o6$  Fig. 6 gegeben ist. Da  $H : Q_0 = x_0 : y_0$ , so braucht nur  $ov = y_0$  und  $ou = x_0$  Fig. 6 aufgetragen und durch  $o$  eine Parallele  $6O$  zu  $vu$  gezogen werden, um  $H = Oo$  zu ergeben. Hierbei berücksichtige man bezüglich der Bestimmung des Hebelarmes  $y_0$ , daß die Mitteldrucklinie des zu bestimmenden Gewölbobogens die Kämpfervertikale in einem Punkte  $e$  schneiden wird, dessen Entfernung von  $a$  approximativ der Länge  $e'a'$  gleich sein wird, und wähle den so sich ergebenden Punkt  $e$  als neuen Drehpunkt.

Nachdem man nun noch die dem rectificirten Horizontalschub  $Oo$  entsprechende Schlufssteinhöhe  $oy'$  bestimmt und dieselbe Fig. 4 gleich  $dc$  aufgetragen, wiederholt man das eben beschriebene Verfahren für die geänderten Werthe  $H$  und  $h$  und das leicht zu beurtheilende Ergebnifs der Construction wird erkennen lassen, ob die jetzt resultirende Drucklinie und Bogenform den gestellten Bedingungen entsprechen oder ein zweites in gleicher Weise auszuführendes Correctionsverfahren erforderlich ist.

3.

Stabilitätsbestimmung der Kreuzgewölbe.

Für die Stabilitätsbestimmung der Kreuzgewölbe sind dieselben Gesichtspunkte maafsgebend, welche der Behandlung der Tonnengewölbe zu Grunde gelegt werden. Je nach der Anordnung der Lagerfugen, welche entweder den Achsen der sich durchdringenden Cylinder parallel laufen oder nach dem sog. schwalbenschwanzförmigen Verband angelegt werden,

ist die Kräftevertheilung in den Kreuzgewölben eine verschiedene und sollen deswegen im Nachstehenden die beiden erwähnten Herstellungsmethoden, von welchen die letztere die häufigere ist, getrennt betrachtet werden.\*)

a. Kreuzgewölbe mit zu den Kappenachsen parallelen Lagerfugen.

Die Kappen verspannen sich hier in normaler Richtung zu ihren Achsen und denkt man dieselben durch lothrechte, senkrecht zu den Kappenachsen gestellte und gleichweit (um die Länge  $d$ ) von einander entfernte Ebenen  $A_1 B_1, A_2 B_2, \dots, A_5 B_5, A_1 C_1, A_2 C_2, \dots, A_5 C_5$  u. s. f. Fig. 2 Bl. B in Gewölbestreifen getheilt, welche mit ihren Bogenanfängen auf den Gratbögen als Widerlagern aufrufen, so muß, soll das ganze Gewölbe stabil sein, jeder dieser Gewölbestreifen unabhängig von den übrigen im Gleichgewichte sich befinden.

Man überzeugt sich nun von der Stabilität sämtlicher in Fig. 2 angenommener Gewölbestreifen, wenn man die Untersuchung für denjenigen  $A_5 B_5 B_4 A_4$  durchführt, welcher sich unmittelbar an den Stirnbogen anschließt. (Im Aufriß gegeben durch Fig. 1.) Theilt man nämlich denselben durch gleich weit (um die Länge  $b$ ) von einander entfernte Vertikal Ebenen  $a_0 a_0', a_1 a_1', a_2 a_2'$  u. s. f. in ebensoviel Lamellen, als die Kappen in Gewölbestreifen zerlegt wurden, und bestimmt man mit Hilfe des Kräftepolygons Fig. 3 in bekannter Weise Horizontalschub  $H$  und Mitteldrucklinien  $O I II \dots VI$  dieses Bogens, so erhält man in den jeweiligen zwischen Scheitel und Gratbogen befindlichen Theilen dieser Mitteldrucklinie zugleich auch die Drucklinien der übrigen Gewölbestreifen, und in den Geraden  $O_1, O_2 \dots O_5$  des Kräftepolygons die auf den Grat in den Punkten  $I_0, II_0 \dots V_0$  ausgeübten Widerlagerdrücke.

Im vorliegenden Falle wurde die Annahme gemacht, daß die halben Höhen der auf Steinmaterial reducirten Lamellen  $a_0 a_0' a_1' a_1, a_1 a_1' a_2' a_2$  u. s. f. den diesen Lamellen zugehörigen Gewichten proportional seien. Bei dem gewählten Längenmaßstab  $1 \text{ cm} = 1 \text{ m}$  und bei dem Gewichte des Wölbsteinmauerwerks  $g = 2400 \text{ kg}$  ergibt sich deswegen der Kräftemaßstab der Figur:  $1 \text{ mm} = 480 \text{ kg}$ .

Die jetzt der Größe nach bekannten Auflagerdrücke, welche von den Gewölbestreifen der Kappe  $A_5 D B_5$  auf den Grat übertragen werden, vereinigen sich mit den gleich großen Drücken, welche seitens der Gewölbebögen  $A_1 D C_1, A_1 C_1 C_2 A_2$  u. s. f. der Kappe  $A_5 D C_5$  in denselben Punkten auf den Grat wirken, zu Resultirenden, deren jede zusammengesetzt ist aus einer vertikalen Componente gleich dem Gewichte der beiden zugehörigen halben Gewölbebögen und einer horizontalen Componente  $O'o$ , welche als Hypotenuse des rechtwinkligen und gleichschenkligen Dreiecks  $O o v$  Fig. 3 mit Katheten gleich dem Horizontalschub erhalten wird.

Die Längen  $O_1 o, O_2 o \dots O_5 o$  Fig. 3 repräsentiren somit nach Größe und Richtung die den Grat beanspruchenden äußeren Kräfte und die Kraftlinien derselben ergeben sich in den Geraden  $\alpha_1 I_0, \alpha_2 II_0$  u. s. f. Fig. 4. Man setzt nun diese Kräfte zu einem besonderen Kräftezug  $g_1 g_2 \dots g_5$  Fig. 5 zusammen (der Kraftmaßstab wurde hiebei gegen-

\*) Die Richtung der elastischen Hauptkräfte ist innerhalb der Reibungswinkel von der Anordnung der Lagerfugen unabhängig, wenn solche, wie hier, Druckkräfte sind.

über demjenigen der Fig. 3 um die Hälfte verkleinert) und zeichnet für einen beliebigen Pol  $Q$  Kräfte- und Seilpolygon. Dadurch ergibt sich die Resultirende der den Grat beanspruchenden äußeren Kräfte als Gerade  $g g_5$ , ihrer wirklichen Lage nach aber in der durch  $J$  Fig. 4 zu  $g g_5$  gezogenen Parallelen.

Zur Bestimmung der den angenommenen Angriffspunkten  $e$  und  $i$  entsprechenden Scheitelresultirenden  $H_0$  des Grades, welche bei symmetrischer Anordnung und Belastung des Gewölbes als Horizontalkraft auftritt, dient mit Rücksicht auf die in Fig. 4 gewählte Bezeichnung die Gleichung:

$$H_0 y_0 = R \cdot r_0$$

und wenn  $g w$  in Fig. 5 gleich  $y_0$ ,  $G v$  aber gleich  $r_0$  aufgetragen, ferner durch  $g_5$  die Parallele  $g_5 g_0$  zu  $w v$  gezogen wird, so ist  $g g_0 = H_0$ .

Werden die Strahlen  $g_0 g_1, g_0 g_2$ , u. s. f. gezogen, so stellen dieselben die resultirenden Gratpressungen für die Schnitte  $I_0, II_0$  u. s. f. des Grades vor und das zugehörige Seilpolygon  $i I_0 II_0 \dots V_0 e$  dessen Drucklinie.

Die in bekannter Weise vorzunehmende Fortsetzung derselben im Pfeiler liefert die nöthigen Anhaltspunkte für die Beurtheilung der Stabilität desselben und es wurde für diese letztere Untersuchung der Kräftemaßstab des Theiles  $g_0 g_5 g_8$  der Fig. 5 zur Verhütung des Hinausfallens der Construction über das Zeichnungsblatt um das Dreifache verkleinert.

b. Kreuzgewölbe mit dem schwalbenschwanzförmigen Verband.

Die Grate werden hier als selbstständige Bögen ausgeführt und die Lagerfugen der einzelnen Kappen-Wölb-schichten parallel den entsprechenden Gratbogenelementen ausgeführt. Will man die Kappen durch Ebenen in von einander unabhängige Gewölbestreifen theilen, so müssen die Theilebenen normal zu den Graten sich befinden.

Wir ersetzen diese Ebenen der Einfachheit wegen durch Lothebenen, deren Spuren  $b_1 b_1', b_2 b_2'$  u. s. f. Fig. 1 Bl. C senkrecht stehen zu den Horizontalprojectionen der Grate.

Die Gewölbestreifen  $a_0 a_1 b, a_1 b_1 b_2 a_2$  u. s. f. bis  $a_4 b_4 b_5 a_5$  der Kappenhälfte  $a_5 b_5 a_{10}$  stützen sich einerseits auf den Gratbogen und begegnen im Scheitel andererseits den correspondirenden Bögen der zweiten Kappenhälfte. Den Gewölbestreifen  $a_5 b_5 b_6 a_6$  dagegen, welche als Spitzbögen auftreten, dienen theils Grat- theils Stirnbogen als Widerlager. Man erhält die Mitteldrucklinien sämtlicher genannter Gewölbestreifen und deren Stützenreactionen, wenn man die Stabilitätsuntersuchung für den bis zum Scheitel der Kappe verlängert gedachten Gewölbebogen  $a_9 \beta_9 \beta_{10} a_{10}$  Fig. 2 durchführt. Diese Darstellung zeigt Fig. 3, in welcher die Breite  $b = 0,65 \text{ m}$  der einzelnen Lamellen gleich derjenigen der Gewölbestreifen gemacht wurde. Im Kräftepolygon Fig. 3<sup>a</sup> wurden die Lamellenhöhen als Lamellen-gewichte aufgetragen, so daß  $1 \text{ mm} = 101,4 \text{ kg}$  den Kräfte-maßstab dieser Figur giebt.

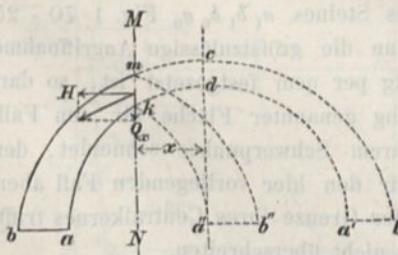
In Fig. 3 repräsentiren der Reihe nach die zwischen Scheitel und den Vertikalen I, II bis V befindlichen Theile der Mitteldrucklinie die Drucklinien der Gewölbestreifen  $a_0 a_1 b_1, a_1 b_1 b_2 a_2$  bis  $a_4 b_4 b_5 a_5$ ; die Strahlen  $O_1, O_2$  bis  $O_5$  Fig. 3<sup>a</sup> stellen deren Widerlagerdrücke vor und  $O o$  den für alle gleichgroßen Horizontalschub. Die Drucklinien der

weiteren (spitzbogenförmigen) Bögen  $a_5 b_5 b_6 a_6$ ,  $a_6 b_6 b_7 a_7$  bis  $a_9 b_9 a_{10}$  ergeben sich in den Fig. 3 besonders bezeichneten Theilen der Mitteldrucklinie und ihre Stützenreactionen als zugehörige Strahlen des Kräftepolygons Fig. 3\*\*\*) Demnach sind die Längen  $O_1, O_3, O_5, O_7$  und  $O_9$  die Drucke dieser Gewölbestreifen gegen den Stirnbögen, dagegen die Längen  $O_6, O_7, O_8, O_9$  und  $O_{10}$  die auf den Gratbogen ausgeübten Pressungen.

Letztere vereinigen sich mit den gleich großen und symmetrisch entgegengesetzten Auflagerdrücken der correspondirenden Gewölbestreifen der Kappe  $a_0' b_5 a_{10}'$  zu lothrechten Resultirenden, so daß die an jeder Stelle auf den Gratbogen übermittelte Belastung in dem Gewichte der beiden hier zusammenstoßenden Gewölbestreifen besteht. Dabei ist selbstverständlich für denjenigen Theil des Gratbogens  $a_5 a_5' a_{10}' a_{10}$ , für welchen die Kappenelemente Spitzbögen sind, die jeweilige Belastung gleich dem Gewichte der beiden bis zum Kappenscheitel verlängert gedachten Gewölbestreifen. Man setzt jetzt die so bestimmten, in den Punkten I, II bis X auf den Gratbogen wirkenden Lasten zu einem Kräftezug Fig. 4\* zusammen und berücksichtigt dabei auch das Eigengewicht des Grates, welches auf die Schwerlinien der in Fig. 4 eingezeichneten Lamellen vertheilt gedacht wird. Dann ergibt sich auf Grund des in bekannter Weise zu bestimmenden Horizontalschubes des Gratbogens dessen Drucklinie Fig. 4 und die Fortsetzung derselben im Pfeiler. Der Kräftemaßstab der Fig. 4\* wurde gegenüber demjenigen der Fig. 3\* um das Vierfache verkleinert.

Der Stirnbogen, welchem hier gleichwie dem Grat die Function eines Widerlagers zukommt, hat einer horizontalen concentrirten Kraft im Scheitel gleich der fünffachen Länge  $O_8$  und den in den Punkten VI', VII', VIII', IX' und X' auftretenden Stützenreactionen  $1 O, 3 O, 5 O, 7 O$  und  $9 O$  Fig. 3\* mit der nöthigen Sicherheit gegen Umkantung und Verschiebung Widerstand zu leisten.

Die Vergleichung der beiden behandelten Fälle zeigt, daß das Kreuzgewölbe mit dem schwalbenschwanzförmigen Verband gegenüber der zuerst erwähnten Herstellungsweise den Vorzug besitzt, daß durch die Kappen auf den Grat nur vertikale (oder nahezu vertikale nach innen gegen das Gewölbe gerichtete) Lasten übertragen werden, in Folge dessen bei sonst gleichen Verhältnissen ein geringerer Gewölbeschub entsteht, also auch geringere Widerlagerdimensionen erforderlich werden. Die Nachteile der Ausführung des schwalbenschwanzförmigen Verbandes bestehen in dem Auftreten von Pressungen gegen die Wölbstirnen, welche bei Lagerfugen parallel den Kappenachsen vermieden werden.

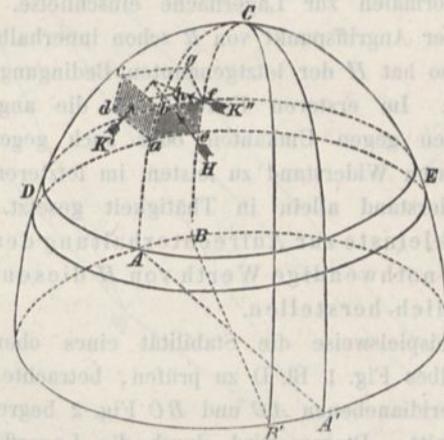


\*) Jeder Spitzbogen  $abmb'a''k$  kann entstanden gedacht werden aus der Zusammensetzung der symmetrischen Abschnitte  $abmk$  und  $a''b'mk$  eines vollen Bogens  $abc'b'a'$ , und da für irgend eine Schnittebene  $MN$  des letzteren die resultirende Fugenpressung sich zusammensetzt aus einer horizontalen

Componente gleich dem Horizontalschub des vollen Bogens und einer vertikalen Componente gleich der Belastung zwischen Schnittebene und Scheitel des vollgedachten Bogens, so muß, wenn die Drucklinie des Spitzbogens Bogenmittellinie sein soll, im Scheitel des letzteren eine gleiche Resultirende wirksam sein.

Stabilität der Kuppelgewölbe.

Das Kuppelgewölbe unterscheidet sich vom einfachen und zusammengesetzten Tonnengewölbe dadurch, daß es nicht in Elemente zerlegt werden kann, deren Stabilität von dem Zusammenhang mit den angrenzenden Gewölbetheilen unabhängig ist.



Würde beispielsweise der von den Meridianen  $ACA'$  und  $BCB'$  begrenzte Theil einer geschlossenen Kuppel aus der Verbindung mit dem übrigen Gewölbe herausgenommen und als selbstständiger Bogen betrachtet, so müßte unter dem Einfluß von vertikaler und symmetrischer Belastung im Scheitel  $C$  ein Horizontalschub von bestimmter Größe auftreten. Da nun die Fläche der Scheitelfuge auf eine Linie also auf Null sich reducirt, so ist für den Bogen als solchen der Gleichgewichtszustand unmöglich. Dasselbe gilt für ähnliche Gewölbeausschnitte oben offener Kuppeln und es geht daraus hervor, daß jeder durch Meridianebenen begrenzte Gewölbetheil  $ABCB'A'$  nur durch die gleichzeitigen Reactionen der angrenzenden Gewölbetheile im Gleichgewicht erhalten werden kann.

Um diese Reactionen zu bestimmen, betrachte man von dem erwähnten Gewölbeausschnitt ein beliebiges Stück  $abcdefgh$ , welches zugleich der ringförmigen auf conischer Basis befindlichen Horizontalschicht  $DE$  angehört. Dieser Stein steht zunächst unter Einwirkung seines Eigengewichtes und derjenigen Pressung, welche von dem oberhalb gelegenen Theile der Meridionalschicht auf ihn ausgeübt wird.

Würde die Resultirende  $R$  aus beiden die untere Lagerfläche des Steines noch innerhalb ihres Centralkernes schneiden und einen kleineren Winkel als den Reibungswinkel  $\varphi$  von Mauerwerk auf Mauerwerk mit der Normalen zu derselben bilden, so würde der Stein im Gleichgewicht sein; es würde keine Einwirkung auf die benachbarten Steine der Horizontalschicht auftreten, von dieser Seite also auch keine Reaction und in dem horizontalen Gewölbering keine Spannung entstehen.

Überschreitet nun der Winkel von  $R$  mit der Normalen zur Lagerfuge den Reibungswinkel  $\varphi$  oder rückt der Angriffspunkt dieser Kraft über den Centralkern der Lagerfläche hinaus, so wird der Stein zu gleiten, beziehungsweise zu kanten anfangen und so lange auf die beiden angrenzenden Steine der horizontalen Gewölbeschicht einwirken, bis durch die Reactionen  $K'$  und  $K''$  der Letzteren derjenige Zustand, bei welchem gerade noch Gleichgewicht möglich ist, wieder hergestellt ist. Die Kräfte  $K'$  und  $K''$  lassen sich durch eine resultirende Horizontalkraft  $H$  ersetzen,

wirksam in der durch den Schwerpunkt des Steines gelegten Meridianebene. Der Werth von  $H$  wird den genannten Bedingungen gemäß bestimmt: Schneidet  $R$  die Lagerfläche außerhalb des Centralkerns, so ergibt sich  $H$  aus der Forderung, daß die Resultirende  $T$  aus  $R$  und  $H$  die Grenze des letzteren noch treffe und keinen größeren Winkel als  $\varphi$  mit der Normalen zur Lagerfläche einschliesse. Befindet sich aber der Angriffspunkt von  $R$  schon innerhalb des Centralkerns, so hat  $H$  der letztgenannten Bedingung allein zu entsprechen. Im ersteren Falle haben die angrenzenden Wölbschichten gegen Umkanten oder auch gegen Gleiten und Umkanten Widerstand zu leisten, im letzteren wird der Reibungswiderstand allein in Thätigkeit gesetzt. Immer wird der kleinste zur Aufrechterhaltung des Gleichgewichtes nothwendige Werth von  $H$  diesen Zustand auch wirklich herstellen.

Um beispielsweise die Stabilität eines oben offenen Kuppelgewölbes Fig. 1 Bl. D zu prüfen, betrachte man den von den Meridianebenen  $AC$  und  $BC$  Fig. 2 begrenzten Gewölbeausschnitt. Dieser wird durch die Lagerflächen der ringförmigen Wölbschichten in eine Anzahl Bogenstücke (Steine)  $a_1 b_1 b_0 a_0, a_2 b_2 b_1 a_1, \dots, a_{13} b_{13} a_{12} b_{12}$  getheilt, deren Gewichte als Längen  $O_1, 12, \dots, 12, 13$  auf der Vertikalen des Kräftepolygons Fig. 3 aufgetragen werden.

Im vorliegenden Falle wurde die mittlere Stärke  $b$  aller Schichten gleich groß angenommen, so daß die Gewichte sämtlicher Steine ihren mittleren Längen proportional wären, wenn nicht ihre Tiefe verschieden wäre. Um diese Gewichte auf gleichen Kräftemaßstab zu bringen, wurden Fig. 2 sämtliche Steinlängen auf die mittlere Tiefe des neunten Steines, welche gleich der Längeneinheit, gleich 1 m ist, reducirt. Man trägt nun auf der Geraden  $99''$  Fig. 2 die Steinlängen  $\alpha_1 \beta_1, \alpha_2 \beta_2$  u. s. f. als Längen  $9I, 9II$  bis  $9XIII$  auf, verbindet die Punkte  $I, II, \dots$  bis  $XIII$  mit  $C$  und erhält in den Abschnitten  $11'', 22'', \dots, B13''$  die gesuchten reducirtten Steinlängen.

Da  $b = 0,6$  m, so ergibt sich der Kräftemaßstab der Fig. 3 bei dem Gewichte des Gewölbmauerwerks  $g = 2400$  kg  
1 mm = 72 kg.

Der oberste Stein  $a_1 b_1 b_0 a_0$  steht unter Einfluß seines in der Schwerlinie wirkenden Gewichtes  $O_1$ ; damit der Stein im Gleichgewicht bleibe, muß diesem Gewichte eine Horizontalkraft  $H_1$  sich so vereinigen, daß die Resultirende  $T_1$  aus beiden die Fuge  $a_1 b_1$  an der unteren Grenze  $e_1$  ihres mittleren Dritttheiles schneide und mit der Normalen zu  $a_1 b_1$  den Winkel  $\varphi$  bilde. Man zieht also durch  $e_1$  Fig. 1 und durch 1 Fig. 3 Parallele zur Richtungslinie  $M_1 N_1$  und erhält dadurch Kraftlinie  $e_1 t_1$  und Größe  $O_1 1$  von  $T_1$ , ebenso die Größe  $O_1 o$  von  $H_1$ . Der Angriffsort von  $H_1$  ergibt sich in der durch den Schnittpunkt  $s_1$  von  $e_1 t_1$  und der Schwerlinie des Steines gelegten Horizontalen.

Für die Lage des Punktes  $s_1$  existirt übrigens eine gewisse Beschränkung; denn da die Reactionen  $K'$  und  $K''$  selbstverständlich nicht über den Centralkern der Stosfugenflächen hinaustreten sollen, so kann mit hinreichender Genauigkeit als äußerste zulässige Grenze für die Lage ihrer Resultirenden  $H$  eine Horizontale gelten, welche durch die obere Grenze des mittleren Dritttheiles der Halbirungslinie  $\alpha_1 \beta_1$  des Steines gelegt ist. Würde  $s_1$  über diese Horizontale hinausfallen, so würde sich die Kraftlinie  $T_1$  als Ver-

bindungslinie der Punkte  $i_1$  und  $e_1$  ergeben und dies wäre ein Zeichen, daß der Widerstand gegen Kanten in Thätigkeit getreten, bevor die volle Reibung absorbiert war.

Was die zweite Steinschicht anlangt, so wirkt auf sie der Lagerdruck der vorhergehenden und ihr Gewicht 12. Die Resultirende  $R_2$  aus beiden ergibt sich nach Größe und Richtung gleich  $O_1 2$  Fig. 3, ihrer wirklichen Lage nach in der durch  $t_1$  zu  $O_1$  gezogenen Parallelen  $t_2 v_2$ . Die Resultirende  $T_2$  aus  $R_2$  und  $H_2$  muß  $a_2 b_2$  unter den mehrfach erwähnten durch die Forderungen des Gleichgewichts bedingten Verhältnissen schneiden. Der kleinste Werth von  $H_2$ , der diesen Forderungen noch Genüge leistet, wird der wirklich auftretenden Größe dieser Kraft entsprechen. Es ist derjenige Werth  $H_2 = O_1 O_2$ , bei welchem  $T_2$  die Lagerfuge  $a_2 b_2$  an der unteren Grenze  $e_2$  und die Kraftlinie  $H_2$  die Mittellinie  $\alpha_2 \beta_2$  an der oberen Grenze  $i_2$  des mittleren Dritttheiles schneidet. Wenn man daher durch  $i_2$  die Horizontale  $i_2 v_2$  zieht und den dadurch erhaltenen Schnittpunkt  $v_2$  von  $H_2$  und  $R_2$  mit  $e_2$  verbindet, so ist  $v_2 e_2$  Kraftlinie und die Parallele  $O_2 2$  hiezu im Kräftepolygon Größe des Lagerdruckes  $T_2$  auf  $a_2 b_2$ .

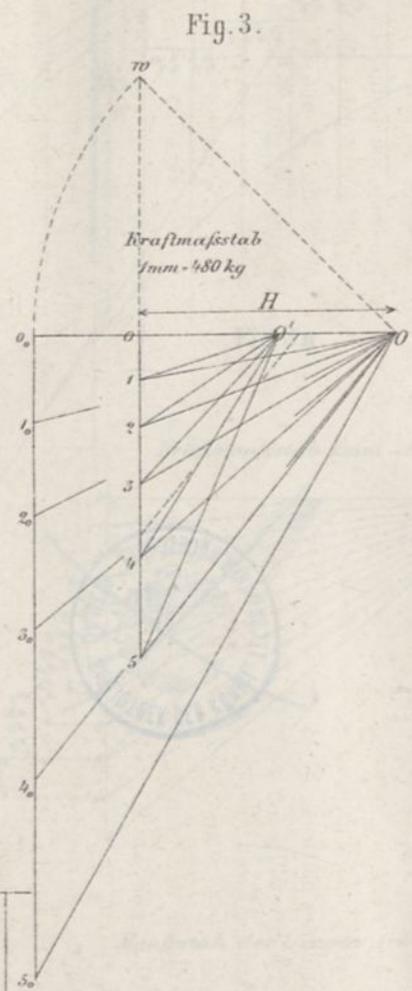
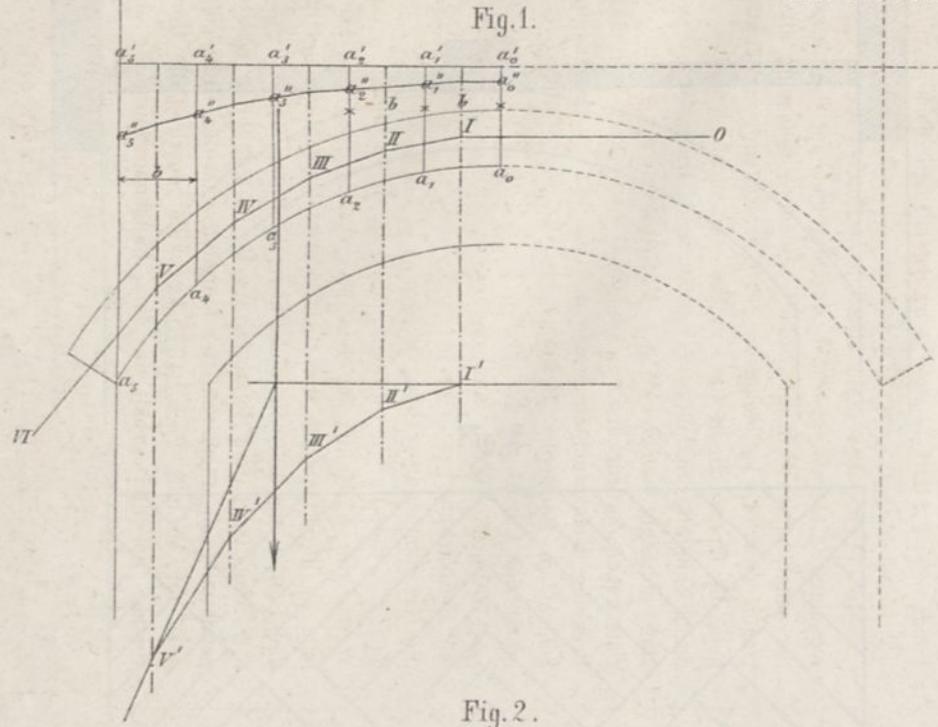
Für den dritten Stein wird  $R_3 = O_2 3$ , wirksam in  $t_2 v_3$ , ferner  $H_3 = O_3 O_2$  mit der Kraftlinie  $i_3 v_3$ , endlich  $T_3 = O_3 3$ , wirkend in  $v_3 e_3$ . Das gleiche Verfahren wird für die folgenden Steine fortgesetzt.

Dabei zeigt sich, daß der Winkel, welchen für alle Schichten die Kräfte  $T$  und  $R$  mit einander bilden, also auch die Werthe  $H$  vom Scheitel gegen das Widerlager stetig abnehmen. Beim neunten Stein, dessen untere Lagerfuge von  $T_8$  in  $e_9$  getroffen wird, fallen  $R_9$  und  $T_9$  zusammen und es wird für diesen Stein wie für die folgenden  $H = 0$ , d. h. in den ringförmigen Gewölbeschichten treten keine horizontale Verspannungen mehr auf. Der Verlauf der Stützlinie ist also von hier ab von den Letzteren unabhängig und die schließliche Widerlagerreaction des betrachteten Bogenstückes wird nach Größe und Richtung als Länge  $O_8 13$  Fig. 3, ihrer wirklichen Lage nach aber in der Geraden  $t_{12} t_{13}$  Fig. 1 gefunden.

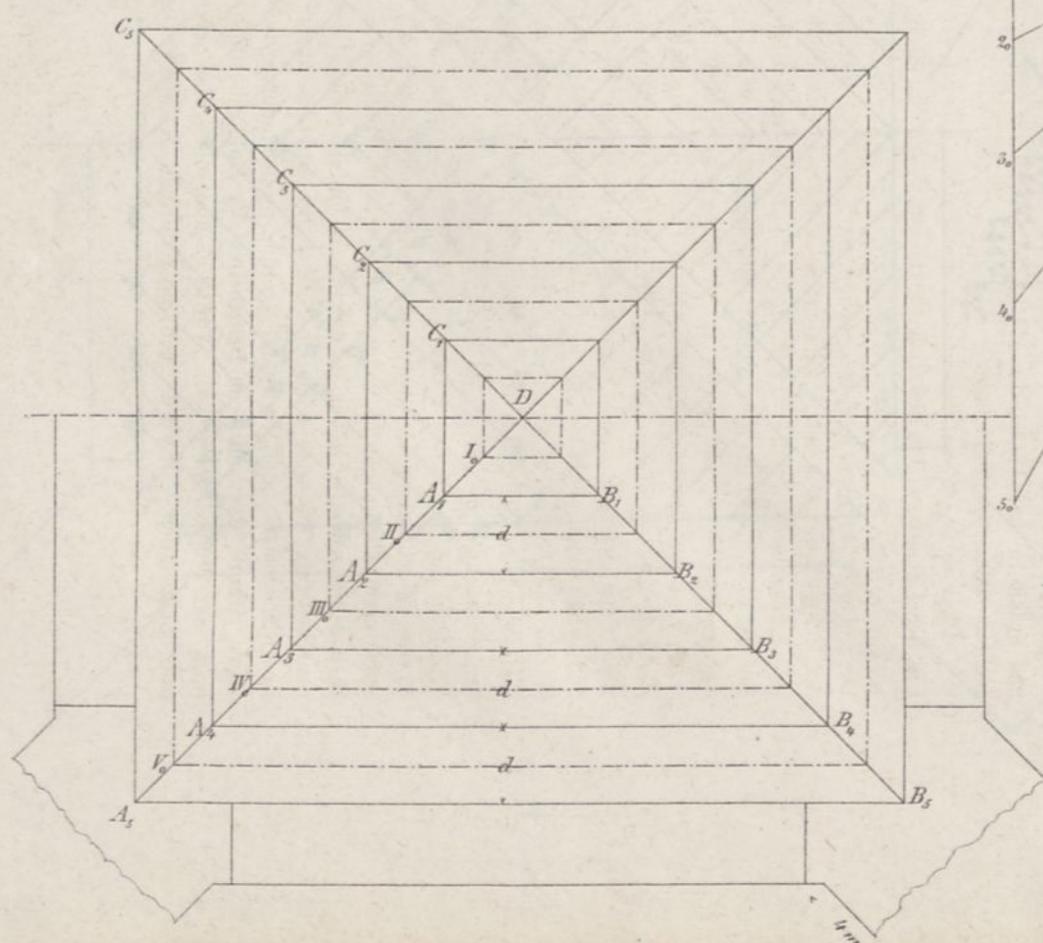
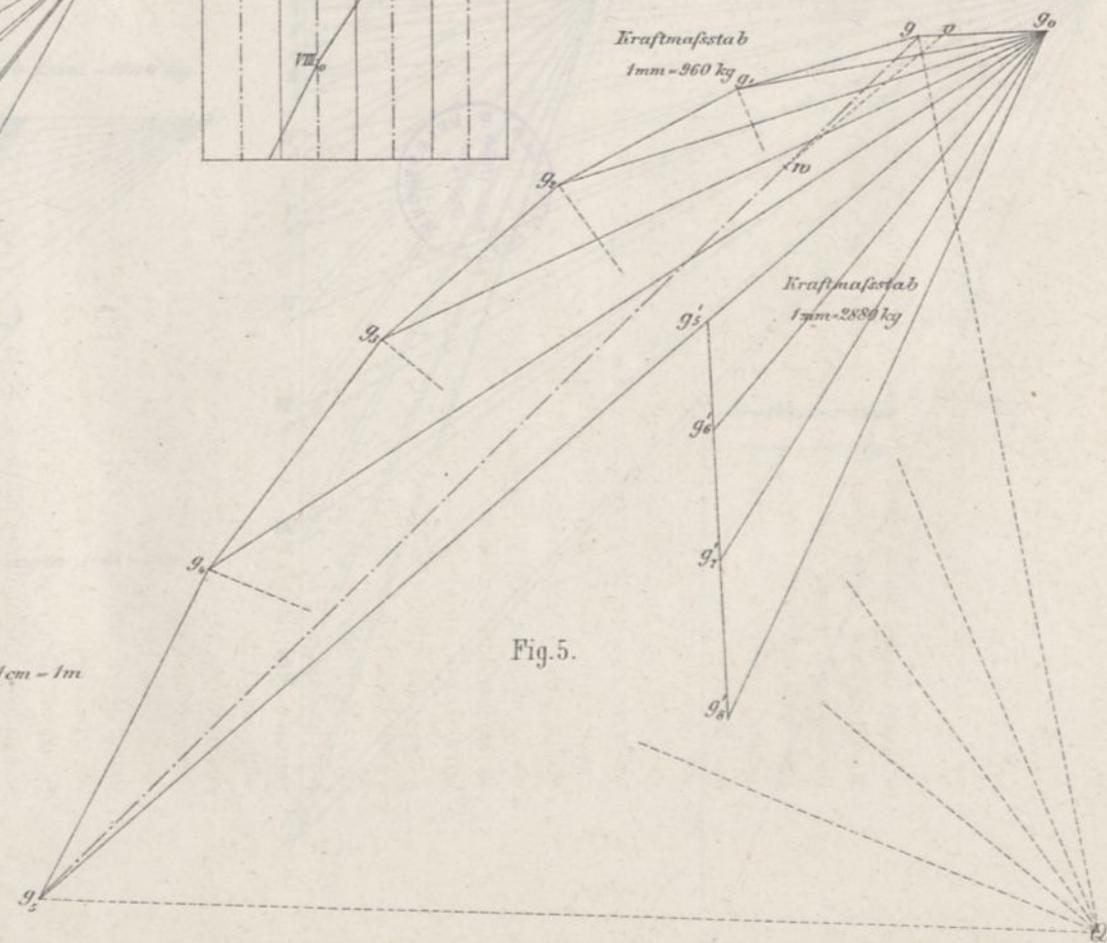
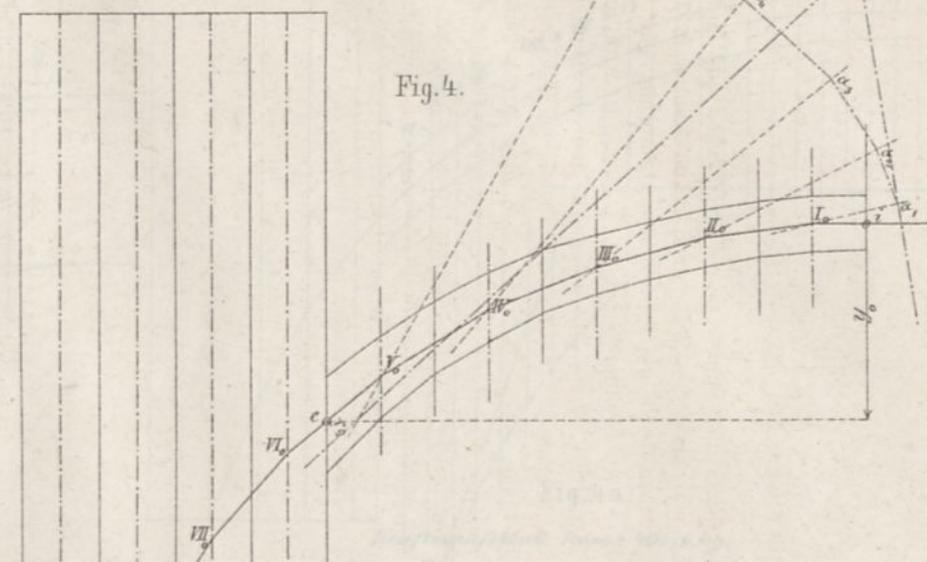
In der Regel werden oben offene Kuppelgewölbe durch sogenannte Laternen überbaut, durch welche auf die oberste der ringförmigen Schichten eine besondere Belastung übertragen wird. Es ist hiebei für den Constructeur von Wichtigkeit, die Grenze zu kennen, welche man nicht überschreiten darf, ohne die Stabilität zu gefährden. Diese Grenze ist aber abhängig von der Widerstandsfähigkeit des Steinmaterials gegen Zerdrückung, und kommen hier zunächst die auf Pressung beanspruchten Stofs- und Lagerfugen der obersten Schicht in Betracht. Beispielsweise beträgt der Flächeninhalt der Lagerfuge des Steines  $a_1 b_1 b_0 a_0$  Fig. 1  $70 \cdot 25 = 1750$  qcm. Wenn nun die größtzulässige Angriffnahme auf Zerdrückung zu 5 kg per qcm festgesetzt ist, so darf die Gesamtbeanspruchung genannter Fläche für den Fall, daß  $T_1$  dieselbe in ihrem Schwerpunkte schneidet, den Werth von 8750 kg, für den hier vorliegenden Fall aber, daß  $T_1$  die Fläche an der Grenze ihres Centralkernes trifft, den Betrag von 4375 kg nicht überschreiten.

Man trägt nun letzteren Werth im gewählten Kräftemaßstab von 1 aus auf der Geraden  $1 O_1$  des Kräftepolygons auf, so daß  $1 p = 4375$  kg, zieht durch  $p$  die Horizontale  $p o'$  und erhält in dem Längenabschnitt  $o' o$  die

# Kreuzgewölbe mit zu den Kappenachsen parallelen Lagerfugen.



Mafsstab der Längen 1cm = 1m



# Kreuzgewölbe mit schwalbenschwanzförmigem Verband.

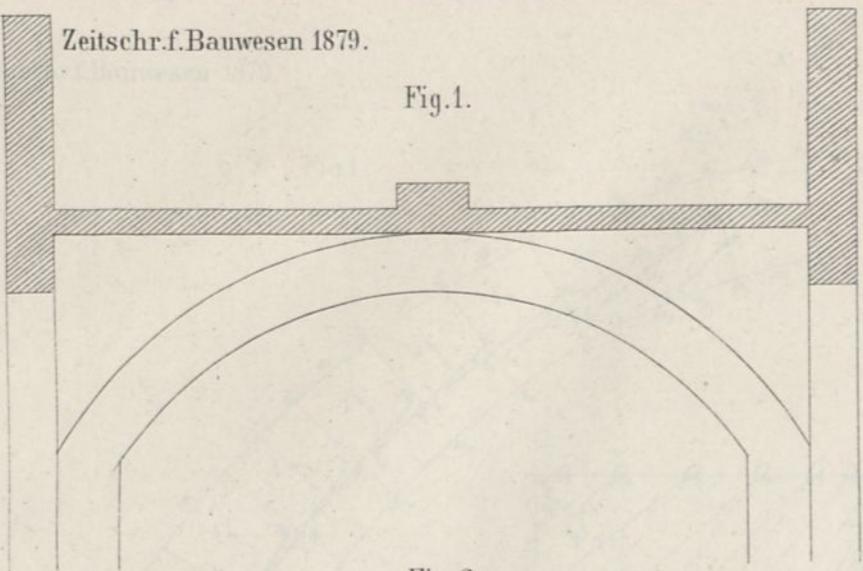


Fig.1.

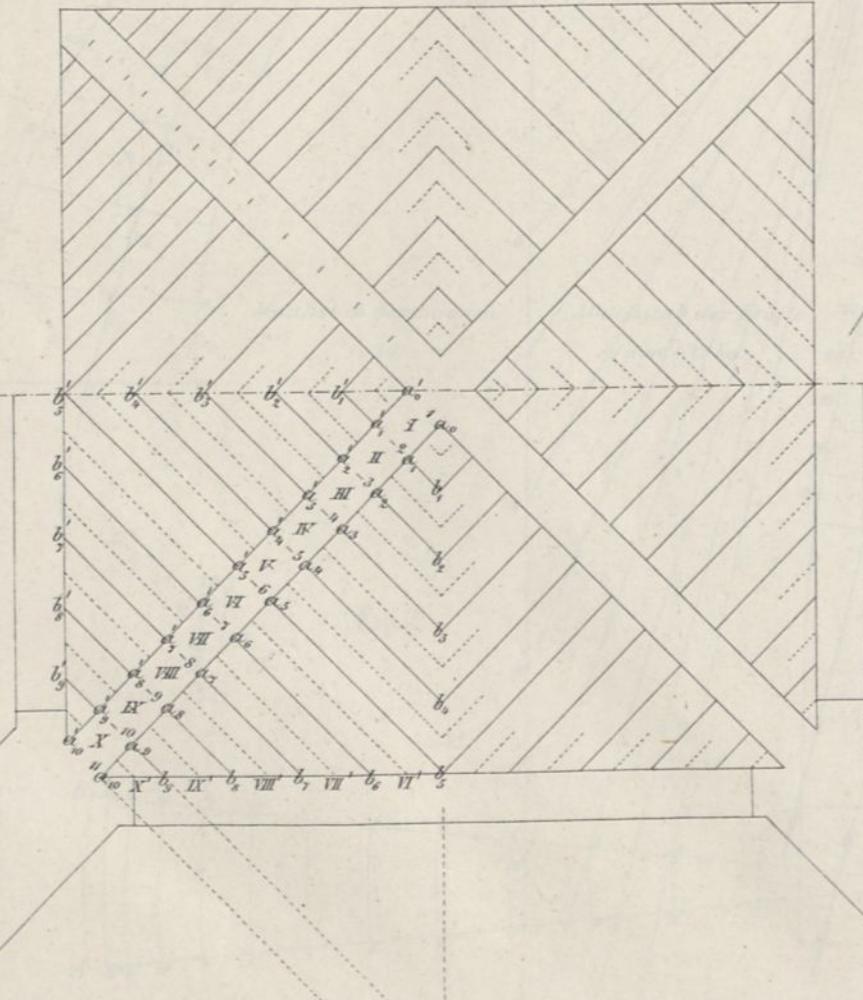


Fig.2.

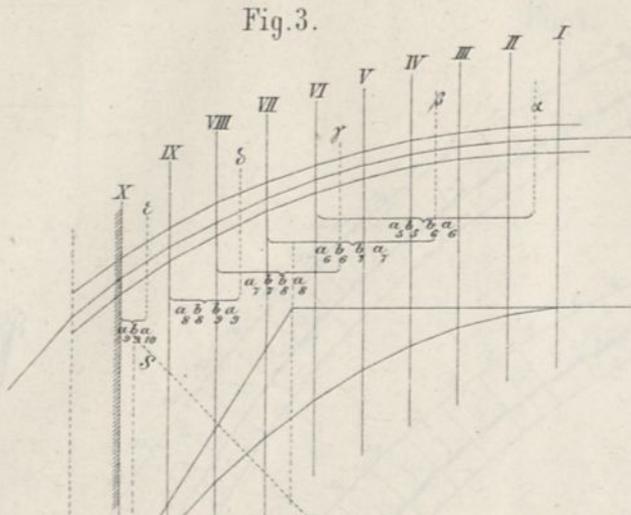


Fig.3.

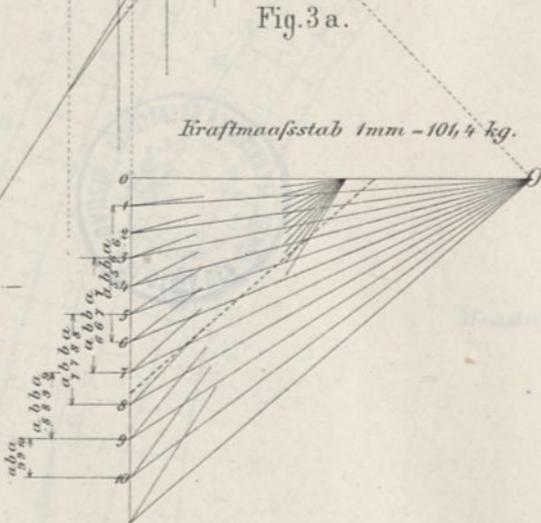


Fig.3 a.

Kraftmaßstab 1mm = 101,4 kg.

Maßstab der Längen 1cm = 1m.

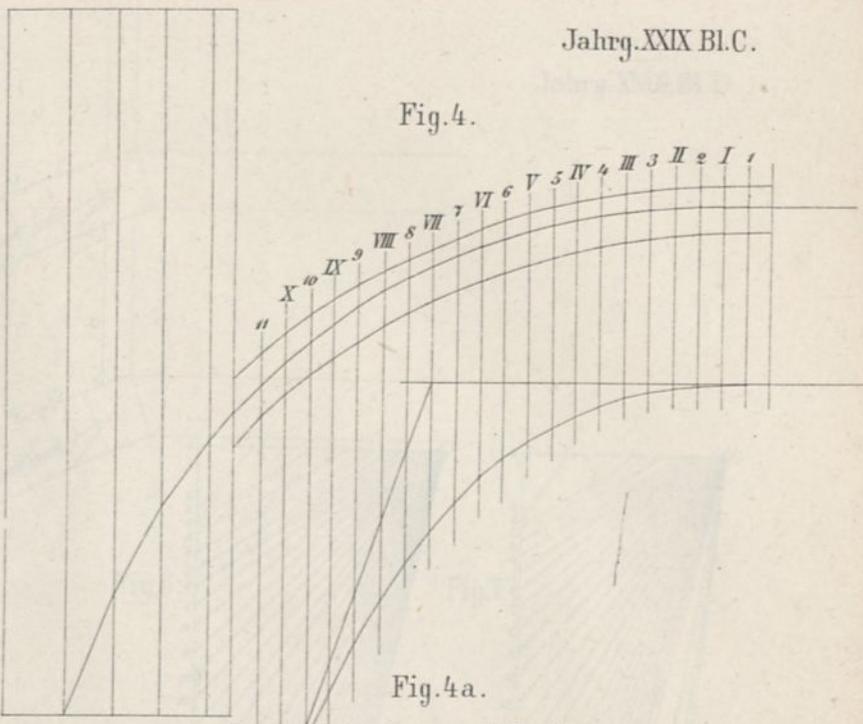


Fig.4.

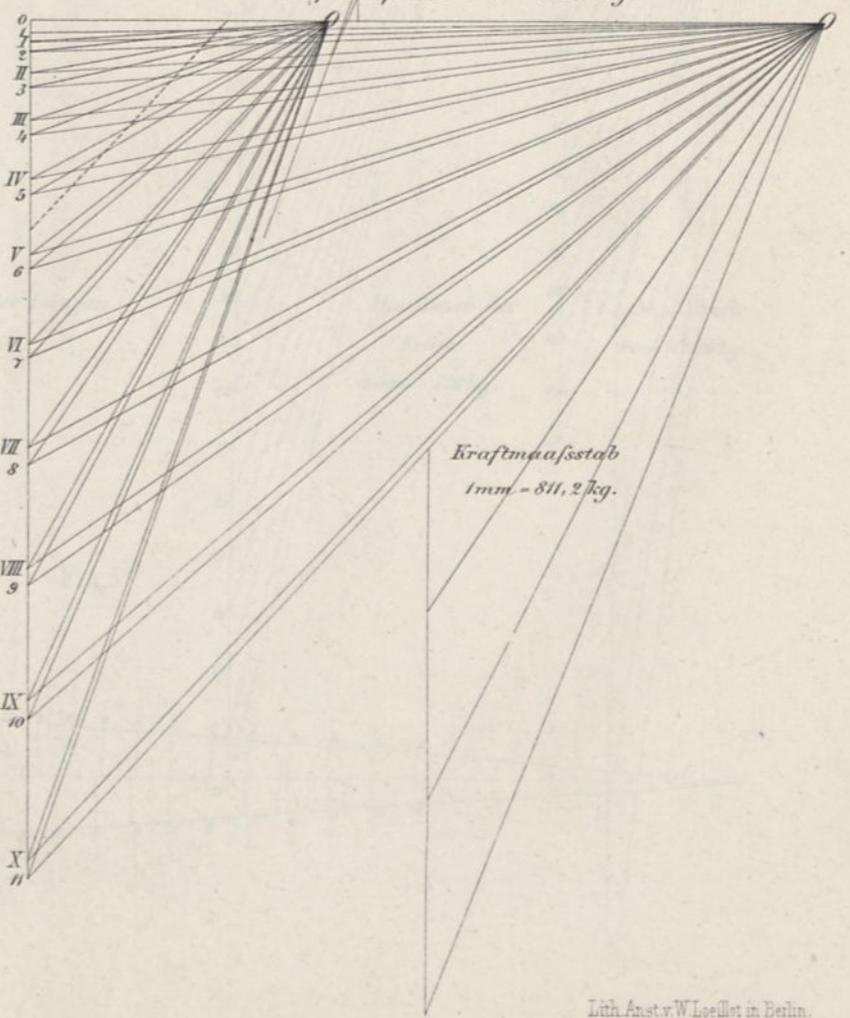
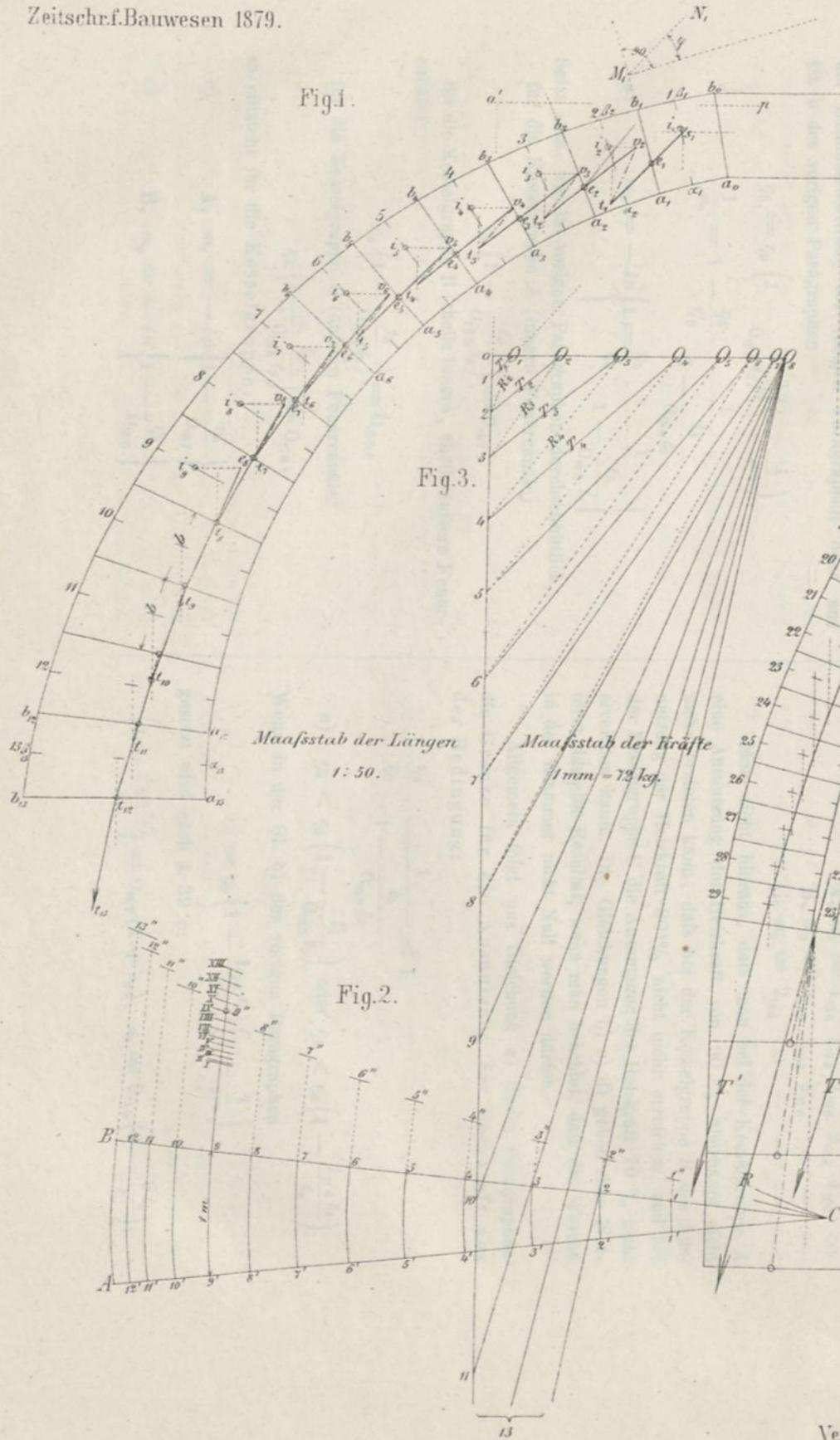


Fig.4 a.

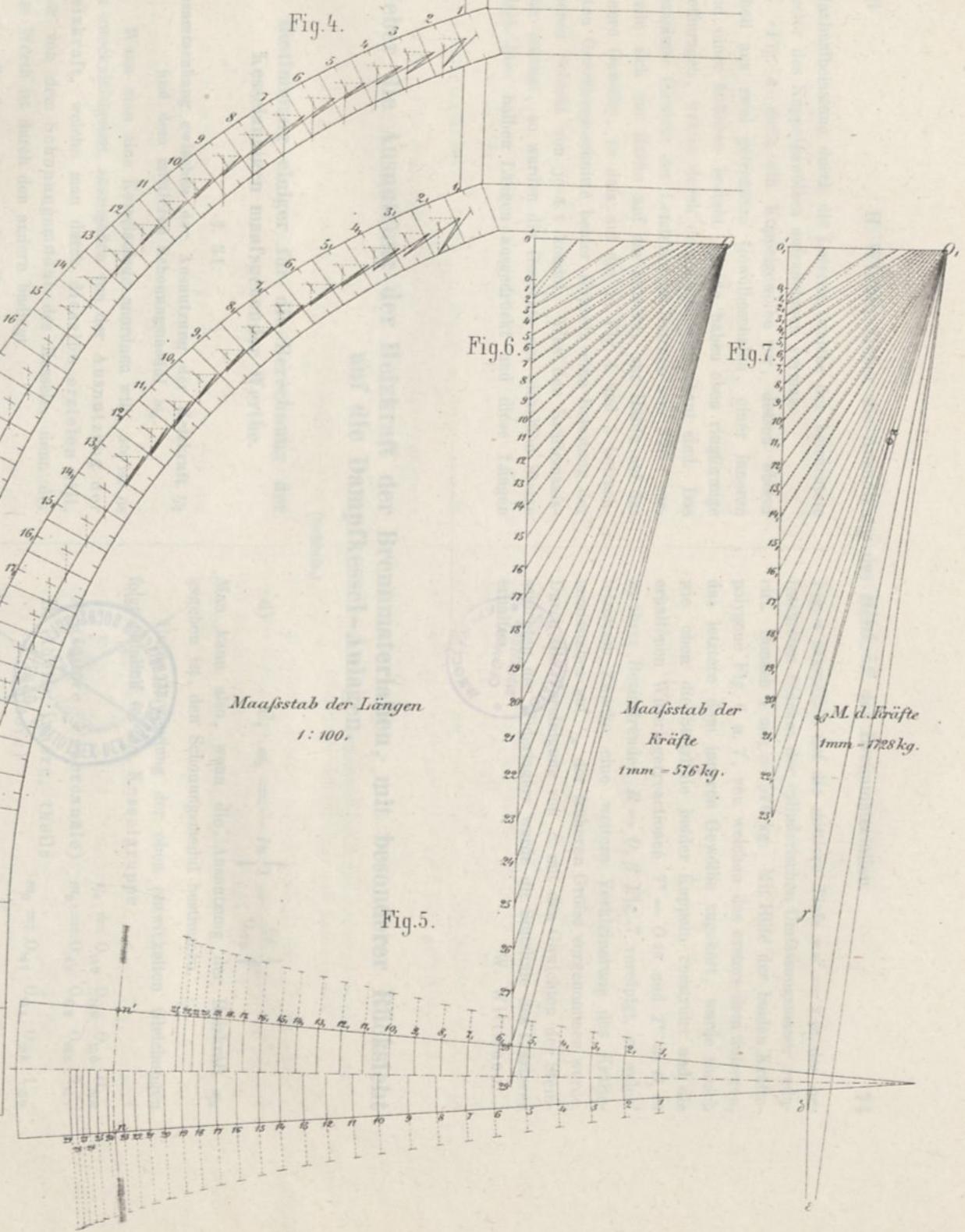
Kraftmaßstab 1mm = 405,6 kg.

Kraftmaßstab 1mm = 811,2 kg.



Maafsstab der Längen  
1:50.

Maafsstab der Kräfte  
1mm = 72 kg.



Maafsstab der Längen  
1:100.

Maafsstab der Kräfte  
1mm = 576 kg.

M. d. Kräfte  
1mm = 728 kg.

Maximalbelastung durch die Laterne, welche der betrachtete Sector des Kuppelgewölbes aufzunehmen vermag.

Fig. 4 stellt ein Kuppelgewölbe vor, dessen oberer Theil aus zwei getrennten Gewölbeschalen, einer inneren und einer äußeren besteht. Beide haben oben ringförmige Oeffnungen, welche durch eine Laterne überbaut sind. Das gesammte Gewicht der Letzteren im Betrage von 320 t vertheile sich zur Hälfte auf das äußere, zur Hälfte auf das innere Gewölbe, so daß auf die in Fig. 4 und 5 betrachteten Gewölbeausschnitte beider Kuppeln eine Belastung der oberen Schicht von je 4 t kommt. Was den Kräftemaßstab anlangt, so wurden die Gewichte der einzelnen Steine durch ihre halben Längen ausgedrückt und diese Längen

Fig. 4 sämmtlich auf die mittlere Tiefe  $nn' = 2$  m des betrachteten Stückes der cylinderischen Umfassungsmauer reducirt. Sonach  $1 \text{ mm} = 576 \text{ kg}$ . Mit Hilfe der beiden Kräftepolygone Fig. 6 u. 7, von welchen das erstere dem äußeren, das letztere dem inneren Gewölbe zugehört, wurde sonach wie oben die Stützlinie beider Kuppeln construirt und die erhaltenen Widerlagerreactionen  $T' = 0,29$  und  $T'' = 0,23$  zu ihrer Resultirenden  $R = 0,1\beta$  Fig. 7 vereinigt, zu welchem letzterem Zwecke eine weitere Verkleinerung des Kräftemaßstabes auf  $\frac{1}{3}$  der früheren Größe vorgenommen wurde. Durch die Vereinigung von  $R$  mit den Gewichten der Steinschichten des Widerlagers wurde die Stützlinie des Letzteren erhalten.  
W. Wittmann.

### Ueber die Ausnutzung der Heizkraft der Brennmaterialien, mit besonderer Rücksicht auf die Dampfkessel-Anlagen.

(Schluß.)

#### c) Bestimmung einiger für die Berechnung der Kesselanlagen maßgebender Werthe.

§. 31.

Zusammenhang zwischen der Ausnutzung der Heizkraft  $\eta_h$  und dem mittleren Schonungsmodul  $m_0$ .

Wenn man eine Kesselanlage anordnen will, so ist es am zweckmäßigsten, auszugehen von der Ausnutzung der Heizkraft, welche man durch dieselbe erzielen will, oder von dem Schonungsmodul des Kessels, denn der eine Werth ist durch den andern bedingt.

Ist die Ausnutzung der Heizkraft gegeben  $\eta_h$ , so ergibt sich der erforderliche Schonungsmodul entweder aus der Zusammenstellung im vorigen Paragraphen oder aus Gl. b des vorigen Paragraphen

$$\eta_h = \eta_0 \left(1 - \frac{t_k}{0,85 t_b}\right) \left(1 - \frac{1}{e^{m_0}}\right)$$

$$\frac{1}{e^{m_0}} = 1 - \frac{\eta_h}{\eta_0} \cdot \frac{1}{1 - \frac{t_k}{0,85 t_b}}$$

$$a) \quad m_0 = -\ln \left\{ 1 - \frac{\eta_h}{\eta_0} \cdot \frac{1}{1 - \frac{t_k}{0,85 t_b}} \right\}$$

Setzt man, wie im vorigen Paragraphen durchschnittlich, für die Kesselgruppe A (innere Feueranäle)

$$\eta_0 \left(1 - \frac{t_k}{0,85 t_b}\right) = 0,87,$$

für die Kesselgruppe B (theils innere, theils äußere Feueranäle)

$$\eta_0 \left(1 - \frac{t_k}{0,85 t_b}\right) = 0,80,$$

für die Kesselgruppe C (äußere Feueranäle)

$$\eta_0 \left(1 - \frac{t_k}{0,85 t_b}\right) = 0,70,$$

so entsteht für die Kesselgruppe:

$$b) \quad \text{A, } m_0 = -\ln \left\{ 1 - \frac{\eta_h}{0,87} \right\}$$

$$c) \quad \text{B, } m_0 = -\ln \left\{ 1 - \frac{\eta_h}{0,80} \right\}$$

$$d) \quad \text{C, } m_0 = -\ln \left\{ 1 - \frac{\eta_h}{0,70} \right\}$$

Man kann also, wenn die Ausnutzung der Heizkraft  $\eta_h$  gegeben ist, den Schonungsmodul bestimmen.

Unter Anwendung der oben entwickelten Gleichungen folgt nämlich für die Kesselgruppe

$$\eta_h = 0,30 \quad 0,40 \quad 0,50 \quad 0,60$$

$$\text{A, (innere Feueranäle) } m_0 = 0,43 \quad 0,62 \quad 0,85 \quad 1,17$$

$$\text{B, (theils innere, theils äußere) } m_0 = 0,47 \quad 0,54 \quad 0,98 \quad 1,39$$

$$\text{C, (äußere Feueranäle) } m_0 = 0,57 \quad 0,85 \quad 1,26 \quad 1,96$$

$$\eta_h = 0,65 \quad 0,70 \quad 0,75 \quad 0,80 \quad 0,85 \quad 0,90$$

$$\text{A, } m_0 = 1,38 \quad 1,64 \quad 1,99 \quad 2,52 \quad 4,16 \quad \infty$$

$$\text{B, } m_0 = 1,69 \quad 2,08 \quad 2,70 \quad \infty \quad - \quad -$$

$$\text{C, } m_0 = 2,66 \quad \infty \quad - \quad - \quad - \quad -$$

Man sieht hieraus, daß man bei der Kesselgruppe A eine Ausnutzung der Heizkraft von 90 % überhaupt nicht mehr erzielen kann, daß bei der Kesselgruppe B die Ausnutzung der Heizkraft 80 % nicht mehr erreichen, und bei der Kesselgruppe C die Ausnutzung der Heizkraft 70 % nicht erreichen kann. Die Gleichungen b) c) d) geben ohne Weiteres dasselbe Resultat, wenn man beachtet, daß die Werthe in der Klammer nicht Null werden dürfen.

Allgemein folgt aus Gleichung a) dieses Paragraphen die Grenze für die Ausnutzung der Heizkraft aus der Bedingung:

$$\frac{\eta_h}{\eta_0} \cdot \frac{1}{1 - \frac{t_k}{0,85 t_b}} < 1$$

$$e) \quad \eta_h < \eta_0 \left(1 - \frac{t_k}{0,85 t_b}\right) \text{ oder } \eta_h < \eta_0 \left(1 - \frac{1,18 t_k}{t_b}\right)$$

Wenn in der Gl. b) des vorigen Paragraphen

$$\eta_h = \eta_0 \left(1 - \frac{1,18 t_k}{t_b}\right) \left(1 - \frac{1}{e^{m_0}}\right)$$

gesetzt wird nach §. 32 c):

$$\left(1 - \frac{1,18 t_k}{t_b}\right) = 0,87 (1 + c_2); \quad c_2 = 0,15 \left(1 - \frac{9 t_k}{t_b}\right),$$

so entsteht:

$$f) \quad \eta_h = \eta_0 \cdot 0,387 \left(1 - \frac{1}{e^{m_0}}\right) (1 + c_2),$$

und wenn wir setzen:

$$g) \quad \eta_0 \cdot 0,387 \left(1 - \frac{1}{e^{m_0}}\right) = C,$$

so ergibt sich

$$h) \quad \eta_h = C(1 + c_2).$$

Die Werthe von C ergibt folgende Zusammenstellung:

$m_0 = 0,75$	$0,75$	$1,00$	$1,25$	$1,50$	$1,75$	$2,00$	$2,50$	$3,00$
$\eta_0 = 0,380$ ; $C = 0,27$	$0,37$	$0,44$	$0,49$	$0,55$	$0,58$	$0,60$	$0,64$	$0,68$
$\eta_0 = 0,385$ ; $C = 0,29$	$0,39$	$0,47$	$0,53$	$0,58$	$0,62$	$0,64$	$0,67$	$0,72$
$\eta_0 = 0,390$ ; $C = 0,31$	$0,41$	$0,50$	$0,56$	$0,61$	$0,65$	$0,68$	$0,72$	$0,75$
$\eta_0 = 0,395$ ; $C = 0,33$	$0,44$	$0,53$	$0,59$	$0,65$	$0,69$	$0,72$	$0,76$	$0,79$
$\eta_0 = 1,00$ ; $C = 0,34$	$0,46$	$0,55$	$0,62$	$0,68$	$0,72$	$0,75$	$0,80$	$0,83$

§. 32.

Zusammenhang zwischen der Gewichtsmenge des verdampften Wassers und des verbrannten Materials.

Es sei  $\mathfrak{D}_g$  die Gewichtsmenge Wasser, welche in einer Stunde in Dampf von der Temperatur  $t_k$  verwandelt werden soll. Ist  $t_x$  die Temperatur des Speisewassers, so ist die erforderliche Anzahl von Wärmeeinheiten nach der Formel von Regnault:

$$\mathfrak{D}_g(606,35 + 0,305 t_k - t_x).$$

Wenn  $0,305 t_k - t_x = 15$  ist, was ungefähr in den meisten Fällen zutreffen mag, entsteht  $621,35 \mathfrak{D}_g$ ; wenn aber  $(0,305 t_k - t_x)$  größer oder kleiner als 15 ist, so entsteht:

$$\mathfrak{D}_g(606,35 + 15 - 15 + 0,305 t_k - t_x) = 621,35 \mathfrak{D}_g \left\{ 1 + \frac{(0,305 t_k - t_x) - 15}{621,35} \right\}.$$

Den in der Klammer enthaltenen Bruch wollen wir den ersten Correctionswerth nennen, und bezeichnen denselben mit  $c_1$ . Es ist also die erforderliche Anzahl von Wärmeeinheiten um  $\mathfrak{D}_g$  Kilogramm Wasser in Dampf von der Temperatur  $t_k$  zu verwandeln, wenn  $t_x$  die Temperatur des Speisewassers ist,

$$621,35 \mathfrak{D}_g (1 + c_1),$$

oder

$$a) \quad c_1 = \frac{(0,305 t_k - t_x) - 15}{621,35}.$$

In den meisten Fällen ist der Correctionswerth so klein, dass er fortgelassen werden kann.

Wenn in einer Stunde  $\mathfrak{B}$  Gewichtseinheiten Brennmaterial verbrannt werden, so ist die nutzbar gemachte Anzahl von Wärmeeinheiten (Gl. 14)

$$\mathfrak{B} \cdot 8080 \cdot \beta \cdot \eta_h.$$

Die nutzbar gemachte Zahl von Wärmeeinheiten ist gleich der zur Verdampfung des Wassers verwendeten, folglich ist:

$$621,35 \mathfrak{D}_g (1 + c_1) = 8080 \eta_h \cdot \beta \cdot \mathfrak{B}.$$

$$51) \quad \frac{\mathfrak{D}_g}{\mathfrak{B}} = 13 \beta \cdot \eta_h \cdot \frac{1}{1 + c_1}.$$

Hierdurch bestimmt sich die von einer Gewichtseinheit Brennmaterial erzeugte Dampfmenge.

Setzen wir für  $\eta_h$  den Werth der Gleichung b des § 30, so entsteht:

$$b) \quad \frac{\mathfrak{D}_g}{\mathfrak{B}} = 13 \beta \cdot \eta_0 \left(1 - \frac{1,18 t_k}{t_b}\right) \left(1 - \frac{1}{e^{m_0}}\right) \cdot \frac{1}{1 + c_1}.$$

Der Werth  $\left(1 - \frac{1,18 t_k}{t_b}\right)$  ist nach der Gleichung i in §. 30 im Durchschnitt =  $0,387$  zu setzen. Dieser Durchschnittswerth ist genau, wenn  $\frac{t_k}{t_b} = 1/9$  ist. Wenn dagegen der Werth  $\frac{t_k}{t_b}$  größer oder kleiner als  $1/9$  ist, so kann man schreiben:

$$1 - \frac{1,18 t_k}{t_b} = 0,387 \left\{ \frac{1}{0,387} - \frac{1,18}{0,387} \cdot \frac{t_k}{t_b} \right\} = 0,387 \left\{ 1,149 - 1,35 \frac{t_k}{t_b} - 0,149 + 0,149 \right\} = 0,387 \left\{ 1 + 0,15 \left(1 - \frac{9 t_k}{t_b}\right) \right\}.$$

Nennen wir den Werth  $0,15 \left(1 - \frac{9 t_k}{t_b}\right)$  den zweiten Correctionswerth, und setzen wir denselben =  $c_2$ , so ist

$$c) \quad c_2 = 0,15 \left(1 - \frac{9 t_k}{t_b}\right) = -1,35 \left(\frac{t_k}{t_b} - \frac{1}{9}\right) \\ 1 - \frac{1,18 t_k}{t_b} = 0,387 (1 + c_2).$$

Durch Einsetzung dieses Werthes in die Gl. b folgt nun

$$52) \quad \frac{\mathfrak{D}_g}{\mathfrak{B}} = 11,31 \beta \eta_0 \cdot \left(1 - \frac{1}{e^{m_0}}\right) \cdot \frac{1 + c_2}{1 + c_1}.$$

Die von einer Gewichtseinheit Brennmaterial verdampfte Wassermenge ist hiernach abhängig:

- 1) von der specifischen Heizkraft des Brennmaterials (§. 5 und §. 11 bis 17),
- 2) von der Ausnutzung der Heizfläche (§. 29 Gleichung 46 und 48),
- 3) von dem mittleren Schonungsmodul des Kessels  $m_0$  (§. 27 und 28),
- 4) von den Correctionswerthen  $c_1$  (Gl. a) und  $c_2$  (Gl. c), welche oben bestimmt worden sind. Der Einfluss dieser Correctionswerthe ist in den gewöhnlichen Fällen nur ein sehr geringer. Die Correctionswerthe geben aber den Einfluss wieder, welchen die Temperatur des Speisewassers, des Kesselwassers und der Gase im Brennraum auf den Werth  $\frac{\mathfrak{D}_g}{\mathfrak{B}}$  ausüben.

Setzen wir den Werth

$$d) \quad 11,31 \cdot \eta_0 \left(1 - \frac{1}{e^{m_0}}\right) = A,$$

so ist:

$$e) \quad \frac{\mathfrak{D}_g}{\mathfrak{B}} = A \beta \cdot \frac{1 + c_2}{1 + c_1}.$$

Die Werthe von A giebt folgende Tabelle:

$m_0 = 0,75$	$0,75$	$1,00$	$1,25$	$1,50$	$1,75$	$2,00$	$2,50$	$3,00$
$\left(1 - \frac{1}{e^{m_0}}\right) = 0,39$	$0,35$	$0,35$	$0,33$	$0,31$	$0,28$	$0,26$	$0,22$	$0,19$
$\eta_0 = 0,380$ ; $A = 3,5$	$4,8$	$5,7$	$6,4$	$7,0$	$7,5$	$7,8$	$8,3$	$8,6$
$\eta_0 = 0,385$ ; $A = 3,7$	$5,1$	$6,0$	$6,8$	$7,5$	$8,0$	$8,2$	$8,8$	$9,1$
$\eta_0 = 0,390$ ; $A = 4,0$	$5,4$	$6,4$	$7,2$	$7,9$	$8,5$	$8,7$	$9,4$	$9,6$
$\eta_0 = 0,395$ ; $A = 4,2$	$5,7$	$6,7$	$7,6$	$8,4$	$9,0$	$9,2$	$9,9$	$10,2$
$\eta_0 = 1,00$ ; $A = 4,4$	$6,0$	$7,1$	$8,0$	$8,8$	$9,4$	$9,7$	$10,4$	$10,7$

Hiernach würde man, wenn  $\beta = 1$  ist, und wenn man die Correctionswerthe vernachlässigen kann, mit einem Kilogramm Kohlen  $3\frac{1}{2}$  bis  $10,7$  Kilogramm Wasser verdampfen, je nachdem man den Schonungsmodul ( $m_0$ ) und die Ausnutzung der Heizfläche ( $\eta_0$ ) wählt. Man sieht auch, dass

für eine zweckmäßige Verwendung des Brennmaterials der Schonungsmodul möglichst groß, und ebenso die Ausnutzung der Heizfläche möglichst groß zu nehmen ist. — Es sind also Kessel mit innerer Feuerung und inneren Feuerkanälen in dieser Beziehung vorzuziehen.

Die zur Verdampfung einer Gewichtseinheit Wasser erforderliche Menge Brennmaterial ist der reciproke Werth des vorigen, nämlich:

$$f) \quad \frac{\mathfrak{B}}{\mathfrak{D}_g} = \frac{1}{A} \cdot \frac{1}{\beta} \cdot \frac{1 + c_1}{1 + c_2}$$

§. 33.

**Zusammenhang zwischen der Größe der Heizfläche und der Gewichtsmenge des verbrannten Materials.**

Nach §. 28 Gl. 45 ist:

$$m_0 = \frac{f_0 \lambda_0}{\eta_{10} \cdot \mathfrak{B} K}$$

und nach §. 30 Gl. 48:

$$\eta_{10} = \eta_0,$$

daher ist der mittlere Schonungsmodul des Kessels:

$$m_0 = \frac{f_0 \cdot \lambda_0}{\eta_0 \mathfrak{B} K} = \frac{1}{\mathfrak{B} K} \sum \left( f_1 \cdot \frac{\lambda_1}{\eta_{11}} \right),$$

worin nach Gl. 45

$$\frac{\lambda_0}{\eta_0} = \frac{1}{f_0} \sum \left( f_1 \cdot \frac{\lambda_1}{\eta_{11}} \right)$$

zu bestimmen ist; während nach Gl. 47:

$$\eta_0 = \frac{1}{1 - \frac{1}{e^{m_0}}} \left\{ \eta_{11} - \frac{\eta_{11} - \eta_{111}}{e^{m_{11}}} - \frac{\eta_{111} - \eta_{1111}}{e^{m_{111}}} - \dots - \frac{\eta_n}{m_0} \right\}$$

Für einen gegebenen Kessel sind also die entsprechenden Werthe auszurechnen, indem man nach Gl. 43 die directe Heizfläche auf eine gleichwerthige indirecte Heizfläche reducirt.

Es folgt:

$$\frac{\mathfrak{B}}{f_0} = \frac{\lambda_0}{m_0} \cdot \frac{1}{\eta_0 K}$$

Da nun nach Gl. 29 ist:

$$K = 2,91 \beta_k,$$

so folgt:

$$53) \quad \frac{\mathfrak{B}}{f_0} = 0,344 \cdot \frac{\lambda_0}{m_0} \cdot \frac{1}{\eta_0 \cdot \beta_k}$$

worin  $\beta_k$  aus der Tabelle des §. 17 für die verschiedenen Brennmaterialien zu entnehmen ist. Nun ist nach §. 18 für die drei dort bezeichneten Gruppen von Brennmaterialien:

$$\frac{\beta_k}{\beta} = 2,00; \quad \frac{\beta_k}{\beta} = 2,25; \quad \frac{\beta_k}{\beta} = 2,43;$$

Setzen wir als Durchschnittswerth:

$$\frac{\beta_k}{\beta} = 2,25,$$

so können wir den genaueren Werth schreiben:

$$\frac{\beta_k}{\beta} = 2,25 \cdot \frac{\beta_k}{2,25 \beta} = 2,25 \beta \cdot c_3;$$

wenn wir als dritten Correctionswerth setzen:

$$a) \quad c_3 = \frac{\beta_k}{2,25 \beta} = \frac{4}{9} \cdot \frac{\beta_k}{\beta},$$

welcher Correctionswerth zwischen 0,90 und 1,08 schwanken kann.

Es ist also:

$$b) \quad \frac{\mathfrak{B}}{f_0} = 0,153 \cdot \frac{1}{m_0 \cdot \eta_0} \cdot \frac{\lambda_0}{\beta c_3}$$

Hierdurch ist die Gewichtsmenge Brennmaterial bestimmt, welche für eine Flächeneinheit der Heizfläche verbrannt werden muß.

Nach §. 23 Gl. g ist für ebene eiserne Wände bis 1 Centimeter Stärke der Wärmeübertragungs-Coefficient  $\lambda = 20$  zu nehmen. Mit Rücksicht auf die Ueberziehung der Wände mit Kesselstein, würde ich empfehlen diesen Werth nur für solche Fälle anzuwenden, wo der Kessel noch neu, oder eben gereinigt ist, oder wo ein Ansetzen von Kesselstein nicht vorkommt. Als durchschnittlichen Werth des Wärmeübertragungs-Coefficienten würde ich empfehlen für die gewöhnlichen Fälle  $\lambda_0 = 17$  zu setzen, und den Werth dadurch zu corrigiren, daß man schreibt

$$\lambda_0 = 17 \cdot \frac{\lambda_0}{17} = 17 \cdot c_4$$

und den vierten Correctionswerth bezeichnet mit:

$$c) \quad c_4 = \frac{\lambda_0}{17}$$

Dann entsteht:

$$54) \quad \frac{\mathfrak{B}}{f_0} = \frac{2,960}{m_0 \eta_0} \cdot \frac{1}{\beta} \cdot \frac{c_4}{c_3}$$

Setzen wir

$$d) \quad \frac{2,960}{m_0 \eta_0} = B,$$

so entsteht:

$$e) \quad \frac{\mathfrak{B}}{f_0} = B \cdot \frac{1}{\beta} \cdot \frac{c_4}{c_3}$$

Die Werthe von  $B$  giebt folgende Zusammenstellung:

$m_0 = 0,5$	$0,75$	$1,0$	$1,25$	$1,5$	$1,75$	$2,0$	$2,25$	$3,0$
$\eta_0 = 0,80$ ; $B = 6,5$	$4,34$	$3,25$	$2,60$	$2,16$	$1,86$	$1,63$	$1,45$	$1,09$
$\eta_0 = 0,85$ ; $B = 6,14$	$4,30$	$3,08$	$2,46$	$2,04$	$1,76$	$1,54$	$1,38$	$1,08$
$\eta_0 = 0,90$ ; $B = 5,78$	$3,86$	$2,90$	$2,31$	$1,92$	$1,66$	$1,44$	$1,30$	$0,97$
$\eta_0 = 0,95$ ; $B = 5,39$	$3,47$	$2,75$	$2,20$	$1,82$	$1,58$	$1,37$	$1,23$	$0,92$
$\eta_0 = 1,00$ ; $B = 5,00$	$3,17$	$2,60$	$2,08$	$1,73$	$1,49$	$1,30$	$1,16$	$0,87$

Hiernach würde man, wenn  $\beta = 1$  ist, und wenn man die Correctionswerthe  $c_4$  und  $c_3$  vernachlässigen kann, für jeden Quadratmeter der Heizfläche 0,9 bis 6,5 Kilogramm Kohlen zu verbrennen haben, jenachdem man den Schonungsmodul ( $m_0$ ) und die Ausnutzung der Heizfläche wählt. Kessel mit inneren Feuerungen und Feuerkanälen ( $\eta_0 = 1$ ) verbrennen für denselben Schonungsmodul auf den Quadratmeter weniger Brennmaterial, als Kessel, welche den Querschnitt der Feuerkanäle weniger ausnutzen.

Die für jedes Kilogramm verbrannten Materials erforderliche Heizfläche ist der reciproke Werth des vorigen:

$$f) \quad \frac{f_0}{\mathfrak{B}} = \frac{\beta}{B} \cdot \frac{c_3}{c_4}$$

§. 34.

**Zusammenhang zwischen der Gewichtsmenge des verdampften Wassers und der Größe der Heizfläche.**  
**Rechnungsbeispiel.**

Wenn man die Gleichungen 52 (§. 32) und 54 (§. 33) mit einander multiplicirt, so entsteht:

$$\frac{\mathfrak{D}_g}{\mathfrak{B}} \cdot \frac{\mathfrak{B}}{f_0} = 11,31 \cdot \beta \eta_0 \left( 1 - \frac{1}{e^{m_0}} \right) \cdot \frac{1 + c_2}{1 + c_1} \cdot \frac{2,960}{\eta_0 \cdot \beta_0} \cdot \frac{1}{\beta} \cdot \frac{c_4}{c_3}$$

$$55) \quad \frac{\mathfrak{D}_g}{f_0} = 29,4 \cdot \frac{\left( 1 - \frac{1}{e^{m_0}} \right)}{m_0} \cdot \frac{1 + c_2}{1 + c_1} \cdot \frac{c_4}{c_3}$$

Diese Gleichung giebt die Beziehung zwischen der verdampften Wassermenge und der GröÙe der Heizfläche. Setzt man  $f_0 = 1$ , so erhält man die von der Flächeneinheit der Heizfläche verdampfte Wassermenge. Dieselbe ist auÙer von sämtlichen Correctionswerthen nur abhängig vom Schonungsmodul des Kessels. So lange man also den EinfluÙ der Correctionswerthe vernachlässigen kann, ist diese von der Flächeneinheit der Heizfläche verdampfte Wassermenge nur in soweit abhängig von der Art des Brennmaterials und von der Ausnutzung der Heizfläche  $\eta_0$ , als der Werth  $m_0$  davon abhängig ist. (Gl. 45.)

Setzt man den Werth:

$$a) \quad 29,4 \left( \frac{1 - \frac{1}{e^{m_0}}}{m_0} \right) = D,$$

so ist:

$$b) \quad \frac{D_g}{f_0} = D \cdot \frac{1 + c_2}{1 + c_1} \cdot \frac{c_4}{c_3},$$

und folglich auch die für eine Gewichtseinheit zu verdampfenden Wassers erforderliche GröÙe der Heizfläche:

$$c) \quad \frac{f_0}{D_g} = \frac{1}{D} \cdot \frac{1 + c_1}{1 + c_2} \cdot \frac{c_3}{c_4}.$$

Die folgende Tabelle giebt für die verschiedenen Werthe von  $m_0$  die Werthe  $D$  und  $\frac{1}{D}$ :

$m_0 = 0,75$	$0,775$	$1,00$	$1,25$	$1,50$
$\left( \frac{1 - \frac{1}{e^{m_0}}}{m_0} \right) = 0,778$	$0,771$	$0,963$	$0,757$	$0,52$

$$\frac{D_g}{f_0} = D \cdot \frac{1 + c_2}{1 + c_1} \cdot \frac{c_4}{c_3}; \quad D = 22,99 \quad 20,99 \quad 18,5 \quad 16,8 \quad 15,5$$

$$\frac{f_0}{D_g} = \frac{1}{D} \cdot \frac{1 + c_1}{1 + c_2} \cdot \frac{c_3}{c_4}; \quad \frac{1}{D} = 0,044 \quad 0,048 \quad 0,054 \quad 0,060 \quad 0,065$$

$m_0 = 1,75$	$2,00$	$2,50$	$3,00$
$\left( \frac{1 - \frac{1}{e^{m_0}}}{m_0} \right) = 0,48$	$0,43$	$0,37$	$0,32$

$$\frac{D_g}{f_0} = D \cdot \frac{1 + c_2}{1 + c_1} \cdot \frac{c_4}{c_3}; \quad D = 14,1 \quad 12,6 \quad 10,9 \quad 9,4$$

$$\frac{f_0}{D_g} = \frac{1}{D} \cdot \frac{1 + c_1}{1 + c_2} \cdot \frac{c_3}{c_4}; \quad \frac{1}{D} = 0,071 \quad 0,079 \quad 0,092 \quad 0,11$$

Die Correctionswerthe haben die Bedeutungen der Gleichungen  $a$  und  $c$  in §. 32 und  $a$  und  $c$  in §. 33.

Gesetzt, man hätte einen Kessel zu construiren, welcher in einer Stunde 300 Kilogramm Wasser verdampft. Zunächst hat man den Schonungsmodul festzustellen, welcher wieder abhängig ist von der Ausnutzung der Heizkraft  $\eta_h$  und der Ausnutzung der Heizfläche  $\eta_0$ . — Kann man letztere zu 90 % veranschlagen, so ist nach §. 31 Gl. h (mit Vernachlässigung der Correctionswerthe)

$$\text{für } m_0 = 1 \quad \begin{matrix} 1,5 & 2,00 \\ \eta_0 = 90; & \eta_h = 0,50 & 0,61 & 0,68. \end{matrix}$$

Man verdampft dann mit 1 Kilogramm Kohlen (die spezifische Heizkraft = 1) nach §. 32 Gl. e:

$$\eta_0 = 90. \quad \frac{D_g}{B} = 6,4 \quad 7,9 \quad 8,7 \text{ Kilogramm Was-}$$

ser; folglich müssen verbrannt werden in einer Stunde, um 300 Kilogramm zu verdampfen:

$$\begin{matrix} m_0 = 1 & 1,5 & 2,00 \\ \eta_0 = 90 & B = \frac{300}{6,4} & \frac{300}{7,9} & \frac{300}{8,7} \\ & B = 46,9 & 38,0 & 34,5, \end{matrix}$$

daher nach §. 33 Gl. e pro Flächeneinheit der Heizfläche

$$\begin{matrix} 2,90 & 1,92 & 1,44 \end{matrix}$$

Kilogramm Kohlen.

Nun sind erforderlich an Heizfläche nach Gl. c dieses Paragraphen:

$$f_0 = 300 \cdot 0,3054 \quad 300 \cdot 0,3064 \quad 300 \cdot 0,3079$$

$$= 16,20 \text{ □ Meter} \quad 19,5 \text{ □ Meter} \quad 23,7 \text{ □ Meter.}$$

Will man sämtliche Einflüsse genau berücksichtigen, so hat man die Correctionswerthe zu bestimmen. Es sei z. B. für den zu construiren Kessel

$$\begin{matrix} \text{die Temperatur des Kesselwassers } t_k = 180, \\ \text{ - - - Speisewassers } t_w = 20, \end{matrix}$$

folglich Gl. a §. 32:

$$c_1 = \frac{0,305 \cdot 180 - 20 - 15}{621,5} = 0,032.$$

Es sei ferner die Temperatur im Brennraum (Sinterkohle Tabelle §. 17):

$$t_b = 0,50 \cdot 2780 = 1390;$$

dann ist (Gl. c) §. 32:

$$c_2 = 0,15 \left( 1 - \frac{9 \cdot 180}{1390} \right) = - 0,024.$$

Es sei ferner die spezifische Heizkraft des Materials (Sinterkohle)  $0,81 = \beta$  und die spezifische Heizmasse  $\beta_k$  für den Zutritt der doppelten Luftmenge, welche zur Verbrennung erforderlich ist,  $1,64$  (vergl. die Tabelle §. 17), dann ist  $c_3$  (Gl. a des §. 33):

$$c_3 = \frac{4}{9} \cdot \frac{\beta_k}{\beta} = \frac{4}{9} \cdot \frac{1,64}{0,81} = 0,9,$$

und schließlich sei der mittlere Wärmeübertragungs-Coefficient des Kessels  $\lambda_0 = 20$ ; dann ist nach Gl. c §. 32:

$$c_4 = \frac{\lambda_0}{17} = 1,18.$$

Es entsteht also Gl. h §. 31:

$$\eta_h = C(1 + c_2) = 0,98 \cdot C;$$

folglich anstatt der obigen Werthe für  $\eta_h$  ergibt sich, wenn

$$\begin{matrix} m_0 = 1,0 & 1,5 & 2,0 \text{ ist,} \\ (\eta_0 = 0,90) & \eta_h = 0,49 & 0,60 & 0,67. \end{matrix}$$

Man verdampft mit 1 Kilogramm Kohlen nach Gl. e §. 32

$$\frac{D_g}{B} = A\beta \cdot \frac{1 + c_2}{1 + c_1} = A \cdot 0,81 \cdot \frac{0,998}{1,032} = 0,95 \cdot A \cdot 0,81$$

$$= 0,77 A;$$

folglich für

$$\begin{matrix} m_0 = 1,0 & 1,5 & 2,0 \\ \text{Verdampfte Wassermenge pro Kilogramm Kohle} \\ = 5,1 & 6,1 & 6,7. \end{matrix}$$

Folglich müssen verbrannt werden in einer Stunde, um 300 Kilogramm Wasser zu verdampfen:

$$\eta_0 = 0,90 \quad B = \frac{300}{5,1} = 58,8; \quad \frac{300}{6,1} = 49,2; \quad \frac{300}{6,7} = 44,8.$$

Nach Gl. e in §. 33 ist die erforderliche Verbrennung pro Flächeneinheit der Heizfläche:

$$\frac{B}{f_0} = B \cdot \frac{1}{\beta} \cdot \frac{c_4}{c_3} = B \cdot \frac{1}{0,81} \cdot \frac{1,18}{0,9} = 1,235 B \cdot 1,31$$

$$= 1,62 B;$$

folglich für

$$m_0 = 1 \quad 1,5 \quad 2,0$$

$$\frac{\mathfrak{B}}{f_0} = 4,70 \quad 3,11 \quad 2,33 \text{ Kilogramm.}$$

Nun sind erforderlich an Heizfläche nach Gl. c dieses Paragraphen:

$$\frac{f_0}{\mathfrak{D}_y} = \frac{1}{D} \cdot \frac{1+c_1}{1+c_2} \cdot \frac{c_3}{c_4} = \frac{1}{D} \cdot \frac{1,3032}{0,998} \cdot \frac{0,99}{1,118} = \frac{1}{D} \cdot 0,80$$

$$\frac{f_0}{\mathfrak{D}_y} = 0,1047 \quad 0,1052 \quad 0,1063;$$

folglich für 300 Kilogramm stündlich zu verdampfenden Wassers:

$$f_0 = 12,9 \quad 15,6 \quad 18,9 \text{ } \square \text{ Meter.}$$

Diese wesentlich geringeren Werthe, als vorhin, die ohne Anwendung der Corrections-Coefficienten ermittelt wurden, sind entstanden durch die erhebliche Vergrößerung des Wärmeübertragungs-Coefficienten. Nimmt man denselben wie vorhin = 17, so entsteht, für  $t_k = 180$ ,  $t_s = 20$ ,  $\beta = 0,381$ ,  $\beta_k = 1,364$ , für 300 Kilogramm stündliche Verdampfung (da  $c_3 = 1$ )

$$f_0 = 15,2 \quad 18,4 \quad 22,3.$$

§. 35.

Zusammenhang zwischen dem Schonungsmodul und der Temperatur der die Heizfläche verlassenden Gase.

Nach Gleichung 42 ist die Temperatur, mit welcher die heisse Luft die Kesselfläche verlässt:

$$t_s = (t_b - t_k) e^{-m_0} + t_k$$

$$\frac{t_s}{t_b} = \left(1 - \frac{t_k}{t_b}\right) e^{-m_0} + \frac{t_k}{t_b}.$$

Wir haben bereits in §. 32 bei Einführung des Correctionswerthes  $c_2$  das durchschnittliche Verhältniß  $\frac{t_k}{t_b} = \frac{1}{9}$  angenommen. Lassen wir dasselbe auch hier gelten, so entsteht der richtige Werth für  $\frac{t_s}{t_b}$ , indem man setzt:

$$\frac{t_s}{t_b} = \frac{8}{9} e^{-m_0} + \frac{1}{9} - \frac{8}{9} e^{-m_0} - \frac{1}{9} + \left(1 - \frac{t_k}{t_b}\right)^{-m_0} + \frac{t_k}{t_b},$$

$$= \frac{8}{9} e^{-m_0} + \frac{1}{9} - \frac{8}{9} e^{-m_0} - \frac{1}{9} + e^{-m_0} - \frac{t_k}{t_b} e^{-m_0} + \frac{t_k}{t_b},$$

$$= \frac{1}{9} (1 + 8 e^{-m_0}) + \frac{1}{9} + e^{-m_0} \left(\frac{1}{9} - \frac{t_k}{t_b}\right) + \frac{t_k}{t_b} - \frac{1}{9},$$

$$= \frac{1}{9} (1 + 8 e^{-m_0}) + (1 - e^{-m_0}) \left(\frac{t_k}{t_b} - \frac{1}{9}\right).$$

Setzen wir den Werth:

a)  $\left(\frac{t_k}{t_b} - \frac{1}{9}\right) (1 - e^{-m_0}) = c,$

so ist:

b)  $\frac{t_s}{t_b} = \frac{1}{9} \left(1 - \frac{8}{e^{m_0}}\right) + c.$

Nun ist nach Gl. c §. 32:

$$c_2 = -1,35 \left(\frac{t_k}{t_b} - \frac{1}{9}\right),$$

folglich:

$$\left(\frac{t_k}{t_b} - \frac{1}{9}\right) = -0,74 c_2, \text{ und auch}$$

c)  $c = -0,74 c_2 \cdot (1 - e^{-m_0}).$

Hieraus entsteht:

56)  $\frac{t_s}{t_b} = \frac{1}{9} \left(1 + \frac{8}{e^{m_0}}\right) - 0,74 \left(1 - \frac{1}{e^{m_0}}\right) c_2;$

für  $m_0 = 0,5 \quad 0,75 \quad 1,00$

ist  $\frac{t_s}{t_b} = 0,365 - 0,29 c_2; 0,353 - 0,39 c_2; 0,344 - 0,47 c_2;$

für  $m_0 = 1,25 \quad 1,50 \quad 1,75$

ist  $\frac{t_s}{t_b} = 0,337 - 0,35 c_2; 0,331 - 0,38 c_2; 0,326 - 0,41 c_2;$

für  $m_0 = 2,0 \quad 2,5 \quad 3,0$

ist  $\frac{t_s}{t_b} = 0,24 - 0,64 c_2; 0,318 - 0,67 c_2; 0,316 - 0,40 c_2.$

Wenn  $\frac{t_k}{t_b} = \frac{1}{9}$  ist, verschwinden die Correctionswerthe

ganz; in der Regel ist der Werth derselben so gering, daß er, wenigstens bei den kleinern Schonungsmoduln, ganz zu vernachlässigen ist. Nehmen wir z. B. für die höchste Temperatur des Kesselwassers  $t_k = 180$ , welche einer Dampfspannung von 10 Atmosphären entsprechen würde, und nehmen wir zugleich die schlechteste Braunkohle, für welche nach der Tabelle in §. 17  $t_b = 0,43 \cdot 2780 = 1200$  sein würde, so ist:

$$c_2 = 1,35 \left(\frac{180}{1200} - \frac{1}{9}\right) = 1,35 \cdot 0,04 = 0,054,$$

und folglich für:

$$m_0 = 1 \quad 1,5 \quad 2,0 \quad 3,0$$

$$\frac{t_s}{t_b} = 0,342 \quad 0,328 \quad 0,321 \quad 0,312.$$

Es wird also unter Vernachlässigung des Correctionswerthes ein Fehler in der Bestimmung des Temperaturverhältnisses entstehen, welcher bei den mittleren Werthen von  $m_0$  höchstens 2 bis 3 % erreichen kann, so daß man meist mit genügender Annäherung setzen kann:

d)  $\frac{t_s}{t_b} = \frac{1}{9} \left(1 + \frac{8}{e^{m_0}}\right).$

§. 36.

Zusammenhang zwischen der Gewichtsmenge des verbrannten Materials und der Größe der Rostfläche.

Nach der Gleichung 18 in §. 6 ist das Volumen Luft, welches zur Verbrennung einer Gewichtseinheit Brennmaterial erforderlich ist:

$$\mathfrak{L} = 8,72 \cdot \beta_1 \text{ Cubikmeter.}$$

Wenn also in der Stunde  $\mathfrak{B}$  Gewichtseinheiten Brennmaterial verbrannt werden sollen, so ist die erforderliche Luftmenge  $8,72 \beta_1 \mathfrak{B}$  und folglich für die Secunde:

$$\frac{8,72 \cdot \beta_1 \mathfrak{B}}{60 \cdot 60} (n + 1).$$

Ist  $r_0$  die Größe sämtlicher Durchgangsöffnungen des Rostes, und  $v_e$  die Geschwindigkeit, mit welcher die Luft effectiv durchströmt, so ist andererseits die in einer Secunde durchströmende Luftmenge:

$$v_e r_0.$$

Diese beiden Werthe müssen einander gleich sein, und wenn man auf beiden Seiten mit  $r$  dividirt, indem man unter  $r$  den Flächeninhalt der totalen Rostfläche versteht, so ergibt sich:

$$\frac{\mathfrak{B}}{r} = \frac{60 \cdot 60 \cdot v_e}{8,72 (n + 1) \cdot \beta_1} \cdot \frac{r_0}{r}$$

$$\frac{\mathfrak{B}}{r} = \frac{412,35}{(n + 1) \cdot \beta_1} \cdot \frac{r_0}{r} \cdot v_e.$$

Indem wir schreiben:

$$\frac{412,85}{(n+1)\beta_1} = \frac{412,85}{(n+1)} \cdot \frac{\beta}{\beta_1} \cdot \frac{1}{\beta}$$

a)  $c_5 = \frac{\beta}{\beta_1}$ ,

ergibt sich:

57)  $\frac{\mathfrak{B}}{r} = \frac{412,85}{(n+1)\beta_1} \cdot v_e \cdot \frac{r_0}{r} \cdot c_5$ .

Setzen wir noch:

b)  $\frac{412,85}{n+1} \cdot \frac{r_0 v_e}{r} = E$ ,

so ist:

c)  $\frac{\mathfrak{B}}{r} = \frac{E}{\beta} \cdot c_5$ .

Der Werth  $c_5$ , welchen wir den fünften Correctionswerth nennen, weicht bei den meisten Brennmaterialien sehr wenig von 1 ab. Nach Ausweis der Tabelle in §. 17 ist die größte Abweichung:

bei lufttrockenen und nassen Hölzern

$$c_5 = \frac{35}{40} \text{ bis } \frac{30}{39} = 0,88 \text{ bis } 0,78,$$

bei lufttrockenen Braunkohlen

$$c_5 = \frac{47}{50} \text{ bis } \frac{37}{40} = 0,94 \text{ bis } 0,93.$$

Im Uebrigen ergibt folgende Zusammenstellung die Werthe von  $E$ : für  $(n+1) = 2$  (zugeführte Luftmenge gleich der doppelten der chemisch erforderlichen)

	$\frac{r_0}{r} = \frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$
$v_e = 1$ ;	$E = 51,6$	$68,8$	$103,2$
$v_e = 0,9$ ;	$E = 64,4$	$61,9$	$92,9$
$v_e = 0,8$ ;	$E = 41,3$	$55,0$	$82,6$

Die Gleichung:

$$\frac{\mathfrak{B}}{r} = \frac{E}{\beta} \cdot c_5$$

gibt die Gewichtsmenge Brennmaterial, welche pro Stunde auf einem Quadratmeter Rostfläche verbrannt werden soll, und folglich ist:

d)  $\frac{r}{\mathfrak{B}} = \frac{\beta}{E \cdot c_5}$

die erforderliche Gröfse der Rostfläche für jede Gewichtseinheit stündlich zu verbrennenden Materials.

§. 37.

Zusammenhang zwischen der Gröfse der Heizfläche und der Gröfse der Rostfläche.

Gleichung 54 liefert:

$$\frac{\mathfrak{B}}{f_0} = \frac{2,60}{m_0 \eta_0} \cdot \frac{1}{\beta} \cdot \frac{c_4}{c_3}$$

und Gleichung 57 ergibt:

$$\frac{\mathfrak{B}}{r} = \frac{412,85}{(n+1)\beta} \cdot v_e \cdot \frac{r_0}{r} \cdot c_5$$

Dividiren wir die letzte Gleichung durch die erste, so ergibt sich:

$$\frac{f_0}{r} = \frac{412,85}{(n+1)\beta} \cdot v_e \cdot \frac{r_0}{r} \cdot \beta \cdot \frac{c_3}{c_4} \cdot c_5 \cdot \frac{m_0 \eta_0}{2,60}$$

58)  $\frac{f_0}{r} = \frac{162,6}{(n+1)} \cdot v_e \cdot \frac{r_0}{r} \cdot m_0 \cdot \eta_0 \cdot \frac{c_5 c_3}{c_4}$ .

Diese Gleichung giebt die Gröfse der Heizfläche für jeden Quadratmeter Rostfläche.

Benutzt man zu dieser Entwicklung die Gleichungen e des §. 33 und c des §. 36, so entsteht:

a)  $\frac{f_0}{r} = \frac{E}{B} \cdot \frac{c_5 c_3}{c_4}$ .

Man sieht, dafs dies Verhältnifs, wenn man von den Correctionswerthen absieht, unabhängig ist von der Art des Brennmaterials.

Z. B. Für eine Einströmungsgeschwindigkeit  $v_e = 0,8$  Meter, und wenn die zugeführte Luftmenge das Doppelte beträgt von der chemisch erforderlichen ( $n+1=2$ ), entsteht:

für  $\eta_0 = 0,90$  (§. 33) und  $\frac{r_0}{r} = \frac{1}{3}$

$m_0 =$	$1,0$	$1,5$	$2,0$
$\frac{E}{B} =$	$19$	$28,6$	$39,2$

Der reciproke Werth der Gl. a, nämlich:

b)  $\frac{r}{f_0} = \frac{B}{E} \cdot \frac{c_4}{c_3 c_5}$ ,

giebt die erforderliche Gröfse der Rostfläche für jeden Quadratmeter Heizfläche.

Man sieht übrigens, dafs das Verhältnifs zwischen der Gröfse der Heizfläche ( $f_0$ ) zur Gröfse der totalen Rostfläche mit dem Schonungsmodul  $m_0$ , mit der Ausnutzung der Heizfläche  $\eta_0$ , mit der Einströmungsgeschwindigkeit  $v_e$  und mit dem Verhältnifs  $\frac{r_0}{r}$  in directem Verhältnifs wächst, und

aufserdem abhängig ist von den Correctionswerthen  $c_5 = \frac{\beta}{\beta_1}$  (§. 36),  $c_4 = \frac{\lambda_0}{17}$  (Gl. c §. 33) und  $c_3 = \frac{4}{9} \frac{\beta_k}{\beta}$  (§. 33 Gl. a).

§. 38.

Zusammenhang zwischen der zu verdampfenden Wassermenge und der Gröfse der Rostfläche.

Der Zusammenhang zwischen der zu verdampfenden Wassermenge und der Gröfse der Rostfläche läfst sich auf zweierlei Weise darstellen:

1) Indem man die Gleichungen e des §. 32 und c des §. 26 mit einander multiplicirt, entsteht:

a)  $\frac{\mathfrak{D}_g}{r} = A E \frac{1+c_2}{1+c_1} \cdot c_5$ .

2) Indem man die Gleichungen b des §. 34 und a des §. 37 miteinander multiplicirt, entsteht:

b)  $\frac{\mathfrak{D}_g}{r} = \frac{D E}{B} \cdot \frac{1+c_2}{1+c_1} \cdot c_5$ .

Daraus folgt auch:

$$A = \frac{D}{B},$$

welches Resultat auch durch Gl. a des §. 34, §. 33 Gl. d und §. 32 Gl. d sich ergeben würde.

Setzt man für  $A$  und  $E$  die Werthe der Gleichungen d in §. 32 und b in §. 36, so entsteht:

59)  $\frac{\mathfrak{D}_g}{r} = \frac{46693}{n+1} \cdot v_e \cdot \frac{r_0}{r} \eta_0 \left(1 - \frac{1}{e^{m_0}}\right) \frac{1+c_2}{1+c_1} \cdot c_5$   
 $= A E \frac{1+c_2}{1+c_1} \cdot c_5$ .

Diese Gleichung giebt die für jeden Flächeninhalt des Rostes zu verdampfende Wassermenge, folglich giebt der reciproke Werth

c)  $\frac{r}{\mathfrak{D}_g} = \frac{1}{A E} \cdot \frac{1+c_1}{1+c_2} \cdot \frac{1}{c_5}$ .

die Größe der Rostfläche, welche für jede pro Stunde zu verdampfende Gewichtseinheit Wasser erforderlich ist.

§. 39.

**Bestimmung des Brennmaterials, der Heizfläche und der Rostfläche für eine gegebene Verdampfung.**

Bei der Berechnung einer Kesselanlage ist zunächst der maafsgebende Werth, von dem man auszugehen hat, die Gewichtsmenge Wasser, welche in einer gegebenen Zeit (pro Stunde) verdampft werden soll. Ist dieser Werth ( $\mathfrak{D}_g$ ) festgestellt, so kommt es zunächst auf die Ermittlung folgender drei Werthe an:

1) Gewichtsmenge Brennmaterial ( $\mathfrak{B}$ ), welche gleichzeitig verbrannt werden muß, um die beabsichtigte Dampfmenge zu erzielen.

2) Größe der Heizfläche, welche zu dem beabsichtigten Zweck erforderlich ist.

3) Größe der Rostfläche, welche den beiden Werthen ad 1 und 2 entsprechend ist.

Um diese Werthe zu ermitteln, hat man zunächst festzustellen, welchen Schonungsmodul der Kessel haben soll, bzw. wie groß die beabsichtigte Ausnutzung der Heizkraft sein soll, (vergl. §. 31). Hierbei sind im Wesentlichen ökonomische und finanzielle Rücksichten maafsgebend. Je geringer die Ausnutzung der Heizkraft, desto kleiner der Schonungsmodul, desto kleiner die Heizfläche, desto billiger die Anschaffungskosten des Kessels, aber desto gröfser die Abnutzung desselben, und desto theurer der Brennmaterial-Verbrauch. Diese Verhältnisse bedürfen einer besonderen Untersuchung. Selten wird man Kessel anwenden, deren Schonungsmodul kleiner als  $\frac{1}{2}$ , und ebenso werden Kessel selten gerechtfertigt erscheinen, deren Schonungsmodul gröfser als 3 ist.

Für stationäre Kessel ist es in den meisten Fällen empfehlenswerth, den Schonungsmodul zwischen 1,00 bis 2,00 zu wählen.

Nachdem man den Schonungsmodul gewählt hat, kommt es darauf an, die Anordnung des Kessels zu wählen, um daraus die mittlere Ausnutzung der Heizfläche ( $\eta_0$ ) zu bestimmen (§. 28 u. 29).

Endlich ist die Art des Brennmaterials festzustellen, um dessen spezifische Heizkraft (§. 5 und §. 17) d. i. den Werth  $\beta$  zu ermitteln.

Sind die Werthe  $m_0$ ,  $\eta_0$  und  $\beta$  bestimmt, so lassen sich unter Annahme von Durchschnittswerthen für die sonstigen Verhältnisse die sämmtlichen gesuchten Werthe bestimmen.

Hat man Grund von jenen Durchschnittswerthen abzuweichen, so kann man durch die Bestimmung der fünf Correctionswerthe ( $e_1 \dots e_5$ ) (§. 32 bis 36) die Rechnung berichtigen.

Die maafsgebenden Gleichungen sind:

1) für die Gewichtsmenge Brennmaterial (Gl. f §. 32):

$$\mathfrak{B} = \frac{1}{A} \cdot \frac{1}{\beta} \cdot \frac{1 + e_1}{1 + e_2}$$

$$A = 11,31 \eta_0 \left(1 - \frac{1}{e^{m_0}}\right)$$

$$e_1 = \frac{(0,305 t_k - t_x) - 15}{621,5}; e_2 = 1,35 \left(\frac{t_k}{t_b} - \frac{1}{9}\right).$$

2) für die Größe der Heizfläche (Gl. c §. 34):

$$\frac{f_0}{\mathfrak{D}_g} = \frac{1}{D} \cdot \frac{1 + e_1}{1 + e_2} \cdot \frac{e_3}{e_4}$$

$$D = 29,4 \cdot \frac{\left(1 - \frac{1}{e^{m_0}}\right)}{m_0} \quad (\text{Gl. a §. 34})$$

$$e_3 = \frac{4}{9} \cdot \frac{\beta_k}{\beta} \quad (\text{Gl. a §. 33}) \quad e_4 = \frac{\lambda_0}{17} \quad (\text{Gl. c §. 33}),$$

3) für die Größe der Rostfläche (Gl. c §. 38):

$$\frac{r}{\mathfrak{D}_g} = \frac{1}{A \cdot E} \cdot \frac{1 + e_1}{1 + e_2} \cdot \frac{1}{e_5}$$

$$E = \frac{412,85}{n + 1} \cdot \frac{r_0}{r} \cdot v_e \quad (\text{Gl. b §. 36})$$

$$e_5 = \frac{\beta}{\beta_1}$$

Folgende Werthe sind hiernach maafsgebend für je 100 Kilogramm in der Stunde zu erzeugenden Dampf.

a) Brennmaterial für 100 Kilogramm Verdampfung:

$$\mathfrak{B} = \frac{100}{A} \cdot \frac{1}{\beta} \cdot \frac{1 + e_1}{1 + e_2}$$

Kilogramm Brennmaterial pro Stunde.

Werth  $\frac{100}{A}$  ist:

$\eta_0$	$m_0$								
	0,5	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00
0,80	28,6	20,8	17,4	15,6	14,3	13,3	12,8	12,1	11,6
0,85	27,0	19,6	16,7	14,7	13,3	12,5	12,2	11,4	11,1
0,90	25,0	18,5	15,6	13,9	12,7	11,8	11,5	10,6	10,4
0,95	23,8	17,5	14,9	13,2	11,9	11,2	10,9	10,1	9,8
1,00	22,7	16,7	14,1	12,5	11,4	10,6	10,3	9,6	9,4

Hätte man z. B. stündlich 300 Kilogramm Wasser zu verdampfen, so würden, wenn die Correctionswerthe vernachlässigt werden können, und wenn die spezifische Heizkraft gleich 1 ist, die obigen Zahlen mit 3 multiplicirt sofort die Menge Brennmaterial angeben. Ist das Brennmaterial eine gute Sinterkohle, für welche nach Tabelle §. 17  $\beta = 0,381$  ist, so sind die gefundenen Zahlen noch mit  $\frac{1}{\beta} = 2,624$  zu multipliciren; hat man eine lufttrockene erdige Braunkohle, für welche  $\beta = 0,37$  ist, so sind jene Zahlen mit 2,70 zu multipliciren u. s. w.

Ist die Temperatur des Kesselwassers 150 Grad, diejenige des Speisewassers 40 Grad, so ist der erste Correctionswerth  $\frac{0,305 \cdot 150 - 40 - 15}{621,5} = -\frac{9,25}{621,5}$ , also sind

obige Werthe mit  $1 + e_1 = 1 - \frac{9,25}{621,5} = 0,98$  zu multipliciren.

Wenn nun die Brenntemperatur für Sinterkohle bei dem Luftzutritt gleich dem Doppelten der chemischen Luftmenge nach §. 17,  $0,250 \cdot 2780 = 1390$  und für erdige Braunkohle (lufttrocken)  $0,43 \cdot 2780 = 1195$  ist, so ergibt sich

$$e_2 = \left(\frac{t_k}{t_b} - \frac{1}{9}\right) \cdot 1,35 = \left(\frac{150}{1390} - \frac{1}{9}\right) \cdot 1,35 = -0,004$$

$$\text{resp.} = \left(\frac{150}{1195} - \frac{1}{9}\right) \cdot 1,35 = 0,020; \text{ es sind also obige}$$

Werthe noch mit 0,996 resp. mit 1,020 zu multipliciren, um auch diese Correction zu bewirken.

b) Heizfläche für 100 Kilogramm stündlicher Verdampfung:

$$f_0 = \frac{100}{D} \cdot \frac{1 + c_1}{1 + c_2} \cdot \frac{c_3}{c_4} \cdot \text{Quadratmeter Heizfläche.}$$

Werthe von  $\frac{100}{D}$ :

$m_0 =$									
	0,5	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00
$\frac{100}{D}$	4,4	4,8	5,4	6,0	6,5	7,1	7,9	9,2	11,0

Die Correcturen  $c_1$  und  $c_2$  sind wie vorhin zu berechnen;

$c_3$  ist für Sinterkohlen  $\frac{4}{9} \cdot \frac{1,64}{0,81} = \frac{4}{9} \cdot 2,02 = 0,9$  und für

erdige Braunkohlen  $\frac{4}{9} \cdot \frac{0,85}{0,37} = \frac{4}{9} \cdot 2,3 = 1,02$ . Mit diesen Werthen hat man obige Zahlen noch zu multipliciren, wenn man diese Correcturen berücksichtigen will u. s. w.

c) Rostfläche für 100 Kilogramm stündlicher Verdampfung, Gröfse der totalen Rostfläche für 100 Kilogramm stündlicher Verdampfung:

$$r = \frac{100}{AE} \cdot \frac{1 + c_1}{1 + c_2} \cdot \frac{1}{c_5} \cdot \text{Quadratmeter.}$$

Die Werthe von  $\frac{100}{AE}$ , wenn  $v_e$  die Eintrittsgeschwindigkeit der Luft = 1 Meter pro Secunde, und  $\frac{v_0}{r} = \frac{1}{3}$  ist, giebt folgende Zusammenstellung:

Werthe von $\frac{100}{AE}$ :									
$m_0 =$									
$\eta_0$	0,5	0,75	1,00	1,25	1,50	2,00	2,50	3,00	
0,80	0,43	0,31	0,26	0,23	0,22	0,19	0,18	0,17	0,16
0,85	0,41	0,29	0,25	0,22	0,20	0,18	0,17	0,16	0,15
0,90	0,38	0,28	0,23	0,21	0,19	0,17	0,16	0,15	0,14
0,95	0,35	0,26	0,22	0,20	0,18	0,16	0,15	0,14	0,13
1,00	0,34	0,25	0,21	0,19	0,17	0,16	0,14	0,14	0,13

Diese Werthe sind mit  $v_e$  zu dividiren, wenn die Eintrittsgeschwindigkeit gröfser oder kleiner als 1 Meter ist, und mit  $3 \cdot \frac{v_0}{r}$  zu dividiren, wenn  $\frac{v_0}{r}$  gröfser oder kleiner als  $\frac{1}{3}$  ist.

Soll z. B. die stündliche Verdampfung 300 Kilogramm Wasser betragen, so ist für  $m_0 = 1,5$  und  $\eta_0 = 0,90$  die Gröfse der totalen Rostfläche  $0,22 \cdot 3 = 0,67$  Quadratmeter, vorausgesetzt, dafs die Einströmungsgeschwindigkeit der Luft in den Rost 1 Meter betragen soll. Wenn diese Geschwindigkeit nur 0,8 Meter betragen soll, so ist die totale Rostfläche  $\frac{0,67}{0,8} = 0,84$  Quadratmeter, und wenn das Verhältnifs  $\frac{v_0}{r}$  anstatt  $\frac{1}{3}$  nur  $\frac{1}{4}$  sein soll, so ist noch mit  $\frac{3}{4}$  zu dividiren, so dafs dann die totale Rostfläche  $\frac{4}{3} \cdot 0,84 = 1,12$  Quadratmeter zu betragen hätte.

Die Correcturen  $c_1$  und  $c_2$  sind wie unter litt. a zu berechnen, die Correctur  $c_5$  ist von der Art des Brennmaterials abhängig; es ist  $\frac{1}{c_5} = \frac{\beta_1}{\beta}$ ; für Sinterkohle ist  $\frac{\beta_1}{\beta} = 1$ ; für erdige Braunkohle  $= \frac{0,40}{0,37}$ ; folglich ist für letztere die

totale Rostfläche  $= \frac{40}{37} = 1,08$  mal so groß zu nehmen, als unter gleichen Umständen für Sinterkohle.

§. 40.

Aenderung der Verdampfung bei einem gegebenen Kessel.

Es sei ein Kessel gegeben, welcher bei  $\eta_0 = 0,90$  (Ausnutzung der Heizfläche gleich 90 Procent) und einem Schonungsmodul gleich 1,5, stündlich 300 Kilogramm Wasser verdampft. Nach §. 39 ist, wenn man die Correctionswerthe vernachlässigen kann:

$$\mathfrak{B} = \frac{12,7 \cdot 3}{\beta} \text{ Kilogramm;}$$

für gute Sinterkohle ist nach §. 17  $\beta = 0,81$ , folglich ist:

$$\mathfrak{B} = \frac{12,7 \cdot 3}{0,81} = 47 \text{ Kilogramm.}$$

Die Gröfse der Heizfläche ist:

$$f_0 = 6,5 \cdot 3 = 19,5 \text{ Quadratmeter;}$$

die Gröfse der Rostfläche bei 0,8 Meter Einströmungsgeschwindigkeit, und wenn  $\frac{v_0}{r} = \frac{1}{3}$  ist, nach dem Obigen:

$$\frac{0,19 \cdot 3}{0,8} = 0,71 \text{ Quadratmeter.}$$

Wenn man nun denselben Kessel stärker in Anspruch nehmen will, um in derselben Zeit eine gröfseren Wassermenge zu verdampfen, so wird sich sein Schonungsmodul verringern; und umgekehrt, will man denselben Kessel mehr schonen, so erhöht sich der Schonungsmodul, und die Verdampfung vermindert sich.

Es sei z. B. die Verdampfung von 300 Kilogramm pro Stunde auf 400 Kilogramm zu steigern, dann ist, da die Heizfläche ungeändert bleibt, die Gröfse der Heizfläche für 100 Kilogramm:

$$\frac{19,5}{4} = 4,9.$$

Dies entspricht einem Schonungsmodul von etwa 0,75 (vergl. §. 39 unter b); dann ist aber für  $\eta_0 = 0,90$ , (da dieser Werth nicht geändert werden darf) und  $m_0 = 0,75$  der Verbrauch an Brennmaterial nach §. 39 unter a:

$$\frac{18,5 \cdot 4}{0,81} = 91,4 \text{ Kilogramm,}$$

und folglich ist das Verhältnifs zwischen dem Aufwand an Brennmaterial für 100 Kilogramm Wasser in diesem Falle gegen den ersten Fall:

$$\frac{18,5}{12,7} = 1,46,$$

also um 46 % gröfser.

Wenn nun auch die Rostfläche nicht geändert werden darf, so folgt, dafs die Luft mit gröfserer Geschwindigkeit einströmen mufs, und zwar ist jetzt die Gröfse der Rostfläche für 100 Kilogramm Verdampfung:

$$\frac{0,71}{4} = 0,18 \text{ Quadratmeter.}$$

Für  $m_0 = 0,75$  und  $\eta_0 = 0,90$  ist aber nach Tabelle unter c des vorigen Paragraphen:

$$\frac{100}{AE} = \frac{0,28}{v_e} = 0,18,$$

folglich mufs nun die Einströmungsgeschwindigkeit in den Rost:

$$v_e = \frac{0,28}{0,18} = 1,56 \text{ Meter}$$

betragen.

Wenn andererseits bei demselben Kessel die Verdampfung von 300 Kilogramm pro Stunde auf 250 Kilogramm ermäßigt wird, so ist, da die Heizfläche nicht geändert wird, die Größe der Heizfläche pro 100 Kilogramm:

$$\frac{19,5}{2,5} = 7,8.$$

Dies entspricht nach der Tabelle unter b des vorigen Paragraphen einem Schonungsmodul von etwa 2,00; dann ist der Verbrauch an Brennmaterial für  $m_0 = 2,00$ ;  $\eta_0 = 0,90$  nach der Tabelle a §. 39:

$$\frac{11,5 \cdot 2,5}{0,81} = 35,5 \text{ Kilogramm,}$$

und das Verhältniß zwischen dem Aufwand an Brennmaterial für 100 Kilogramm Wasser in diesem Falle gegen den ersten ist:

$$\frac{11,5}{12,7} = 0,90.$$

Wenn nun auch in diesem Falle die Größe der Rostfläche nicht geändert werden darf, welche 0,71 Quadratmeter beträgt, so ist dieselbe für 100 Kilogramm Verdampfung:

$$\frac{0,71}{2,5} = 0,29;$$

und da für  $m_0 = 2,00$ ;  $\eta_0 = 0,90$  nach der Tabelle unter c des vorigen Paragraphen:

$$\frac{100}{AD} = \frac{0,17}{v_e} = 0,29 \text{ ist, so folgt } v_e = 0,59 \text{ Meter.}$$

Nach §. 31 am Schluß ist nun die Ausnutzung der Heizkraft

- im ersten Falle  $m_0 = 1,5$ ;  $\eta_0 = 0,90$ ;  $\eta_h = 61\%$ ,
- im zweiten Falle  $m_0 = 0,75$ ;  $\eta_0 = 0,90$ ;  $\eta_h = 41\%$ ,
- im dritten Falle  $m_0 = 2,00$ ;  $\eta_0 = 0,90$ ;  $\eta_h = 68\%$ .

Die Steigerung der Verdampfungsfähigkeit eines gegebenen Kessels setzt also stets eine größere Beanspruchung der Kesselfläche, also eine Verminderung des Schonungsmoduls und eine Verminderung der Ausnutzung der Heizkraft des Brennmaterials voraus. Die Grenze für die Steigerung der Verdampfungsfähigkeit ist im Allgemeinen dadurch bedingt, daß die Eintrittsgeschwindigkeit für die Luft in stärkerem Verhältniß wächst, und daß unter Umständen es nicht mehr möglich ist, durch die gewöhnlichen Zugeinrichtungen eine solche beträchtliche Geschwindigkeit für die einströmende Luft wirklich zu erzielen.

#### d) Bemerkungen über die durch vorstehende Untersuchungen gefundenen Resultate.

##### §. 41.

Bedeutung des als „*Schonungsmodul*“ bezeichneten Werthes für die vorstehenden Untersuchungen.

Die vorstehenden Untersuchungen haben den Zusammenhang zwischen der Ausnutzung der Heizkraft der Brennmaterialien (§. 1), der erforderlichen Größe der Heizfläche und der Rostfläche, sowie der zu erzielenden Gewichtsmenge des zu verdampfenden Wassers und dem Aufwand an Brennmaterial, endlich der Temperatur, mit welcher die heiße Luft die Kesselwandung verläßt, in wissenschaftlicher Weise dargelegt, während man bisher diesen Zusammenhang gewöhnlich nur in empirischer Weise anzunehmen pflegte. Es wurde nachgewiesen, daß dieser Zusammenhang durch einen Werth vermittelt wird, den wir den *Schonungsmodul* des Kessels

genannt haben (§. 27 und 28), und welcher für ein Element des Kessels sich darstellt durch das Verhältniß (§. 27 Gl. a):

$$\frac{-dt}{t-t_k} = \frac{\text{Temperaturverminderung der heißen Luft}}{\text{Temperaturdifferenz zwischen der heißen Luft und dem Kesselwasser.}}$$

Es wurde gezeigt, daß dieser Werth sich auch darstellen läßt in der Form, §. 27, Gl. a):

$$\frac{df}{B} \cdot \frac{\lambda}{\eta_a} \cdot \frac{1}{K},$$

und daß wir schließlichs anstatt dieses für jedes beliebige Kesselelement im Allgemeinen veränderlichen Schonungsmoduls einen mittleren oder durchschnittlichen Schonungsmodul für den ganzen Kessel annehmen können, welcher sich (Gl. 45 u. Gl. 48) ausdrückt in der Form:

$$m_0 = \frac{f_0}{B} \cdot \frac{\lambda_0}{\eta_0} \cdot \frac{1}{K}.$$

Es wurde gezeigt, wie sich dieser mittlere Schonungsmodul berechnen läßt, zunächst aus den Schonungsmoduln der einzelnen Theile des Kessels (§. 27), dann wie sich die directe Heizfläche auf indirecte Heizfläche reduciren läßt (§. 28), um den Werth  $f_0$  zu bestimmen. Ferner wurde der mittlere Wärme-Uebertragungscoefficient  $\lambda_0$  bestimmt (Gl. 45) und auch die mittlere Ausnutzung der Heizfläche (Gl. 46).

Der Schonungsmodul ergab sich um so größer:

- a) je größer  $\frac{f_0}{B}$ , d. h. je größer die Heizfläche pro Einheit des verbrannten Materials ist,
- b) je größer  $\frac{\lambda_0}{\eta_a}$ , d. h. je größer der Wärmeübertragungscoefficient  $\lambda_0$  im Vergleich zur Ausnutzung des Querschnitts der Feuercanäle ist,
- c) je kleiner die Brennmasse  $K$  ist, d. h. je weniger atmosphärische Luft in Ueberschufs zugeführt wird (§. 28).

Der Zusammenhang zwischen dem Schonungsmodul und der Ausnutzung der Heizkraft drückt sich aus nach Gl. a §. 30):

$$\eta_h = \eta_0 \left\{ \left( 1 - \frac{t_k}{t_b} \right) \left( 1 - \frac{1}{e^{m_0}} \right) - 0,1 \frac{t_k}{t_b} \right\},$$

worin  $e$  die Basis der natürlichen Logarithmen ist.

Die Ausnutzung der Heizkraft wächst also mit dem Schonungsmodul des Kessels (§. 31); aber je höher die Schonungsmoduln sind, desto langsamer wächst die Ausnutzung der Heizkraft.

Damit der Schonungsmodul möglichst groß werde, mußte der Wärme-Uebertragungscoefficient möglichst groß sein. Die hierfür maßgebenden Untersuchungen enthalten die §. 22 bis 26. Im Allgemeinen ergiebt sich, daß der Wärme-Uebertragungscoefficient größer ist, wenn in gewöhnlichen Fällen die heiße Luft die concave und die kältere Flüssigkeit die convexe Oberfläche der Scheidewand bespült (§. 23).

Um die Ausnutzung der Heizkraft möglichst groß zu bekommen, ergeben sich hiernach folgende Regeln:

- 1) möglichst große Heizfläche im Verhältniß zum verbrannten Material,
- 2) möglichst vollständige Ausnutzung des Querschnitts der Feuercanäle ( $\eta_a$ ), also womöglich innere Feuercanäle, oder bei Anwendung gemauerter Canäle, möglichste Isolirung derselben gegen Abkühlung durch die äußere Luft,

- 3) Führung der heißen Luft durch cylindrische Röhren, welche vom Wasser umspült werden,
- 4) möglichst dünne und von Kesselstein freie Kesselwände,
- 5) möglichst hohe Temperatur im Brennraum, und möglichst geringe Temperatur des Kesselwassers,
- 6) möglichst kleine Brennmasse  $K$ , d. h. Zuführung von möglichst weniger überschüssiger Luft,
- 7) möglichst trockenes Brennmaterial,
- 8) Zuführung der Luft mit möglichst hoher Temperatur,
- 9) möglichst hohe Temperatur des Speisewassers.

Die Temperatur, mit welcher die Luft die Heizfläche verläßt, ist ebenfalls vom Schonungsmodul abhängig und ist nach §. 27 Gl. 42:

$$t_a = (t_b - t_k)e^{-m_0} + t_k;$$

dieselbe ist also um so geringer, je höher der Schonungsmodul ist; und da die Temperatur der durch den Schornstein abziehenden Luft maafsgebend ist für die zur Erzeugung einer bestimmten Eintrittsgeschwindigkeit erforderliche Schornsteinhöhe, so wird die Höhe des Schornsteins ebenfalls bedingt durch den Werth des Schonungsmoduls, und zwar in der Art, daß Kessel, deren Schonungsmodul groß ist, auch höhere Schornsteine erfordern, als solche, welche bei derselben Eintrittsgeschwindigkeit der kalten Luft einen geringeren Schonungsmodul haben. Der Zusammenhang dieser Werthe bleibt einer besonderen Untersuchung vorbehalten.

Die Untersuchungen der §. 31 bis 40 zeigen, welchen Einfluß der als Schonungsmodul bezeichnete Werth auf die Bestimmung sämtlicher Verhältnisse der Kesselanlagen ausübt, und daß es zweckmäfsig ist, bei der Berechnung einer Kesselanlage von diesem Werthe auszugehen.

#### §. 42.

#### Bemerkungen über die Einführung der specifischen Werthe und der Correctionswerthe.

In dem ersten Abschnitt dieser Untersuchungen, welcher von der Bestimmung der Temperatur, die aus der Verbrennung hervorgeht und der für die Verbrennung maafsgebenden Werthe handelt, ist eine Methode in Anwendung gebracht, welche für die Verwendung der gefundenen Resultate eine Reihe von Vortheilen bietet, nämlich die Einführung der specifischen Werthe. Es sind die Werthe, welche die Verbrennung einer Gewichtseinheit reinen Kohlenstoffs bedingt, als Einheit genommen, und für sämtliche übrigen Brennmaterialien die auf diese Einheit bezüglichen Verhältniszahlen bestimmt. In dieser Weise ergibt sich die specifische Heizkraft, die specifische Luftmenge, die spe-

cifische Brenntemperatur u. s. w. Der Ausdruck „Brennmasse“ bzw. specifische Brennmasse ist in §. 2 erklärt; der Verfasser konnte für den hiermit bezeichneten Werth (die Summe der Producte aus den einzelnen Gewichtsmengen der aus der Verbrennung einer Gewichtseinheit hervorgehenden Gasarten in ihre specifische Wärme) keinen passenderen Ausdruck finden, da die Ausdrücke Wärmemenge, Heizmenge, Wärmeträger etc. theils bereits anderweite Bedeutung haben, theils weniger bezeichnend erschienen.

Für die hier auftretenden specifischen Werthe ist überall der Buchstabe  $\beta$  mit den entsprechenden Marken gewählt worden. §. 17 giebt eine ziemlich vollständige und für die meisten Fälle der Anwendung ausreichende Zusammenstellung der hier berechneten specifischen Werthe.

In dem dritten Abschnitt dieser Untersuchungen, welcher von der Bestimmung einiger für die Berechnung der Kesselanlagen maafsgebender Werthe handelt, ist eine Methode in Anwendung gebracht, welche der Verfasser auch für anderweitige technische Formeln empfehlen zu können glaubt, nämlich die Einführung der Correctionswerthe. Indem nämlich die Gleichungen für die gewöhnlichsten Fälle auf Grund von Durchschnittswerthen ausgerechnet worden sind, ist die Möglichkeit gegeben, für abweichende Fälle dieselbe Gleichung zu benutzen, indem man den zugefügten Correcturwerth ausrechnet. Für den Durchschnittsfall wird dieser Correcturwerth Null, und für jeden von dem Durchschnittsfall nicht sehr erheblich abweichenden Fall wird derselbe sehr klein, aber bei erheblichen Abweichungen giebt die Ausrechnung des Correcturwerthes das richtige Resultat.

Diese Correcturwerthe sind mit  $e$  und einem Index bezeichnet.

Der Correcturwerth  $e_1$  (Gl. a §. 32) giebt den Einfluß der Temperatur des Speisewassers an, wenn diese  $t_x$  dem Durchschnittswerth  $0,305 t_k - t_x = 15$  nicht entspricht.

Der Correcturwerth  $e_2$  (Gl. c §. 30) giebt den Einfluß der Temperatur des Kesselwassers, wenn dieselbe gröfser oder kleiner als  $\frac{1}{9} t_b$  (Brenntemperatur) ist.

Der Correcturwerth  $e_3$  (Gl. a §. 33) giebt den Einfluß der specifischen Brennmasse, wenn dieselbe gröfser oder kleiner ist als  $\frac{9}{4} \cdot \beta$  (specifische Heizkraft).

Der Correcturwerth  $e_4$  (Gl. c §. 33) giebt den Einfluß des mittleren Wärme-Uebertragungscoefficienten, wenn derselbe gröfser oder kleiner ist als 17.

Der Correcturwerth  $e_5$  (Gl. a §. 36) giebt den Einfluß der specifischen Luftmenge ( $\beta_1$ ), wenn dieselbe gröfser oder kleiner ist als die specifische Heizkraft  $\beta$ .

H. Wiebe.

## Ein Beitrag zur geschichtlichen Entwicklung der Gewölbe.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 12 und 13 im Atlas.)

Bis vor kurzer Zeit wurde allgemein angenommen, daß die Technik des Wölbens unter Anwendung von Keilsteinen und Centralfugen den alten Culturvölkern, wie den Chaldäern, Babyloniern, Assyriern, dann den Aegyptern und Phöniziern, unbekannt gewesen sei; nach neuern Forschungen, besonders durch Layard, Taylor und Loftus Botta einerseits, andererseits durch den Berliner Gelehrten Lepsius, läßt sich

jedoch mit aller Bestimmtheit die Construction der ältesten, unserer Zeit erhaltenen Gewölbe auf ein Alter von nahezu 3000 Jahren zurückführen.

Daß diese Gewölbe mit dem Uranfange der Gewölbe-technik in unmittelbarem Zusammenhang stehen, d. h. daß sie die zuerst gefundenen sind, möchte wohl zu bezweifeln sein, um so mehr, da wir vielfache Mittheilungen von alten

Schriftstellern besitzen, die das Vorhandensein von Gewölben bis in die Sagenzeit hinein versetzen.

Diodor, der die Gründung Babylons, freilich im Gegensatz zu andern Schriftstellern der mythenhaften Königin Semiramis zuschreibt, theilt uns im II. Buche, dem 9. Capitel mit, daß diese Herrscherin auch einen unterirdischen Gang zur Verbindung von zweien ihrer Paläste bauen liefs, der unter dem Euphrat durchgeführt werden mußte.

Das Canalgewölbe — heifst es an betreffender Stelle — war aus gebrannten Ziegeln ausgeführt und auf beiden Seiten so oftmals mit gekochtem Erdpech überstrichen, bis es die Dicke von 6 Ellen erhielt. Die Wände des Canals waren 30 Ziegel dick und, den eigentlichen Gewölbebogen nicht mit eingerechnet (also bis zum Widerlager), 12 Fuß hoch, während die Spannweite 15 Fuß betrug. Weiteres erzählt Diodor, daß dieser Canal, der ein zeitweises Verlegen des mächtigen Stromes nothwendig machte, in 7 Tagen fix und fertig hergestellt worden war.<sup>1)</sup>

Steht Diodor's Mittheilung in geschichtlicher Beziehung in Widerspruch mit den Zeugnissen der meisten Alten, nach welchen die Gründung Babylons lange vor Semiramis zu setzen ist, so geht daraus noch nicht hervor, daß unser durch seine Gelehrsamkeit und Gewissenhaftigkeit so berühmte Historiograph auch in seinen technischen Mittheilungen anzuzweifeln sei. Macht er uns doch auch anderweitige Mittheilungen, die als durchaus unzweifelhaft sich erwiesen haben.

So wird von Diodor im II. Buche, dem 8. Capitel erzählt, wie Semiramis die Stadt mit zwei Ringmauern umgeben liefs etc., und dann sagt er wörtlich: „sie erbaute aber auch noch eine dritte innere Mauer, welche die eigentliche Burg umschlofs. Diese hatte einen Umfang von 20 Stadien (40 km), an Höhe aber überragte dieser Bau die mittlere Mauer und so auch deren Breite. An den Thürmen und Mauern waren allerlei Thiere zu sehen, an Farbe und Gestalt der Natur mit großer Kunst nachgebildet. Das Ganze stellte eine Jagd vor mit zahlreichen Thieren und Figuren, die mehr als 4 Ellen hoch waren; darunter war auch Semiramis als Reiterin abgebildet, wie sie mit dem Wurfspieß einen Panther erlegt, und nahe dabei ihr Gemahl Ninus, wie er mit der Lanze einen Löwen niederstreckt.“

Dieser interessante Bericht über das musivische Backsteinmauerwerk der alten Stadt Babylon stimmt vollständig überein mit der späteren Technik, die sich an den Palästen Ninives traditionell erhalten hatte; nachweisbar sind aber in den ältesten Ruinen, z. B. in denen von Mugeir, aus der Zeit von 2230 v. Chr. stammend, das Vorhandensein von glasirten farbigen Ziegeln, während in den Ruinen des Königspalastes von Kisir-Sargon sich, aus der Zeit 720 v. Chr. herrührend, musivisches Backsteinmauerwerk mit allerhand Figuren vollständig erhalten hat, ähnlich, wie es von Diodor beschrieben wurde.

Fig. 1<sup>2)</sup> auf Bl. 13 giebt ein Beispiel dieses polychromen Ziegelmauerwerks; es stellt ein Bogenstück, entnom-

1) Nach Diodor, II. Buch. 7. Cap., liefs Semiramis zum Bau von Babylon überall Baumeister und Künstler anwerben; nachdem alles sonst Nothwendige herbeigeschafft war, unternahm sie mit 2 Millionen Männern die Ausführung.

2) Monument de Ninive decouvert et décrit par M. P. E. Botta, mesuré et desiné par M. E. Flandrin.

men einem Portalbogen, der selbst später besprochen werden wird, dar.

Jeder einzelne Ziegel, der zu den figürlichen Darstellungen benutzt werden sollte, mußte mit Rücksicht auf die ganze Darstellung gezeichnet und farbig, ja oft mehrfarbig glasirt werden. Der Hauptton der hier mitgetheilten Verkleidung von emailirten Ziegeln ist ein lichtiges Blau; die Einfassung besteht aus einem gleich blauen Streifen mit weißen und gelben Rosettchen geziert, dem ein gleichmäßig gelber Streifen folgt. Die doppelt geflügelte Gestalt eines Brod (?) und Salz (?) darbietenden Cherubim zeigt in allen Fleischtheilen die Fleischfarbe, Bart und Haare sind schwarz und ebenso die Iris des Auges und die Augenbrauen, während der Augapfel sonst weiß erscheint; die Stirnbinde ist grün, die Sandalen und die Kopfbedeckung sind gelb, das Gewand und die Flügel gelb und blau; die ganze Darstellung ist eine äußerst lebendige, die Farben sind gut gewählt und hat sich die ziemlich stark aufgetragene Glasur vortrefflich erhalten.

Aehnliches polychromes Ziegelmauerwerk hat sich vielfach in den Städteruinen des mesopotamischen Tieflandes erhalten, und hat man es hier mit einer Technik zu thun, welche als eine äußerst charakteristische für die Bauten von Alt- und Neu-Babylon anzusehen ist; die vorzeitliche Ausbildung, welche diese Technik in der frühesten historischen Zeit schon erfahren hatte, weist ohne Zweifel auf eine sehr lang vorhergehende Ausübung hin, und möchte dem entsprechend kein Grund vorhanden sein, die Mittheilungen Diodor's, daß das Alter dieser Technik in die Mythenzeit zu verlegen sei, anzuzweifeln.

Unserer Zeit sind aber auch mehrere Gewölbe erhalten, die Diodor's technischen Mittheilungen die größte Wahrscheinlichkeit geben. Zwei dieser Gewölbe gehören Canälen an; der eine im Rundbogen mit regelrechten Keilsteinen und Centralfugen gewölbte Canal zog sich unter der Terrasse des Nordwest-Palastes von Nimrud fort, eines Baues, der wahrscheinlich aus der Zeit von 900 v. Chr. herrührt, und als dessen Erbauer nach den gefundenen Inschriften der König Aschurakbal (Sardanapal I.) gilt.<sup>1)</sup>

Aber nicht nur Tonnengewölbe im Rundbogen sind unserer Zeit erhalten, sondern auch solche mit dem Spitzbogen ausgeführte; ein solcher Canal wurde in dem Terrassenbau des etwas jüngeren Südost-Palastes von Nimrud entdeckt. Dieses Canalgewölbe zeigt die Fig. 2<sup>2)</sup> im Querschnitt und in der Oberansicht. Die Spannweite beträgt nahezu 1,00 m; das Spitzbogengewölbe ist aus keilförmigen, sehr gut gebrannten 30 cm hohen und 10 cm dicken Backsteinplatten in bestem Verbinde ausgeführt. Während der einen Schicht der Schlufstein, welcher eine scharfe Kante hätte erhalten müssen, fehlt, zeigt die zweite Schicht einen solchen und greift derselbe etwas in das spitzbogige Gewölbe ein; die Gewölbeschichten selbst stehen nicht lothrecht, und macht dies die Oberansicht kenntlich, sondern weichen um nahezu 10° von der Vertikalen ab, wie dies zu weiterer Deutlichkeit die Profillinie *abc* angiebt; diese Neigung ist dem Canalgewölbe wohl deshalb gegeben, um dem Erddrucke besser widerstehen zu können.

1) Kunstgeschichte des Alterthums von Dr. Fr. Reber.

2) Monument de Ninive etc. Pl. 38.

In den Canal münden auch mehrere vertikal stehende Schächte, die zur Aufnahme von Wasser bestimmt zu sein scheinen; das aufgenommene Wasser wird durch niedrige 0,50 m hohe Canäle in den Hauptcanal, der ein sehr starkes Gefälle hat, eingeleitet.

Dr. Reber hat die Ansicht, es sei nicht unwahrscheinlich, daß diese Bogenform des oben erwähnten Canales von Mesopotamien aus in ununterbrochener Tradition an die Araber gelangte und von diesen nach Europa gebracht wurde, wo sie, den romanischen Rundbogen umformend, nach nahezu 2000 Jahren den Anstoß zur Gothik gab.

So vollendet die Technik der in den Palastruinen von Nimrud aufgefundenen Canalgewölbe auch war, so beschränkte man sich in Assyrien doch meistens nur darauf, die Thore in der Form vom Rundbogen einzuwölben. Ein solches Beispiel stellt die Figur 3 dar.

Wir haben es hier mit dem bereits erwähnten Portale des Palastes von Kisir-Sargon (Korsabad) zu thun; als Erbauer gilt König Sargon (720 v. Chr.). Der drei Stein starke Schalenbogen ist von flach gelegten Steinen eingefast, und setzt sich überhöht auf den Rücken von geflügelten Stieren mit Menschenköpfen auf, die als heilige Thürhüter alle größeren Eingangs-Portale zu flankiren pflegten und die zu den äußerst charakteristischen Erscheinungen der niniivischen Sculptur zu rechnen sind.

Die äußere Stirnseite des Bogens ist mit emailirten Ziegeln verkleidet und zeigt einen äußerst reichen musivischen Schmuck von abwechselnden Rosetten, zwischen welchen ähnliche Cherubim-Gestalten sich angebracht finden, wie solche bereits besprochen und in Fig. 1 im Detail dargestellt sind.

Dieser Bogen macht in technischer wie in künstlerischer Hinsicht einen so überaus befriedigenden Eindruck, daß man wohl geneigt sein dürfte, besonders wenn man Diodor's Mittheilungen dabei berücksichtigt, die Erfindung des Wölbens endgültig den Altbabyloniern zuzuschreiben; factische Beweise für eine solche Behauptung beizubringen, ist freilich nicht möglich, jedenfalls läßt aber die Sage vom Thurmbau zu Babel vermuthen, daß überhaupt in der Euphrat-Ebene der älteste Culturmittelpunkt zu suchen sei, und daß von Babel aus die Völker sich schieden und von dort aus sich über die ganze Erde ergossen.

Ein anderes musterhaft ausgeführtes Backsteingewölbe hat sich in einer Terrassenpyramide von Nimrud, den Ruinen von Kileh Schergat angehörig, vorgefunden.

Die Ursache, welche maafsgebend war, in Mesopotamien die Gewölbeconstruction mit aller Energie anzustreben, lag wohl mit in den localen Verhältnissen dieses Landes, das fast ohne alle felsigen Erhebungen sich in der Wüste verlor und darauf angewiesen war, seine freilich unerschöpflichen Thonlager zum Bauen zu verwerthen. Leider aber fehlte es diesem Lande auch an nachhaltigem Feuerungsmaterial, und so mußte man sich begnügen, die an der Sonne getrockneten Lehmsteine selbst zu den umfassendsten Bauten zu verwenden. Um diese Bauten aber doch gegen zu schnelles Verderben zu schützen, war man darauf hingewiesen, die nach Außen gerichteten Wände mit gut gebrannten Backsteinen zu verkleiden, und da man Steinbalken zum Ueberdecken von Räumen nur mit dem größten Aufwande aufzutreiben im Stande war, so trieb die Noth zur Erfindung der

Gewölbe. Trotz dieser höchst ungünstigen localen Verhältnisse hat die assyrische Baukunst in Bezug auf die Gewölbeteknik und in Bezug auf Incrustation mittelst emailirter Ziegel ganz Aufserordentliches geleistet.

Viel anders verhielt es sich mit Aegypten, wo das von Felsenwänden eines hohen Wüstenrandes eingeschlossene Nilland das trefflichste Material zur Herstellung gewaltiger, unvergänglicher Bauwerke im Ueberflufs zu liefern im Stande war; die vorzüglichen Granite und Syenite, dann der äußerst feste und witterungsbeständige Nummulitenkalk gestatteten den Aegyptern, ihre monumentalen Bauten in allen Constructionstheilen aus Stein herzustellen.

Die kolossalen Abmessungen, in welchen sich die Aegypter bei allen ihren Bauwerken gefielen, nöthigte sie oft zu fast unglaublichen Kraftanstrengungen. So wurden sie schon in sehr früher Zeit die vollendetsten Meister in der Beschaffung und Bewältigung selbst der kolossalsten Gesteinsmassen, wie solche beispielsweise zur Herstellung ihrer Obeliskten erfordert wurden. Alle Decken in ihren Tempeln stellten sie aus Steinbalken her, und es ist demgemäß erklärlich, daß die Gewölbeconstruction unter solchen Verhältnissen bei ihnen nur eine untergeordnete Stelle spielen konnte; wo wir Gewölbe antreffen, da haben wir es stets nur mit sehr geringen Spannweiten zu thun, und nirgend wurde der Versuch gemacht, dem Gewölbe oder dem Bogen durch die Kunstform eine höhere ästhetische Bedeutung aufzuprägen.

In den Tempelruinen von Theben<sup>1)</sup> und zwar in dem Tuthmosis-Tempel von Der el bahri aus der Zeit von 1500 v. Chr. finden sich noch sämmtliche Decken durch Ueberkrugung gebildet, wobei wohl zum Schutz gegen den Erddruck von oben giebelförmig gegeneinander gestellte starke Steinplatten dienten; Fig. 4 stellt diese Deckenanordnung dar. Man hatte es hier mit einer Spannweite von 3,35 m zu thun; die halbkreisförmige Decke stellt einen sogenannten falschen Bogen dar.

Die ältesten ägyptischen Gewölbe, welche unserer Zeit erhalten sind, möchten wohl die der Felsengräber von Giseh sein; die Grabcapellen selbst aus dem Felsen gehauen, hatten sehr häufig halbkreisförmige Gewölbe aus keilförmigen Hausteinen zusammengefügt. Fig. 5 und 6<sup>2)</sup> stellen solche Gewölbe dar; das erste weist eine Spannweite von 2,00 m, das zweite eine solche von 2,80 m nach; beide Gewölbe sind äußerst primitiv construirt, das innere Haupt aller Gewölbesteine ist geradflächig bearbeitet, anstatt den nöthigen Busen zu erhalten; überhaupt sind die Regeln des Querschnitts vollständig aufser Acht gelassen.

Auch in den Ruinenfeldern der Stadt Meroë finden sich ähnliche Hausteingewölbe; Fig. 7<sup>3)</sup> stellt ein solches mit sehr gedrückten elliptischen Bogen von 1,88 m Spannweite dar; hier ist die Ausführung eine sorgfältigere, auch das Gemäuer der Grabkammer zeigt einen regulären Quaderbau, und weist auf eine spätere Zeit der Ausführung hin.

Unter den verschiedenen Hausteingewölben spielten bei den Aegyptern auch die Nilziegelgewölbe eine nicht unbedeutende Rolle. Fig. 8<sup>4)</sup> zeigt zwei solche Gewölbe, die

1) Lepsius Denkmäler aus Aegypten etc. Abth. I Bl. 87.

2) Lepsius Denkmäler aus Aegypten etc. Abth. I Bl. 31.

3) Lepsius Denkmäler aus Aegypten etc. Abth. I Bl. 134.

4) Lepsius Denkmäler aus Aegypten etc. Abth. I Bl. 89.

durch eine Mittelwand getrennt sind; die Form des Bogens erscheint hier als eine überhöht elliptische; der innere Schalenbogen aus flachgelegten Nilziegeln bestehend, weist eine Spannweite von 2,90 m auf, und ist durch drei weitere gleich starke Bögen verstärkt. Die hier verwendeten Nilziegel haben eine streng parallelepipedische Form von 0,38 m Länge, 0,18 m Breite und 0,13 m Dicke. Bemerkenswerth ist bei diesem Nilziegelbauwerk der eigenthümliche, in der Zeichnung deutlich ersichtliche Verband, sowohl der Mauer, als auch der des Gewölbes; welche Gründe in letzterer Beziehung die ganz abnormen Schichtenlagen veranlaßt haben, möchte wohl schwer zu ermitteln sein. Der hier mitgetheilte Nilziegelbau gehört den Ruinen an, die sich unmittelbar in der Nähe des Ramses-Tempels zu Theben befinden.

Ein anderes Gewölbe aus Nilziegeln mit 3,95 m Spannweite, das sich vor dem eben erwähnten durch einen correcten Verband auszeichnet, hat sich im Asasifhale bei Qurna erhalten; der streng halbkreisförmige Bogen gehört einem Pylon an, in dessen unmittelbarer Nähe sich eine größere Anzahl von kleinen Pyramiden-Gebäuden in derselben Bauart in ziemlich leidlichem Zustande befanden. Fig. 9<sup>1)</sup> stellt dessen Ansicht und Querschnitt dar; die Pylon-Mauer hat, wie der Querschnitt ersieht, eine ziemlich starke beiderseitige Böschung, verdickt sich demnach nach unten um mehr als das Doppelte seiner oberen Breite. Der halbkreisförmige Rundbogen aus 9 Schalen von je einer halben Nilziegelbreite bestehend, zeigt eine ziemlich correcte Arbeit. Noch ist hier zu erwähnen, daß in mehreren der ältesten Grabdenkmäler die Decken theilweise aus durchgelegten Steinbalken bestanden, deren Zwischenfelder mit keilförmig geformten Nilziegeln eingewölbt waren; diese Gewölbe möchten wohl als die Vorläufer der eben erwähnten von Lepsius nachgewiesenen Grabkammergewölbe zu betrachten sein, deren geschichtliches Alter auf 600—700 Jahre v. Chr. zu schätzen ist.

Aus der pelasgischen Vorzeit Griechenlands und aus der früh etruskischen Zeit Italiens sind Bauten auf unsere Zeit gekommen, die eine bedingte Vorstufe zum eigentlichen Bogen- oder Gewölbebau bilden und unter dem Namen Thesauren oder Schatzhäuser bekannt sind. Sie bestehen aus einzelnen sich vollständig verspannenden Steinkreisschichten in horizontalen Lagen, eine Disposition, welche das Princip des Wölbens mit Keilsteinen zweifellos vordeutet. Wenn auch nicht dazu bestimmt, eine freischwebende Decke abzugeben, hatten doch jene Steinkreisschichten in sich diejenige Structur, die sie geeignet machte, dem seitwärts andrängenden Drucke des Erdreichs mit allem Erfolge zu widerstehen, wie dies beispielsweise sehr deutlich bei dem Schatzhause des Atreus zu Mykenae nachzuweisen ist.

Im griechischen Alterthume konnte die Gewölbeconstruction noch weniger, als dies in Aegypten der Fall gewesen war, sich Geltung verschaffen; das vorzügliche Marmor material Griechenlands gestattete es, weite Räume mit Steinbalken zu überdecken, und machte in allen monumentalen Bauten die Anwendung von Gewölben durchaus unnöthig, überdem war der Tempelbau einer streng hierarchischen Tradition unterstellt, so daß eine constructive Neuerung nicht wohl Platz greifen konnte.

1) Lepsius Denkmäler aus Aegypten etc. Abth. I Bl. 94.

Anders verhielten sich die Verhältnisse bei den Etruskern; wenn auch in ihren erhaltenen Mauerresten eine große Aehnlichkeit mit den aus der pelasgischen Zeit stammenden sich kund giebt, so zeigt sich doch bei ihren Bauten schon frühzeitig das so wichtige Element der Wölbung mit durchaus regelrechtem Steinschnitt. Zu den ersten auf unsere Zeit gekommenen Gewölbebauten gehört die Cloaca maxima, die unter der Herrschaft der Tarquinier im alten Rom von etruskischen Baumeistern ausgeführt wurde (Blatt 13 Fig. 1); das aus vulkanischem Tuffstein bestehende Gewölbe hat einen geregelten Fugenschnitt und ist als Schalenbogen, 3 Schichten stark, construiert. Die Sicherheit und Kühnheit, mit welcher der Gewölbebau hier bei ziemlich beträchtlicher, nahezu 7,00 m betragender Spannweite durchgeführt ist, die Festigkeit, mit welcher derselbe seit mehr als 2000 Jahren dem ungeheuren Gewichte, das auf ihm lastet, zu trotzen wußte, ist für die Gewölbetachnik der römischen Frühzeit äußerst beachtenswerth.

Die Etrusker waren es aber auch, die der Bogenconstruction eine künstlerische Weihe zu geben suchten; den ersten Versuch hierzu glauben wir am Thore von Volterra, der sogenannten Porta del Arco zu erblicken (Fig. 2). Dieses Thor zeigt ein halbkreisförmiges Bogengewölbe mit der freilich nur sehr bescheidenen Spannweite von 3,75 m, dessen beide Gewölbe-Anfänger und Schlußstein mit frei aus dem Stein heraustretenden Köpfen decorirt sind, und welches den Beweis liefert, daß man über deren constructive Bedeutung vollständig klar war.

Die frühzeitige Vertrautheit mit der Kunst des Gewölbebaues hat denn auch die Veranlassung gegeben, daß die Etrusker lange Zeit als die Erfinder der Gewölbe bezeichnet wurden; mehrere Schriftsteller des Alterthums aber schrieben dem bekannten Philosophen Democritus von Abdera (470 v. Chr.) die Erfindung zu, was Seneca zu widerlegen suchte. Fassen wir aber die Notizen ins Auge, die uns Diodor<sup>1)</sup> und Strabo<sup>2)</sup> geben, nach welchen der lachende Abderite sich 5 Jahre lang in Aegypten aufhielt und andererseits seine Reise bis nach Aethiopien, ja selbst nach Indien ausdehnte, um dem Drange seiner Wißbegierde gerecht zu werden, so liegt es wohl nicht allzu fern, die Annahme zu machen, Democritus habe bei den Aegyptern die Gewölbetachnik kennen gelernt und die Griechen darüber belehrt; so viel ist sicher, daß die Griechen in der Zeit ihrer höchsten perikleischen Glanzperiode die Kenntnisse der Gewölbetachnik besaßen, wie aber schon erwähnt, keinen nennenswerthen Gebrauch davon machten.

Den Gewölbebau in hervorragender Weise zur Geltung zu bringen, war aber den technisch sehr gewandten Römern beschieden, ihr vortreffliches heimisches Material unterstützte sie darin ebenso, wie ihr Bestreben, auch in Bezug auf ihre Bauwerke das größte Volk der Welt zu sein.

Das halbkreisförmige Tonnengewölbe, die Halbkreisnische, das Kuppelgewölbe und in späterer Zeit auch das Kreuzgewölbe fanden vielfache Verwendung, und häufig in Dimensionen, die geradezu Staunen erregen. Der Tempel der Venus und Roma, von Kaiser Hadrian um 135 n. Chr. nach eigenem Plane gebaut und in Fig. 3 dargestellt,

1) Diodor I. Buch cap. 98.

2) Strabo cap. XVI. X.

besaß ein mächtiges mit Cassettirungen verziertes Tonnengewölbe, dessen Spannweite 18,50 m bei 5,50 m starkem Widerlager betrug; im Innern befanden sich dem Porticus gegenüber je 2 große Wandnischen mit Halbkuppel von 11,5 m Durchmesser; die Höhe des innern Tempelraumes bis zum Scheitel des Gewölbes betrug 25,00 m.

Das Kuppelgewölbe wurde sogar beim Pantheon (den Thermen des Agrippa) in einer Spannweite von 40,00 m ausgeführt (siehe Fig. 4); dieses für alle Zeiten so interessante Bauwerk wurde unter der Regierung des Kaisers Augustus durch den Baumeister Valerius von Ostia im Jahre 26 v. Chr. ausgeführt. Das Gewölbe selbst zeigt eine 5fache Reihe von Cassetten und besitzt eine sogenannte Laterne (Oberlicht) von 7,8 m Durchmesser. Der mächtige Mauerzylinder von 6,30 m Wandstärke, auf welchem sich die Kuppel erhebt, ist durch 8 halbkreisförmige Nischen ausgetieft. Die Scheitelhöhe der Kuppel, vom Boden gemessen, ist gleich dem innern Durchmesser des Rundbaues, so daß das kolossale Gewölbe trotz seiner so bedeutenden Spannweite doch keinen kühnen Eindruck hervorruft, sondern eine augenfällige Sicherheit ausspricht.

Einen viel kühneren Effect machen die Kreuzgewölbe der Saalbauten, die wir in den Thermen des Caracalla (211 n. Chr.) antreffen, und welche von 8 mächtigen Granitsäulen gestützt wurden; ähnliche Gewölbe befinden sich in den Thermen des Diocletian (284—305 n. Chr.).

Um diese durch ihre großen Spannweiten hervorragende Gewölbetechnik aber eingehender zu würdigen, ist es nothwendig, die Art und Weise kennen zu lernen, wie bei der practischen Ausführung der römischen Gewölbe zu Werke gegangen wurde; nur dann erst wird der große Unterschied erkennbar, welcher zwischen der Gewölbetechnik der Römer und der des Mittelalters sich in so eminenter Weise geltend gemacht hat.

Gewölbe, die ganz aus Hausteinen, oder ganz aus gebrannten Ziegeln hergestellt waren, finden sich bei den Römern nur in äußerst seltenen Fällen, wie Aehnliches ja auch von allem übrigen römischen Mauerwerke gilt, das meistens nur von Außen Quadern, Backsteine oder auch gemischtes Steinmaterial zeigt, im Innern aber mit einer gestampften oder nicht gestampften Betonmasse aufgefüllt wurde, je nachdem die äußere Steineinfassung widerstandsfähig genug war, ein gewaltsames Stampfen ertragen zu können oder nicht.

Dieses (*ἐμπλεκτον*) Emplekton oder Füllmauerwerk, das bereits von den Griechen vielfach in Anwendung gebracht wurde, machte sich bei den Römern besonders populär und wurde mit größter Vorliebe selbst zu ihren hervorragendsten Bauwerken verwendet.

So finden sich denn auch bei den meisten römischen Bauten die Gewölbe in der Art (ähnlich dem glatten Mauerwerke) ausgeführt, daß nur die Stirnbögen von Außen massiv entweder aus Hausteinen oder aus gebrannten Ziegeln ausgeführt erscheinen; zwischen den Stirnbögen, förmlich von diesen eingefast, befindet sich dann das Emplekton, eine Art Beton.

Bei den großen Maßverhältnissen, die vielfach den römischen Bauten eigen sind, tritt sowohl in den Mauern, als auch in den Gewölben eine auffällige Massenhaftigkeit auf, und würde man solche, namentlich bei der Ausführung

der Gewölbe, nur mit Hilfe einer sehr starken und aufmerksam construirten Gewölberüstung bewältigen können.

Solche von starkem Bauholz gezimmerten Gerüste wurden aber durchweg von den practischen römischen Baumeistern, schon der großen Unkosten wegen, vermieden, und so bildete sich bei denselben eine Gewölbetechnik aus, wie sie sonst nirgends wieder gefunden wird, dabei aber äußerst beachtenswerth erscheint.

Zur näheren Erläuterung dient die Tafel 12.

Bei der practischen Ausführung der Tonnengewölbe benutzten die Römischen Baumeister entweder eine Steinschale, oder sie benutzten dazu Zellenbögen.

Bei der Construction der Tonnengewölbe mittelst Steinschale (siehe Fig. 10, Bl. 12) stellte man ein leichtes, bewegliches Bretter- oder Lattengerüst in dem zu wölbenden Raume auf und wurde auf diese ganz leichte Schalung eine Art von Pflasterung aufgebracht. Die bei gegebene Zeichnung<sup>1)</sup> stellt ein Gewölbe aus den Thermen des Caracalla dar, bei welchem die unterste Lage der Steinschale aus 0,60 m im Quadrat messenden gebrannten Steinplatten bestand; die in Gyps oder auch in gutem Puzzolan-Mörtel gelegten Platten waren 0,12—0,15 m dick; bei großen Spannweiten wurde die Schale, wie das hier gewählte Beispiel zeigt, durch eine zweite Lage von kleineren Plättchen mit 0,20 m Seite im Quadrat verstärkt; in dieser zweiten Schalenlage wurden, im ganzen Gewölbe vertheilt, einzelne Plättchen aufrecht gestellt, um einen besseren Halt für den später auf die schnell erhärtete Doppelschale aufzubringenden Beton zu gewinnen. Dieser Beton ist aber keineswegs — wie das bisher angenommen wurde — auf die Steinschale aufgegossen, sondern in einzelnen horizontalen Schichten sorgfältig als „Packung“, vom Widerlager anfangend, bis in den Schluß hinein aufgebracht, wobei das ganze Gewölbe nach oben hin vollständig horizontal abgeglichen wurde.

Bei Gewölben von geringen Spannweiten genügte eine einfache Schale. War ein Theil des Tonnengewölbes ausgeführt, so wurde das Gerüst verschoben und der neue Gewölbestheil stumpf, also ohne Verband, gegen den bereits ausgeführten gestoßen.

Es versteht sich wohl von selbst, daß das Aufbringen der einzelnen Beton-Mörtelschichten und das Einbetten der vorbenannten Steinfragmente von beiden Widerlagern aus gleichmäßig erfolgte. Bis zur Brechungsfuge konnte das schnell erhärtende Füllmaterial die Steinschale nur in geringem Grade belasten, während die Schale selbst hierdurch in ihrer Tragfähigkeit so verstärkt wurde, daß ein vollkommenes Schließen des Gewölbes ohne alle Gefahr eines Durchbrechens vorgenommen werden konnte.

Der eigentliche Begriff „Gewölbe“ wird freilich durch eine solche Construction fast vollständig illusorisch gemacht und beruht die ganze Festigkeit der so hergestellten massiven Steindecke nur auf der Güte des angewendeten Verbindungsmaterials.

Die Methode, die Tonnengewölbe mittelst Zellenbögen herzustellen, wurde meistens dann gewählt, wenn sehr bedeutende Spannweiten zu überwinden waren. Fig. 11 stellt ein Gewölbe, das im Palatinischen Palaste vorhanden war, dar; hier sind die leichten Zellenbögen theils aus quadratischen Ziegeln, deren Seiten 0,60 m messen, und theils

1) L'art de Batir chez les Romains par A. Choisy, Paris 1873.

aus oblongen von  $0,15$  m Breite und  $0,60$  m Höhe hergestellt. Die letzteren, oblongen Ziegel dienen zur Construction von Gurtbögen, die von Mitte zu Mitte  $0,60$  m auseinander entfernt sind, und in gleichen Abständen mittelst der oben erwähnten quadratischen Platten verbunden werden.

Auf diese Weise besteht das von unten sichtbare Gewölbe aus lauter gut untereinander verbundenen leeren Zellen, deren Gewicht von einer verhältnißmäßig sehr leichten Bretterschalung getragen werden kann. Waren die Zellenbögen gehörig durch ihr Bindemittel erhärtet, so wurden sie auf die bereits geschilderte Weise mit Beton ausgefüllt, dem Bedürfnis entsprechend nach oben hin verstärkt und im Scheitel horizontal abgeglichen.

Ohne ein solch' leichtes Steinskelett würde die der Wölbung dienende Schalung einem ungemein starken Drucke ausgesetzt gewesen sein, so aber ward die Last zum großen Theil auf das vorher construirte Steingerippe übertragen, welches nun das eigentliche und zwar bleibende Gerüst bildete und sich mit dem erst später aufgebrachten Beton zu einer monolithischen, durchaus festen Masse verband.

Bei solcher Art, Gewölbe auszuführen, läßt sich eine nicht geringe Ersparnis nachweisen; namentlich konnte das massige Gewölbe vorherrschend aus dem billigen Beton hergestellt werden, dessen Bereitung und Verarbeitung untergeordneten Arbeitern (Sclaven, Soldaten) übertragen wurde; dann liefs sich die Verwendung von gut gebrannten Ziegeln auf ein Minimum beschränken, und was die Hauptsache war, man konnte die nothwendig werdenden, complicirten und kostspieligen Holzrüstungen gänzlich entbehren, die bei Wahl der gewöhnlich bei uns üblichen Gewölbeausführung nothwendig geworden wäre.

Das leichte Holzgerüst, welches die Römer beim Wölben verwendeten, diente mehr als Modell, nur in geringem Grade als Stütze.

Statt der Zellenbögen beschränkten sich die römischen Baumeister auch wohl darauf, mit isolirt neben einander liegenden Gurtbögen, etwa in der Entfernung von  $0,60$  m von Mitte zu Mitte, das ganze Tonnengewölbe zu durchziehen; solche Gurtbögen wurden dann aus oblongen Steinen von  $0,15$  m Breite und  $0,60$  m Höhe construiert; um dem Beton jedoch einen bessern Halt zu verschaffen, wurden jene Gurtbögen auch wohl in der Art angeordnet, wie dies die Fig. 15 darstellt; immerhin gehören solche Constructionen für Tonnengewölbe zu den seltenen, denn es konnten hierbei leicht Seitwärtsverschiebungen vorkommen.

Fig. 12 giebt die Anordnung an, welche bei einem cassetirten Tonnengewölbe in der Constantinischen Basilika in Rom getroffen worden war; hier hatte man es mit einer Spannweite von  $23$  m zu thun und erforderte das hier nothwendig werdende Steingerüst eine außergewöhnliche Verstärkung. Dem entsprechend wurde sämtlichen Rippen eine Stärke von 2 Steinen ( $1,20$  m) gegeben, wobei je zwei solcher Rippen als Zellenbogen die mit achteckig vertieften Cassetten versehenen Gewölbefelder von einander trennen; der das Gewölbe nach Außen begrenzende Stirnbogen besteht aber aus 4 miteinander verbundenen Zellenbögen, während deren äußere und innere Stirn als massive Schalenbögen erscheinen. Sämtliche Zellen sowohl, als auch sämtliche Cassettenfelder sind aus Beton hergestellt und im Scheitel horizontal abgeglichen.

Auch bei der Ausführung der Kreuzgewölbe, die in den Thermen-Palästen des Caracalla und Diocletian so vielfache Anwendung fanden, wurden trotz ihrer sehr bedeutenden Spannweite nur die Schild- und Grat-Bögen als Zellenbögen aus gebrannten Steinen ausgeführt, während die dazwischen liegenden Gewölbefelder auf römische Art mittelst Betonpackung ausgefüllt wurden.

Fig. 13 zeigt ein Kreuzgewölbe, wie ein solches in der Galerie des Palatinischen Palastes ausgeführt ist.

Die Schildbögen bestehen hier aus 4 Zellenbögen mit vollständig geschlossenen Stirnseiten; die 2 Stein starken Schalenbögen zeigen centrale Fugen. Die Gräte sind bei der großen diagonalen Spannweite von  $12,40$  m dieses Gewölbes aus drei mit einander verbundenen Zellenbögen hergestellt, und giebt die Fig. 14 Aufschluß über deren Verband. Zu diesen Gräten wurden entweder quadratische Steine von  $0,45$  m Seite, oder häufiger solche von  $0,60$  m Seite, bei  $0,05$  m Dicke benutzt. Ihre Ausführung erforderte nur das Behauen der unmittelbar den Grat bildenden Steinseiten, und war die Form hierzu in der leichten Bretterschalung gegeben, die aus der Durchdringung zweier cylindrischer Tonnengewölbe sich ergab. Bei der Kreuzung der Gräte im Scheitel des Gewölbes half man sich wahrscheinlich dadurch, daß der eine der Gratbögen ununterbrochen durchgeführt wurde, während der andere Gratbogen in zwei Hälften sich dagegen spannte; um hier im Scheitel die Gefahr des Zerdrückens der leeren und hohlen Zellenbögen zu vermeiden, wurde der durchgreifende Bogen nach seiner Herstellung sofort mit Beton ausgefüllt, und konnte derselbe so dem betreffenden Drucke den nöthigen Widerstand leisten.

Bei Gewölben von geringeren Spannweiten wurde die Construction der Gräte in sofern vereinfacht, daß der Bogen, welcher unmittelbar den Grat bildete, fortblieb und der Zellenbogen selbst nur aus 2 Bögen construiert wurde; bei noch weiterer Vereinfachung der Gräte, die Kreuzgewölben mit geringen Spannweiten angehörten, wurde derselbe nur aus einem Bogen hergestellt, dem in gewissen Abständen ein größeres Stein eingefügt wurde, wie dies die Figur 15 deutlich ersehen läßt.

Alle diese Gratconstructions waren auch nur als ein gewöhnliches Hilfsmittel für die practische Ausführung der Kreuzgewölbe anzusehen; ihre constructive Bedeutung hörte sofort nach der Betonirung des Ganzen, beziehungsweise nach ihrer Erhärtung auf, und verlor damit, wie dies beim Tonnengewölbe hervorgehoben wurde, ebenfalls den eigentlichen Charakter eines Gewölbes.<sup>1)</sup>

Außerst beachtenswerth ist es, wie die practisch begabten römischen Baumeister ihre Kuppelgewölbe, denen sie oft so kolossale Spannweiten gaben, auszuführen pflegten. Ueber die Ausführung der Pantheon-Kuppel hat Piranesi der Nachwelt nähere Aufschlüsse hinterlassen.

Diesem durch seine schätzbaren Werke allgemein bekannten Künstler war Gelegenheit geboten, das Gewölbe des Pantheons bei einer Ausbesserung von einem beweglichen Gerüste aus eingehend zu studiren. Fig. 16 stellt das in einander sich verspannende Bogensystem dar, welches die mächtige Kuppel in 16 Felder theilt und das Gerippe für die Aufnahme des Betons bildet. Zwei Reihen in einander

1) Sofern unter Gewölbe, wie herkömmlich, eine Wölbung mit centralen Fugen verstanden wird. D. Red.

greifender halbkreisförmiger Zellenbögen mit massiven Stirnen und eingelegten Tuffsteinquadern bilden den untern Theil der Kuppel; auf diesen setzen sich die nach dem Scheitel der Kuppel aufstrebenden 16 Theilungsbögen und liefen, mit flachen Bögen verspannt, wie die Fig. 17 zeigt, gegen den das Gewölbe im Scheitel schließenden Kranz, welcher den Rahmen und das Futter der Laterne bildet, an. Während die Zellenbögen und die frei gebliebenen Räume mit Beton ausgefüllt wurden, machte sich nach den Berichten A. Choisy's ein sehr bedenklicher Druck gegen den Laternenkranz geltend, so daß man sich genöthigt sah, den ursprünglichen Constructionsplan, der in Fig. 17 gegeben ist, zu verlassen, und wurde dann der obere Theil des Gewölbes nach Fig. 18 ausgeführt; hiernach erhielten die zuerst angelegten flachen Bogenverspannungen noch Gegenbögen, und auch diese wurden weiter mit vollen Halbkreisbögen gestützt, welche zugleich die Function zu übernehmen hatten, die nach dem Scheitel aufstrebenden Haupttheilbögen ebenfalls gegen Verschieben zu sichern; die Ausführung dieser Bögen konnte selbstverständlich erst dann erfolgen, wenn die Widerlagshöhe derselben durch die Betonirung erreicht und die vollständige Erhärtung des Betons erfolgt war. Neunzehn Jahrhunderte haben den Beweis gegeben, daß die Römer mit äußerst geringen Mitteln die größten Aufgaben zu lösen im Stande waren, und möchte es wohl hier am Platze sein, ihre eigenthümliche Bauart den heutigen Baumeistern zum näheren Studium zu empfehlen.<sup>1)</sup>

Während die römischen Bauten überall eine auffällige Massenhaftigkeit an den Tag legten, das Emplekton brachte dies schon mit sich, gelang es erst der altchristlichen Zeit, sich von dieser Massenhaftigkeit zu befreien, und besonders machte sich von jetzt ab im Gewölbebaue ein schwungvoller Fortschritt geltend.

Hier tritt zunächst die byzantinische Baukunst beachtenswerth auf und entwickelt eine reiche und äußerst combinirte Kuppelarchitektur von hoher ästhetischer Wirkung. Die dieser Zeit entstammenden Centralbauten weisen fast durchgängig einen hochemporragenden mittleren Kuppelbau auf, der entweder von niedrigeren Halbkuppeln oder ganzen Nebenkuppeln umgeben ist; der sehr bedeutende Gewölbeschub der Hauptkuppel wird hierbei auf wenige Pfeiler — auf 4 oder 8 — abgeleitet; weitaus angelegte Neben- oder Halbkuppeln (Apsiden) geben dem byzantinischen Gewölbesystem das umsichtig erwogene Gleichgewicht.

Der hervorragendste Repräsentant dieser altchristlichen Bauepoche ist ohne Zweifel die Sophienkirche in Constantinopel; sie ist in Fig. 5 Taf. 13 dargestellt und wurde unter der Regierung des Kaisers Justinian um das Jahr 530 durch die Baumeister Anthemios von Tralles und Isidor von Milet erbaut. Die Hauptkuppel besitzt einen Durchmesser von 33,00 m, während ihre Höhe, vom Boden bis zum Scheitel der Kuppel gemessen, 57,00 m nachweist, so daß das Verhältniß des innern Kuppelraumes von Breite zur Höhe sich nahezu wie 1 : 1<sup>3</sup>/<sub>4</sub> verhält. Die Hauptkuppel wird von 2 mächtigen Halbkuppeln gestützt, die wiederum durch 3, beziehungsweise 2 kleinere Halbkuppeln mit getragen wer-

1) A. Choisy hat nicht bloß die römischen Steinarbeiten einer eingehenden Forschung unterworfen, er giebt auch interessante Aufschlüsse über die Zimmerarbeiten.

den; der ganze Schub dieses mächtigen Kuppelgewölbesystems wird von 4 kräftigen Pfeilern aufgenommen, und haben wir es hier mit einem nicht mehr übertroffenen großartigen Beispiel einer äußerst complicirten Gewölbeanlage zu thun. Die erst gewölbte Kuppel stürzte nach wenigen Jahren in Folge eines Erdbebens zusammen. Man verwendete bei der Wiederherstellung eine verdoppelte Aufmerksamkeit; so wurden nach Berichten die Gewölbesteine auf der Insel Rhodos gefertigt und waren nach den Nachrichten fünfmal — wie andere behaupten — zwölfmal leichter als gewöhnliche Ziegel.

Die Kuppeln haben keine besondere Bedachung, sondern zeigen im Aeußern ihre constructive Form.

Ein äußerst beachtenswerthes Beispiel für den byzantinischen Kuppelbau bietet St. Vitale in Ravenna.<sup>1)</sup> Diese Kirche wurde im Jahre 526, in welchem, Kaiser Theodorich starb, zu bauen begonnen und im Jahre 547 vollendet; die Hauptkuppel, von 16,20 m im Durchmesser, wird mit Ausnahme der Seite, an welcher sich die Apsis befindet, von 7 Halbkuppeln gestützt; die Umfassungsmauern bilden ein regelmäßiges Achteck von 32,10 m Durchmesser.

In der altchristlichen Basilika findet sich meistens nur die Apsis mit einer Halbkuppel, die Krypten mit Kreuzgewölben versehen; aber auch ihre Bauanlage ist, wie die der byzantinischen Kirchen, durch und durch neu gedacht und von jener der griechischen und römischen Gebäude sehr verschieden. Bei den Römern wurden zwar außerordentlich große Räume mit augenfällig sicher construirten Decken überspannt, überall aber zeigen dieselben, den späteren Bauten gegenüber, ein mehr gedrücktes Hauptverhältniß; die altchristliche Zeit dagegen schaffte Räume mit sichtlich emporstrebendem Charakter, und wurden hier die Decken durch hohe Mauern getragen, welche kühn auf luftigen Säulenstellungen aufgesetzt sind.

Die altchristliche Basilika bildete im Verein mit dem byzantinischen Centralbau die Vorläuferin für den romanischen Kirchen-Baustil, der sich in der zweiten Hälfte des 11. Jahrhunderts auszubilden begann, und in der vollständigen Ueberwölbung des dreischiffigen Kirchenraumes gipfelte.

Der romanische Stil, der mit Vorliebe den römischen Rundbogen acceptirte, wählte auch für seine Gewölbeform das halbkreisförmige Kreuzgewölbe. Das Mittelschiff theilt sich dabei regelmäßig nach Quadraten ab, so daß immer zwei Abtheilungen der Seitenschiffe einer Abtheilung des doppelt so breiten Mittelschiffs entsprechen; die Hauptgewölbfelder wurden durch kräftige Gurtbogen gebildet, und fügen sich zwischen diese und von ihnen gehalten und getragen die Kreuzgewölbe oft von 0,63 m Dicke ein.

Als die Repräsentanten des romanischen Kirchenbaustils lassen sich in Deutschland wohl die Dome von Speyer, Mainz und Worms bezeichnen, alle drei stimmen in ihrem constructiven Charakter und in ihren räumlichen Verhältnissen so ziemlich überein.

Fig. 6 stellt ein Stück des Mittelschiffs vom Dom zu Speyer dar, der, vom Kaiser Konrad II. 1030 erbaut, nach einem Brande von 1137 seine Vollendung erhielt; das 12,0 m weite Mittelschiff erreicht im Verhältniß seiner Breite

1) Näheres über diesen interessanten Kirchenbau giebt Hübsch in seinen „Altchristlichen Kirchen“.

zur Höhe das Maafs von  $1 : 2\frac{1}{3}$ , während beim Mainzer Dom<sup>1)</sup> die Verhältnisse noch geräumiger und schlanker sich erweisen, denn hier finden wir eine lichte Weite des Mittelschiffs von 14,4 m, ein Maafs, das vom Mittelschiff des Cölner Domes nicht erreicht wurde; das Verhältniß der Breite zur 35,5 m betragenden Höhe ist  $1 : 2\frac{1}{2}$ ; auf die Seitenschiffe des romanischen Domes wird der Schub des Mittelschiffgewölbes übergeleitet und findet hier äusserst mäfsige Widerlagspfeiler, die sich im Aeussern wie im Innern nur durch beiderseits sehr wenig vortretende Lisenen bemerkbar machen. An den älteren Kirchen wurde dieser Gewölbeschub zum grössten Theil den Mittelpfeilern allein überlassen, und mußten dieselben deshalb sehr dick angelegt werden; um aber dann schlankere Pfeiler zu ermöglichen, wurde in den späteren Kirchenanlagen der Seitenschub über die Nebenschiffe hinweg und auf deren niedrige Umfassungsmauer geleitet; andererseits wurde der Gewölbeschub aber auch theils von der meist durch Thürme verstärkten Schlußmauer, theils von den kräftig entwickelten Eckpfeilern der Vierung und den Mauern von Querschiff und Chor aufgenommen; jedenfalls aber erscheinen die Mittel, die beim romanischen Dom angewendet wurden, um der Stabilität des gewölbten Mittelschiffs Rechnung zu tragen, als äusserst geringe.

Die romanisch gewölbte Basilika wurde lange Zeit aufs Strengste von dem Rundbogen beherrscht und besteht daher in ihrem Grundrisschema nur aus lauter quadratischen Räumen; sobald aber durch maurische Einflüsse der Spitzbogen sich mit in die spätere Architektur hineinverflocht, wie dies in dem sogenannten spät- oder nachromanischen Stil der Fall war, befreite man sich von der Fessel, den Grundriss der Kirche aus lauter Quadraten zu gestalten, und wurden diese dann meistentheils nur zur Bildung der Nebenschiffe verwendet, während das Mittelschiff entschieden ausgesprochene längliche Vierecke erhielt.

Dieses neue Grundrissystem wurde dann auch besonders charakteristisch für den gothischen Kirchenbau, als dessen Repräsentant hier der Cölner Dom in Fig. 7 vorgeführt wird.

Findet sich auch selbst am Cölner Dome, der im Jahre 1248 begründet wurde, ein nicht so bedeutend weit gespanntes Mittelschiff-Gewölbe, wie an dem von Mainz, so beträgt dessen Breite doch immerhin 13,2 m, bei einer Scheitelhöhe von 48,0 m, was nahezu das Verhältniß von  $1 : 3\frac{1}{2}$  giebt und in Bezug auf den Eindruck überwältigender Kühnheit das Höchste erreicht, was irgend wie durch die Gewölbertechnik geschaffen worden ist.

Die gothischen Rippen-, die Stern- oder Netzgewölbe unterscheiden sich wesentlich von den bisher üblichen romanischen Massengewölben; während diese als Hauptconstructionslinie den Rundbogen zeigen, tritt bei jenen vorherrschend der Spitzbogen auf, und verwandelt sich das frühere oft 0,6 m dicke Gewölbe in ein System von selbstständig auftretenden unter sich verspannten schwachen Rippen mit äusserst dünnen Gewölbefeldern. Die den einzuwölbenden Raum vielfach zertheilenden Rippen bilden häufig im Grundriss einen mehr oder weniger reichen Stern, und aus diesem Grunde werden diese Gewölbe auch wohl Sterngewölbe genannt.

Das vielfach aus dem Widerlager reich, bis in den Scheitel des Gewölbes emporschiefsende Rippenwerk setzt sich auf die vielzertheilten, ein Bündel von dünnen Säulen bildenden Pfeiler auf, und wird das Auge durch ihr reiches Formenspiel förmlich wie durch ein statisches Wunder überrascht.

Sehr complicirt aber und in die äufsere Architektur formal ungemein reich eintretend erweist sich der Apparat, durch den das statische Moment für die Gewölbe gewonnen wurde; breite und kräftig nach Aussen vorspringende, reich gegliederte Strebepfeiler nehmen einerseits die concentrirte Last der vielfach getheilten Gewölbefelder der Seitenschiffe in sich auf und andererseits schwingen sich von diesen Stützpfählern, bei fünfschiffigen Kirchen, doppelt über einander angeordnete und in der Mitte noch einmal getheilte Schwibbögen über die Seitenschiffe hinweg gegen das Mittelschiff, um auch hier stützend und strebend zu wirken. Das so entstehende massenhafte, mehr decorative als constructiv nothwendige Stützwerk mit seiner reichen und phantastisch ausgestatteten architektonischen Formenfülle bildet im Aeussern ein Moment von so hervorragender Weise, das mit dem übrigen Formenreichthum nur den gothischen Domen eigen ist, die dann aber auch — wie allgemein anerkannt werden muß — fast alle anderen Gebäude der alten und der neuen Welt als förmliche Wunderwerke übertreffen und ihre Zeit mit einer Pracht ohne Gleichen feiern.

Ein nirgend sonst erreichter Glanz und Reichthum, besonders in der Bildung der sogenannten Fächergewölbe, entwickelte sich in England an einzelnen Kirchenbauten; als die ersten Beispiele dieser zierlichen Behandlungsweise sind der Kreuzgang der Kathedrale von Gloucester (1351), die Lady Chapel der Kathedrale von Peterborough und die Capelle des heiligen Georg zu Windsor zu nennen. Das edelste und durchgebildetste Beispiel für Fächergewölbe enthält die Capelle des Kingscollege zu Cambridge (1441—1530), und bis zur überschwänglichen Pracht entfaltet erscheint das Gewölbe in der Begräbniscapelle Heinrich IV. an der Westminsterkirche zu London.<sup>1)</sup>

Handelt es sich um die äusserst wichtige Frage, wo die kühnste Leistung in der Gewölbetechnik zu finden sei, so ist vor Allem auf die Domkirche Santa Maria del fiore zu Florenz hinzuweisen, welche 1296 von Arnolfo di Cambio zu bauen begonnen wurde, ihre Kuppel jedoch erst im Jahre 1420 durch Brunelleschi erhielt. Der Florentiner Dom hat, wie dies Fig. 8 nachweist, eine Mittelschiffweite von 18,0 m (4,8 m breiter als am Cölner Dom) und eine Höhe bis zum Gewölbescheitel von 37,0 m, so dafs sich Breite zur Höhe wie nahezu  $1 : 2\frac{1}{2}$  verhält; dabei sind die Mittelpfeiler der dreischiffigen Kirche äusserst schlank, und weisen verhältnismäfsig grofse Zwischenweiten nach, wie dies bei anderen durchaus gewölbten Domen bis dahin nicht versucht worden war.

Dabei ist der Apparat für Schaffung der Widerlager ein ungemein geringer; weder hoch über dem Dache der Seitenschiffe liegende Schwibbögen, noch jene an den meisten gothischen Kirchen übermäfsig weit vorspringenden Strebepfeiler finden sich an diesem kühnen Bauwerke, denn man begnügte sich hier nach Art der romanischen Dome mit

1) Der Dom erlitt mehrere Brände und wurde wahrscheinlich nach einem Brande von 1081 bis 1136 neu erbaut.

1) J. Britton: Cathedral antiq. of Gr. Brit. London.

wenig nach innen und außen vorspringenden Lisenen. Auch andere italienische Kirchen zeichnen sich in Bezug auf ihren wesentlichen Fortschritt in der Technostatik aus; so beträgt z. B. der Pfeilerdurchmesser in den Kirchen Maria novella und St. Trinità zu Florenz kaum  $\frac{2}{15}$  der Mittelschiffweite, wobei die Pfeiler der letztgenannten Kirche 9 Durchmesser Höhe und eine Zwischenweite von  $5\frac{1}{2}$  Durchmessern haben; als statische Basis dient dieser Kirche  $\frac{1}{6}$  ihrer Mittelschiffweite.

Bei der Beurtheilung der technostatischen Verhältnisse ist endlich auch noch darauf Rücksicht zu nehmen, daß die italienischen Kirchen fast niemals in der Weise mit Thürmen flankirt werden, wie dies bei deutsch-romanischen Kirchenbauten meistens der Fall ist, ein Umstand, der wesentlich dazu beiträgt, den Gewölben einen nicht zu unterschätzenden Haltpunkt zu geben.

Imposant wirken übrigens die italienischen Dome, sobald bei ihnen die an den romanischen Kirchen übliche feierliche Kuppel sich vergrößert, wie dies z. B. an dem Dome zu Florenz in außerordentlichen Dimensionen der Fall ist.<sup>1)</sup>

Die Kuppel des florentiner Domes hat durch ihre Baugeschichte bekanntlich eine große Berühmtheit erlangt; bei einem Durchmesser von 43,0 m besitzt sie eine Scheitelhöhe von 84,0 m, steigt in Spitzbogenform auf und schließt mit einer bis zur Spitze 25,0 m hohen Laterne ab.

Die Kuppel in Florenz ist als Doppelkuppel konstruirt, d. h. sie besitzt ein zweischaliges Gewölbe mit 1,50 m Zwischenraum; beide Schalen sind kräftig mit einander verbunden, und waren an ihren 8 Ecken starke aufsteigende Hauptrippen angebracht, die sich im Scheitel der Kuppel an einen starken, zugleich die Laterne tragenden Gewölbekranz anschließen. Die so entstandenen 8 Hauptgewölbfelder wurden, ähnlich den altrömischen Gewölben, durch ein förmliches Netz von kleinen sich gegenseitig verspannenden Gurtbögen zertheilt. Die Kuppel, ohne Lehrgerüst ausgeführt, gilt immer noch als ein Werk, das an Kühnheit seines Gleichen nicht besitzt, und hat sich Brunelleschi durch dieses Werk in der Bauconstruction einen der hervorragendsten Namen erworben.<sup>2)</sup>

Da man als den Vorläufer der florentiner Kuppelwölbung das Gewölbe des Baptisteriums San Giovanni in Fonte aus dem Ende des 11. Jahrhunderts zu betrachten pflegt, so ist dies interessante Bauwerk hier aufgenommen und giebt Fig. 9 einen Grundriß und Querschnitt. Hübsch<sup>3)</sup> erwähnt hierüber: „die bewundernswürth construirte Kuppel wurde ohne Zweifel die ermutigende Lehrerin der berühmtesten Architekten. Arnolfo di Lapo hätte gewiß nicht den Muth gehabt, eine so großartige Kuppelanlage (wie die vom Florenzer Dom ist) zu projectiren, wenn er nicht die gegenüberstehende Kuppel von St. Giovanni täglich betrachtet hätte. Brunelleschi wagte aber darauf hin die Domkuppel im 15. Jahrhundert wirklich zu beginnen und auszuführen.“

Die Kuppel von St. Giovanni erhebt sich über einen achteckigen Grundriß in Spitzbogenform, nach Art der Klostergewölbe, und hat 26,6 m im Durchmesser. Die Um-

fassungsmauern sind im Innern durch übereinander liegende Galerien sehr stark durchbrochen und gewähren verhältnißmäßig geringe Widerlagsmassen. Die Kuppel ist nur in ihrem unteren Theile doppelt; in ihrem oberen Theile verbindet sie sich mit der schräg aufsteigenden Dachfläche, die in ihrer Trauflinie hochliegend eine ziemlich bedeutende Aufmauerung der Widerlagsmauern nothwendig macht.

In dem unteren Theile der verdoppelten Kuppel befinden sich an den 8 Ecken je zwei Zungenmauern und an jeder Achtecksseite wieder je 2 solcher, welche, den Raum zwischen der innern Kuppel und der Außenmauer ganz ausfüllend, die äußere Umfassungsmauer mit der inneren Gewölbekuppel fest mit einander verbinden und zugleich das Steindach unterstützen; diese 32 Zungen oder Sporen sind es hauptsächlich, welche dem ganzen Gewölbe das statische Gleichgewicht bei höchster Einfachheit und Massenökonomie, verbunden mit bedeutender Sicherheit, verleihen, so daß diese Construction als Muster für alle Kuppelgewölbeconstructionen gelten kann.

Nach den Errungenschaften, die sich in Bezug der Gewölbetechnik schon im 13. Jahrhundert geltend machten, muß es geradezu Wunder nehmen, wie einige 100 Jahre später in dieser Hinsicht viel eher Rückschritte als Fortschritte nachweisbar sind. Betrachten wir in dieser Beziehung das Wunder der Welt, die gewaltige, alle anderen Bauten an Größe weit übertreffende Peterskirche in Rom, so müssen wir zwar gestehen, daß an Kolossalität diesem Riesenbaue Nichts an die Seite zu stellen ist, daß dies aber auch nur auf Kosten von Baumassen möglich ward, die bis dahin in das Bereich des Unmöglichen versetzt wurden und auch jetzt noch unser größtes Erstaunen herausfordern. Dabei macht die größte Kirche der Welt nicht annähernd den Eindruck, der zu ihren ungeheuren Dimensionen nur einigermaßen im Verhältniß steht. Nirgend übersieht man die Gesamtheit der verschiedenen Räume, und das System der constructiven Formen ist kein an sich großes oder mannigfach gegliedertes.

Die meisten Formen gehören streng genommen kleinen Dimensionen an und sind in der Peterskirche oft nur colossal vergrößert und zwar in einem Grade, der unser Augenmaß weit übersteigt.

Michel Angelo, der 1546 den Riesendom zum Fertigen übernahm, gab demselben — wie Brunelleschi das in Florenz gethan hatte — eine Doppelkuppel, aber von überhöht elliptischer Form; der Durchmesser dieses Gewölbes mißt 42,0 m, die Höhe vom Boden bis zum Gewölbescheitel hat eine Abmessung von 121,5 m, so daß sich ein Verhältniß nahezu wie 1 : 3 ergibt. Die gewaltige Kuppel stützt sich unten auf 4 mächtige Pfeiler; diese Pfeiler haben quadratische Grundform mit 19,0 m Seite, sie sind gegen das Centrum zur Hälfte abgestumpft und hier mit vertieften Nischen versehen; mächtige halbkreisförmige Rundbögen mit Cassetten geziert verbinden die 4 Stützpfiler, und wird durch Vermittelung von Pendentivs ein Uebergang in den hohen runden Tambour gewonnen. Da, wo dieser, nahezu 9,0 m in seiner Wandstärke habende Tambour aus der Vierung des Langschiffs mit den Querschiffen frei heraustritt, bildet er ein kräftiges Podium, auf das sich 16 doppelt gekuppelte, je 11,00 m hohe Säulen aufsetzen, welche mit ihren Gebälken sich gegen die Außenseite des Tambours anlegen und

1) Die Größe des betreffenden Kuppelbaues ist in unserer Figur 8 durch eine einfache Umrisslinie angegeben.

2) Leider mußten wir es uns versagen, näher hier auf diesen interessanten Kuppelbau einzugehen, wir verweisen auf J. G. Müller.

3) Hübsch: Die altchristlichen Kirchen.

neben ihrer ästhetischen Erscheinung den Zweck haben, die Widerstandsfähigkeit der stark belasteten, von nun ab nur 3,0 m dicken Tambourmauer zu erhöhen. In der Höhe von 6,0 m über den obenerwähnten Gebälken setzt sich die gewaltige Kuppel auf gemeinschaftlichem Gewölbefuß auf und theilt sich dann in zwei Schalen, die innen und außen durch vortretende Rippen verstärkt sind. Nahe zu am Scheitel entfernt sich die äußere Schale um 3 m von der innern und legen sich beide an einen 7,0 m im Durchmesser besitzenden kräftigen Steinkranz, auf den sich dann krönend die 22,0 hohe, säulenumgebene und reich gegliederte Laterne aufsetzt.

Der ganzen Anordnung der St. Peterskuppel scheinen mehr ästhetische Rücksichten zu Grunde zu liegen, indem bei der Formgebung vor Allem die Wirkung im Innern sowohl, als die im Außern in Betracht gezogen wurde; nur hierdurch erklärt sich die Unachtsamkeit, mit der man bei Erwägung der constructiven Maafnahmen zu Wege ging. Beim ersten Blick fällt es auf, daß diese gewaltige Kuppel nur durch künstliche Mittel, wie z. B. durch eiserne Bänder, stabil erhalten werden kann, wie das ja auch in Wirklichkeit der Fall ist.

Dieser Unsicherheit gegenüber sind dagegen die Tonnengewölbe des Kirchenschiffs mit ungemein massigen Widerlagern versehen; diese Gewölbe mit 20,0 m Spannweite sind vom Boden bis zum Scheitel 50,0 m hoch, und mit stark vertieften und übergroßen Cassetten versehen; andererseits sind diese Gewölbe von den Stüchappen der oberen Fenster sehr unorganisch durchsetzt.

Das Verhältniß des Hauptschiffs von St. Peter, welches nur ein und ein halb mal so hoch als breit ist, macht einen um so gedrückteren Eindruck, weil sich für das Auge die Höhe schon mit dem schweren und stark ausladenden antiken Hauptgesimse, worauf das Tonnengewölbe aufsetzt, abschließt; überhaupt tritt in diesem Riesendom an die Stelle der kühnen Geräumigkeit, welche an den romanischen, besonders aber an gothischen Kirchen so wohlthuend wirkt, eine plumpe Anhäufung von riesenmäßigen, dicken Mauerklötzen und riesenmäßigen antiken Details. Jedenfalls bleibt es unbestritten, daß die St. Peterskirche in Rom den bleibenden Ruhm besitzt, die größte Kirche der Welt zu sein. Der Flächeninhalt ihres Grundrisses ist dreimal größer als der des Kölner Domes, die Mittelschiffhöhe des Speierer Domes wird von ihren korinthischen Pilastern erreicht, welche im Hauptschiffe von St. Peter das Gebälk, auf welchem das Tonnengewölbe sich aufsetzt, tragen; die Mittelschiffhöhe des Speierer Domes, 4mal übereinandergesetzt giebt die Höhe des Scheitelpunkts der Laternen!

Die Scheitelhöhe des Kuppelgewölbes vom Pantheon und die des Innern vom Tempel der Venus und Roma verhält sich zu der des Doms von St. Peter wie 1 : 2 $\frac{1}{2}$ , beziehungsweise wie 1 : 4 $\frac{1}{3}$ .

Weitere Vergleiche sind dem Leser überlassen, es sind solche um so leichter zu machen, da sämtliche Bauwerke auf Blatt 13 in gleichem Maafstabe dargestellt wurden.

An der Aufgabe, die kolossalen Massen am Dome von St. Peter künstlerisch zu bewältigen, scheiterte selbst der größte Künstler der Renaissancezeit, und wir theilen Lübke's Ansicht hierüber, wenn er sagt: „Wer die Schönheit

anderswo als in den Massen sucht, der wird bei den staunenswerthen Mitteln, welche hier aufgewandt, den kolossalen Kräften, die in Bewegung gesetzt sind, die durch mühsame Dekoration mehr beschönigte als bewältigte Massenhaftigkeit, die kalte schwerfällige Pracht bedauern und über einen Bau Schmerz empfinden, der nicht bloß in seinen eigenen Schicksalen, sondern mittelbar auch für die folgende Entwicklung der Baukunst so verhängnißvoll werden sollte! Wahrhaft bewundernswürdig ist nur der herrliche Kuppelbau, welcher in seiner ebenso schlanken als gewaltigen Form mit herrlichem Profil Stadt und Umgegend weithin beherrscht und ihn zu einem Wunder der Baukunst macht!“

Die Kuppel spielte in der Renaissancezeit beim Dombau eine bedeutende Rolle, wie man überhaupt mit Vorliebe sich die Anlage der Peterskirche zum Muster nahm; erwähnenswerth möchte hier sein:

der Invalidendom in Paris von J. H. Mansard (1647 bis 1708) mit einer Kuppel von 22,5 m Durchmesser und einer Höhe von 93 m;

die Paulskirche in London von Christopher Wren (1675 bis 1710) mit einer Kuppel von 30,0 m Durchmesser und einer Höhe von 108 m;

die Kirche St. Geneviève, das heutige Pantheon in Paris, erbaut von J. G. Soufflot (1713—1781) mit einer Kuppel von 19,5 m Durchmesser und einer Höhe von 102,0 m mit Einschluß der Laterne.

Der neueren Zeit gehören die Kuppelbauten

des Museums in Berlin von Schinkel mit 21 m im Durchmesser, und

der Befreiungshalle in Kehlheim von Klenze mit 30 m im Durchmesser an.

Die hier gegebenen geschichtlichen Notizen über die Gewölbetechnik können nicht wohl geschlossen werden, ohne jene phantastischen Gestaltungen zu erwähnen, welche in der maurischen Architektur bei den Gewölben sehr häufig zur Erscheinung kommen. Hier wurden die Gewölbe mit Vorliebe so ausgeführt, daß lauter kleine, oft aus Gyps geformte Kuppelstückchen mit vortretenden Ecken aneinandergesetzt sind und nach Art der Bienenzellen ein Ganzes bilden, welches von oben mit seinen vielen vorspringenden Ecken und Spitzen herabhängend, diesen Wölbungen den Anschein von Tropfsteingebilden giebt. Solche Stalaktitengewölbe, wie sie bezeichnend genannt werden, finden sich nicht allein in Form von Zwickeln, um den Uebergang von den senkrechten Wänden zu der Decke zu vermitteln, sondern es sind auch ganze Kuppelgewölbe in dieser Weise ausgeführt. Da jedoch die sogenannten Stalaktitengewölbe sich weder ihrer Construction noch ihres Materials wegen als eigentlich construierbare Gewölbe betrachten lassen, so können sie höchstens als eine phantastische Spielerei, keineswegs aber als zuverlässige Construction betrachtet werden.

#### Schlussbemerkung.

Bei der Herausgabe einer Hochbau-Constructionslehre, die ich schon früher in dieser Zeitschrift (Jahrg. 1875, S. 399) bei Gelegenheit eines Beitrags „das Kreuzgewölbe, eine Bauconstructionsstudie“, mir anzukündigen erlaubte, war es vor allen Dingen mein Streben, nach einer so langen und auch wohl erfolgreichen Lehrthätigkeit dem mir zugetheilten Lehrstoffe eine verbesserte Form zu geben und dabei eigene

Wege einzuschlagen. Wie ich den Drang in mir fühlte, die Baumaterialienlehre aus den Banden der rein handwerksmäßigen Anschauungen zu befreien, so glaubte ich auch, es versuchen zu können, der bisher seit Gilly und Linke so wenig veränderten Bauconstructionslehre für Architekten eine etwas verjüngte Gestalt zu geben und ihr mehr Leben einzuhauchen. Der soeben mitgetheilte Beitrag zur geschichtlichen Entwicklung der Gewölbe ist dem I. Bande der dem-

## Constructive und polychrome Details der griechischen Baukunst.

(Mit Zeichnungen auf Bl. 14 und 15 im Atlas.)

### Einleitung.

Ueber zwei Jahrtausende sind seit der Erbauung der wunderbaren Architekturen auf der Akropolis von Athen verschwunden, und keine Unbilden von Menschenhand, keine elementaren Gewalten haben es vermocht, diese herrlichen Schöpfungen vom Erdboden ganz verschwinden zu machen.

Um- und Einbauten, muthwillige Zerstörungen, Pulverexplosionen und Bombardement haben zwar ihre fürchterlichen Spuren an denselben hinterlassen, aber noch in diesem Zustande stehen diese stolzen Reste hoheitprangend vor unsern Augen und nöthigen den Beschauer zur Bewunderung, den Künstler zum Studium.

Wie vieles ist von der alten Pracht und Herrlichkeit verschwunden, wie vieles kann noch zu Grunde gehen durch sorglose oder mangelhafte Unterhaltung, durch Elementarereignisse, durch Kriegsstürme, durch Schadhaftwerden des Materiales, durch Verwitterung.

Betrachten wir die verschiedenen Veröffentlichungen der Aufnahmen griechischer Baudenkmale aus verschiedenen Zeiten, so können wir nicht ohne Schmerz bestätigen, daß das Material in den neueren Veröffentlichungen immer spärlicher geworden ist.

Die eine zeigt noch im Figureschmuck prangende Giebfelder, vollzählige Säulenstellungen, prächtige im Farbenglanz strahlende Ornamente und Bauglieder, eine andere dagegen umgestürzte Säulen, herabgefallene Giebel, nur Trümmer von Figuren, von Farben nur schwache Ueberreste.

So dürfte es vielleicht nicht ohne Interesse sein, den heutigen Zustand bestimmter, wichtiger Architekturtheile jener Monumente festzustellen.

Dies soll zunächst der Zweck der anliegenden Blätter sein, zugleich dürften diese aber auch zur Berichtigung so vieler unrichtiger Publikationen beitragen und als erklärende Tafeln bei technischen und kunstwissenschaftlichen Vorträgen auf diesem Gebiete dienen.

Die gewählte perspectivische Darstellung der einzelnen Theile, die mit Gewissenhaftigkeit nach der Natur aufgenommen sind, ermöglicht ein leichtes Verständniß des Gegebenen. Die eingeschriebenen Maße an bestimmten Stücken geben ein falsches Bild von den Massen und Steingrößen, welche beim Baue antiker Tempel verwendet wurden.

Die Berücksichtigung des Steinschnittes bei den Aufnahmen, die Darstellung derjenigen Theile, von denen das Wenigste noch erhalten und welche dem Verderben am

nächst erscheinenden Hochbau-Constructionslehre entnommen und möge weiter ein Bild davon geben, wie der Verfasser desselben bestrebt war, seine Aufgabe zu lösen. Eine erschöpfende Geschichte der Gewölbe zu liefern, lag jedoch außer dem Bereich dieser Aufgabe. Wenn aber das hier Gegebene anregend wirken sollte, dann ist der erstrebte Zweck vollständig erreicht.

R. Gottgetreu.

meisten ausgesetzt sind — der Decken — dürfte von besonderem Interesse sein.

Soweit und so viele Deckenconstructions noch in Athen vorhanden sind, ist deren jetziger Zustand dargestellt, und soll hierdurch ein klares Bild von der Art und Mannigfaltigkeit derselben gegeben werden.

Von der einfachen, wenig geschmückten Decke der Vorhalle des Tempels der Nike apteros bis zur reichst gegliederten der Nordhalle des Erechtheion ist Kunde gegeben.

Zur Vervollständigung mancher Einzelheiten möchte ich auf meine frühere Publikation in der Zeitschrift für Bauwesen, Jahrgang 1871, „aus Attica“ mit ihren Illustrationen verweisen.

Der Zusammengehörigkeit wegen ist ein Blatt Deckenconstructions, welches in der genannten Publikation schon enthalten, nochmals an Ort und Stelle neu aufgenommen und wiedergegeben worden.

### Erklärung der Tafeln.

Tafel I. (Unter den laufenden Nummern im Atlas: Bl. 14.)

Wir können kaum die Bauten dorischer Ordnung näher betrachten, ohne den verwandten Schöpfungen im Aegypterlande unsere Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Sind diese auch nicht aus künstlich zugerichteten Steinblöcken aufgethürmt, sondern aus dem natürlichen Felsen gemeißelt, fehlt ihnen auch manche architektonische Gliederung und entbehren sie fast alles ornamentalen Schmuckes, so weht doch ein Hauch dorischer Bauweise aus denselben. Eigenthümlich muthen uns zwischen den Bündelsäulen mit Lotoscapitellen diese Gebilde eines strengen Stiles an, und fordern zum Vergleiche mit den später geborenen griechischen Schöpfungen heraus. Keine frühere Abbildung hat mich so zwingend dazu gemahnt, als ein einziger Blick an Ort und Stelle.

Die straffe Cannelirung, die Verjüngung, das unmittelbare Aufsitzen der Säulenschäfte (die großen dünnen, tellerartigen Platten, auf welchen dieselben stehen, können nicht als zugehörige Basis des Stammes betrachtet werden), diese Gebilde aus dem alten Reiche mahnen in der That an die dorischen Säulen der Griechen und wir dürfen getrost nach dem Vorgange Champollion's und Falkener's an den Benennungen dieser Säulen der Felsengräber der XIIten Dynastie zu Beni-Hassan als protodorische oder aegyptodorische festhalten.

Unmittelbar über dem Stamme liegt der quadratische Abacus, der runde Echinus fehlt; Semper (pract. Aesthet. I. Band pag. 417) sieht im Weglassen desselben eine absichtslose Formenverarmung und läßt ihn in stilhistorischer Beziehung jüngern Ursprungs sein, als die gleichen Säulen mit dem Echinus.

Säulen mit Echinus sind aber, in Beni-Hassan wenigstens, keine zu finden, was Semper auf S. 419 seines Stils als protodorisches Capitell giebt, scheint mir eine verkehrt angeschaute Basis zu sein.

Abacus und der glatte Architrav liegen in gleicher Ebene, ebenso die schmalen Vorderflächen der Anten, wenn der Ausdruck dafür erlaubt ist. Für die eigenartige halbrund-leistenartige Verzierung des überhängenden Gesimses dürfte kein Analogon in der griechischen Baukunst zu finden sein. Die Säulenschaft zeigen nach der Innenseite zwei breitere glatte Streifen zwischen den Canneluren oder Polygonseiten, die zur Aufnahme gemalter Inschriften dienten. Daß dadurch, wie Andere behaupten, die „Säule zur Inschrifttafel wird und ihre constructive Bedeutung verliert,“ kann ich nicht finden — Freistütze, Steindeckenträger wird sie immer bleiben, mit oder ohne Inschrift.

Lepsius hat in seinem berühmten Werke Abth. I, Bl. 61 (Grab. 2) das Gesims vollständiger gezeichnet, als es jetzt erhalten ist, auch die tellerartigen Säulenuntersätze sind dort bloßgelegt gegeben, während sie heute vom Wüstensande zugeweht sind. — Wenn die dorische Ordnung auch den ägyptischen Vorbildern entlehnt ist, so dürfen wir doch den dorischen Griechen die höchste Anerkennung nicht versagen für das, was sie aus den gegebenen Motiven und Formen zu machen wußten, und in welchem Geiste sie dieselben vervollkommneten und veredelten und zum Ausdrucke vollendeter Schönheit brachten.

Theseion und Parthenon mit ihren harmonischen Verhältnissen und nie übertroffenen Einzelformen mögen als vollgültige Belege dafür dienen.

Die Ostgiebelecke des erstern giebt das System der vollendeten dorischen Ordnung. Mit den meisten Publikationen befinde ich mich hier im Einklange, die Bildung des Giebelschlufssteines ist bei Penrose Pl. 35 Chap. XI in gleicher Weise, geometrisch gezeichnet, angegeben.

Der Cannelurenschlufs und die Bildung der Tropfenregula am Architrave, die Grundform der Tropfen als volle Kreise an die Architravfläche anschließend und nur wenig verjüngt, dürfte nach meinen Aufnahmen an anderm Ort zu berichtigen sein.

Tafel II. (Im Atlas: Bl. 15.)

Hatten wir eben im Vergleiche die protodorische Ordnung und den vollendeten dorischen Stil, so schieben sich zwischen beide ein Beispiele dorischer Bauweise auf sicilianischem Boden von den Tempeln in Selinunt.

Wie anders sind hier die Detailbildungen des Gebälkes bei dem gleichen Grundmotive. Die Tropfenregula massig, die Tropfen lang, cylindrisch und vollständig frei abhängend, das Band darüber als Wulst von zwei Blättchen eingefasst, gegliedert und stark roth und gelb gefärbt.

Die Triglyphenstegge sind in ähnlicher Weise profilirt, die Schlitze schliessen kielbogenförmig, der Eckschlitz zeigt

oberhalb keine Unterschneidung — also grundverschieden von den Bildungen des vollendeten dorischen Stiles.

Statt der eingefalzten Metopentafeln finden wir hier zunächst zwischen den Triglyphen eine glatte Rahmengliederung mit vortretendem Sturze und geschlossener Rückwand; in der so gebildeten Nische steht der stark vortretende Figurenschmuck, hochinteressant für die Entwicklungsgeschichte der griechischen Plastik.

Mit der tiefstliegenden Fläche nur wenig über die Vorderfläche des Kopfbandes der Triglyphen vortretend, kragt das Deckgesimse vor; statt Mutuli von gleicher Größe treffen wir an demselben wohl über den Triglyphen die regelrechten, 18tropfigen, über den Metopen aber nur halb so große 9tropfige an. Hierin liegt ein wesentlicher Unterschied in der formalen Bildung zwischen diesen Tempeln und denen des griechischen Mutterlandes.

Die Hängeplatte ist mit einem großen sculptirten Blattumschlage und darunter geheftetem Rundstabe bekrönt.

Ebenso eigenthümlich und doch wieder verschieden ist der Triglyphenfries des zweiten Selinuntiner Tempels gebildet. Statt des kielbogenförmigen Schlusses der Dreischlitze sehen wir hier einen feingeschweiften, nach zwei Seiten gekrümmten Abschluß, die Eckschlitz mit tief unterschrittenen Scotien. Der Uebergang vom vorgesetzten Kopfbande bis zur vorderen Fläche der Triglyphen ist durch ein roth gefärbtes Rundstäbchen vermittelt.

Die Metopentafeln sind regelrecht mit dem Kopfbande gestellt und sind die Figuren derselben von außerordentlicher Schönheit, viele leider sehr stark verwittert. Eine Besonderheit ist hier zu erwähnen, daß nämlich die nackten Theile der Figuren, als Köpfe, Arme etc. aus weißem Marmor gemeißelt und besonders eingesetzt sind, während der Körper und die Gewandung aus der Metopentafel im gleichen Materiale (gelbgrauem porösem Kalksteine) wie diese herausgearbeitet sind.

Eine reizende Bildung zeigt eine kleine Terracotte aus dem Museum in Palermo, bei Acre in Sicilien gefunden. (Olymp. 29, 1 664 v. Chr. Akrai, syracusanische Pflanzstadt, 70 Jahre nach der Erbauung von Syracus, nicht weit von der modernen Stadt Palappolo auf dem Berggipfel Acremonte gelegen.) (Holm, Sicilien Bd. I, pag. 141.)

Der Architrav dreigetheilt, mit fortlaufendem, erhobenem Ornament verziert, die Dreischlitze rund schließend und umrändert, die Metopen mit von der Mitte aus sich entwickelndem Palmettenornament schön verziert, das Gesimse, an die Bildung der jonischen Ordnung erinnernd, zeigt Zahnschnitte mit Eierstab und Anthemien geschmückter Sima. Alles mit einer reizenden Flüchtigkeit modellirt. Wie viel Mannigfaltigkeit in dem vermeintlich starren Rahmen!

Triglyphen in Solunto bei Bagheria und in Eleusis (siehe Zeitschr. f. Bauwesen 1876, die Propyläen des Appius Claudius Pulcher v. Vfs.) sind noch anders gestaltet.

Die Publikationen von Hittorff und Zanth und in der Folge die von Berliner Bauakademikern herausgegebenen stilübersichtlichen Blätter (Bl. II) geben die Triglyphen und deren Endigung unrichtig.

Die kleine Terrakotte aus Acre (Akrai) findet sich in etwas mangelhafter Darstellung in dem Werke Hittorff's (L'architecture polychrome chez les Grecs) wieder. Dort ist

stark gelber Thon angegeben, während das Original aus feinem graugelben Thone gemacht ist.

Die Ornamente sind dabei etwas leblos, die Triglyphen unrichtig und die Zahnschnitte unverständlich gezeichnet.

Diese Reste scheinen Material abgegeben zu haben zur ornamentalen farbigen Wiederherstellung des Tempels des Empedokles bei Hittorff.

(Fortsetzung folgt.)

## Mittheilungen nach amtlichen Quellen.

### Ueber die Steinbrüche und Häfen der Insel Bornholm.

(Mit Zeichnungen auf Blatt E im Text.)

Die Insel Bornholm besteht zum größten Theil aus Granit. Eine nahezu gerade Linie, die etwa 2 Kilom. nördlich von Nexö bis Rønne gezogen wird, begrenzt die Granitlagerung im Süden. Südlich hiervon ist auf dem östlichen Theil der Insel Sandstein, in der Mitte und nach Westen zu findet sich Feldspath, Kaolin, feuerfester Thon und ein thonhaltiger Kalkstein, der theils auf der Insel zu Bauzwecken verwendet, namentlich aber nach Kopenhagen zur Cementfabrikation versandt wird. Bei Rønne befinden sich ebenfalls drei Cementfabriken, in denen dieser Stein gebrannt und dann in Windmühlen gemahlen wird. Die Fabrikation ist indessen eine sehr schwache. Gegenwärtig war keine dieser Fabriken in Thätigkeit. Aufser Eisenerzen, Schwefelkies etc., die sich sporadisch auf der Insel befinden, sind zwischen Rønne und Hasle auch Kohlenlager gefunden, die seit einiger Zeit ausgebeutet werden. Man glaubt, dafs in einer Tiefe von 80 bis 100 m eine durchaus reife Steinkohle in grosser Menge angetroffen wird. Gegenwärtig wird die Kohle nur in einer Tiefe von 10 bis 12 m gefördert; dieselbe ist von geringer Härte und soll nur zum Hausbrand benutzt werden.

Der Granit liegt an den Ufern und auch sonst in grosser Ausdehnung zu Tage. Am härtesten ist derselbe im Allgemeinen auf der nördlichen und westlichen Seite der Insel, während er an der östlichen Seite mehr Glimmer enthält, auch ein gröberes Korn hat, und hier ebenso wie auch im Innern der Insel einer starken Verwitterung unterworfen ist. Durch die Verwitterung hat sich eine mehr oder weniger starke Humusdecke gebildet, die eine üppige Vegetation befördert und eine reiche Ausfuhr von Getreide ermöglicht.

Trotz der grossen Ausdehnung des Granits ist doch nur eine geringe Zahl von Brüchen in der Ausbeute begriffen, da die Verwendung desselben auf der Insel selbst eine beschränkte und der Transport der Steine nach den Häfen immerhin kostspielig ist.

Die bedeutendsten sind zwei Brüche, 2 bis 4 km von Rønne entfernt, einige Brüche in der Nähe von Hasle und mehrere Brüche auf Hammeren nördlich von dem Hammer-See.

In diesen Brüchen wird ein sehr schönes, festes Material gewonnen, das sich zu Werk- und Pflastersteinen vortrefflich eignet.

Die auf der östlichen Seite liegenden Brüche, aus denen die Steine für die Hafengebauten bei Svanike gewonnen werden, und ein Granitbruch südlich von Aarsdal liefern, wie schon erwähnt, ein immerhin noch sehr brauchbares, aber doch weniger gutes Material als die zuerst genannten Brüche.

Werksteine und Pflastersteine werden in nicht unerheblicher Masse exportirt und gehen namentlich nach Kopenhagen und auch nach Riga. Auch nach Deutschland findet ein Verkauf dieser Steine statt; wegen der hohen Preise hat sich ein bedeutendes Geschäft indessen nicht entwickelt.

Die Ausfuhr umfaßt hauptsächlich Bordschwellen, Treppenstufen und Pflastersteine, ausserdem auch steinerne Schiffs-Anbindepfähle und andere bearbeitete Werksteine.

Nach den Mittheilungen des Steinbruchbesitzers J. R. Bistrup in Rønne kostet ein Anbindepfahl nach nebenstehender Skizze franco Schiff zu Rønne 50 *M.* und der Transport bis Stettin etwa 8 *M.*

Die Anbindesteine sind bei den sämtlichen Häfen auf Bornholm fast ausschliesslich angewandt und bewähren sich so gut, dafs sie eventuell auch bei den preussischen Ostseehäfen eine passende Verwendung finden dürften.

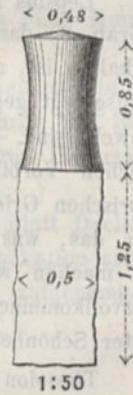
Die Pflastersteine, die recht gut bearbeitet sind, kosten bei einer Höhe der Steine von 18 bis 20 cm pro qm franco Stettin 5,7 *M.* Treppenstufen, 26 cm breit und 18 bis 20 cm hoch, kosten, auf bestimmte Länge bearbeitet, franco Stettin pro lfd. m 7,2 *M.* Der ebm nach Maafs bearbeiteter Werksteine für Schleusen, Brücken etc. würde franco Schiff zu Rønne etwa 120 *M.* kosten.

Soweit sich die gebrochenen Steine nicht zu Quadern eignen, werden sie zu Pflastersteinen verarbeitet, was vortheilhafter und gewinnbringender ist, als die Bruchsteine roh zu verkaufen. Letzteres soll deshalb für die Ausfuhr auch nicht geschehen, und werden nur gelegentlich kleinere Steine als Ballast von den Schiffen mitgenommen.

Bei Nexö steht ein recht guter Sandstein an, der in Platten von den verschiedensten Stärken bricht. Der sehr ausgedehnte Friedrichs-Steinbruch, 1 km nördlich von Nexö, liefert schöne Mühlsteine und grosse Werkstücke.

Die Wege auf der Insel sind fast durchweg in sehr gutem Zustande. Das feste Material, welches sich überall befindet, erleichtert die Unterhaltung in hohem Maaße, und dann ist der Verkehr auch wohl nicht sehr bedeutend.

Die Hauptstraßen sind etwa 6 m breit und ohne Sommerweg. Die Nebenstraßen, welche fast durchweg ebenfalls macadamisirt sind, haben eine so mäfsige Breite, dafs das Ausweichen zweier sich begegnenden Wagen nur an einzelnen Stellen möglich ist.



Wo starke Transporte stattfinden, wie namentlich auf der Straße von Aakirkeby nach Rønne, auf der die Cementsteine, Kaolin etc. verfahren werden, fanden sich die Straßen zum Theil in weniger gutem Zustande.

Die Insel Bornholm hat einen Flächeninhalt von ca. 600 qkm. Auf derselben liegen sechs Städte und eine größere Anzahl Fischerdörfer. Die Gehöfte der Ackerbau treibenden Bevölkerung liegen zerstreut, und haben ihre Zusammengehörigkeit nur in der meistens auch isolirt liegenden Kirche, zu der sie eingepfarrt sind.

Die Stadt Aakirkeby ist im Innern der Insel gelegen, während die andern fünf Städte an der Küste liegen und künstliche Hafenanlagen besitzen.

Einen Maafstab für die Bedeutung der Häfen dürfte der Betrag der Zoll- und Schiffsabgaben gewähren. Nach den im Monat Juni d. J. in den Bornholms Tidende mitgetheilten Nachweisungen haben diese Abgaben im Jahr 1877 betragen:

in Rønne . . .	54770	ℳ
in Nexö . . .	12784	„
in Svanike . . .	11808	„
in Hasle . . .	7425	„
in Allinge . . .	3959	„

Eingeführt werden namentlich Colonialwaaren, Kaufmannsgüter, Holz, Kohlen und große Mengen Kochsalz. Zur Ausführung kommen Producte der Landwirthschaft, Lachse, gesalzene und geräucherte Heringe und die mineralischen Erzeugnisse der Insel.

Die Häfen sind sämmtlich auf Kosten der betreffenden Ortschaften ausgeführt, wobei der Staat nur in soweit eine Hilfe gewährte, daß er einen geringen Theil des zu dem Hafenaufbau erforderlichen Capitals auf eine längere Reihe von Jahren zinsfrei darleh.

Außer den vorgenannten Häfen sind bei Sandvig und den Fischerdörfern, namentlich bei Gudhjem und Aarsdal noch kleinere Hafenanlagen, die ausschließlich zur Aufnahme der Fischerboote dienen, und ferner an dem südlichen Ufer der Insel einige Ladestellen, bei denen einzelne nur kurze aus Steinkisten bestehende Dämme in die See hinausgebaut sind. Mittelst Boote werden von hier aus die auf der Rhede liegenden Schiffe mit den in der Nähe brechenden Cementsteinen, Kaolin etc. beladen.

Von den fünf oben genannten Häfen sind die Pläne hier auf Blatt E beigelegt, und sollen über dieselben im Folgenden einige nähere Mittheilungen gemacht werden.

#### I. Rønne.

Rønne ist bei Weitem die bedeutendste Stadt der Insel Bornholm. Der Amtmann, welcher der höchste Verwaltungsbeamte auf der Insel ist, wohnt in Rønne. Durch die beiden Dampfschiffe Hejmdal und Skandia wird viermal wöchentlich die Verbindung zwischen Kopenhagen und Rønne in beiden Richtungen vermittelt.

An bedeutenderen industriellen Etablissements befinden sich in Rønne zwei Brennerien, zwei Maschinenfabriken mit Eisengießerei, in denen namentlich landwirthschaftliche Maschinen, auch Oefen gefertigt werden, eine mit Dampf betriebene Ziegelei, zwei Holzschneidemühlen, eine Wollspinnerei und Tuchfabrik, zwei Dampfmahlmühlen, eine Knochenmühle, zwei Kaolinschlemmereien und mehrere

Fayence- und Terracottenfabriken, von denen namentlich die Hjorth'sche recht bedeutend ist, und auch nach außer-europäischen Ländern einen nicht unerheblichen Absatz haben soll.

An mineralischen Erzeugnissen betrug im Jahre 1877 die Ausfuhr aus dem Hafen zu Rønne:

406 cbm bearbeitete Granitquadern,
2400 qm bearbeitete Pflastersteine,
1840 cbm Cementsteine,
6985 Ctr. Feldspath,
69813 Ctr. Kaolin und
53000 Ctr. feuerfeste Steine.

Die exportirten Terracotten, Fayence- und Töpfereiwaren hatten einen Werth von 55000 ℳ.

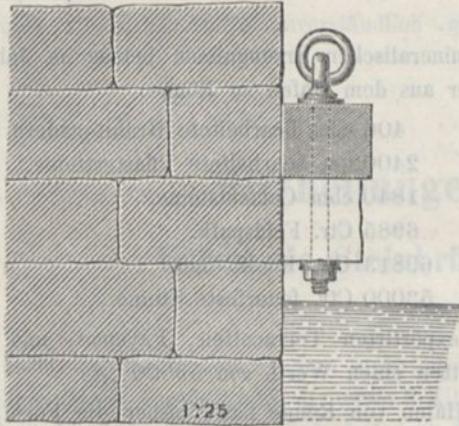
Der Hafen von Rønne hatte bisher die Form, wie sie auf der Zeichnung in punktirten Linien dargestellt ist, und bestand demnach aus zwei getrennten Bassins. Wegen des ungenügenden Raumes und namentlich auch, weil die Schiffe in den Bassins, in welche die Wellen aus der offenen See direct hineinliefen, zu unruhig lagen, beschloß die Gemeinde im Jahre 1874, nach einem von dem Ingenieur Winfeldt Hansen aufgestellten Plan den Hafen zu erweitern, und ist derselbe in den Jahren 1875 und 1876 in der Weise ausgebaut, wie die Zeichnung ihn darstellt. Die Wasserfläche des östlichen Bassins ist hierbei um ca.  $\frac{3}{4}$  ha vergrößert, und hat dasselbe seinen besonderen Zugang aus der offenen See verloren. Der Mitteldamm zwischen den beiden Bassins, welcher früher eine unregelmässig gebrochene Linie bildete, ist in gerader Richtung neu hergestellt und hat eine Oeffnung von ca. 16 m Breite erhalten, welche den Zugang zu dem inneren östlichen Bassin bildet. Um die Dünung in dem innern Bassin noch mehr zu vermindern, wird bei starken Stürmen vor diese Oeffnung ein hölzernes Schwimmthor gefahren, welches aus dicht übereinandergelegten Balken besteht, oben mit einer Plattform aus nebeneinandergelegten Balken versehen ist, und etwa 3,5 m tief eintaucht. Der beabsichtigte Zweck soll indessen hierdurch nicht erreicht, und die Bewegung im innern Hafen nicht merkbar verringert werden.

Das Vorbassin hat eine Tiefe von 5 m, das innere von 4,4 m. Letzteres dient hauptsächlich zum Laden und Löschen; bei ruhigem Wetter wird auch das westliche Bassin hierzu benutzt.

In Verbindung mit den Erweiterungsbauten ist an den südlichen Hafendamm des östlichen Bassins eine kurze Mole in schräger Richtung angebaut, um den starken Seegang von der Mündung des östlich hievon gelegenen Fischerbootshafens abzuhalten.

Der neue Hafendamm, welcher das östliche Bassin auf der Südseite abschließt, besteht, wie das Profil AB zeigt, auf der Seeseite aus übermauerten Steinkisten, und auf der Hafenseite aus einem Bohlwerk. Der neue Mitteldamm zwischen beiden Bassins sollte ursprünglich auf beiden Seiten mit Bohlwerken eingefasst werden, da sich in den sehr festen Untergrund die Pfähle indessen nicht einrammen ließen, so wurde auch dieser 6,3 m breite Damm aus Steinkisten gebildet, die bis 0,3 m unter Mittelwasser heraufgeführt, auf beiden Seiten mit 1,2 m starken Granitsteinmauern übermauert, dazwischen mit Erde überschüttet und in der

Krone abgeplästert wurden. Die Oberkante der Mauern liegt 1,8 m über Mittelwasser.



Eigenthümlich ist die Art und Weise, wie die horizontalen Brustriegel, welche den anliegenden Schiffen als Reibhölzer dienen, befestigt werden. Man läßt nämlich einzelne Bindersteine des Revetements etwa 0,2 m vor die Flucht des Mauerwerks vortreten, und befestigt hierauf mittelst vertikal hindurchgezogener Schraubenbolzen die 0,25 bis 0,3 m breiten Brustriegel, die dicht an das Mauerwerk gelegt sind. Mit Ringen, die zum Festmachen der Boote dienen, sind nur einzelne Schraubenbolzen versehen; die meisten haben nur flache Köpfe. Etwaige Reparaturen und Erneuerungen sind bei dieser Construction sehr leicht auszuführen, und sind die Schiffe nicht der Gefahr ausgesetzt, durch etwa vortretende Schraubenbolzen beschädigt zu werden. In derselben Weise sind auch bei den anderen Häfen der Insel Bornholm die Brustriegel befestigt, nur sind insofern Aenderungen eingeführt, als bisweilen doppelte Riegel angewendet sind, von denen der eine über, der andere unter den Kragsteinen liegt, und beide dann durch denselben Schraubenbolzen gehalten werden; bisweilen liegen die einfachen Riegel auch zwischen je zwei übereinander aus dem Mauerwerk hervortretenden Kragsteinen. Einzelne Riegel waren nicht dicht an die Mauer, sondern etwa 0,1 m von derselben entfernt verlegt, und wurden zum Befestigen der Kopftaue bei dem Kielholen und Krängen kleinerer Schiffe benutzt.

Auf dem vortretenden Molenkopf des Vorbassins befindet sich eine Baake mit einem rothen Hafenfeuer; ein zweites grünes Feuer ist am Anfange der Stadt. Die Einsegelungslinie durch die weit vortretenden südlichen und nördlichen Steinriffe wird durch die Richtung dieser beiden Feuer aber nicht genau bezeichnet, sondern liegt in der Richtung des Kirchthurms und einer hochstehenden Windmühle.

Eingegangen sind im Jahre 1877 in den Hafen zu Rønne 780 beladene Schiffe mit ca. 380000 Ctr. Gütern und ausgegangen 711 beladene Schiffe mit rot. 321000 Ctr. 83 Fahrzeuge von über 80 Ctr. Tragfähigkeit sind in dem Hafen zu Rønne heimathsangehörig.

## 2. Hasle.

Hasle, etwa 8 km nördlich von Rønne, ist ein kleines Städtchen von etwas über 1000 Einwohnern. Der nicht unbedeutende Hafen stammt aus neuerer Zeit und ist erst im Jahre 1875 fertig geworden; er ist auf Kosten der Stadt Hasle mit einem erheblichen Zuschuß der Bornholmschen

Kohlen- und Ziegelwerke, die einige Kilometer südlich von Hasle liegen, erbaut.

Von diesen Werken ist eine schmalspurige 80 cm weite Pferdeeisenbahn bis auf den südlichen Hafendamm geführt, auf der die Fabrikate der Ziegelei nach dem Hafen transportirt und dann in die Schiffe verladen werden. Im Jahre 1877 sind von hier 737500 feuerfeste Steine und 5600 Tonnen feuerfester Thon verschifft. Aus den benachbarten Granitsteinbrüchen wurden 170 cbm bearbeiteter Quadern verladen.

Dicht neben dem Hafen sind in neuerer Zeit Kalköfen angelegt, in welchen der von Faxoe importirte Kalk gebrannt wird. Auf Bornholm soll sich ein für gewöhnlichen Mörtel geeigneter Kalk nicht finden.

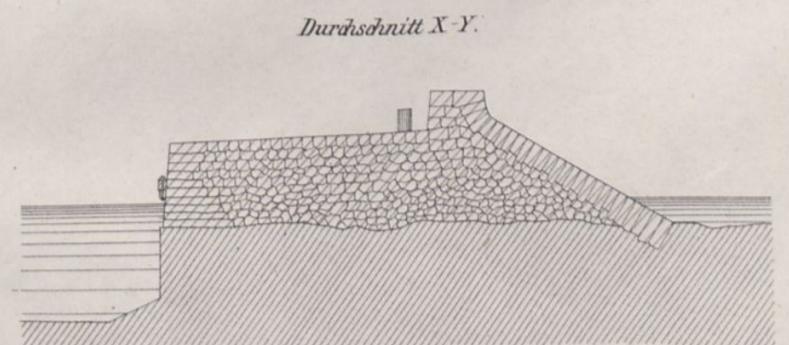
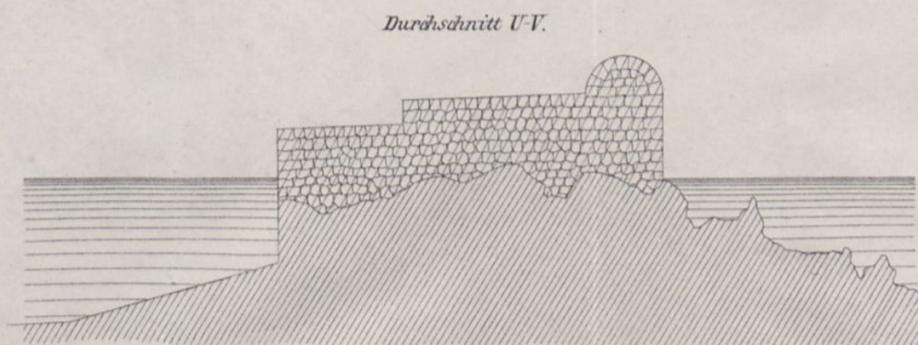
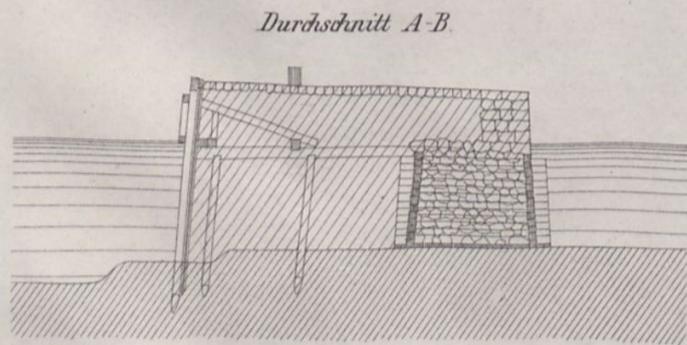
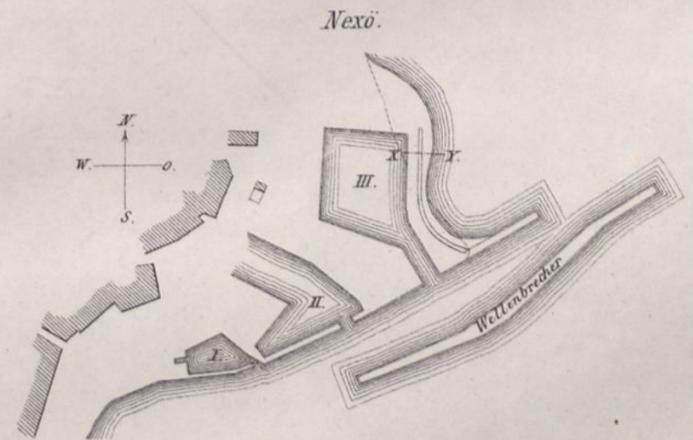
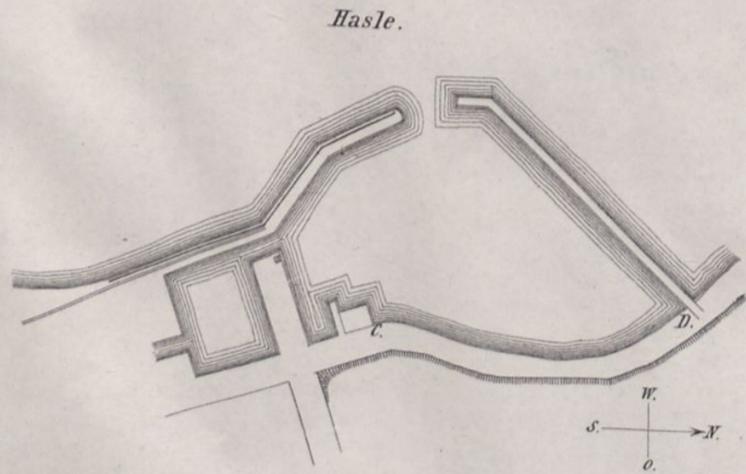
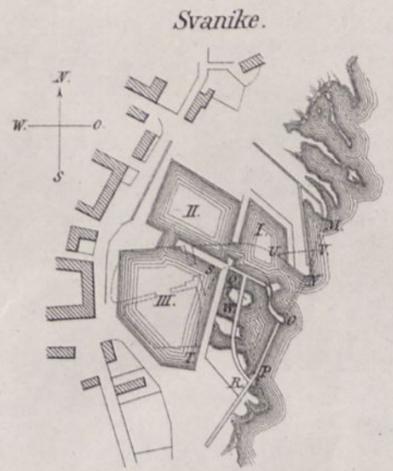
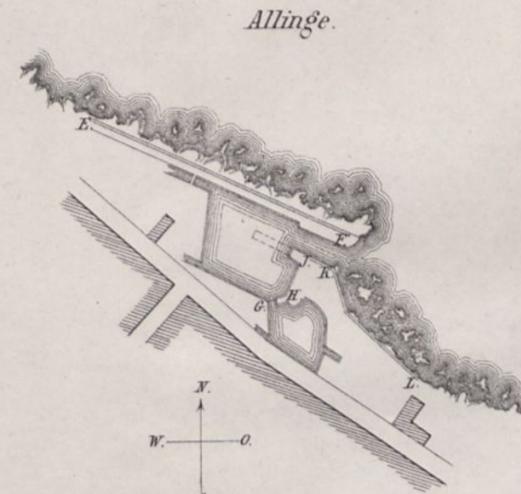
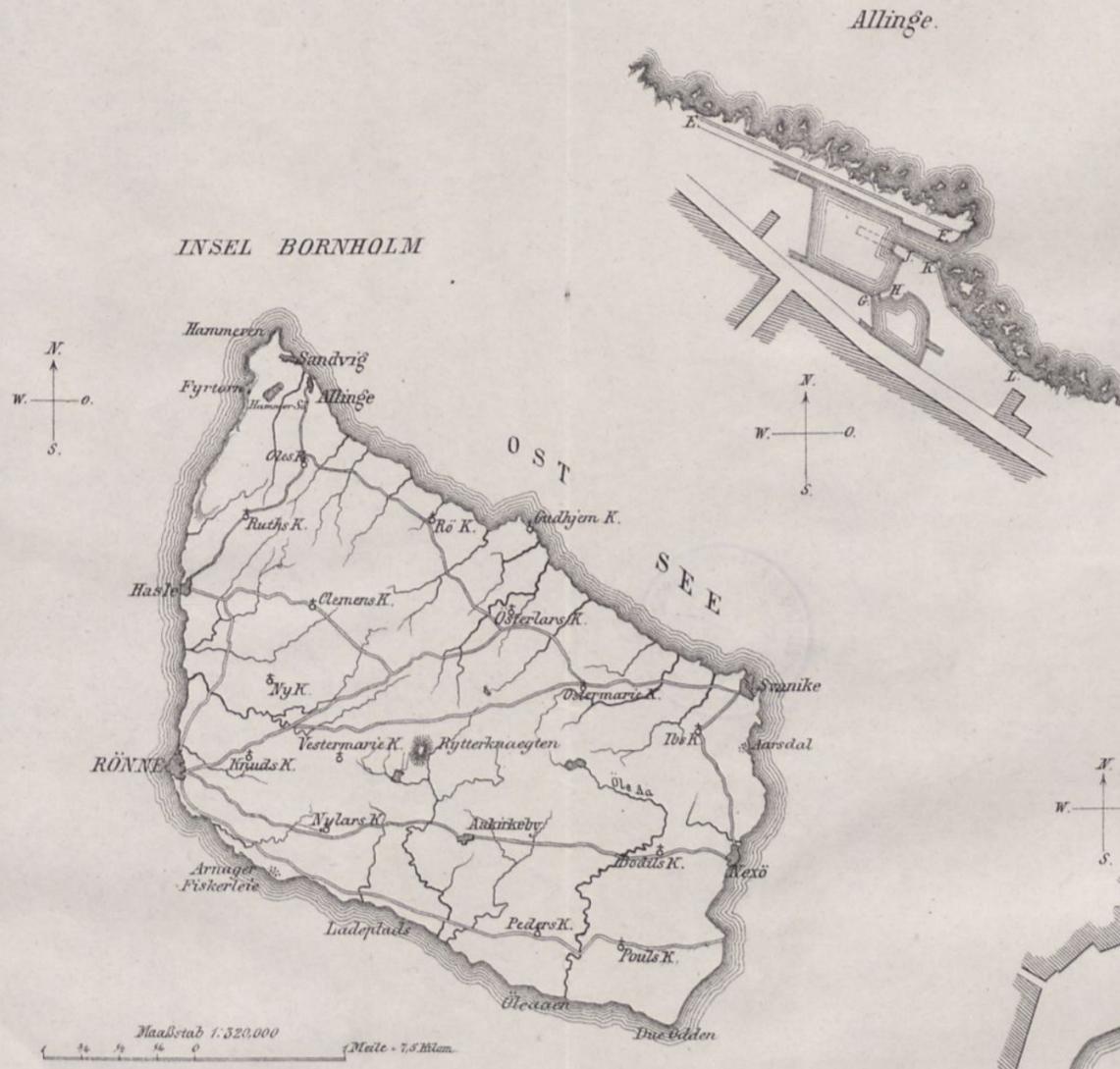
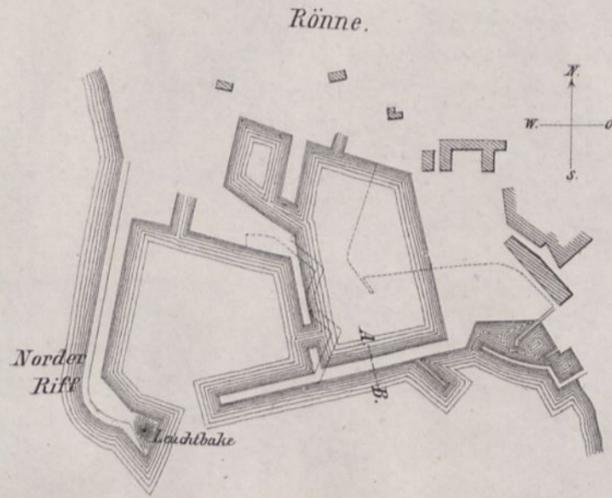
Sowohl die den Hafen umschließenden Kaimauern wie die Hafendämme sind auf Steinkisten fundirt und größtentheils in trockenem Mauerwerk ausgeführt. Die Krone der Hafendämme liegt etwa 1,7 m über Mittelwasser und hat eine Breite von 4 m, neben der auf der südlichen Mole sich seeseitig eine 1 m hohe Brustmauer befindet. Die Tiefe des Hafens beträgt 3,4 m. Die Strecke *CD* ist nicht durch Kaimauern eingefasst und auch nicht in anderer Weise befestigt, sondern ist hier vor dem steil abfallenden Hochufer der flache steinige Strand verblieben.

Hasle wird von den zwischen Kopenhagen und Rønne fahrenden Dampfschiffen nicht berührt, doch läuft das Dampfschiff Erna, welches wöchentlich einmal zwischen Bornholm und Kopenhagen hin- und zurückfährt, Hasle sowie die auf der Ostseite gelegenen Hafenplätze Allinge und Nexø an, und vermittelt zwischen diesen Städten und der Hauptstadt Dänemarks eine regelmäßige Verbindung.

## 3. Allinge.

Außer den Producten der Landwirthschaft und den Ergebnissen der Fischerei werden von Allinge die Steine aus den Granitbrüchen auf Hammeren exportirt. Letztere werden von einem Kopenhagener Handlungshause ausgebeutet. Im Jahre 1877 sind im Hafen zu Allinge 245 cbm bearbeitete Quadern und 400 qm bearbeitete Pflastersteine verladen.

Der Hafen ist zum größten Theil in gewachsenem Fels ausgehoben. Bei den Sturmfluthen in den Jahren 1872 und 1874 sind die Kaimauern und Dämme, die nur in trockenem Mauerwerk ausgeführt waren, zerstört und seitdem im Schutz von Fangedämmen in Cementmörtel neu aufgemauert. Vor dem Damm *KL* liegt eine Reihe von Felsriffen, die als Wellenbrecher wirken. Die vor der Mauer *EF* liegenden Riffe sind, soweit sie sich nicht bereits an die Mauer angeschlossen, durch angeschüttete Steine mit dieser verbunden. Ihre Wirkung als Wellenbrecher ist hierdurch erheblich gemäsigt, und sollen die Wellen bei starken nördlichen Winden trotz der Brüstungsmauer mit solcher Heftigkeit in das dahintergelegene Vorhafenbassin herüberschlagen und solche Bewegung veranlassen, daß die Schiffe hier keinen ausreichenden Schutz finden. Auch bei östlichen Winden bietet das Bassin keine genügende Sicherheit, namentlich seitdem die bei *J* vortretende Zunge, welche vordem, wie punktirt angedeutet ist, eine weit größere Länge hatte, bis auf die jetzige Ausdehnung abgebrochen ist, um für das



Maabstab für die Hafenpläne 1:4,000  
0 20 40 60 80 100 Meter

Maabstab für die Durchschnitte 1:200  
0 2 4 6 8 10 Meter

Wenden des oben genannten Schiffes Erna den nöthigen Raum zu schaffen.

Da auch in dem inneren kleinen Bassin bei stärkerem Seegange eine für die hier liegenden Schiffe unbequeme und gefährliche Dünung stattfand, so wurden in der Einfahrt *GH* zwei Stemthore angebracht, die bei östlichen Stürmen geschlossen wurden. Der östliche Thorflügel ist bereits durch die Wellen zerschlagen und nun durch eine Steinkiste ersetzt. Die Oeffnung ist hiedurch bis auf 6,5 m Breite vermindert, und scheint auch das zweite verbliebene Thor jetzt nicht mehr benutzt zu werden.

Das äußere Bassin hat eine Wassertiefe von 3,5 m, das innere von ca. 3 m.

Zu Allinge gehören 8 Schiffe mit 3900 Ctr. Tragfähigkeit, und außerdem 57 Fischerfahrzeuge unter 80 Ctr.

#### 4. Svanike.

Der in der Zeichnung durch punktirte Linien angedeutete alte Hafen, welcher nur mit trockenen Mauern eingefalst war, wurde bei der Sturmfluth zerstört. Da der frühere Hafen den Bedürfnissen nicht genügte, so wurde beschlossen, denselben erheblich zu erweitern, und namentlich hierbei auch größere Binnenbassins zu schaffen, in denen die Schiffe auch bei östlichen Stürmen gesichert liegen. Im Jahre 1874 wurde mit der Ausführung begonnen, und ist der Bau, welcher zu 291000  $\mathcal{M}$  veranschlagt ist, wozu der Staat 90000  $\mathcal{M}$  auf 10 Jahre zinsfrei dargeliehen hat, jetzt nahezu beendet. Die Arbeiten sind im Schutze eines Fangedammes *MNO* im Trocknen ausgeführt. Außerdem ist von *O* nach *P* ein Damm auf Steinkisten erbaut und mit einer niedrigen Aufmauerung versehen, und ist der zwischen diesem Damme und der Kaimauer *ST* befindliche Raum durch eine Mauer *QR*, welche die hier liegenden Steinriffe verbindet, getheilt. Es sollte hiedurch das Ueberschlagen der Wellen in das Binnenbassin sicher verhindert werden, und ist dieser Zweck auch vollständig erreicht. Tritt das Bedürfnis zur Erweiterung der Löschplätze ein, so würde der Raum *W* wohl ohne Nachtheil ausgefüllt werden können. Zunächst ist dies indessen nicht in Aussicht genommen.

Das Bassin *I* erhält in einer Breite von etwa 12 m eine Tiefe von 4,4 m, welche sich nach der nördlichen Seite zu auf 2,5 m vermindert. Die Wassertiefe in den beiden anderen Bassins beträgt 3,8 m und ermäßigt sich in dem hinteren Theil des Bassins *III* auf etwa 3 m.

Um die Wellenbewegung von dem Bassin *III* vollständig abzuhalten, sind in dem Eingange zu demselben Dammbalken angebracht, in welche bei hohem Seegange Dammbalken eingesetzt werden. Je drei Balken sind durch Bolzen fest mit einander verbunden und werden mittelst zu den Seiten aufgestellter Winden herabgelassen und gehoben. Wenn dieselben die Oeffnung bis auf die Sohle schließen, so wird hiedurch in dem Binnenbassin ohne Zweifel eine ruhige Wasserfläche geschaffen.

Am 15. Juni d. J. durchbrach bei einem starken östlichen Sturm der Fangedamm *NO*. Nach Aufhören des Sturmes wurde mit der Wiederherstellung des Fangedammes sofort begonnen, und war derselbe am 2. Juli wieder geschlossen und der Hafen am 5. Juli mittelst zweier durch Dampf betriebener Kreiselpumpen trocken gelegt. Der Wasserzudrang war hierauf so gering, daß derselbe durch ein

kleines schräg liegendes Paternosterwerk bewältigt werden konnte. Bis Ende Juli hoffte man die vollständige Vertiefung sowie die unter Wasser auszuführenden Mauerarbeiten zu beenden und den Hafen dem Verkehr dann wieder zu eröffnen.

Auf der Nordermole, welche das Vorhafenbassin gegen die See abschließt, ist, wie der Durchschnitt *UV* zeigt, eine 1,3 m hohe Brustmauer aufgeführt, die aber nicht eine ebene Krone hat, sondern ebenso wie die Brustmauern auf den Hafendämmen zu Allinge eine halbkreisförmige Abdeckung.

Das Mauerwerk wird in Cementmörtel von 1 Theil Cement und 3 Theilen Sand ausgeführt. Der Cement wird aus der Fabrik „Cimbria“ auf Jütland bezogen und schien von recht guter Qualität zu sein. Die zu dem Hafenbau verwandten Granitsteine, welche in der Nähe gebrochen wurden, waren nicht von derselben Güte wie die Steine aus den Brüchen bei Rønne, Hasle und Hammeren, aber immerhin ein recht gutes Material. Ein Export von Steinen soll aus dem Hafen zu Svanike nicht stattfinden.

Zu dem Hafen gehören nach den Nachweisungen in Bornholms Tidende 56 Schiffe von mehr als 80 Ctr. Tragfähigkeit und 170 kleinere Fahrzeuge.

#### 5. Nexö.

Nexö ist sowohl der Einwohnerzahl wie dem Verkehr nach die zweitgrößte Stadt auf Bornholm. An industriellen Etablissements befinden sich hier zwei größere Brennereien und eine Eisengießerei. Heimathsberechtigt sind 32 Schiffe mit zusammen 57460 Ctr. Tragfähigkeit und 80 kleinere Fahrzeuge unter 80 Ctr. Im Jahre 1877 kamen ein 196 Schiffe mit 96720 Ctr. Gütern und gingen aus 191 Schiffe mit 117676 Ctr. Exportirt wurden außer landwirthschaftlichen Producten 1122 cbm bearbeitete Quadern, zum Theil Granite, namentlich aber Sandsteinquadern aus dem unfern gelegenen großen Friedrichs-Steinbruch.

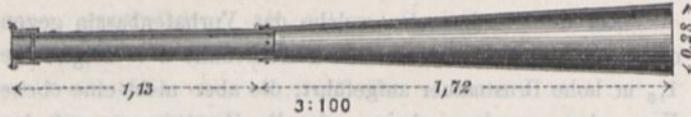
Der Hafen besteht, wie aus der Zeichnung zu ersehen, aus den beiden kleinen Bassins *I* und *II*, von denen das östliche am Eingange eine Wassertiefe von 3,8 m hat, die sich nach hinten zu auf 2 bis 3 m vermindert. Das westliche Bassin, welches zur Aufnahme kleiner Fischerboote bestimmt ist, hat nur eine Tiefe von 1,5 m.

Da der Hafen für den Verkehr zu klein ist, so wird jetzt noch das Bassin *III* angelegt, welches zu 90000  $\mathcal{M}$  veranschlagt ist. Dasselbe wird aus dem gewachsenen Sandstein ausgearbeitet und wird hierbei nicht nur das sämmtliche zu den Kaimauern und Hafendämmen erforderliche Material an Quadern und andern Steinen gewonnen, sondern es werden auch noch große Mengen von Steinen an Händler und Private verkauft. Das neue Bassin erhält eine Wassertiefe von 3,5 m.

Zum Schutz der Einfahrt und um die Wellenbewegung in den Bassins zu mäßigen, ist der 220 m lange Wellenbrecher erbaut. Durch denselben soll zugleich eine Strömung erzeugt werden, welche verhindert, daß so große Mengen von Seetang hierher treiben und sich hier ansammeln, wie es zum Nachtheil und Erschwerung der Schifffahrt vor Anlage des Wellenbrechers der Fall gewesen sein soll.

In dem Canal zwischen Wellenbrecher und Bassin-Mündungen wird eine Tiefe von 3,8 m hergestellt. Gegenwärtig war man mit dem Aufräumen und namentlich mit dem Besei-

tigen der losen Steine beschäftigt. Hierbei wurde das Wasserfernrohr angewandt, wodurch das Auffinden und Fassen der Steine mittelst der Zangen wesentlich erleichtert wurde. Wie aus der beistehenden Skizze ersichtlich ist, besteht das



Fernrohr aus einem Blechrohr, welches sich nach unten verjüngt und hier mit einem gußeisernen Ansatzstück versehen ist, in welchem die Glasscheibe sitzt. Das ganze Rohr hat eine Länge von 2,85 m und die Glasscheibe einen lichten Durchmesser von 0,09 m. Die Rohre waren von innen und außen mit einem rothen Anstrich versehen. —

Außer den im Verhältniß zu der nur kleinen Insel recht zahlreichen und kostbaren Hafen-Anlagen ist an wesentlichen Bauten, die auf Bornholm im Interesse der Schifffahrt ausgeführt sind, nur der Leuchthurm auf Hammeren, unfern der Nordspitze der Insel, zu nennen.

Auf dem Thurme ist ein weißes festes Feuer, welches sieben Achtel des Horizontes erleuchtet, mit einem Fresnel'schen Apparat erster Ordnung und fünf concentrischen Doch-

ten. Der Apparat ist von Henry Le Paute in Paris gefertigt.

In dem der Insel zugekehrten dunkeln Achtel sind über dem offenen Raum, welcher für den Zugang zu der Lampe erforderlich ist, katoptrische Prismen eingelegt, durch welche das hierher fallende Licht in die Flammen zurückgeworfen wird. Zu der Befuerung wird Mineralöl verwandt. Dasselbe wurde bisher unter den mit dem Thurme zusammenhängenden Wärterwohnungen aufbewahrt, wegen der Feuergefährlichkeit und des üblen Geruchs, den es verbreitet, wird aber nun in einiger Entfernung vom Thurme ein besonderer Oelkeller erbaut.

Es verdient erwähnt zu werden, dafs außer den inneren Wandflächen der Wärterstube auch die inneren Abwässerungen der Fenster mit glasirten Kacheln von 14 cm im Quadrat bekleidet sind.

Die Beleuchtung der Südspitze der Insel bei Due Odde ist in Aussicht genommen, und zwar durch zwei in gleicher Höhe liegende weisse feste Feuer. Mit dem Bau der beiden in geringer Entfernung von einander stehenden Leuchthürme soll vor Kurzem bereits begonnen sein.

Juli 1878. L. Hagen. Dresel. Wellmann.

## Zusammenstellung der bemerkenswertheren Preussischen Staatsbauten, welche im Laufe des Jahres 1877 in der Ausführung begriffen gewesen sind.

(Aus den Jahres-Rapporten pro 1877.)

(Schluß. Mit Zeichnungen auf Blatt 16 im Atlas.)

### B. Aus dem Gebiete des Wasserbaues.

#### I. See-Hafen- und Deich-Bauten.

Bei Memel, Reg. Bez. Königsberg, ist die Uebermauerung des Grundwerkes der Norder- und der Südermole (erstere 1874, letztere 1875 begonnen und bis 1877 auf 90 und 200 lfde. m fertiggestellt) in 1877 um resp. 100 und 300 lfde. m weiter fortgesetzt. Dieselbe ist aus ca. 0,015 cbm großen geschlagenen oder gespaltenen Steinen in Cementmörtel auf einem aus 0,3 bis 1,0 cbm großen Steinen hergestellten Unterbau ausgeführt, landwärts im Verhältniß von 1:4 drossirt, seewärts oben senkrecht, unten wegen leichteren Abrollens des Wassers mit einem kreisförmig auslaufenden Fuß versehen. Zur Sicherung gegen Unterspülen etc. ist in der ganzen Länge jeder Molenmauer und haff- wie seeseitig ein 2 m resp. 3 m breites Bankett von 0,5 bis 2 cbm großen Steinen hergestellt. Bei der Nordermole hat die Uebermauerung 6,3 m Kronenbreite und 2,67 m Höhe über Mittelwasser; bei der Südermole vergrößert sich die Kronenbreite, von 2 m anfangend, auf 100 lfde. m Länge bis 3 m, und von Stat. 4 + 50 m bis zum Ende der bereits fertig gestellten Mauer (Stat. 6 + 50 m) von 3 m bis 5 m. Die Höhe der Südermolenmauer beträgt bei Stat. 1 + 50 m 1,5 m über Mittelwasser, steigt stetig, bis Stat. 2 + 50 m, auf 3,18 m und behält dieses Maafs bis zu Ende. Die ersten 400 lfdn. m Aufmauerung der Südermole waren zu 290000  $\mathcal{M}$ , fernere 250 lfde. m zu 200000  $\mathcal{M}$ . (i. J. 1875) veranschlagt. Gegen beide Anschlagssummen wird die Ausführung voraussichtlich Ersparungen aufweisen.

Im Reg. Bez. Königsberg ist ferner der Weiterbau der Südermole auf der Frischen Nehrung und auch der Nordermole, beide am Pillauer Seetief (vergl. die Zeichnungen auf Bl. 16), welches das Frische Haff mit der Ostsee verbindet, im April 1877 begonnen. Die Gesamtlänge der Südermole bis Ende 1876 betrug 548 m. Davon waren die ersten 513 m als vollständiger Massivbau auf Steinschüttung zum Theil auch auf alten Sinkstücken fundirt. In der Fortsetzung ist für den Unterbau, welcher durchschnittlich bei 9 m Wassertiefe auszuführen ist, der Pfahlwerksbau mit Steinschüttung angewendet. Derselbe besteht aus zwei bei Mittelwasser 9,57 m von einander entfernten, im Verhältniß von 1:4 geneigt eingerammten dichten Pfahlwänden aus Rundholz, welche durch Pfahljoche und Verankerung mit einander verbunden sind und zwischen sich bis zum Mittelwasser eine Schüttung von großen Granitsteinen aufnehmen, die das Fundament der Aufmauerung bildet. Nach dem vollständigen Setzen der Fundamentsteine wird letztere zu einem massiven Molenkörper mit 7,85 m Kronenbreite aus Betonblöcken, Bruchsteinmauerwerk und Concretmasse hergestellt und seeseitig mit einer 1,5 m hohen, 1,25 m starken Brustmauer versehen. Die zu 2756345  $\mathcal{M}$  veranschlagte Verlängerung der Südermole beträgt 587,5 lfde. m, und soll sich daran ein 20 m langer Molenkopf anschließen. Der Bau wird voraussichtlich in 9 Jahren vollendet werden. — Die Gesamtlänge der Nordermole, deren Construction derjenigen der Südermole entspricht, betrug bis Ende 1876 950 lfde. m. Ihre Verlängerung um 68 lfde. m, an welche

sich gleichfalls ein 20 m langer Molenkopf anschließen soll, ist zu 708480  $\mathcal{M}$ . veranschlagt und wird voraussichtlich eine Bauzeit von 5 Jahren in Anspruch nehmen.

Ferner ist der 1875 im Frühjahr begonnene Bau des Vor- und Petroleum-Hafens bei Pillau in der Herstellung des Hafen-Umschließungsdammes bis zu 576 m seiner im Ganzen 1885 m betragenden Länge vorgeschritten, während die Ausbaggerung des Hafenbassins erst im geringen Maasse hat betrieben werden können. Die Anlage schließt in Form eines um fast die Hälfte des Radius überhöhten Halbkreises an das nach Südosten hin zu erweiternde Ufer des sogen. russischen Dammes im Frischen Haffe an und dient, was den Vorhafen betrifft, als Ankerplatz sowohl für ein- und ausgehende Schiffe, um entweder hier durch Leichterfahrzeuge Ladung abzugeben resp. einzunehmen, oder passendes Wetter zum Ausgehen abzuwarten, als auch für die Fahrzeuge der Hafenbauverwaltung, und wird deshalb mit den nöthigen Schiffshaltern (Duc d'alben) versehen. Der Petroleumhafen, an der südöstlichen Seite innerhalb des Vorhafens von diesem abgetrennt, wird mittelst eines eisernen Pontons verschließbar gemacht. Der Umschließungsdamm besteht vom Anschluß an den sogen. Alt-Pillauer Abschlusdamm bis Ende des Petroleumhafens, ebenso wie der Umschließungsdamm des letzteren selbst, aus einer 20 m breiten, nach beiden Seiten entsprechend befestigten und an den Stellen, welche vorzugsweise zum Entlöschten und Laden der Schiffe bestimmt sind, mit Ladebrücken versehenen Erdschüttung, im Uebrigen aus gegenseitig verankerten Pfahlreihen mit Steinschüttung, welche auf ca. 200 m Länge und bei durchschnittlich 4 m Wassertiefe 3 m Kronenbreite, dann bis zu dem in ähnlicher Construction ausgeführten Molenkopf bei durchschnittlich 6,3 m Wassertiefe 4 m Kronenbreite erhält. Die Baukosten sind im Anschläge zu 3395634,26  $\mathcal{M}$ . berechnet. — Ausserdem ist bei Pillau zur Sicherung des abbrüchigen Ostseestrandes der Frischen Nehrung das Einrammen von 8 Pfahlbuhnen nöthig gewesen, welche zu 16300  $\mathcal{M}$ . veranschlagt waren. Bis auf Buhne Nr. 8 ist die Arbeit in 1877 vollendet worden.

In dem Reg. Bez. Danzig ist der Bau des Hafenbassins zu Neufahrwasser (vergl. die Zeichnungen auf Bl. 16) im Jahre 1872 und zwar zunächst auf Grund des 1867 aufgestellten General-Kostenanschlages begonnen, demnächst gemäß der in jedem Jahre nach Maafgabe der bewilligten Fonds aufgestellten Specialanschlätze fortgeführt, und im Ganzen auf 4427772,60  $\mathcal{M}$ . veranschlagt, bis Ende 1877 so weit vorgeschritten, daß mit dem Frühjahr 1878 die Baggerarbeiten beginnen sollten. Nach den getroffenen Dispositionen wird der erste Theil des Bassins an der südlichen Kaimauer noch im Laufe des Jahres 1878 der Benutzung übergeben werden können.

Ferner wurden von der beabsichtigten Verlängerung der Nordwestmole bei der Mündung des Elbingflusses in das Frische Haff bis auf 3700 m Länge 700 m fertiggestellt. Dieselbe bezweckt, die jährlich durch das Hochwasser der Nogat verursachten Versandungen des Elbinger Fahrwassers zu verhindern. Die Mole wird aus zwei Reihen verholmter und verankerter Rundpfähle, hinter welchen sich Bretterwände befinden, während der Zwischenraum mit belasteten Faschinen ausgepackt wird, erbaut. Versuchsweise sind in diesem Jahre auf einer Strecke die Bretterwände

fortgelassen, dafür jedoch die Pfähle, welche nach dem Project in 3 m Entfernung stehen, 1 m weit von einander eingerammt. Wegen der unregelmäßigen Linie der bis jetzt gebaggerten Rinne konnte die neue Mole nicht neben derselben ausgeführt werden, weshalb eine neue Rinne gebaggert werden muß. Hierfür ist ein kleiner Pumpenbagger beschafft, dessen Leistung pro Stunde ca. 20 cbm festen Boden beträgt. Die mit ihm angestellten Versuche sind so befriedigend ausgefallen, daß bereits ein größerer Pumpenbagger für diese Arbeiten in Bestellung gegeben ist. Für den Molenbau sind im Anschläge 274200  $\mathcal{M}$ . und für das Baggern einer Rinne neben der Mole 330000  $\mathcal{M}$ . berechnet worden. —

Dünenbauten im Reg. Bez. Danzig sind zur Ausführung gelangt: 1) zur Festlegung der Binnendünen auf der Frischen Nehrung vor den Dörfern Voeglers, Neukrug und Polsk, zu 14300  $\mathcal{M}$ . veranschlagt, 2) zur Sicherung der Vordünen auf der Frischen Nehrung von Voeglers bis zur Ostpreuß. Grenze und vom Tupadeler Hochlande bis an die Pommersche Grenze, sowie zur Sicherung der Vor- und Binnendünen auf der Halbinsel Hela und auf der Westerplatte auf derselben, zusammen zu 19080  $\mathcal{M}$ . veranschlagt.

Im Reg. Bez. Stettin, Baukreis Swinemünde, ist der Durchstich vom großen Haff nach der Swine seit August 1874 in der Ausführung begriffen. Bis Ende 1877 waren rot. 2380000 cbm. Boden beseitigt, etwa 1200000 cbm Boden blieben noch auszuheben. Die Länge des Durchstichs, einschließend der im Haff auszubaggernden Rinne, beträgt 7900 m; die Tiefe ist auf 5,7 m, die Sohlenbreite auf 75 m, die Breite im Wasserspiegel auf 92,1 m angenommen. Die zu bewegendenden Massen bestehen aus festgelagertem Sande mit Seemuscheln und erheben sich in max. 5,55 m über Mittelwasser. Bis 1 m unter Mittelwasser wird ausgegraben, wobei zur Wasserhaltung eine Kreiselpumpe dient, und dann das Normalprofil bis zur vollen Tiefe durch den Dampf-bagger hergestellt. Der gehobene Boden wird zum Theil auf beiden Seiten des Durchstichs in einer mittleren Entfernung von 100 m von den Ufern abgelagert, zum Theil in die Heidefahrt, einen Seitenarm der Swine, verschüttet, wozu 3 Locomotiven und Seitenkipper auf schmalspurigen Geleisen verwendet werden, auch in Klapp-Prahmen durch Bugsirboote nach dem großen Haff geschleppt und hier versenkt. Neuerdings ist die Ausgrabung bis zu einer Tiefe von 4 m unter Mittelwasser versucht und auf die Länge von 1100 m ausgeführt, wobei zwei Kreiselpumpen genügten, um die zudringenden Grund- und Tagewasser mit Leichtigkeit zu bewältigen. — Die Kosten des Durchstichs sind zu 3690000  $\mathcal{M}$ . veranschlagt.

Im Reg. Bez. Cöslin ist der Bau des Sandablagerungs-Bassins oberhalb des Stolpmünder Hafens, zu 39300  $\mathcal{M}$ . veranschlagt und bereits Juni 1874 begonnen, im October 1877 vollendet. Das Bassin hat 192 m Länge, 86 m Breite, ist mit Bohlwerken eingefast und bezweckt, den durch den Stolp-Strom mitgeführten Sand zur Ablagerung zu bringen, bevor er in den Hafen gelangt. Die jährlich hier zur Ausbaggerung kommende Sandablagerung beträgt durchschnittlich 10000 bis 12000 cbm.

Bei dem Rügenwaldermünder Hafen ist der Bau der neuen Hafendämme, welche ein Vorhafenbassin von in medio 270 m Breite und 400 m Länge einschließen, von

dem aus man zwischen den beiden alten noch conservirten Sinkstückmolen in den bisherigen Handelshafen gelangt, und welches das Einsegeln der Schiffe erleichtern und weniger gefahrvoll machen soll, als dies bisher der Fall war, seit Mai 1873 in der Ausführung. Die nach dem Princip der steilen Hafendämme erbauten Molen sind in der Wasserlinie 9 m stark, bestehen aus zwei in einer Neigung von 1 : 4 eingerammten dichten Rundpfahlwänden, welche auf je 2,5 m Länge mit verzinkten schmiedeeisernen Stabankern verankert, und deren Zwischenräume mit Granitsteinen, welche theils aus der See, theils aus einem benachbarten Landsee gewonnen wurden, bis zur Wasserhöhe ausgefüllt sind. Betonblöcke von ca. 4 cbm Inhalt sind zur Abdeckung der Granitsteine verwendet. Die Uebermauerung geschieht in der vollen Breite der Hafendämme, und zwar derart, daß, soweit dieselben in flacherem Wasser liegen, auf der vollständig übermauerten Krone der Steinschüttung kleine Futtermauern von Granit ausgeführt werden, zwischen diesen eine Concretfüllung aus 1 Theil Cement und 5 Theilen scharfen Seekies eingebracht und dann das Ganze mit Granitsteinen abgedeckt wird. In größerer Tiefe wird die Uebermauerung vollständig massiv von gesprengten Granitsteinen in Cementmörtel hergestellt. An der Seeseite sind die Molen noch mit einer kleinen Brustmauer zum Schutz gegen überschlagende Wellen versehen. Der Unterbau ist zu 1548900  $\mathcal{M}$ , die Uebermauerung zu 86000  $\mathcal{M}$  veranschlagt. Mit letzterer sowie mit der zu 425000  $\mathcal{M}$  veranschlagten Vertiefung des Vorhafenbassins und Aufbaggerung der Wipper bis zum Eingang in den früher projectirten Binnenhafen auf 5 m resp. 4 m Wassertiefe ist im Mai 1877 der Anfang gemacht. Im Juli ist dann auch mit der zu 270000  $\mathcal{M}$  veranschlagten Aufbaggerung der Wipper weiter bis zur Einfahrt in die oberhalb anzulegenden Hafenbassins begonnen. Hier wurden bis zum Jahresschluss 57759 cbm, dort 45754 cbm Boden ausgebaggert. — Bei demselben Hafen ist ferner noch:

1) die Herstellung der Brustmauer auf der alten Ostmole und Steinbarre ostwärts vom Hafen, mit welcher im April 1876 begonnen war, in 1877 vollendet worden. Dieselbe ist aus gesprengten Granitsteinen in Cementmörtel mit 1 m Kronenbreite ausgeführt, dient als Schutzmauer für die untere Hafenfahrtstraße sowie für die östliche Strandseite, und soll das Ueberschlagen der Wellen in den Hafen, wie den Durchbruch der See an der Wurzel der alten Ostmole verhindern. An der Anschlagssumme von 45200  $\mathcal{M}$  sind bei der Ausführung rot. 5000  $\mathcal{M}$  erspart worden.

2) ist zu dem Unterbau des westlichen Molenkopfes, für welchen 139500  $\mathcal{M}$  im Anschlage berechnet worden, die Herstellung des Gerüstes zum Versenken der Betonblöcke nebst den Vorrichtungen für die Austiefung der Baugrube bis auf 7 m unter Wasser bewirkt. — An diesem Bauwerk soll der Versuch, Hafendämme an der Ostsee auf Sanduntergrund ohne einschließende Pfahlwände allein aus großen Betonquadern zu erbauen, zur Ausführung kommen.

3) wurde mit der Anlage des westlichen Bassins des projectirten Binnenhafens im August begonnen. Dieses Bassin liegt vor der Stadt Rügenwalde auf dem linken Wipper-Ufer und soll mit dem südlich davon sich befindenden Eisenbahnhofe der Rügenwalde-Schlawer Eisenbahn durch Schienenstränge verbunden werden; es erhält 195 m Länge

und 45 m Breite, 5 m Wassertiefe und als Einfassung Kai-mauern, welche auf Pfahlrostfundirung mit Betonverfüllung hinter Spundwänden in gespaltenen Granitsteinen mit Portland-Cement aufgeführt werden. Die gänzliche Vollendung des auf 428000  $\mathcal{M}$  veranschlagten Baues wird wegen der Schwierigkeiten, welche die Rammarbeiten verursachen, erst im Jahre 1879 erfolgen können.

Bei dem Hafen zu Colbergermünde, Reg. Bez. Cöslin, ist an der Uebermauerung des Banketts am Ostmolenkopf, veranschlagt zu 20100  $\mathcal{M}$ , gearbeitet worden. Dieselbe bezweckt, durch Granitmauerwerk, welches in Portland-Cement 1 m hoch aufgeführt wird, das in medio 4 bis 15 m breite, in Mittelwasserhöhe liegende Bankett derart zu belasten, daß Zerstörungen an ihm nicht mehr zu befürchten sind. Wegen Mangels ruhiger See hat die Uebermauerung in 1877 nicht vollendet werden können.

In dem Reg. Bez. Schleswig, Baukreis Tondern, wurden zum Schutz des Sylter Weststrandes, in specie des Strandes von Westerland, Bühnenbauten in Angriff genommen, welche theils in Stein-, theils in Holzconstruction zur Ausführung kommen. Die Steinwerke, auf einer Buschunterlage fundirt, erhalten im Querschnitt Gewölbeform mit beiderseitiger horizontaler Berme; der Kern des mittleren Theils wird mit 5 bis 16 cm großen Steinen ausgefüllt, die obere Abdeckung möglichst dichtschließend aus 250 bis 800 kg schweren Steinen hergestellt. Die aus 3,5 m langen, 17 bis 19 cm starken Rundpfählen bestehenden Pfahlbauten sind zwischen dem mittleren Theil und der Berme dichtschließend, in den äußeren Reihen 1,5 m von einander entfernt. Die Werke werden vom Wurzelanschlufs bis zum Kopf, unter Innehaltung einer Streichlinie, 80 bis 85 m lang, am Kopfe 1,00 m und im Wurzelanschlufs 3,5 m über ord. Ebbe hoch. — Die Kosten sind in zwei verschiedenen Anschlägen zu 100700 + 113000  $\mathcal{M}$  berechnet und werden die betreffenden Arbeiten in 1878 wohl zum Abschluss kommen. Doch wird sich voraussichtlich eine Fortsetzung von nicht geringem Umfange an dieselben anschließen.

In dem Landdrostei-Bezirk Stade ist der Neubau eines Holzhafens zu Geestemünde, 1876 begonnen, in 1877 bis auf Unwesentliches beendet. Es ist, einschließend zweier Brücken über den Verbindungscanal (einer Strafenbrücke über dem 32,5 m breiten und einer Eisenbahnbrücke über dem 6 m breiten, durch ein Bohlwerk von ca. 3 m Höhe befestigten Theil), zu 263300  $\mathcal{M}$  veranschlagt. Der Hafen mit Zubehör nimmt eine Fläche von 2,43 Hektaren ein, hat 1,2 m gewöhnliche Wassertiefe und wird von natürlichen Dossirungen eingefasst. Unter den Verbindungscanal hinweg, ihn durchschneidend, ist ein Entwässerungscanal der Ortschaft Geestendorf geführt, welcher auf Schwellrost fundirt und mit 5 m tiefen Einsteigeschachten versehen ist. Die Brücken sind auf Pfahlrost mit zwischengeschüttetem Beton fundirt, haben Widerlager von Ziegelmauerwerk und I-förmige Brückenträger, welche bei der Strafenbrücke mit 12 cm starken Sollinger Sandsteinplatten in Theermörtel abgedeckt sind. Die Fahrbahn bildet ein Klinkerpfaster. Das Wasserschöpfen wurde mittelst Schnecken bewirkt, welche ein Pferddegöpelwerk betrieb. — Die Baggerungen im Hafengebiet, welche zu 119060  $\mathcal{M}$  veranschlagt sind, werden fortgesetzt und nur durch scharfen Frost oder wenn Reparaturen an den Dampfbaggern nöthig sind, unterbrochen.

In dem Landdrostei-Bezirk Aurich wurde auf der Insel Borkum die Sicherung des Nordweststrandes, Anschlagss. 44300  $\mathcal{M}$ ., und die Wiederherstellung der durch die Sturmfluth vom 30./31. Januar 1877 beschädigten Schutzwerke, Anschlagss. 16100  $\mathcal{M}$ ., bewirkt, ferner auf Norderney, Baltrum und Spiekeroog der Bau je einer Strandbuhne, resp. zu 75300, 47500 und 30400  $\mathcal{M}$ . veranschlagt, ausgeführt. — An der Bedeichung des Heinitzpolder Anwachsens am Dollart, welche im Jahre 1873 begonnen und im Wesentlichen bereits Ausgangs 1876 vollendet war, hatte die Sturmfluth vom 30./31. Januar 1877 in dem Grade Schaden angerichtet, daß die Fertigstellung des Deiches nicht vor dem 1. Decbr. 1877 erfolgen konnte und die verschlammten Canalstrecken erst im Frühjahr 1878 nach dem früheren Profil wieder ausgehoben sein werden. Die Gesamtkosten dieser Anlage, zu welcher die Wymeerer Sielacht 270000  $\mathcal{M}$ . Beitrag leistet, belaufen sich auf 3090000  $\mathcal{M}$ .

In dem Reg. Bez. Schleswig wurden die Verstärkungsarbeiten am fiscalischen Süderheverkoogs-Deich, welche im April 1876 begonnen waren, weiter fortgesetzt. Der Süderheverkoog umfaßt ein Areal von ca. 246 ha. Der Deich erhält dieselben Dimensionen, welche bei den Verstärkungsarbeiten an den exponirten Communal-Deichstrecken im Baukreise Eiderstedt, in dem der Koog liegt, üblich sind (4 m Kronenbreite, 5,2 m mittlere Höhe etc.). Die Arbeiten sind auf 3 Jahre Bauzeit vertheilt und zu 210000  $\mathcal{M}$ . veranschlagt.

In dem Baukreise Husum ist der Bau von Steindeichen auf der Insel Nordstrand, welche an der Schleswig'schen Westküste gelegen, und namentlich an zwei gegen Westen und Nordwesten vorspringenden Punkten dem Wellenangriffe stark ausgesetzt ist, 1874 begonnen und in 1877 entsprechend vorgeschritten, wird aber kaum vor 1880 vollendet sein. Das Gewicht der einzelnen verwendeten unbehauenen Steine (eratische Granitblöcke) beträgt 150 bis 500 kg; dieselben ruhen auf einer, am Fulse 0,2 m starken und nach oben zu bis auf 0,4 m Stärke zunehmenden Unterlage von Gerölle (Grund). Die veranschlagte Summe von 480000  $\mathcal{M}$ . wird wahrscheinlich um ca. 10000  $\mathcal{M}$ . überschritten werden.

In dem Baukreise Plön-Oldenburg ist die Bedeichung der Lemkenhafen-Sulsdorfer Niederung auf Fehmarn, 1874 begonnen, in 1877 gänzlich vollendet. Das dadurch gegen Sturmfluthen zu schützende Land bildet ein Areal von 400 ha. Der Deich hat eine Länge von 4700 m, ist bei Sulsdorf in einer Strecke von 700 m bei einer mittleren Wassertiefe von 0,6 m durch Seewasser geführt, mit 2 massiven Entwässerungsschleusen von je 1 qm Weite angelegt und aus Lehm gebaut. Veranschlagt war der Bau zu 158220  $\mathcal{M}$ . — Ebenda ist die Bedeichung der nördlichen Seeniederung auf Fehmarn in der Ausführung begriffen und bis auf die Herstellung des Deiches auf dem nördlichen Haff, in einer Länge von ca. 3 km, vollendet. Für diese Strecke ist ein Sandkern mit Lehmdecke veranschlagt und der Lehm Boden aus weiter Entfernung unter sehr schwierigen Verhältnissen herbeizuschaffen. Der Deich, im Ganzen 14700 m lang, dient zum Schutze eines Areals von ca. 1500 ha fruchtbaren Landes und ca. 500 ha Wasser-

flächen gegen die Sturmfluthen der Ostsee. Es sind zwei massive Entwässerungsschleusen mit je 2 Oeffnungen zu 1 qm Weite und einer Sohlentiefe von 0,5 m unter dem täglichen Wasserstande angelegt. Die Anschlagssumme von 360000  $\mathcal{M}$ . wird um ca. 75000  $\mathcal{M}$ . überschritten werden.

Durch die Bedeichung und Entwässerung der Klostersee-Niederung, 1877 begonnen, werden, aufser den inunDIRten Gemarkungen höher belegener Ortschaften, drei niedrig belegene Dörfer geschützt, in denen die Gebäude durch die Ostsee-Sturmfluth vom 13. November 1872 theilweise zerstört wurden. Die von dieser Sturmfluth inunDIRte Fläche der Klostersee-Niederung umfaßt 1454 ha, wovon 400 ha im Klostersee liegen. Der 9300 m lange Deich, mit 3 m breiter Krone, an der Außenkante 4 m, an der Innenkante 4,3 m über dem mittleren Jahreswasserstande der Ostsee hoch, erhält 5malige Aufsendossirung und 1 1/2 malige Binnenböschung und wird zum Schutze gegen den stärksten Seegang hinter der Düne resp. dem höheren Strandrücken, ca 150 m von der See landwärts erbaut. Wo eine passende Zurücklegung des Deiches nicht thunlich war, wird durch Buhnensysteme eine Erbreiterung des Vorlandes erstrebt. — Die 3 Seeschleusen, von resp. 6,6 m, 2,2 m und 2 m Lichtweite, bestehen jede aus einer massiven, von Backsteinen und Dolomitquadern aufgeführten, auf Pfahlrost gegründeten Deichschleuse und je einer hölzernen Vorstrandsschleuse, deren Auslauf an der der Haupt-Küstenströmung zugewendeten Seite in See hinein mit Molen eingefafst ist. — Das Entwässerungsgebiet der großen Seeschleuse enthält 3836 ha, das der kleineren Schleuse 1484 ha. Der Klostersee soll durch Schöpfwerke trocken gelegt werden. Das gehobene Wasser findet seinen Abzug durch die Schöpfschleuse in die Ostsee. — Das frei abfließende Wasser wird durch einen 7000 m langen und von 6 m bis auf 12,2 m in der Sohlenbreite zunehmenden Ringcanal, um den Klostersee herum, der großen resp. der kleinen Seeschleuse zugeführt und ist von dem Gebiete der künstlichen Entwässerung, dem Klostersee, durch einen Ringdeich getrennt, welcher aus der durch die Herstellung des Ringcanales gewonnenen Erde aufgeführt wird. — Die Ausführung der 3 Schleusen und der Deichbauten ist an einen Unternehmer in Verding gegeben, desgleichen die Ausführung des Entwässerungscanales und des Ringcanales um den Klostersee. Veranschlagt sind die Kosten der Bedeichung zu 870000  $\mathcal{M}$ . Wegen der bedeutenden Entfernung der beiden Gewinnungsstellen des Deichmaterials geschieht der Transport der letzteren durch Locomotivbetrieb.

Endlich ist die Bedeichung und Entwässerung der Waterneversdorf-Neudorfer Niederung, im Kreise Ploen, im Jahre 1876 begonnen und 1877 fortgeführt; sie soll zum Schutze eines 1039 ha umfassenden Areals dienen, welches hauptsächlich aus Theilen der Gutsbezirke Waterneversdorf und Neudorf und aus kleinen, zur Stadt Lütjenburg gehörenden Parzellen sich zusammensetzt; in der bedeichten Niederung liegt der in das angegebene Maaf der inunDIRten Fläche mit eingeschlossene sogen. große Binnensee von 554 ha Größe. Der Deich besteht aus 3 getrennten Theilen, von denen der erste 1950 m, der andere 1650 m und der dritte 100 m lang ist. Für die Entwässerung sind 2 Schleusen erbaut. Die Anschlagssumme beträgt 244500  $\mathcal{M}$ .

## II. Strombauten.

1) Bei dem Memelstrom sind im Reg. Bez. Gumbinnen a) unterhalb Sokaiten bis Obereifeln, (Länge 7,7 km) die zu 390000  $\mathcal{M}$  veranschlagten Regulierungsarbeiten seit Juni 1874, die Abpflasterung und Berauhwehrgung derselben (Anschlagss. 62000  $\mathcal{M}$ ) seit dem Sommer 1875 in der Ausführung und jene auf etwa 6,1 km, diese auf ca. 5 km der Stromlänge vollendet. b) Auf der 9 km langen Strecke von der Kuma-Bucht bis zum Dorfe Splitter sind die seit dem Sommer 1875 betriebenen Regulierungswerke, einschliesslich Abpflasterung und Berauhwehrgung zu 535000  $\mathcal{M}$  veranschlagt, auf etwa 4 km. Stromlänge im Wesentlichen beendet. — Bei den Regulierungsprojecten ist die Normal-Profilbreite des Stromes von 185 m zu Grunde gelegt und soll die Herstellung einer regelmässigen Fahrinne mit einer Fahrtiefe von 1,75 m beim durchschnittlich niedrigsten Wasserstande der Memel von 0,90 m am Tilsiter Pegel erstrebt werden. Die Regulierungswerke sind, wo es die Breite des Hauptstromes gestattete, Bühnen, in engeren Profilen Deckwerke.

Die Regulierung des Rufsstromes, Reg. Bez. Gumbinnen, ist a) von Ginnischken bis Kloken resp. bei Karzewischken (Länge 4 km) in zwei Abtheilungen 1875 und 1876 begonnen, und wird im Sommer 1878 beendet sein. Es sind 29 Bühnen neu angelegt, 17 verlängert und das rechtsseitige steil abbrüchige Ufer bei Galsdon-Joneiten auf 630 m Länge durch ein Deckwerk geschützt. Anschlagss. 153000  $\mathcal{M}$ . b) Die Regulierung des Rufsstromes von Tattomischken bis Rufs, der Stromtheilung bei Rufs und der Einengung des Skirwithflusses, zu 255000  $\mathcal{M}$  veranschlagt, ist 1877, und zwar mit der Einschränkung des Skirwith und mit einem kleinen Theil der Regulierung der Stromtheilung bei Rufs, begonnen. Die Beendigung des Baues steht 1879 oder 1880 zu erwarten.

An der Gilge ist im Reg. Bez. Gumbinnen a) die Regulierung des Stromes bei Kryszahnen und die Schliessung des Nebenlaufes bei Karlsdorf 1876 begonnen und 1877 beendet. Die zu 29450  $\mathcal{M}$  veranschlagten Arbeiten hatten den Zweck, einestheils die linksseitige sich immer mehr ausbildende Concave des Stromes einzubauen und das Ufer vor weiterem Einbruch zu schützen, andernteils die Verlandung des Nebenlaufes durch eine 28 m lange Coupirung zu erzielen und sowohl für gewöhnlich, als auch bei Hochwasser das Wasser dem eigentlichen Strome zuzuweisen. b) Die Regulierung der Gilge von Kallwen bis Schwanzekrug, zu 15200  $\mathcal{M}$  veranschlagt, ist als eine Versuchsstrecke im Jahre 1877 in Angriff genommen, weil sich das Bedürfniss herausgestellt hatte, den Strom von Kallwen bis Sköpen, auf ca. 13,6 km Länge, einer weiteren Regulierung zu unterwerfen und dabei die bisher eingehaltene Normalbreite zwischen den Bühnenköpfen bei Niedrigwasser von 56 m auf 45 m zu ermässigen. In der in 1877 fertig gestellten Strecke von ca. 650 m Länge hat sich sehr bald eine günstige Fahrwassertiefe hergestellt. c) Im Reg. Bez. Königsberg sind zur Befestigung des rechten Ufers der Gilge bei Marienbruch, welches stark in Abbruch lag, auf eine Länge von 1 km bei 2 bis 3 m Wassertiefe Deckwerke aus Faschinen ausgeführt, für welche Arbeiten 28500  $\mathcal{M}$  veranschlagt waren.

2) Zur Regulierung des Pregels wurden im Reg. Bez. Gumbinnen, Baukreis Insterburg, zwischen Stat. 67 + 3 m

und 68 + 3 m 17 Bühnen erbaut, welche zu 14300  $\mathcal{M}$  veranschlagt waren und dem Strome die richtige Breite sowie die verlorne Tiefe wiedergegeben haben. — Im Reg. Bez. Königsberg ist der bei Warnien projectirte Durchstich, durch welchen eine Krümmung des Pregels abgeschnitten wird, in 1877 vollendet. Derselbe hat eine Breite von 19 m und 2fache Anlage in den Dossirungen, welche mit Weiden bepflanzt, unter Wasser mit Steinen beschüttet sind. Anschlagss. 21000  $\mathcal{M}$ .

3) An der Weichsel und ihren Nebenflüssen sind bei dem Hauptstrome a) im Reg. Bez. Marienwerder, behufs Einschränkung des zu weiten Profils auf die angenommene normale Strombreite von 377 m, Neubauten von Stromregulierungswerken ausgeführt, welche vornehmlich aus Faschinenpackwerk mit 4 m Kronenbreite und Seitenböschungen von einfacher Anlage auf theilweiser Sinkstückunterbettung bestehen. Dieselben waren im Wasserbaukreis Thorn zu 109640  $\mathcal{M}$ , im Wasserbaukreis Culm zu 103800  $\mathcal{M}$  und für die Strecke von Boblitzer Kampe bis gegen Mewe zu 86600  $\mathcal{M}$  veranschlagt. Daneben erforderten die Reparaturen der durch Eisgang, Hochwasser oder durch starken Angriff des Stromes eingetretenen Beschädigungen an den Stromregulierungswerken die resp. Anschlagssummen von 98000, 141500 und 108400  $\mathcal{M}$ , welche bei der Ausführung noch um resp. 19800, 14900 und 7200  $\mathcal{M}$  überschritten sind. b) Im Reg. Bez. Danzig machte die Sicherung eines unmittelbar am Ufer liegenden Kirchhofes zu Bohnsack den Bau von 4 Zwischenbühnen erforderlich, welche zu 52500  $\mathcal{M}$  veranschlagt waren. Ingleichen mußte das linksseitige hohe Ufer bei Kniebau oberhalb Dirschau, welches alljährlich beim Hochwasser am Fusse angegriffen wird, wodurch der obere Theil seine Basis verliert und allmählig nachsinkt, durch Anlage von 6 Bühnen und ein 280 m langes Deckwerk vor weiterem Abbruch geschützt werden. Die Kosten hierfür waren zu 37300  $\mathcal{M}$  veranschlagt. — Ausserdem erforderte die Wiederherstellung des Uferdeckwerkes an der Plehendorfer Schleuse 47000  $\mathcal{M}$ , die Instandsetzung der Stromregulierungswerke, welche durch den sehr harten Eisgang im Frühjahr 1877 stark gelitten hatten, in dem 7. Baukreise (Marienburg) in der Weichsel 222000  $\mathcal{M}$ , in der Nogat 110000  $\mathcal{M}$ , in der Weichsel von Dirschau bis Neufähr, wo nur ein kleiner Theil der reparaturbedürftigen Werke wieder ordnungsmässig ausgebaut worden ist, 102000  $\mathcal{M}$ .

Bei Alt-Mösland erforderte die Abtragung des alten Flügeldeiches auf dem linksseitigen Weichselufer die veranschlagte Summe von 140000  $\mathcal{M}$ . Das abzutragende Bodenquantum betrug ca. 90000 cbm und wurde, da es von guter, thoniger Beschaffenheit ist, zur Erhöhung und Verstärkung des sich anschließenden Hauptdeiches verwendet. — Die Erhöhung, Verstärkung und Verlängerung des i. J. 1876 erbauten Usnitzer Leitedeiches hat etwa 10000  $\mathcal{M}$  über den Anschlag, nämlich ca. 120000  $\mathcal{M}$  gekostet. —

An der Nogat sind drei der sogen. Nogat-Ueberfälle, d. h. Oeffnungen in einem Sommerdeich, der ein Stück Land etwa 15 km unterhalb Marienburg, die Einlage genannt, abschliesst, welches das Hochwasser und Eis der Nogat behufs Entlastung des eigentlichen Stromes aufzunehmen hat, in ihren aufsen- und innenseitigen Grundbetten durch Faschinenpackwerke besfestigt und ausgebaut und darüber mit Sprentlagen überzogen, dagegen drei andere Einfälle und

ein Ausfall daselbst, deren Schließen und Oeffnen auf Kosten des landwirthschaftlichen Ministeriums erfolgte, verschlossen worden. Diese Arbeiten waren zu 89500 und 44400  $\mathcal{M}$ . berechnet. Daneben sind für Unterhaltung eines Theils des erwähnten Sommerdeiches die Summe von 19700  $\mathcal{M}$ . und für die Instandsetzung der Uferdeckwerke bei Fischerskampe am rechten Ufer der Nogat 41400  $\mathcal{M}$ . verausgabt.

Die Regulirung des Przemaflusses, welcher einen Theil der östlichen Grenze der Provinz Schlesien (Reg. Bez. Oppeln) gegen Oesterreich bildet, wird von Slupna bis zur Einmündung in die Weichsel, auf rot. 23,5 km Länge, behufs Hebung der Schifffahrt sowie Festlegung der Landesgrenze, seit April 1877 betrieben. Die Verengung des Flußbettes ist durch Verhandlung der betr. Uferstaaten auf 30 m festgestellt und geschieht jetzt durch Parallelwerke. Die resp. Anschlagss. betragen 47000 und 20000  $\mathcal{M}$ .; die Vollendung der Arbeiten dürfte im Laufe des Jahres 1878 erfolgen.

Die Brahe unterhalb Bromberg bis zu ihrer Mündung in die Weichsel wird auf Staatskosten canalisirt, um das der Schifffahrt und Flößerei sehr hinderliche Gefälle (beinahe 4,5 m auf rot. 12 km Länge) zu beseitigen. Gleichzeitig wird durch die Bromberger Hafen-Actiengesellschaft (unter Leistung eines Zuschusses aus der Staatskasse) an der Mündung des zu canalisirenden Flusses ein Sicherheitshafen von rot. 50 ha Fläche zur Aufnahme des in großen Flößen die Weichsel herabkommenden Holzes angelegt. Die Aufhebung des Gefälles geschieht durch zwei Stauwerke (bei Karlsdorf und neben der Einmündung des Canals in den Sicherheitshafen bei Brahnau). Die Arbeiten haben im October 1876 ihren Anfang genommen und werden voraussichtlich erst in 1879 vollendet werden. Sämmtliche Bauwerke werden auf durch Spundwände abgeschlossenen Betonfundierungen aus Bruchsteinmauerwerk mit Quaderverblendung in Cementmörtel hergestellt, und dürften namentlich die Wehranlagen, welche in Aussicht genommen sind und aus je einem größeren und einem kleineren Nadelwehr bestehen, besonderes Interesse bieten, da die hier in Betracht kommenden Verhältnisse nicht gewöhnliche sind. Die Baukosten sind zu 1058000  $\mathcal{M}$ . veranschlagt.

4) An der Oder und ihren Nebenflüssen ist a) im Reg. Bez. Oppeln das linke Stromufer des Hauptflusses bei dem Dorfe Lasoki, Kreis Ratibor, durch den Bau von 9 Haupt- und 9 Zwischenbuhnen, zu 13900  $\mathcal{M}$ . veranschlagt, gesichert worden, außerdem die Wiederherstellung der besonders durch die Eisversetzungen und den Eisgang im Jahre 1876 stark beschädigten Buhnen im Baukreise Cosel sowie der Stromregulirungswerke im Baukreise Oppeln begonnen. Für diese Arbeiten sind 127000  $\mathcal{M}$ . veranschlagt und ist als leitender Grundsatz dabei angenommen, daß die Buhnenköpfe mit Vorderkante auf Höhe des mittleren Wasserstandes auf 1,40 m am Unterpegel zu Oppeln gelegt werden und 4füßige Böschung erhalten, während die Krone mit einer Steigung von 1 : 300 an das Ufer tritt und hier mit der Böschung des letzteren eingebunden wird. Bis Ende 1877 waren 199 Stück Buhnen fertig hergestellt, 55 in Arbeit genommen. b) In dem Reg. Bez. Breslau sind die bereits seit 1874 resp. 75 und 76 begonnenen Arbeiten an der Regulirung der Oder von Brieg bis zur Grabendorf-Scheidelwitzer Grenze, Anschlagss. 151200  $\mathcal{M}$ . oberhalb Grüneiche bis zum Steindamm in Breslau, Anschlagss.

42000  $\mathcal{M}$ . und vom Kalten Loch bis zum Stoberbache, zu 27000  $\mathcal{M}$ . veranschlagt, fortgesetzt, die zu 87000  $\mathcal{M}$ . veranschlagten Regulirungsarbeiten an dem Oderstrome von der Königl. Strachate bis Bischofswalde oberhalb Breslau im Jahre 1877 neu angefangen worden. Die letztgenannte, 2600 m lange Stromstrecke war schon 1851—56 mittelst rechtwinkliger Buhnen regulirt worden, es hatte sich aber deren Unzweckmäßigkeit auch hier herausgestellt. Die Buhnen, welche nicht mit festen Steinköpfen versehen waren, sind allmählig abgebrochen, und schliefsen sich die neu projectirten 58 Buhnen den noch vorhandenen Theilen der alten Werke, jedoch in inclinanter Lage, thunlichst an. c) In dem Reg. Bez. Liegnitz sind die Regulirungsarbeiten an der Oder von Dorf Kottwitz bis zum Fischerhause Wettschütz, 1872 begonnen und zu 186000  $\mathcal{M}$ . veranschlagt, ferner diejenigen in der Gegend des Dorfes Schwusen (Stat. 29<sup>3</sup>/<sub>4</sub>—35), 1873 begonnen und zu 138000  $\mathcal{M}$ . veranschlagt, und die am linken Ufer bei Glogau, oberhalb der Eisenbahnbrücke, 1877 begonnen und zu 8600  $\mathcal{M}$ . veranschlagt, in 1877 vollendet worden, dagegen die Regulirungsarbeiten bei dem Dorfe Carolath und unterhalb Loos bei Saabor, 1872 begonnen und zu 166500 resp. 258000  $\mathcal{M}$ . veranschlagt, ebenso diejenigen in der Gegend des Dorfes Karau, 1873 begonnen und zu 177000  $\mathcal{M}$ . veranschlagt, desgl. diejenigen beim Dorfe Klautsch, in der Gegend der Stadt Beuthen, dann von unterhalb des Dorfes Milzig bis zur sogen. Nadube oberhalb des Saabor'er Fährhauses und von oberhalb des Prittag'er Fischerhauses bis zur Liegnitz-Frankfurter Regierungsbezirks-Grenze, sämmtlich 1874 begonnen und zu resp. 172500, 141000, 320000 und 360000  $\mathcal{M}$ . veranschlagt, endlich die 1875 begonnenen Regulirungsarbeiten auf der Strecke von der Nadube bis zum Sattel-Vorwerk bei der Wulzine unterhalb der Loos'er Fähre, zu 472000  $\mathcal{M}$ . veranschlagt — in 1877 noch nicht beendet worden, vielmehr ist deren Vollendung erst in den Jahren 1882 und 1883 entgegen zu sehen. — d) In dem Bezirk der Oderstrombau-Verwaltung, von Breslau abwärts bis Schwedt, sind im Jahre 1877 Regulirungsarbeiten an der Oder

neu in Angriff genommen worden auf den Strecken: unterhalb Breslau bis zur Breslau-Posener Eisenbahnbrücke, 1300 m lang, Anschlagss. 50000  $\mathcal{M}$ . oberhalb Obra, 1880 m lang, Anschlagss. 100000  $\mathcal{M}$ . bei Rädnitz, 4500 m lang, Anschlagss. 340000  $\mathcal{M}$ . bei Ziebingen, 3400 m lang, Anschlagss. 246000  $\mathcal{M}$ . von Frankfurt bis zum Vorfluth-Canal bei Cüstrin, ca. 30 km lang, Anschlagss. 1100000  $\mathcal{M}$ . von der Hohensaathener Schleuse bis zum Schulzenwerder, 3750 m lang, Anschlagss. 320000  $\mathcal{M}$ .; vollendet wurden dergleichen auf den Strecken: von der Masselwitz-Herrnprotcher Grenze bis zur Weistriz, 1800 m lang, 1874 begonnen, Anschlagss. 99000  $\mathcal{M}$ . von der Auras-Brandschützer Grenze bis zur Althofer Anlage, 3400 m lang, 1872 begonnen, Anschlagss. 159600  $\mathcal{M}$ . unterhalb der Lebuser Fähre, 2200 m lang, 1871 begonnen, Anschlagss. 117000  $\mathcal{M}$ . von dem Dorfe Kottwitz bis zum Wattschützer Fischerhause, 3400 m lang, 1872 begonnen, Anschlagss. 186000  $\mathcal{M}$ . bei Schwusen, 2000 m lang, 1873 begonnen, Anschlagss. 138000  $\mathcal{M}$ .

bei Oncelswerder, 2260 m lang, 1875 begonnen, Anschlagss. 66000  $\mathcal{M}$ ,  
 im Clewitzer Durchstich, 1880 m lang, 1875 begonnen, Anschlagss. 118000  $\mathcal{M}$ ;  
 unvollendet blieben von den schon früher begonnenen Regulierungswerken diejenigen auf den Strecken:  
 von der Weistritz bis zur sogen. Dammriege, 3000 m lang, 1871 begonnen, Anschlagss. 105000  $\mathcal{M}$ ,  
 oberhalb der Lebuser Fähre, 1850 m lang, 1875 begonnen, Anschlagss. 86000  $\mathcal{M}$ ,  
 von Böberle bis Dieban, 6800 m lang, 1874 begonnen, Anschlagss. 277500  $\mathcal{M}$ ,  
 bei Lübchen, 1850 m lang, 1875 begonnen, Anschlagss. 94000  $\mathcal{M}$ ,  
 bei Karau, 2260 m lang, 1873 begonnen, Anschlagssumme 177000  $\mathcal{M}$ ,  
 bei Klautsch, 2100 m lang, 1874 begonnen, Anschlagss. 172500  $\mathcal{M}$ ,  
 bei Beuthen, 24000 m lang, 1874 begonnen, Anschlagss. 141000  $\mathcal{M}$ ,  
 bei Carolath, 2250 m lang, 1872 begonnen, Anschlagss. 166500  $\mathcal{M}$ ,  
 von Milzig bis zur Nadube, 4150 m lang, 1874 begonnen, Anschlagss. 320000  $\mathcal{M}$ ,  
 von der Nadube bis zum Sattelvorkwerk, 3750 m lang, 1875 begonnen, Anschlagss. 472000  $\mathcal{M}$ ,  
 unterhalb Loos, 2800 m lang, 1872 begonnen, Anschlagss. 258000  $\mathcal{M}$ ,  
 von oberhalb des Prittager Fischerhauses bis zur Grenze des Reg. Bez. Liegnitz, 3150 m lang, 1874 begonnen, Anschlagss. 360000  $\mathcal{M}$ ,  
 von Rädnitz bis Crossen, 8650 lang, 1875 begonnen, Anschlagss. 150000  $\mathcal{M}$ ,  
 von Elendskrug bis Fürstenberg, 5080 m lang, 1874 begonnen, Anschlagss. 204000  $\mathcal{M}$ ,  
 von Lebus bis zum Cüstriner Vorfluths-Canal, 3400 m lang, 1875 begonnen, Anschlagss. 193000  $\mathcal{M}$ ,  
 bei Zackerik, 2600 m lang, 1875 begonnen, Anschlagss. 194000  $\mathcal{M}$ ,  
 von Cüstrin bis Schwedt durch Tiefbauten, 1875 begonnen, Anschlagss. 855471  $\mathcal{M}$ . —

In der Netze haben im Reg. Bez. Bromberg zwischen der 10. Schleuse und der Lobsonka-Mündung Vertiefungsarbeiten vorgenommen werden müssen, mit welchen im April 1876 begonnen wurde. Dieselben sind zu 55000  $\mathcal{M}$  veranschlagt und sollen 1879 ganz beendet werden. Gleichzeitig ist die Regulierung des Flusses im Stat. 160/161 durch Einschränkungswerke in Angriff genommen. Dieselbe wurde in 1877 vollendet und hat die dafür berechnete Anschlagssumme von 11800  $\mathcal{M}$  gerade ausgereicht. — Im Reg. Bez. Frankfurt a/O. sind die Regulierungsarbeiten an der Netze oberhalb Gorkower Fähre, welche 1875 begonnen und zu 19000  $\mathcal{M}$  veranschlagt waren, sowie unterhalb der Mündung der Drage, welche 1876 in Angriff genommen und zu 13800  $\mathcal{M}$  veranschlagt waren, in 1877 beendet worden. —

Die Regulierung der Warthe, mit welcher 1875 und 1876 im Reg. Bez. Posen begonnen worden ist, wurde bei Dembno (Anschlagss. 32000  $\mathcal{M}$ ), bei Jazskowo (85000  $\mathcal{M}$ ), bei Kiszewo (26000  $\mathcal{M}$ ), Bomblin (25000  $\mathcal{M}$ ), Lukowo (56000  $\mathcal{M}$ ), zwischen Wronke und Neubrück (33800 +

3900  $\mathcal{M}$ ), bei Kiewitz (31000  $\mathcal{M}$ ), von Alt-Merine bis unterhalb des Wiesenkruges (35800  $\mathcal{M}$ ), bei Tworzykowo (36900  $\mathcal{M}$ ) und am weißen Berge (11000  $\mathcal{M}$ ) im Jahre 1877 beendet und am Marienwalder Durchstich (16000  $\mathcal{M}$ ), unterhalb Posen (41000 + 18000  $\mathcal{M}$ ) und bei Tucholle (40700 + 5000  $\mathcal{M}$ ) derart weitergeführt, daß der Vollendung 1878 resp. 1879 entgegengesehen werden kann. Neu in Angriff genommen sind Regulierungsarbeiten bei Obersitzko (35000  $\mathcal{M}$ ) und bei Choyno (42800  $\mathcal{M}$ ), deren Beendigung in 1878 bewirkt werden soll. — Im Reg. Bez. Frankfurt a/O. ist die Regulierung der Warthe bei Morr, zwischen Schwerrin a/O. und der Netze-Einmündung, zu 15900  $\mathcal{M}$  veranschlagt und 1875 begonnen, im Jahre 1877 beendet, dagegen zwischen Schlangenwerder und Fichtwerder auf der unteren Stromstrecke unterhalb Landsberg a/W., Anschlagss. 158100  $\mathcal{M}$  und 1874 begonnen, sowie zwischen Borkow und Pollychen oberhalb der Netze-Einmündung, Anschlagss. 78000  $\mathcal{M}$  und 1875 begonnen, wegen zu hoher Wasserstände in 1877 noch unvollendet geblieben. Bei der Regulierung der Warthe in der unteren Strecke unterhalb Landsberg a/W. bei Schnellewarthe, welche 1877 in Angriff genommen, sind die Grundlagen der 4 Buhnen mit Sinkstücken ausgesenkt. Endlich ist bei der 1874 begonnenen Regulierung der Warthe-Mündung, auf 2000 m Länge, die natürliche Breite des Stromes (155 m) zwischen den Buhnenköpfen auf 94 m und zwischen den in Höhe des Niedrigwassers liegenden Vorlagen auf 64 m eingeschränkt und hierdurch eine sehr gleichmäßige Wassertiefe in der Schiffahrtsrinne von 1 m bei Niedrigwasser erreicht worden. Gegen die Anschlagssumme von 142500  $\mathcal{M}$  wurde nur eine geringe Ersparnis erzielt.

5) An dem Elbstrom sind folgende, schon früher begonnene Arbeiten weiter fortgesetzt, aber in 1877 noch nicht vollendet worden:

a) der Durchstich der Elbe zwischen Döbeltitz und Kranichau, 1872 begonnen und zu 447000  $\mathcal{M}$  veranschlagt. Der Fluß macht hier eine 4 km lange Krümmung, deren Durchstich schon vor 100 Jahren in Aussicht genommen war. Die Länge des erst jetzt bewirkten Durchstichs beträgt ca. 1 km; die Breite soll in Höhe des mittleren Wasserstandes 100 m, in Terrainhöhe 122 m betragen. Es hat sich bereits ein im Mittel 60 m breites sehr regelmäßiges Fahrwasser von mehr als ausreichender Tiefe gebildet und bleibt die Deckung des linksseitigen Ufers noch auszuführen. Die Anschlagss. wird um etwa 33000  $\mathcal{M}$  überschritten werden.

b) Von 12 Buhnen unterhalb Tochheim, deren Bau zu 47000  $\mathcal{M}$  veranschlagt war und 1876 in Angriff genommen wurde, sind bis Ende 1877 sechs fertiggestellt. Die Buhnen sind Packwerksbauten, inclinant zur Normaluferlinie, von Faschinen gebaut, welche mit möglichst grobem, nahebei mit der Hand gebaggertem Elbsande beschwert sind. Die Kronenbreite ist 2,5 m, die Seitenböschung hat einfache Anlage, der Kopf eine Böschung von 3- bis 5facher Anlage; der Buhnenkörper ist grün bespreitet, der ganze Kopf über dem kleinsten Wasserstande sowie die obere Böschung und halbe Kronenbreite auf 10 m Länge, vom Kopfe an gemessen, gepflastert. Unter dem kleinsten Wasser sind Kopf und Hals mit 30 cm starker Steinschüttung versehen. — Von 26 derartigen Buhnen am Tröge- und Saagebusch und Jungenwerder unterhalb Barby, 1875 begonnen und zu 88000  $\mathcal{M}$  veran-

schlägt, sind bis Ende 1877 19 Buhnen vollendet worden. — Außerdem waren Stromcorrectionen im Gange, welche 1877 noch nicht vollendet wurden: an den Hohenwarther Bergen, begonnen 1876, Anschlagss. 62000 *M.*, unterhalb Hohenwarthe, beg. 1875, Anschlagss. 46470 *M.*, oberhalb Niegripp, beg. 1876, Anschlagss. 45000 *M.*, bei Niedergöme und am Schönfelder Ufer, beg. 1876, Anschlagss. 45700 *M.*, in der Nähe von Strachau, beg. 1875, Anschlagss. 43630 *M.*, unterhalb Darchau, beg. 1876, Anschlagss. 21280 *M.* und am linken Ufer bei Artlenburg, beg. 1875, Anschlagss. 67500 *M.*

c) Die Vertiefung des Strombettes neben dem oberen Theile Magdeburg's, wo dasselbe aus Grauwacke besteht und zum Theil, namentlich ostwärts des Domes, so hoch liegt, daß bei kleinem Wasser grössere Felspartien trocken werden, andertheils der stark eingeeengte Strom so grosse Geschwindigkeit erhält, daß die Schleppschiffahrt zu Berg durch die Stromschnelle schwierig wird, ist im Septbr. 1875 begonnen. Sie wird durch Felsensprengung mittelst Dynamit bewirkt, und ist hierdurch der Felsen auf 60 m Strombreite bis auf — 0,45 m a. P. beseitigt. Aufser den angewendeten üblichen Hebeapparaten war hierbei in den letzten zwei Jahren ober- und unterhalb der Magdeburger sogen. „Strombrücke“ ein eigens zu dem vorliegenden Zwecke neu erbauter Taucherschacht nebst Apparat in Gebrauch, welcher mit Dampfkraft versehen ist und sich vorzüglich nützlich erwiesen hat. Für die qu. Vertiefung und Aufräumung waren 70000 *M.* veranschlagt.

d) Durch das zur Citadelle gehörige Bastion „Königin“ wurde der schiffbare Elbarm bei Magdeburg (die Stromelbe) nahe oberhalb der Berliner Chausseebrücke („Strombrücke“) so stark eingeeengt, daß das Passiren durch die Brücke zu Thal höchst gefährlich war, um so mehr, als die Elbe hier an und für sich schon sehr schmal und gekrümmt, auch der Untergrund so felsig ist, daß Anker nicht halten und die höher stehenden Riffe eine wilde, unregelmässige Strömung erzeugen, welche schon mehrfach ein Scheitern von Fahrzeugen herbeigeführt hatte. Demgemäss sind zur Verbreiterung des Elbbettes an dieser Stelle die Ufermauern des Bastions und dieses selbst abgebrochen und erstere um 30 m landwärts wieder aufgebaut worden. Am Fusse der Mauer ist ein Treidelsteig von 1—2 m Breite angelegt. Die im April 1876 begonnenen Arbeiten werden voraussichtlich Ende 1878 vollendet sein und waren dafür, excl. der zum Ankauf der erforderlichen Privatgrundstücke und des Bastions „Königin“ aufgewendeten Kosten, 190300 *M.* veranschlagt.

e) Mit dem canalartigen Ausbau der Stromstrecke bei Magdeburg durch beiderseitige Parallelwerke (vergl. die Zeichnungen auf Bl. 17), dessen successive Ausführung beabsichtigt ist, weil der starke Schiffs- und Uferverkehr Buhnen unzweckmässig erscheinen läßt, ist im September 1876 ein geringer Anfang gemacht. Die dafür berechnete Kosten-summe beträgt 55500 *M.* Die stromseitige Böschung wird unter Wasser mit Steinschüttung versehen, über Wasser auf 3 verschiedene Weisen ausgeführt: Sie wird 1 : 1 angelegt, wo eine Eisenbahn am Ufer entlang führt oder Einladen von Kaufmannsgütern (per Krahn) stattfindet; in diesem Falle wird eine Reihe 20 bis 25 cm starker Pfähle am Fusse der Böschung eingeschlagen, letztere mit gesiebttem Kies überdeckt und mit 20 cm starken Sandsteinen plattirt. — Bilden

Holz, Kohlen, Steine u. dgl. den hauptsächlichsten Güterverkehr, so wird die Böschung 1 : 7 angelegt und gepflastert; es werden dann die Wagen rückwärts ins Wasser an das Schiffsfahrzeug geschoben und aus letzterem direct beladen. — Wo schliesslich kein Uferverkehr stattfindet, wird die Böschung 1 : 3 gepflastert angelegt.

Fortgesetzte Bauten an der Elbe, welche in 1877 vollendet wurden, waren:

a) die Anlage eines Winterschutzhafens zwischen Wittenberg und Klein-Wittenberg. Es wird längs eines sich hier erstreckenden Hochufers unter Benutzung eines vorhandenen Wasserlaufes ein 1300 m langes, 42 m breites Bassin ausgehoben und dasselbe durch einen hochwasserfreien Deich von 4 m Kronenbreite und beiderseits dreifachen Dossirungen gegen den Eisgang geschützt. Der Bau wurde im Spätherbst 1876 begonnen und ist zu 81000 *M.* veranschlagt.

b) die folgenden Correctionen: zwischen Camitz und Kranichau behufs Einschränkung der Flufsstrecke auf 100 m Normalbreite, begonnen 1876, Anschlagss. 21200 *M.*; zwischen dem Elsinger Durchstich und Prettin desgl., begonnen 1876, Anschlagss. 50300 *M.*; zwischen Prettin und Grednitz, beg. 1876, Anschlagss. 33360 *M.*, zwischen Grednitz und Priesitz, beg. 1875, Anschlagss. 13570 *M.*, zwischen der Saale-Mündung und Barby, beg. 1875, Anschlagss. 102000 *M.*, am Pappelwerder unterhalb Barby, beg. 1876, Anschlagss. 34500 *M.*, bei Kehnert und Sandfurth, beg. 1876, Anschlagss. 51100 *M.*, am Grieben'schen und am Ferchlander Ufer, beg. 1876, Anschlagss. 45200 *M.*, am Arneburger Stadtbusch, beg. 1876, Anschlagss. 33400 *M.*, an dem Königl. Werder bei Lenzen, beg. 1875, Anschlagss. 71660 *M.*, am Rosendorfer Werder, beg. 1876, Anschlagss. 25150 *M.*, am Dötzingen Ufer unterhalb Hitzacker (links), beg. 1876, Anschlagss. 27200 *M.*, am sog. Wold (beiderseitig), beg. 1875 resp. 1876, Anschlagss. 19386 *M.* und 23390 *M.*, an der Bleckeder Wappau und dem herrschaftl. abgegrabenen Orte unterhalb Bleckede, beg. 1876, Anschlagss. 33180 *M.*, vor dem Hittenbergener Schulzenwerder und dem fiscalischen Sassendorfer Werder am linken Elbufer, beg. 1874, Anschlagss. 51500 *M.* und 17100 *M.*, bei Laßrönne, beg. 1875, Anschlagss. 45400 *M.*, und in der Fliegenberger Bucht, beg. 1875, Anschlagss. 44217 *M.*

Im Jahre 1877 wurden ferner Stromregulirungsbauten an der Elbe begonnen, aber nicht vollendet: zwischen Plothä und Stehla, Anschlagss. 51800 *M.*, am Salinenwerder oberhalb Schönebeck, 57700 *M.*, am Friedrich-Wilhelmsgarten oberhalb Magdeburg, (2 Parallelwerke) 118500 *M.*, bei Below, 29000 *M.*, vor dem Wahrenberger grossen Buschwerder, 53000 *M.*, vor dem Müggendorfer Werder, 45900 *M.*, am Kälberwerder beim Forsthause in der Garbe, 29500 *M.*, von Schnakenburg bis zum Lenzener sogen. Neuen Hause, 114400 *M.*, am Langendorfer Alaunsberge 30600 *M.*, vor den ehemals Lauenburgischen Buhnen, 35000 *M.*, im zweiten Buhnenmeister-District des Baukreises Lüneburg, 21000 *M.*, am Over Interessentenhaken oberhalb des Hamburg'schen Orthkathen am rechtseitigen Ufer, 64600 *M.*, und in der Elbstrombucht bei Over, 10600 *M.*

Zugleich vollendet wurden von den in 1877 in Angriff genommenen Regulirungsarbeiten an der Elbe die folgenden: bei dem Dorfe Gallin, Anschlagss. 10200 *M.*, am

Bartelswerder unterhalb Aken, 20400  $\mathcal{M}$ , unterhalb Frohse, 46000  $\mathcal{M}$ , in der Danmatzer Strombucht, 88404  $\mathcal{M}$ , desgl. 33000  $\mathcal{M}$ , und zwischen Wold und Bleckede, 14200  $\mathcal{M}$ . —

An der Havel wurden die bereits 1876 begonnenen Regulierungsarbeiten auf der Strecke von den Oranienburger Schleusen bis 700 m oberhalb derselben, Anschlagss. 84000  $\mathcal{M}$ , sowie die 1877 begonnenen oberhalb des Gemündes in den Plauer See, Anschlagss. 25000  $\mathcal{M}$ , und oberhalb des Dorfes Parey, Anschlagss. 55000  $\mathcal{M}$ , in dem Jahre 1877 beendet, die oberhalb des Dorfes Molkenberg, Anschlagss. 50000  $\mathcal{M}$ , werden erst i. J. 1878 vollendet werden. —

Von zwei Durchstichen der Spree unterhalb der Einmündung der sogen. Frankfurter Rinne, ca. 7 km unterhalb der Einmündung des Friedrich-Wilhelm-Canals bei Neuhaus, ist der obere von 130 m Länge, in 1877 vollendet, der untere wird in 1878 fertiggestellt werden. Durch dieselben wird ein Schiffahrtsweg von 2000 m auf ca. 800 m abgekürzt, auch war der erstere wegen der sehr scharfen Krümmungen schwer zu passiren. Die abgeschnittenen Arme sind coupirt, das linksseitige Wiesenufer wird mit Deckwerken aus Packwerk geschützt. Anschlagss. 45000  $\mathcal{M}$ . — Außerdem sind Regulierungsarbeiten an der Spree bei ihrer Mündung in den Müggelsee bei Spandau im October 1877 begonnen. Es wird die alte Fahrinne bei Rahnsdorf verlassen und statt derselben der Weg durch die sogen. kleine Müggel ausgebaut. Das neue Flußbett sollte im Mai 1878 dem Verkehr übergeben werden können. Die Kosten sind zu 105000  $\mathcal{M}$  berechnet. —

An der Saale ist der 1876 begonnene Bau eines Deckwerks und 17 Buhnen oberhalb Gr. Rosenberg, zu 56800  $\mathcal{M}$  veranschlagt, sowie die Herstellung eines Leinpfades für Zugthiere auf der Saalstrecke von Alsleben bis Halle, Anschlagss. 31398  $\mathcal{M}$ , in 1877 vollendet, dagegen der Durchstich der Saale am Franziger Felsen bei Lettin, etwa 4 km unterhalb Halle, welcher eine Breite von 75 m erhalten soll und zu 68500  $\mathcal{M}$  veranschlagt ist, unvollendet geblieben. Zur vollständigen Ausbaggerung der Sohle ist ein Nachanschlag von 9000  $\mathcal{M}$  aufgestellt worden.

6) In dem Reg. Bez. Schleswig sind im Baukreis Rendsburg an der Aufsener Eider Correctionsarbeiten zur Verbesserung des Fahrwassers schon seit 1875 betrieben worden; es wird versucht, die Nebenmündungen des Eiderstromes zwischen den Watten durch Senkfaschinen resp. Steinschüttungen zwischen zwei Faschinenreihen zu schliessen, um vermehrte Strömung im Hauptarme zu erzielen und hierdurch gleichzeitig auf die Vertiefung der vor der Eidermündung belegenen Barre hinzuwirken. Zur Vertiefung des Fahrwassers ist außerdem ein besonders vorgerichtetes Schiff mit Kratzen thätig, welches durch ein starkes Dampfschiff geschleppt wird. Bis zum Jahre 1877 war auf der Barre eine Vertiefung um 0,7 m erzeugt. Für die Eider-Regulierung werden bis ultimo März 1878 ca. 300000  $\mathcal{M}$  verwendet worden sein. — Ferner ist 1877 eine Regulierung der Krückau unterhalb Elmshorn, bestehend in der Geradlegung mehrerer starkgekrümmter Flußstrecken, mit einer Erdbewegung von ca. 9000 cbm und Herstellung von 180 m neuer Uferbohlwerke und Faschinenpackwerke ausgeführt. Dieselbe hat rot. 22100  $\mathcal{M}$  gekostet. — In dem Baukreise Schleswig wurde die Weiterführung der Austiefungsarbeiten der Schlei, deren Fahrwasser von Schleimünde

bis zur Grenze des städtischen Hafengebiets der Stadt Schleswig (2500 m) bis zu einer Tiefe von 3,8 m in 50 m Breite vertieft werden soll, betrieben und bis oberhalb Missunde fertiggestellt. Die Anschlagss. beträgt 39000  $\mathcal{M}$ .

7) An der Weser sind Correctionsarbeiten in 1877 beendet worden:

a) in der Landdrostei zu Hannover: im Amte Polle unterhalb des Taternpfahles, Anschlagssumme 45000  $\mathcal{M}$ ,

im Amte Nienburg unterhalb des sogen. Liebenauer Steines, Anschlagss. 28300  $\mathcal{M}$  und 19500  $\mathcal{M}$ , zwischen Lohhof und Niederboyen, Anschlagss. 25500  $\mathcal{M}$ , bei Dahlhausen, Anschlagss. 18700  $\mathcal{M}$ , am Poller Kopf neben Polle, Anschlagss. 25000  $\mathcal{M}$ .

b) in der Landdrostei Stade: im Wasserbaukreis Verden, an 4 Orten in Sa. mit 58250  $\mathcal{M}$  veranschlagt,

im Wasserbaukreis Blumenthal zwischen Fähr und Farge, Anschlagss. 70000  $\mathcal{M}$ , und an der Spitze der Mühlenplate bei Lienen, Anschlagss. 14000  $\mathcal{M}$ .

c) im Regierungsbezirk Minden: bei Vlotho, Anschlagss. 141000  $\mathcal{M}$ , später reducirt auf 12455  $\mathcal{M}$ , und bei Buchholz, Anschlagss. 18000  $\mathcal{M}$ .

d) im Reg.-Bez. Cassel: im Wasserbaukreis Cassel bei Hilwartshausen, zu 18750  $\mathcal{M}$ , bei Vaake beide Ufer, zu resp. 28200 und 15000  $\mathcal{M}$ , zwischen Bodenfelde und Wahmbeck, zu 14900  $\mathcal{M}$  veranschlagt.

im Wasserbaukreis Rinteln am unteren Hühnerkopf, zu 21800  $\mathcal{M}$ , am adeligen Damm, zu 23260  $\mathcal{M}$ , im Spaarbecker Kopf, zu 15000  $\mathcal{M}$ , am linken Ufer im Stein'schen, zu 18000  $\mathcal{M}$ , und an der Stiftsschlagd oberhalb der Fuhler Fähr zu 11785  $\mathcal{M}$  veranschlagt;

noch unvollendet blieben in der Landdrostei Hannover: am Weissande, zu 14700  $\mathcal{M}$ , bei Latferde, zu 41000  $\mathcal{M}$ , im Schnetzer, zu 39000  $\mathcal{M}$ , unterh. des Loher Siels, zu 18600  $\mathcal{M}$ , und bei der Barmer Fähr, zu 14200  $\mathcal{M}$  veranschlagt.

8) Von Correctionswerken an der Ems wurden diejenigen in der Nähe von Emden, bestehend in 243,95 lfd. m Vorbau der Correctionsbuhnen aus Faschinenpackwerk und 5860 lfd. m Coupirung eines zur Verlandung bestimmten Stromschlauchs mittelst Senkfaschinen, zu 70000  $\mathcal{M}$  veranschlagt, und oberhalb Papenburg bei Vellage, bestehend in Herstellung von 18 Buhnen und zu rot. 31200  $\mathcal{M}$  veranschlagt — in 1877 beendet; dagegen sind die Correction der Weser vor Haren behufs Einschränkung des Stromes auf 40 m normale Breite, zu 22000  $\mathcal{M}$  veranschlagt, und zu Lotten bei Wester's Erbe die Correction der Hase durch den Bau von 22 Buhnen, veranschlagt zu 31000  $\mathcal{M}$ , noch unvollendet geblieben.

9) An Nebenflüssen des Rhein's sind Regulierungswerke in der Ausführung begriffen gewesen:

a) an der Lahn: oberhalb Graeveneck, Anschlagss. 11100  $\mathcal{M}$ , unterhalb der Fürfurter Schleuse bis oberhalb Aumenau, Anschlagss. 19600  $\mathcal{M}$ , unterhalb Kalkofen, Anschlagss. 43600  $\mathcal{M}$ , unterhalb Miellen, Anschlagss. 25030  $\mathcal{M}$ , zwischen Steeten und Dehn, Anschlagss. 21100  $\mathcal{M}$ , bei Staffel, Anschlagss. 40000  $\mathcal{M}$ ,

b) am Main: von Okriftel abwärts bis Kostheim, wo der Fluß durch Verlängerung der Buhnen von 120 m auf 105 m Breite eingeschränkt worden ist. Anschlagssumme 46928  $\mathcal{M}$ .

a) an der Mosel unterhalb Alf, Anschlagss. 30300  $\mathcal{M}$ , vor dem Taubengrün und Lehmer Hof, Anschlagss. 18000  $\mathcal{M}$  und bei Moselken, Anschlagss. 17900  $\mathcal{M}$ ; ferner zwischen Zeltingen und Machern Anschlagss. 18500  $\mathcal{M}$ , zwischen Kinheim und Croey, Anschlagss. 25500  $\mathcal{M}$ , bei Wintrich, Anschlagss. 10000  $\mathcal{M}$ . Der Hafen zu Cucs wurde geräumt, der obere Hafendamm verlängert und ein Durchlaß in letzterem angelegt. Anschlagss. 29000  $\mathcal{M}$ .

d) an der Ruhr: Vertiefung des Nord- und Südhafens von  $-0,62$  bis  $-1,26$  m am Ruhrorter Pegel, zu 26100  $\mathcal{M}$  veranschlagt, und Verbesserung der Durchfahrt im Durchstich des Ruhrorter Hafens, Anschlagssumme 13200  $\mathcal{M}$ .

e) an der Saar:

$\alpha$ ) Die Flußregulirung in der Haltung Wehrden umfaßt in der 5250 m langen Strecke vom Wehr bei Louisenthal bis zum Einlauf des Schleusencanals bei Wehrden folgende Arbeiten: 1) Vertiefung des Flußbettes an denjenigen Stellen, wo die durch das Nadelwehr zu bewirkende Hebung des Wasserspiegels nicht genügt zur Erreichung einer Wassertiefe von 2 m; 2) Umbau und Erhöhung der vorhandenen Buhnen bis zur Höhe des Stauwasserstandes; 3) Regulirung und Befestigung der Ufer sowie des Leinpfades. Diese Arbeiten wurden 1875 im September in Angriff genommen und dürften voraussichtlich Juli 1878 vollendet sein. Veranschlagt waren dieselben zu 312500  $\mathcal{M}$ .

$\beta$ ) Mit der Flußregulirung in der Haltung Bous ist Mitte Mai des Jahres 1877 begonnen. Die ungünstigen Witterungs- und Wasserstandsverhältnisse beeinträchtigten wesentlich den Fortgang derselben, doch soll die Fertigstellung der Regulirungsarbeiten auf der 4165 m langen Flußstrecke sowie der noch sehr bedeutenden Räumungsarbeiten bis zum Schlusse des nächsten Jahres erfolgen. Veranschlagt ist diese Strecke zu 225000  $\mathcal{M}$ , und wird deren Regulirung in derselben Weise betrieben, wie in der Haltung Wehrden.

$\gamma$ ) Die Befestigung des rechtsseitigen Ufers der canalisirten Saar in der Haltung Ens Dorf wurde auf den Strecken von der Schwimmschule bis zur alten Brücke bei Saarbrücken und von der Eisenbahnbrücke bei Malstatt bis zur Kohlenhalde bei Louisenthal in 1877 vollendet. Dieselben, resp. 1420 m und 3610 m lang, waren zu 19500  $\mathcal{M}$  und 30000  $\mathcal{M}$  veranschlagt.

$\delta$ ) An der Saar für freie Schifffahrt wurde der Bau des Sommerleinpfades am sog. Rehlinger Walde, 1875 begonnen, im Juli 1877 beendet, Anschlagss. 26400  $\mathcal{M}$ , desgl. im August 1877 der Ausbau des Leinpfades an der Merziger Fähre bis zum Sefferts-Bache bei Merzig, Anschlagssumme 14500  $\mathcal{M}$  \*)

### III. Canalbauten.

In dem Regierungsbezirk Königsberg ist

1) bei dem König Wilhelm-Canal zu Schmelz bei Memel die Einrichtung eines Theils des Hafenbassins zur Aufnahme und Lagerung von Holzflößen, sowie die Einrichtung eines Bauhafens in demselben Bassin für fiscalische

\*) Von den Bauten am Rhein wird im nächsten Jahre ein ausführlicher Rapport erscheinen.

Wasserfahrzeuge (Bagger, Prahme etc.) im April 1877 in Angriff genommen, letztere auch in demselben Jahre fast vollständig beendet. — Der zur Aufnahme von Flößen einzurichtende Theil ist 2710 Ar groß und erhält 10 Abtheilungen, jede von ca.  $75 \times 200$  m Fläche, welche durch Pfahlwände gebildet werden, die aus kiefern, in Abständen von 20 m gestellten Rundpfählen bestehen. Jede der Abtheilungen ist zum Einlenken der Flöße mit einer Duc d'Albe versehen. Von den Kosten, welche zu 140000  $\mathcal{M}$  veranschlagt sind, beansprucht die noch nicht vollendete Herauschaftung der Baggermassen ( $0,94$  m unter Niedrigw.) auf die in der Nähe befindlichen Felder den größten Theil, nämlich ca. 120000  $\mathcal{M}$ . — Der Bauhafen liegt unmittelbar an der Ausmündung des Canals in das Hafenbassin, wo sich auch der Bauhof befindet. Er wird an zwei Seiten durch Pfahlwände abgegrenzt, welche mit einer 8 cm starken, vom Boden ( $1,57$  m unter Niedrigw.) bis zum Hochwasser reichenden Bohlverkleidung versehen sind. Die Baukosten berechnen sich auf ca. 16500  $\mathcal{M}$  (gegen 19500  $\mathcal{M}$  im Anschlage); davon entfallen auf die mit Handbaggern betriebenen Baggerarbeiten etwa 7000  $\mathcal{M}$ .

2) Bei Fischhausen ist der Schloßgraben, der sich in's Frische Haff ergießt, für Fischerfahrzeuge und Haffkähne in ca. 13 m Breite, 2 m bei Mittelwasser tief, bis zu dieser Tiefe auf rot. 450 m in's Haff hinein ausgebagert und durch Anschüttung längs dieser Rinne mit einem 150 m langen und 40 m breiten Lösch- und Ladeplatz versehen. Zum Schutz der Baggerrinne (welche sich längs des Lösch- und Ladeplatzes auf 30 m erweitert) gegen westliche und südliche Winde ist eine 300 m lange,  $0,5$  m über Mittelwasser hohe Steinmole, 1 bis 2 m breit, gebaut, welche aus schräg gerammten Pfählen mit dazwischen gepackten Steinen besteht. Die Steine liegen auf einer Strauchbettung; oben ist die Mole abgepflastert. Der verstärkte Kopf der Mole trägt eine Laterne mit rothem Licht. Für die i. J. 1877 in Angriff genommenen und vollendeten Bauausführungen hat die Anschlagssumme von 41000  $\mathcal{M}$  gerade ausgereicht.

3) An dem Großen Friedrichs-Graben ist der alte Treideldamm von Labiau nach Nemonien bei einem Niveau der Krone von  $+3,20$  m nach Labiauer Pegel für die meisten Hochwasserstände wasserfrei aufgehöhht und dadurch zugleich ein Fahrweg nach der bisher auf längere Zeit in jedem Jahre vollständig unerreichbar gewesenen Gegend bei Nemonien hergestellt. Hiermit im Zusammenhange sind an dem genannten Canal 3 Bassins für Holztriften bei Grabenhof, Agilla und Juwendt angelegt worden. Die dabei gewonnenen Erdmassen dienten zur Aufhöhung des Treideldammes. Der Bau währte seit dem 1. Juni 1871 und sollte am 1. April 1878 vollständig fertig sein. Veranschlagt ist derselbe zu 285538  $\mathcal{M}$ .

An dem im Jahre 1866 begonnenen Bau eines Verbindungsanals zwischen dem Berlin-Spandauer Schifffahrtscanal und der Spree bei Charlottenburg (Berlin), welcher zu 5841000  $\mathcal{M}$  veranschlagt war, wurden die letzten Arbeiten, nachdem der Canal im Frühjahr 1876 dem Verkehr übergeben war, im Frühjahr 1877 beendet. Beim Bau sind pptr. 500000  $\mathcal{M}$  erspart worden.

Im Regierungs-Bezirk Potsdam ist in 1877:

1) der Bau einer Schifffahrtsstraße von Rheinsberg resp. Flecken Zechlin nach dem Paelitz-See be-

gonnen worden, und sind im Laufe des Jahres die Schleuse in Wolfsbrück (mit etwa 0,5 m Gefälle, 5,34 m Weite in den Häuptern, 5,34 m Lichtweite in der Kammer und 45,5 m Länge zwischen den Drempelspitzen, massiv auf Beton, zwischen 20 cm starken Spundwänden, beide Drempel annähernd in gleicher Höhe), ferner vier Brücken von 5,6 m Lichtweite und 3,3 m Lichthöhe über Hochwasser, massiv und mit hölzernem Oberbau ohne Mastendurchlaß, fertiggestellt; ebenso sind auf einzelnen Strecken die Erdarbeiten bereits vollendet. Der Canal erhält 10,5 m Sohlbreite, 1,6 m Normalwasserstand, in untergeordneten Stichcanälen 6 m Sohlbreite, und ist der Bau zu 900000  $\mathcal{M}$  veranschlagt.

2) ist die im December 1876 begonnene Verbesserung der Wasserstrafse Pinnow-Henningsdorf, welche im Sommer 1878 beendet sein dürfte, weiter fortgeführt. Diese Wasserstrafse leidet in Folge von Versandungen an ungenügender Tiefe und sind zu ihrer Verbesserung folgende Bauten angeordnet: a) Vertiefung der Wasserstrafse durch Senkung ihrer Sohle bis auf die Höhe des Oberdrempels der Spandauer Schleuse, in deren Stau sie größtentheils liegt, Verlängerung des Oranienburger Canals bis zum Steindorfer Berge um 2,5 km, und behufs Vermeidung der den Versandungen am meisten ausgesetzten Havelstrecke mögliche Regulirung und Geradelegung der Havel vom Neuendorfer Berge bis unterhalb der Stolper Ziegelei auf 4 km Länge; b) Senkung des Unterdrempels und des Kammerbodens bei den Pinnower Schleusen unter die Höhe des Oberdrempels der Spandauer Schleuse, und zwar bei der älteren Pinnower Schleuse um 0,84 m und bei der neueren Pinnower Schleuse, welche 0,21 m tiefer liegt, um 0,73 m. Gegen die Anschlagssumme ist bei a), wo dieselbe 1060000  $\mathcal{M}$  betrug, eine Ersparniß von 100000 bis 140000  $\mathcal{M}$  in Aussicht, bei b) dagegen, wo sie bei der älteren Schleuse 40000  $\mathcal{M}$  betrug, eine Ueberschreitung von ca. 56000  $\mathcal{M}$  eingetreten; bei der neueren Pinnower Schleuse wird die Anschlagssumme von 90000  $\mathcal{M}$  anscheinend gerade zutreffen.

In dem Regierungsbezirk Bromberg ist

1) die Befestigung der Ufer der Scheitelstrecke des Bromberger Canals, des sogen. langen Trödels, in 1877 begonnen und etwa zu einem Drittel vollendet. Sie geschieht durch Herstellung von Faschinendeckwerken und ist zu 100000  $\mathcal{M}$  veranschlagt. — Ingleichen wurde

2) die Vertiefung der 16 km langen Scheitelstrecke des Bromberger Canals zwischen der 8. und 9. Schleuse 1877 in Angriff genommen und sind zunächst die flachsten, für die Schifffahrt nachtheiligsten Stellen ausgebaggert worden. Die zu 210000  $\mathcal{M}$  veranschlagte Arbeit soll allmählig in 10 Jahren ausgeführt werden, da die Bodenverhältnisse — erweichter Torf und Mergel — wie die Erfahrung in früheren Jahren gelehrt hat, eine schnellere Ausführung nicht rathsam machen.

3) Die Vertiefung und Regulirung der an vielen Stellen ungleichen Sohle des Speisecanals, wofür 11000  $\mathcal{M}$  veranschlagt waren, ist in 1877 etwa zur Hälfte bewirkt worden.

In dem Regierungsbezirk Oppeln ist die im Herbst 1876 begonnene Zuschüttung der früheren Festungsgräben in Cosel, welche in sanitärem Interesse nothwendig geworden war, in 1877 fast vollständig zu Ende geführt; sie beschränkt sich zunächst auf die Erhöhung der Grabensohle der im

Osten und Süden der Stadt befindlichen Wallgräben und war zu 21000  $\mathcal{M}$  veranschlagt.

In der Landdrostei Aurich ist in 1877

1) an dem Canalbau Abelitz-Victorbur-Tannenhäuser Moor, welcher 1873 angefangen und in 1876 bis auf ca. 1075 m vollendet war, nachdem zu der verwendeten Anschlagssumme von 169500  $\mathcal{M}$  noch 51833  $\mathcal{M}$  nachbewilligt worden sind, weiter gearbeitet worden, um ihn auf die veranschlagte Länge von 14718 m auszubauen.

2) ist der Canalbau Spetzerfehn - Vofsberg, eine Abzweigung des Spetzerfehn-Canals, welcher 1873 begonnen, bedingungsgemäß am 1. Decbr. 1877 fertiggestellt. Anschlagss. 122800  $\mathcal{M}$

3) ist der Hauptcanal in Nordgeorgsfehn weitergeführt. Mit den Arbeiten war im Frühjahr 1874 begonnen und sind dieselben bis Ende 1877 so weit gediehen, daß 486 m Canal und sämtliche Entwässerungsgräben zur Austrocknung und Comprimirung des Hauptmoors oberhalb Nordgeorgsfehn im ganzen Bereiche der Baustrecke (3150 m) fertig ausgehoben waren. 413 m Canal sind zunächst weiter in der Ausführung begriffen. Die Anschlagssumme mit Ausschluß der Schleusenbaukosten, welche noch nicht festgestellt sind, betragen 76575  $\mathcal{M}$ .

In dem Regierungsbezirk Trier ist behufs Fortsetzung der Saar-Canalisierung von Louisenthal bis unterhalb Enseldorf (bei Saarlouis):

1) der Schleusencanal in der Haltung Wehrden, dessen Bau im November 1875 begonnen, in 1877 bis auf verschiedene Pflasterungen, Regulirungen und Baggerungen vollendet und am 10. September für den Schiffsverkehr eröffnet. Die Anlage, deren Situation auf Bl. 16 mitgetheilt ist, umfaßt die Ausführung des Schleusen-Ober- und Untergrabens, sowie die Regulirung resp. Erbreiterung und Vertiefung der 750 m langen Flußstrecke zwischen dem Ein- und Auslauf des Schleusencanals, an welchem letzteren (bei Stat. 60,0) die Haltung Bous beginnt. Die Niveaudifferenz des gestauten Wasserspiegels zwischen dem Ober- und Untergraben beträgt 1,7 m, die Wassertiefe in den beiden Gräben 2,2 m, wobei die Sohle des Obergrabens auf Höhe des Schleusen-Oberdrempels, die des Untergrabens 0,2 m unter dem Schleusen-Unterdrempel liegt. Die Sohlenbreite des Schleusencanals beträgt 13,5 m. Die 1½ fache dossirten Böschungen sind unter der in einer Höhe von 0,6 m über dem gestauten Wasserspiegel angeordneten, 1 m breiten Berme, wie diese selbst, mit Kalksteinen, zum Theil auch mit festen Kohlensandsteinen abgepflastert, darüber bis zur Terrainhöhe mit Flachrasen belegt. Der Leinpfad ist auf 4 m Breite regelrecht ausgebaut und bekieset. Es wurden bei der Ausführung im Ganzen durch Abgraben und Sprengen gefördert rot. 58000 cbm Erdmassen und rot. 6000 cbm Kohlensandsteinfelsen (wofür rot. 480 lfd. m Fangedämme errichtet wurden), außerdem noch durch Baggern mittelst Dampfbagger rot. 8000 cbm Erd- und Kiesmassen. Ferner wurden rot. 10000 qm Pflaster und 5000 qm Rasenbelag ausgeführt. Einschließlich der zugehörigen Flußregulirung sind die Kosten der Anlage zu 268500  $\mathcal{M}$  veranschlagt.

2) Auch in der Haltung Bous ist der Schleusencanal, welcher von der Saar bei Stat. 102 rechtsseitig abzweigt und bei Stat. 107 wieder in den Fluß mündet (dessen Bau 1876 im Mai begonnen wurde), in 1877 und zwar

Anfangs November dem Schiffsverkehr übergeben worden. Einschließlich der nöthig gewordenen Uferabgrabungen im Anschluß an das Wehr, welche linksseitig im September vollendet, rechtsseitig um dieselbe Zeit in Angriff genommen wurden, ist die Anlage dieses Schleusencanals zu 193000  $\mathcal{M}$  veranschlagt, welche Summe jedoch voraussichtlich nicht erreicht werden wird, da in Folge von niedrigen Angeboten eine größere Ersparnis zu erwarten ist.

#### IV. Ufermauern, Bohlwerke.

Im Reg.-Bez. Königsberg wurde die im Jahre 1876 aufgeführte Ufermauer am Süderballastplatze zu Memel um 172,5 m verlängert. Diese Ufermauer steht in Stelle eines alten fast ganz verfallenen hölzernen Bohlwerks und erhielt auch dieselbe Richtung, wie dieses, ist aber etwa 7 m weiter hinausgerückt und frei im Haff in 5 m Wassertiefe unter Mittelwasser erbaut, so daß, da etwa 6 m von den Reibepfählen die Wassertiefe schon 7,5 m beträgt, die größten in den Memeler Hafen einlaufenden Schiffe vor der Mauer liegen können. Blatt 16 zeigt einen Querschnitt derselben. — An geeigneter Stelle der Ufermauer ist ein eiserner Lastenkrahn von 250 Ctr. Tragfähigkeit aufgestellt. Die veranschlagte Kostensumme von 170000  $\mathcal{M}$  ist um etwa 1300  $\mathcal{M}$  überschritten worden.

In dem Reg.-Bez. Danzig ist der Bau einer massiven Futtermauer an der nordöstlichen Seite des Hafencanals in Neufahrwasser, welcher 1868 begonnen und seitdem fortgeführt war, bis auf Bagger- und Wegräumungsarbeiten, für welche noch etwa zwei Baujahre in Aussicht genommen sind, in 1877 vollendet worden. Es ist diese Kaimauer an Stelle der alten hölzernen Uferfassung erbaut. Sie hat eine Länge von 1235,3 m und ist auf stehendem Rost ohne Schrägpfähle fundirt. Die Rostpfähle von 8,8 m Länge sind in 3 Reihen und in gegenseitiger Entfernung von 1,57 m angeordnet. Zu der Spundwand wurden 9,1 m lange, 31 cm starke Pfähle verwendet. Die Mauer selbst, aus gespaltenen und gesprengten Feldsteinen in Cementmörtel aufgeführt und mit bearbeiteten, aus Schweden bezogenen Granitsteinen verblendet, hat unten 1,88 m, in der Mitte 1,57 m und oben 1,26 m Stärke und bei mittlerem Wasserstande (+ 3,45 a. P.) vor sich 3,8 m, in 5 m Entfernung 6,3 m Wassertiefe. Es ergibt sich dadurch vor dem Fusse der Mauer eine Anschüttung mit zweifacher Anlage, welche in letzter Zeit durch groben Kies und Steinstücke hergestellt resp. regulirt worden ist. Die Anschlagssumme beträgt 1110000  $\mathcal{M}$ . — An der südlichen Seite des Hafencanals zu Neufahrwasser mußte die nicht genügend fundirte alte Kaimauer vor dem Zollschruppen des Bahnhofes, welche, veranlaßt durch die Rammarbeiten zu der beabsichtigten Herstellung einer Laufbrücke vorlängs derselben und durch Ueberlastung der Hinterfüllung mit Schienen etc., bedeutend auswich, auf rot. 150 m Länge durch eine neue Mauer ersetzt werden. Diese hat genau dieselbe Construction wie die an der nordöstlichen Seite des Hafencanals aufgeführte Futtermauer, nur sind in der dritten Rostpfahlreihe abwechselnd Schrägpfähle mit einer Neigung von 1 : 6 eingerammt worden. Zwischen die Pfähle ist Beton geschüttet. Der Rostbelag ist fortgelassen und die hölzernen Zangen sind durch eiserne Bolzen ersetzt. Einschließlich des Abbruchs der gewichenen Mauer war der

Bau zu 205000  $\mathcal{M}$  veranschlagt; es werden daran ca. 12000  $\mathcal{M}$  erspart werden.

In Berlin ist die am 1. Mai 1877 im Bau begonnene Ufermauer auf dem rechten Ufer der zwischen der Marschall- und Unterbaumsbrücke liegenden Spreestrecke im Laufe des Jahres etwa zu Dreiviertel der Länge fertiggestellt. Hierbei wird die Uferstraße (der sogen. Schiffbauerdamm), welche sich bis dahin mit flacher Böschung in den Fluß verlief, von ca. 9 m früherer Breite auf 15 m verbreitert und dem Spreebett durch Ausbaggerung des Flusses erheblich mehr Breite und Tiefe gegeben. Die Mauer erhält eine bis auf 2,45 m unter dem Nullpunkt des Berliner Dammuhlenpegels reichende Betonfundirung zwischen Spundwänden, deren vordere mit einer Neigung von 1 : 6 geschlagen wurde. Die Verblendung wird aus Porta-Sandstein mit abgefas'ten Horizontalfugen hergestellt, Abdeckplatten und Wassertreppen sind aus schlesischem Granit. Die Hintermauerung geschieht mit Rüdersdorfer Kalkbausteinen und hydraulischem westfälischen Wasserkalkmörtel; nur die obersten Verblendschichten werden mit Ziegelsteinen hintermauert. Gegen die veranschlagte Summe von 330000  $\mathcal{M}$  sind die Baukosten um pp. 90000  $\mathcal{M}$  zurückgeblieben.

In dem Reg.-Bez. Stettin ist der Bau eines 107 m langen Bohlwerks an der Nordwestseite des Bauhafens zu Swinemünde im Laufe des Jahres 1877 fertiggestellt, ingleichen sind von einer 140 m langen Verlängerung des Bohlwerks auf der Westseite der Swine unterhalb des gedachten Hafens 85 lfd. m vollendet worden. Das letztere Bohlwerk besteht aus einer 20 cm starken Spundwand, deren Pfähle 8,5 m Länge haben. Vor der Spundwand, welche unter Mittelwasser abgeschnitten und mit Gurtungshölzern versehen wird, sind, 1,33 m von einander entfernt, 11,5 m lange, 35 cm starke Gordungspfähle, 1 : 8 geneigt, eingerammt und in Höhe von 1,5 m über Mittelwasser verholmt. An die Gordungspfähle ist 1 m über Mittelwasser der Brustriegel angebolzt. Die Verankerung besteht aus je 2 Ankerpfählen mit dahinter liegendem Riegel und der eisernen, 8 m langen, 52 mm starken Ankerstange. Die Anker liegen in Höhe des Mittelwassers 4 m von einander entfernt, so daß jeder dritte Gordungspfahl gefast wird. Ueber der Spundwand bis zum Holm werden 8 cm starke Hintersetzbohlen gegen die Pfähle genagelt und die Fugen durch Schwarten gedeckt. — Die Construction des erstgenannten Bohlwerks ist ähnlich, nur ist statt einer Spundwand eine Stülpwand gewählt, auch sind die Anker fortgeblieben, weshalb die Bohlwerkspfähle mit  $\frac{1}{4}$  Anlauf eingerammt wurden. Für dieses Bohlwerk waren 14000  $\mathcal{M}$ , für das andere 50200  $\mathcal{M}$  veranschlagt, d. i. pro lfd. m resp. 130 und 358,57  $\mathcal{M}$ .

In dem Reg.-Bez. Cöslin ist bei dem Rügenwaldermünder Hafen vor dem Hemptenmacher'schen Grundstück mit dem Bau eines 216,5 m langen Bohlwerks im December 1877 begonnen worden. Dasselbe wird aus 26/26 cm starken Bohlwerkspfählen mit 0,16 m starker Spundwand erbaut, für eine Wassertiefe von 5 m eingerichtet, und bezweckt, der Fahrrinne oberhalb der Portalbrücke über die Wipper stromaufwärts eine ausreichende Breite zu geben. Veranschlagt sind dafür 56350  $\mathcal{M}$ . — In dem Stolpmünder Hafen wurde im Juli 1877 mit der Herstellung einer 200 m langen Kaimauer am Winterhafen und der Ausbaggerung des letzteren begonnen. Die Mauer wird auf

Pfahlrost mit Betonverfüllung hinter einer Spundwand fundirt und von gesprengten Granitsteinen in Cementmörtel gemauert; sie ist bestimmt, den Eisenbahnverkehr mit dem Schiffsverkehr zu vermitteln. Die Ausbaggerung im Winterhafen bezweckt, demselben eine gröfsere Ausdehnung zu geben und ihn bis auf 5 m unter Mittelwasser zu vertiefen. Die ganze Bauausführung wird voraussichtlich bis zur Betriebseröffnung der Eisenbahn Stolpmünde-Stolp vollendet werden können und ist zu 128400  $\mathcal{M}$  veranschlagt.

#### V. Schleusen, Wehre.

In dem Reg.-Bez. Königsberg, Wasserbauinspektion Zölp, ist der im April 1876 begonnene Bau der fünften geneigten Ebene des Oberländischen Canals bei Neu-Kufsfeld weitergeführt worden. Diese geneigte Ebene wird in Stelle von fünf alten unbrauchbar gewordenen hölzernen Schiffschleusen, welche zusammen 13,81 m Gefälle haben, nach dem Muster der bereits am Oberländischen Canal bestehenden vier geneigten Ebenen erbaut, nur darin abweichend, dafs der Motor eine Turbine und nicht, wie bei jenen, ein Wasserrad ist. Der zu 768416  $\mathcal{M}$  veranschlagte Bau wird voraussichtlich im Sommer 1879 vollendet werden.

In dem Reg.-Bez. Gumbinnen ist der Kammerschleusenbau zu Guszianka, welcher zur schiffbaren Verbindung des oberhalb gelegenen Guszin-See's mit dem Beldahn-See dient, zwischen welchen eine Differenz von 2,0 m in den Wasserstandshöhen stattfindet, im Juli 1877 begonnen. Die Gesamtlänge der aus Holz construirten Schleuse beträgt 55,7 m, die Lichtweite zwischen den Thorständen 7,5 m, die Höhe der Seitenwände im Oberhaupt 3,8 m, in der Kammer 4,9 m, im Unterhaupt 5,2 m resp. 6 m. Alle Holztheile unter dem niedrigsten Wasserstande sind von Kiefern-, die darüberliegenden von Eichenholz. Die Kosten sind zu 48500  $\mathcal{M}$  veranschlagt. Die Vollendung des Baues war für Juli 1878 vorgesehen.

In dem Reg.-Bez. Potsdam sind die folgenden Schleusenbauten der Hohensaathen-Spandauer Wasserstrafse im Jahre 1877 dem Betrieb übergeben worden:

- 1) Zweite Schleuse bei Stechen (Finow-Canal), begonnen im Septbr. 1875, zweischiffig, Anschlagss. 460000  $\mathcal{M}$ ,
- 2) Zweite Schleuse bei Ragöse (Finow-Canal), begonnen 1876, zweischiffig, Anschlagss. 346600  $\mathcal{M}$ ,
- 3) Zweite Schleuse bei Drahthammer (Finow-Canal), begonnen im Juni 1876, zweischiffig, Anschlagss. 570000  $\mathcal{M}$ ,
- 4) Zweite Schleuse bei Oranienburg (Oranienburger Canal), begonnen im Winter 1875/76, zweischiffig, Anschlagssumme 608400  $\mathcal{M}$ .

Im Jahre 1877 sind ebenda am Finow-Canal folgende zweite zweischiffige Schleusenbauten begonnen: bei Leesenbrück, Anschlagss. 365000  $\mathcal{M}$ , bei Ruhlsdorf, Anschlagss. 454000  $\mathcal{M}$  und bei Zerpenschleuse, Anschlagss. 345000  $\mathcal{M}$ .

Alle die genannten Schleusenanlagen haben dieselben Kammerdimensionen und gleiche Construction; sie sind in der Kammer 41,07 m lang, 9,6 m breit, haben ein rot. 2 m hohes Betonfundament und sind im Mauerwerk aus Ziegeln mit Klinkerverblendung in Cementmörtel ausgeführt. Die der Abnutzung am meisten ausgesetzten Ecken, sowie die Drempeleinschlagsteine und die Umlaufsteine sind aus Granit hergestellt, die Ober- und Unterthore der Schleusen mit

Schützvorrichtungen von Holz construiert. Gegen die Anschlagssummen wurden erspart: bei 1) und 2) je 180000  $\mathcal{M}$ , bei 3) 250000  $\mathcal{M}$  und bei 4) 130000  $\mathcal{M}$ . Die Ersparnis zu 3) war deswegen eine so grofse, weil hier bei den andern Schleusenbauten erübrigte Materialien in erheblicher Menge verwendet worden sind.

Aufser diesen Schleusen wurde in 1877 der Bau einer Freiarche bei Zerpenschleuse am Finow-Canal in Angriff genommen und vollendet; dieselbe ist auf Pfahlrost fundirt, aus Ziegeln mit Klinkerverblendung erbaut und mit einer einzigen Schützöffnung von 1,6 m Lichtweite versehen. Gegen die Anschlagssumme von 33000  $\mathcal{M}$  hat die Ausführung rot. 15000  $\mathcal{M}$  weniger beansprucht. — Ferner sind Schleusen-Reparaturbauten vorgenommen worden: an der gekuppelten Stadtschleuse in Templin, Anschlagss. 27000  $\mathcal{M}$ , an der Schifffahrtsschleuse zu Brandenburg a/H., Anschlagss. 30000  $\mathcal{M}$ , und an der Rosenbecker Schleuse am Werbellin-Canal, Anschlagss. 22000  $\mathcal{M}$ .

In dem Reg.-Bez. Breslau ist der seit dem Jahre 1874 in der Ausführung begriffen gewesene Neubau der Bürgerwerderschleuse in Breslau in 1877 soweit vollendet worden, dafs er im Frühjahr 1878 dem Betriebe übergeben werden konnte. Die neue Schleuse soll die i. J. 1794 in Holz erbaute alte Schleuse ersetzen. Sie ist eine zweischiffige, in der Kammer 40 m lang, 9,40 m breit, in den Häuptern 5,34 m breit, und hat bei gewöhnlichem Wasserstande 3,50 m Gefälle. Sie ist massiv in Klinkern und Cementmörtel auf 2,25 m starkem Betonboden erbaut, die Drempeleinschlagsteine von Granit, die Wendenischen von Gufseisen, mit Umläufen im Oberhaupt und Brücke über dem verlängerten Unterhaupt. Die auf 857100  $\mathcal{M}$  berechnete Baukostensumme wird voraussichtlich zutreffend sein.

In dem Landdrostei-Bezirk Lüneburg ist an dem Bau einer neuen gröfseren Schleuse für den Hafen zu Harburg, mit welchem im December 1875 begonnen worden ist, in 1877 weiter gearbeitet worden, und zwar wurde die Betonirung der Baugrube Ende August in Angriff genommen und im December vollendet. Die Anschlagssumme beträgt 2274000  $\mathcal{M}$ .

In dem Reg.-Bez. Trier, bei der Fortsetzung der Saar-Canalisierung von Louisenenthal bis unterhalb Ens Dorf, ist sowohl die Schleuse in der Haltung Wehrden, im Juni 1875 begonnen und zu 160000  $\mathcal{M}$  veranschlagt, als auch die Schleuse in der Haltung Bous, welche im April 1876 begonnen und zu 137000  $\mathcal{M}$  veranschlagt ist, mit denselben Dimensionen und in derselben Anordnung erbaut, wie die Schleusen bei Saarbrücken und Louisenenthal. Danach beträgt die Gesamtlänge jeder Schleuse 55,60 m, die Länge der Schleusenammer 40,81 m, deren Lichtweite 6,60 m, das durch die Schleuse zu überwindende Gefälle 1,70 m, die Höhendifferenz zwischen Ober- und Unterdrempeleinschlagsteine 1,50 m. Das Fundament ist Kohlensandsteinfelsen; das Mauerwerk besteht aus Buntsandstein-Bruchstein und Trasmörtel mit äufserer Verblendung von Landstuhler Quadern an den Häuptern und Wendenischen und von Kalkstein-Möllons an den übrigen sichtbaren Flächen. Da die Schleuse bei Wehrden die Provinzialstrafse von Völklingen nach Saarlouis durchbricht, so war hier die Anordnung einer Ueberbrückung erforderlich, welche behufs Erzielung einer möglichst hohen Durchfahrtsöffnung mit eisernem Ueberbau versehen wurde.

In der Landdrostei Hildesheim ist der Bau einer Schiffsschleuse und eines festen und beweglichen (Nadel-) Wehrs in der Werra bei Münden, verbunden mit der Regulirung der Werra-Ufer, im Winter 1877 begonnen worden. Es befindet sich nämlich an der vor dem Weser-Ursprung belegenen, von der Werra und Fulda eingeschlossenen Landspitze bei Münden eine Insel, deren oberer Theil von den beiden Werra-Armen begrenzt wird; der rechte Arm enthält eine fiscalische Mühlenanlage, die Wasserkraft in dem linken Arme wurde bisher durch Privatleute ausgenutzt. Die für diese Anlagen nöthigen Wehre versperrten die ganze Breite der Werramündung für die Schifffahrt, weshalb an Stelle des als Nothbehelf bisher benutzten Schiffsdurchlasses die Anlage einer Schiffsschleuse erforderlich wurde. Dieselbe erhält ihren Platz in dem linken Arm der Werra mit Anschluß an die Insel, während zwischen der Schleuse und der gegenüberliegenden Kaimauer ein Freigerinne den bisherigen Zustand im Allgemeinen zu erhalten bestimmt ist. Dieses soll zur besseren Regelung der Wasserhältnisse mit einem Nadelwehr ausgestattet werden. Zugleich soll das an der obereren Inself Spitze befindliche alte feste Wehr, welches das Werrawasser dem linken Flusarme zuweist, durch eine festere Anlage ersetzt und so viel erhöht werden, daß dadurch für die Schleuse ein Stau von 2,04 m hervorgerufen wird. Die Befestigung der Schleuseneinfahrt wird durch eine Futtermauer, die der Ausfahrt durch eine Böschung mit Fuß von Faschinen bewirkt. Fundamente und Seitenwände der Schleuse sowie des Nadelwehrs werden massiv, aus Bruchsteinen in verlängertem Trafmörtel, die Schleusenthore von Holz, die Böcke des Nadelwehrs von Schmiedeeisen hergestellt, der Schleusenboden mit Platten, der Abschlußboden des Nadelwehrs mit großen bearbeiteten Bruchsteinen abgedeckt. Die Gesamtkostensumme ist zu 420000  $\mathcal{M}$  veranschlagt.

In der Landdrostei Osnabrück ist von dem i. J. 1876 begonnenen Umbau des hölzernen Ems-Wehres zu Hanckenfähr in ein steinernes i. J. 1877 die linksseitige Hälfte fertiggestellt. Die Länge zwischen den beiden massiven Uferpfeilern incl. Freifluth beträgt 83,17 m; die Krone des Wehrrückens kommt auf + 2,825 m des Wehrpegels zu liegen. Das Fundament besteht in einer 1,1 m starken Betonschicht aus Cement, das Mauerwerk aus Bruchsteinen in Cement, mit schweren Hausteinen bekleidet. Der sich anschließende breite Abflußboden wird aus großen Pflastersteinen hergestellt. Veranschlagt ist der Umbau zu 121500  $\mathcal{M}$ .

In dem Reg.-Bez. Wiesbaden wurde die im Juli 1876 begonnene Reparatur und Erhöhung des Wehres bei Kirschhofen an der Lahn nebst Anlage eines neuen Unter-Wehres im October 1877 vollendet. Der Bau, auf dessen Fortgang Hochfluthen sehr wesentlichen Einfluß gehabt hatten, ist für die Anschlagssumme von 36300  $\mathcal{M}$  ausgeführt worden.

Bei der schon erwähnten Fortsetzung der Saar-Canalisierung im Reg.-Bez. Trier sind die beiden Wehre in den Haltungen Wehrden und Bous als Nadelwehre nach dem Muster der Wehre in der oberen Saar construirt. Dieselben haben je 2 Oeffnungen à 29 m Lichtweite; der Wehrrücken, welcher 0,3 m höher als der Schleusen-Oberdrempe liegt, besteht aus 9 Quadersteinschichten und hat eine Untermauerung aus Bruchstein in Trafmörtel erhalten. Das

Sturzbett hinter dem Wehrrücken wurde aus möglichst großen Kalksteinen geschüttet und mit ebensolchen Steinen abgepflastert. Die Landpfeiler bestehen aus Bruchsteinmauerwerk mit äußerer Quaderverblendung und erheben sich 1,0 m über der gestauten Wasserfläche. Der Mittelpfeiler ist, abweichend von den Wehren der oberen Saar, mit einer Fischleiter versehen. Die Wehrböcke sind ähnlich wie diejenigen an der Mosel bei Metz construirt. Das Wehr in der Haltung Wehrden wurde im Juli 1876 begonnen und ist im November 1877 vollendet worden. — Mit der Ausführung des Nadelwehres in der Haltung Bous ist erst Ende Mai 1877 begonnen, und war dieselbe, analog derjenigen zu Wehrden, derart disponirt, daß zunächst der linksseitige Landpfeiler mit einem anschließenden Stück Wehrrücken innerhalb der Ausschachtung im alten Ufer ausgeführt und gleichzeitig die linksseitige Wehrhälfte sammt dem Mittelpfeiler mit einem Fangedamm umschlossen wurde. Nach Vollendung der Maurerarbeiten daselbst wurde der rechtsseitige Landpfeiler aufgemauert und mußte alsdann die Fertigstellung des Schleusencanals abgewartet werden, um den Schiffsverkehr durch denselben leiten zu können. Demnächst wurde eine Steinschüttung durch die Saar oberhalb der rechtsseitigen Baugrube im Anschluß an den fertiggestellten Mittelpfeiler ausgeführt, in deren Schutz der Fangedamm für die zweite Wehrhälfte hergestellt ist. — Die Baukosten beider Wehre sind zu 96000 und zu 104600  $\mathcal{M}$  veranschlagt.

#### VI. Brücken.

In dem Reg. Bez. Potsdam wurde in 1877 die hölzerne Brücke bei Baumgartenbrück oberhalb Werder in der Aufzugsvorrichtung und den Durchlaßjochen erneuert. Bei dem festen mergeligen Untergrund konnten die Pfähle nur mittelst einer Dampfkuustramme unter Anwendung eiserner Schuhe eingetrieben werden; desgleichen war bei dem tiefen Wasser und der Breite der Havel die Herstellung des interimistischen Fahrtrajects nicht ohne Schwierigkeiten. — An der Anschlagssumme von 24000  $\mathcal{M}$  sind ca. 1300  $\mathcal{M}$  erspart worden.

In dem Reg. Bez. Frankfurt a/O. ist der Neubau der Brücken über die Warthe bei Cüstrin und damit in Verbindung die Verlegung der Straße von der Wallgrabenbrücke vor dem Zorndorfer Thore bis zur kurzen Vorstadt (auf ca. 900 m Länge) begonnen. Hierbei wird die Ausführung folgender Bauwerke erfordert: 1) ein neues offenes Thor in dem äußeren Erdwalle der Festung, 2) eine 4 m weite gewölbte Brücke über den äußeren Festungsgraben (sogen. Königsgraben), 3) ein neuer Niveauübergang über die Breslau-Schweidnitz-Freiburger Eisenbahn, 4) die Wartheffluthbrücke mit 3 Oeffnungen von je 20 m Lichtweite, 5) die Warthestrombrücke mit 5 Oeffnungen von resp. 38 m,  $2 \times 34$  m und  $2 \times 30,5$  m Lichtweite. — Davon ist die gewölbte Brücke ad 2) fertiggestellt, ferner sind sämtliche Pfeiler der Fluthbrücke ganz, die Pfeiler 1 — 3 der Strombrücke bis zum Kämpfer aufgemauert. Beide Brücken von 11 m lichter Breite erhalten als Oberbau schmiedeeiserne Bogenconstruction (8 Bogenträger unter der Brückenbahn in Abständen von je 1,5 m von Mitte zu Mitte, Pfeilhöhe bei den Bögen der Strombrücke  $\frac{1}{13}$  der Spannweite, Höhe der Construction im Scheitel = 0,48 m, wovon 0,20 m auf die 7,50 m breite Fahrbahn, 0,28 m auf die eisernen Bögen ent-

fallen). Im Anschlage sind die Constructionen des Massivbaues zu 448500  $\mathcal{M}$ , die Eisenconstructionen zu 417000  $\mathcal{M}$ , Erdarbeiten und Bauleitung zu 206000  $\mathcal{M}$  berechnet. Gesamtanschlagssumme 1071500  $\mathcal{M}$ .

In dem Reg. Bez. Bromberg hat der Bau einer Brücke über die Netze bei Czarnikau im Juli mit der Herstellung der Interimsbrücke begonnen und wurden im Verlauf des Jahres die Spundkästen für die beiden Mittelpfeiler gerammt und die Betonirung in dieselben eingebracht. Die beiden Seitenöffnungen von 15,4 m Lichtweite werden mit eisernen 7,3 m von Mitte zu Mitte entfernt gelegten Parabelträgern überspannt, während zwischen den beiden Mittelpfeilern von 1,8 m Stärke über der 8,2 m weiten Mittelöffnung eine zweiseitige Aufzugsvorrichtung in Eisenconstruction zum Durchlassen der Schiffe eingebracht wird. Die Fahrbahn, 4,98 m breit, erhält ein auf eiserne Buckelplatten gelegtes Pflaster, die beiden Fußwege von 1,16 m Breite erhalten Bohlenbelag. Die Baukosten sind zu 104000  $\mathcal{M}$  veranschlagt. — Gleichzeitig wurde der Neubau der Brücke über die obere Brahe bei Lenczysko in Angriff genommen und in 1877 so weit vollendet, daß sie im December dem Verkehr übergeben werden konnte. Dieselbe hat zwei Strom- und zwei Landpfeiler aus Granitsteinen auf Betonfundirung, zwei Oeffnungen, jede von 8,7 m, eine von 9,6 m Weite und einen Oberbau, welcher aus 5 Stück verdoppelten Balkenträgern mit kiefernem Halbholz-Unterbelage und 6 cm starkem eichenen Oberbelag besteht. Die Fahrbahn zwischen den hölzernen Geländern hat 5 m Breite. Anschlagss. 25000  $\mathcal{M}$ .

In dem Reg. Bez. Liegnitz ist die durch Hochwasser im Frühjahr 1876 zerstörte gewölbte 5 m weite Tscharnbrücke bei Neusalz a/O. durch einen Neubau ersetzt. Letzterer ist als Hängewerks-Doppelbock von 13 m Weite zwischen massiven Stirnmauern construiert. Die Breite der Brückenbahn zwischen den Hängewerken beträgt 6,3 m, der 3,2 m breite Oberbelag der Fahrbahn besteht aus eichenen Bohlen. Anschlagss. 20800  $\mathcal{M}$ .

In dem Reg. Bez. Magdeburg sind zwei Brücken über den Plauer Canal, bei Hagen und bei Cade, beide im Baukreis Jerichow II, bis zum Aufbringen des eisernen Ueberbaues in 1877 fertiggestellt. Die Stirnpfeiler sind auf Betonschüttung zwischen Spundwänden aus Bruchsteinen aufgeführt. Der 4 m über dem Normalwasserstande angeordnete eiserne Ueberbau besteht aus 2 Gitterträgern mit eisernen Brückenbalken. An der innern Seite jedes Pfeilers liegt 1 m über dem Normalwasserstande eine hölzerne Leinpfadbrücke, welche einerseits auf dem Mauerbanquett, andererseits auf eichenen Pfählen ruht. Gegen die Anschlagssumme von 47500  $\mathcal{M}$  für jede Brücke ist wegen der bei den Submissionen erzielten theilweise sehr niedrigen Einheitspreise eine entsprechende Ersparnis zu erwarten.

In dem Reg. Bez. Merseburg ist der Bau der Brücke über die Mulde bei Düben, im August 1876 begonnen, im October 1877 vollendet worden. Die Brücke hat zwei Oeffnungen von je 34,4 m Lichtweite; Land- und Mittelpfeiler stehen auf 2 m starker von Spundwänden umgebener Betonschicht und sind in den Fundamenten von Bruchsteinen, im aufgehenden Mauerwerk aus Mauersteinen mit Quaderverblendung in Cementmörtel aufgeführt. Der Oberbau besteht aus je 2 schmiedeeisernen Längsträgern Schwedler'schen Systems, welche in der Mitte 4 m hoch und in 9 Felder

von je 4 m Lichtweite eingetheilt sind. Die Hauptquerträger liegen 4 m von einander entfernt; die Nebenquerträger 1 m. Die 5 m breite Fahrbahn ist aus auf den eisernen Trägern ruhenden Buckelplatten mit 10 cm starker Betonschicht und 4 cm starker Asphaltlage darüber gebildet. Letztere ist mit eingepreßten vertieften Rillen versehen, welche Quadrate von 10 cm Seite bilden. Die Fußwege außerhalb der Längsträger, von 2 m Breite, bestehen aus Holzbelag, welcher auf eisernen Consolen mit darübergestreckten hölzernen Längsbalken ruht. — Besondere Schwierigkeiten beim Bau bot eine ca. 2 m unter gewöhnlichem Wasserstande vorgefundene Packwerks- und Faschinenlage, wegen welcher die Baugruben unter größter Vorsicht leer gepumpt werden mußten, um die Vertiefung derselben für die Spundwände durch directes Loshacken der Hindernisse bewirken zu können. Ebenso bereitete das beim Mittelpfeiler nothwendige Herausziehen einer Anzahl alter Pfähle große Schwierigkeiten und Unkosten. Trotzdem sind ca. 20000  $\mathcal{M}$  gegen die Anschlagss. von 210000  $\mathcal{M}$  erspart worden.

In dem Reg. Bez. Minden hat an der Weserbrücke bei Höxter durch Entfernung eines Strompfeilers eine Erweiterung des Fahrjoches auf 28,9 m Lichtweite stattgefunden. Der unter jenem Strompfeiler vorhandene Pfahlrost wurde mittelst Dynamit beseitigt. Die über 2 Fahrjoch der alten Brücke hinweg reichende neue Brücke ist von schmiedeeisernen Parallelträgern hergestellt, zwischen denselben sind Querträger mit Buckelplatten und dann gewöhnliches Steinpflaster auf letzteren ausgeführt. Zum Aufstellen des eisernen Oberbaues war es erforderlich, neben 4 Brückenjochen eine interimistische Holzbrücke zu erbauen. Anschlagss. 84200  $\mathcal{M}$ .

In dem Reg. Bez. Cassel ist der Bau der Weserbrücke bei Rinteln im März 1877 mit der Herstellung einer Interimsbrücke über den Weserstrom begonnen und im December desselben Jahres vollendet worden. Die Brücke hat 7 Oeffnungen von 17,014 bis 17,275 m Lichtweite und eine Gesamtlänge zwischen den Widerlagern von 136,233 m. Die Pfeiler der alten Brücke mußten bis auf einige Schichten über Null am Pegel abgebrochen und neu aufgeführt werden. Für den Oberbau ist eine schmiedeeiserne Bogenconstruction gewählt. Die Horizontalgurtungen über den Bogenrippen sind mit Zorès-Eisen überdeckt und deren Zwischenräume mit Beton ausgefüllt; darüber ist eine Chausurung in Cement gelegt. Die Trottoirs sind mit Bohlen abgedeckt, diese mit Asphaltfilz überzogen und darauf 2 Schichten Asphalt, jede zu 1 cm stark, aufgetragen. Gegen die Anschlagss. von 219600  $\mathcal{M}$  sind rot. 25000  $\mathcal{M}$  erspart worden. — Auch der Bau der Lahnbrücke bei Bellnhäusen im Kreise Marburg ist im Frühjahr 1877 begonnen; die Brücke sollte aber erst Anfangs 1878 fahrbar werden. Sie ist aus Sandsteinquadern erbaut, und zwar mit 3 Flachbögen, von denen zwei je 14,5 m, einer 20 m weit ist. Die Pfeiler sind auf Betonschüttung gestellt, welche von Bohlwänden eingefasst ist. Die voraussichtlich zutreffende Anschlagss. beträgt 160000  $\mathcal{M}$ .

In dem Reg. Bez. Düsseldorf ist mit Herstellung des Unterbaues einer neuen Drehbrücke im Zuge der Ruhrort-Duisburger Chaussee zu Ruhrort der Anfang gemacht worden. Die Brücke soll zwei Oeffnungen von je 10,5 m Lichtweite, einen Drehpfeiler von 8,24 m Durchmes-

ser und zwei Landpfeiler von je 3,5 m Breite erhalten. Die Fundirung geschieht durch ein 2 m starkes Betonbett, dessen Sohle auf — 2 m am Ruhrorter Pegel liegt, während die Sohle des künftigen Hafengebassins auf — 1,25 m am R. P. liegen wird. Die Pfeiler werden bis + 10,6 m R. P. aus Ziegelsteinen in Traßmörtel mit Einfassung von Basaltquadern aufgeführt.

#### VII. Dampfschiffe und Dampffähr-Anlagen.

In dem Reg. Bez. Danzig, Hafen-Bauinspektion Neufahrwasser, ist der Bau des Lootsendampfers „Dove“ im August 1877 in Angriff genommen. Das Schiff war bis zum Ende des Jahres beplattet und mit Deck versehen. Es ist ein Schraubendampfer, von Eisen gebaut, welcher nur Lootsenzwecken dienen soll, über Steven gemessen 30 m lang ist, in der Wasserlinie eine größte Breite von 5,65 m und hinten einen Tiefgang von 3,45 m hat; die Bordhöhe beträgt vorn 2,2 m, 1,20 m und hinten 1,60 m. Das Schiff hat eine Compound-Maschine von 220 indicirten Pferdekraften, mit 2 Cylindern von 800 und 440 mm Durchmesser, 500 mm Hub und 90 Umdrehungen in der Minute. Der Durchmesser der Schraube ist 2400 mm. Der Kessel arbeitet mit einem Ueberdruck von 6 Atmosphären. Zu der Contractsumme von 113600  $\mathcal{M}$  treten für dabei nicht vorgesehene Beschaffungen und Ausrüstungsgegenstände noch ca. 1000  $\mathcal{M}$  hinzu.

In dem Reg. Bez. Marienwerder wurde im April die Anlieferung eines auf der Schichau'schen Werft in Elbing erbauten Dampf-Bugsirbootes für die Weichsel bewerkstelligt. Dasselbe ist von Eisen und in der Wasserlinie 22,0 m lang; die größte Breite beträgt 3,6 m, die Höhe 2,15 m, der größte Tiefgang 690 mm. Es besitzt eine 2 cylindrige Compound-Maschine, welche 80 Pferdekraften indicirt, und hat in der Ausführung 34900  $\mathcal{M}$ , gegen 37500  $\mathcal{M}$  im Anschlage, gekostet.

In dem Reg. Bez. Schleswig, Baukreis Steinburg-Rendsburg, wurde das 1876 im Bau begonnene Leuchtfeuerschiff für die Eidermündung im Mai 1877 vollendet. Es ist vom besten Eichenholz gebaut, im Kiel 28,6 m, über Deck 30,4 m lang, 7,0 m breit, von den Bauchdielen bis unter den niedrigsten Decksbalken 3,5 m tief und als dreimastiger Schooner ohne Raen betakelt. An dem Mittelmaße werden 3 Laternen mit Linsenfeuern aufgehüst. Gegen die Anschlagssumme von 120000  $\mathcal{M}$  sind die Ausführungskosten um ca. 16000  $\mathcal{M}$  zurückgeblieben.

In demselben Regierungsbezirk, Baukreis Eiderstedt, wurde im Mai 1877 der Bau der Dampffähr-Anlage bei Tönning in Angriff genommen. Diese Anlage erfordert a) auf der Tönninger Seite: 1) Herstellung eines 5 m breiten, 26 m langen Fährdammes, mit Steindecke auf den Böschungen und Granitpflasterung auf der Krone; 2) Herstellung einer 49 m langen Holz-Jochbrücke von 5 m Breite mit Eisbrecher und Endjoch; 3) Herstellung einer beweglichen eisernen Brücke von 25 m Spannweite; 4) Herstellung eines eisernen Pontons; 5) Rammung von 4 Stück Duc d'Alben aus je 9 Pfählen nebst Eisbrechern, zur Sicherung des Pontons resp. der beweglichen Brücke; 6) Herstellung einer Fußgängerbrücke von 1,75 m Breite über den Hafen; 7) Verbreiterung und Anpflasterung der Zufahrtstraße von 8,2 resp. 6,0 m Breite. Ferner b) auf der Karolinenkoogs-Seite: 8) Herstellung eines 159 m langen Bohlwerkes mit

Flügeln von je 20 m, nebst Chaussirung von 50 m Breite; 9) Herstellung eines Schutzdeiches zur Verbindung der Station Karolinenkoog mit dem Bohlwerke. Der Schutzdeich ist mit einer Steindecke am Fulse ausgestattet. 10) Erbauung zweier Fährdampfschiffe von 12 resp. 40 nominellen Pferdekraften. — Die feste Brücke und das Bohlwerk haben eine Höhenlage von 1,27 m über ordinärer Fluth. — Die ausgedehnten Zimmer-, Pflaster-, Steinsetzer- und Erdarbeiten zu den vorbezeichneten beiderseitigen Uferanlagen sind in 1877 nahezu ausgeführt; dagegen blieben die Fährdampfschiffe und die bewegliche eiserne Brücke nebst Ponton noch zu beschaffen. Veranschlagt ist die Anlage zu 460000  $\mathcal{M}$ .

#### VIII. Dampfbagger und Prahme.

In dem Reg. Bez. Magdeburg ist seitens der Elbstrombau-Verwaltung in 1877 die Anschaffung von 3 eisernen Dampfbaggern (Goliath, Neptun und Centaur) erfolgt. Die Bagger sind ganz aus Eisen construiert, 30 m lang, 6 m breit, und haben mit vollständiger Ausrüstung, gefülltem Kessel und vollen Kohlenbunkern 0,8 m Tiefgang. Die Höhe des Schiffkörpers von Unterkante Spanten bis Oberkante Decksbalken beträgt 2,3 m, die Länge der Lünne 10 m, ihre Breite 1,5 m. Am hintern Ende ist durch ein wasserdichtes Schott ein Wasserreservoir als Gegengewicht zur Eimerleiter gebildet. Die vorderen Enden des Schiffes sind behufs größerer Tragfähigkeit nicht abgerundet, sondern kantig geformt. Die größte Wassertiefe, bis zu welcher die Bagger arbeiten können, beträgt 3,0 m und haben die Leitern bei dieser Tiefe eine Neigung gegen den Horizont von ca. 50 Grad. Der Vorstand der Baggerleiter in montirtem Zustande beträgt ca. 1 m. Die Drehachse der Eimerleiter liegt 6,15 m über Wasser mit Rücksicht auf eine angebrachte Vorrichtung zum Kiessieben. Lagerbock und Gerüst der Eimerleiter sind zum Niederlegen eingerichtet, um die Elbbrücke auch bei höheren Wasserständen noch passiren zu können. Die Schüttrinnen sind 32 Grad gegen den Horizont geneigt angelegt. Die Maschinenstärke beträgt 12 nominelle Pferdekraften und der Kohlenverbrauch pro Stunde und nom. Pferdekraft 4 kg bester Steinkohle. Mit jedem Bagger sind im Sandboden und groben Kies pro Stunde und nom. Pferdekraft 4,5 cbm zu heben. Verdungen sind die 3 Bagger mit in Sa. 130500  $\mathcal{M}$ ; das Inventar wird noch etwa 16000  $\mathcal{M}$  erfordern. — Außerdem wurden angeliefert: 1) 9 Stück hölzerne Seitenklappen-Prahme von 22 m Länge, 4,2 m größter Breite und 1,5 m Bordhöhe, mit jederseits 4 Klappen. Sie haben eine Tragfähigkeit von reichlich 20 cbm Baggerboden und kosteten, einschließlic 900  $\mathcal{M}$  für Inventar, 34650  $\mathcal{M}$ , während sie excl. Inventar zu 40500  $\mathcal{M}$  veranschlagt waren; 2) 18 Stück eiserne Seitenklappen-Prahme, deren größte Länge von Steven zu Steven 23,7 m und deren obere Breite 3,9 m beträgt. In der Mitte der Prahme geht ein 50 cm hoher Blechträger als Kielschweif zur Längsverstärkung von Steven zu Steven durch. Jeder Prahm ist durch 6 eiserne Schottwände über dem sogen. „Sargdeckel“ (dem doppelten Boden) in 7 Abtheilungen getheilt, von denen außer dem doppelten Boden nur die beiden Endfächer als tragende Luftkästen dienen, während die 5 Mittelfächer zur Belastung gebraucht werden. Die Tragfähigkeit jedes Prahmes beträgt à 20 cbm. Bei diesen 18 Prahmen, deren Herstellung an zwei verschiedene Fabriken

vergeben war, sind an 12 Stück rot. 27000  $\mathcal{M}$ . und an 6 Stück rot. 15000  $\mathcal{M}$ ., also zusammen 42000  $\mathcal{M}$ . von der auf 180000  $\mathcal{M}$ . berechneten Anschlagssumme erspart worden. 3) sind 8 eiserne (schmale) Seitenklappen-Prahme vornehmlich zu dem Zwecke angeschafft worden, den durch die bei dem Bagger erwähnte Vorrichtung selbstthätig aussortirten und durchfallenden feinen Sand aufzunehmen, während der grobe Kies in die unter 2) angeführten eigentlichen Baggerprahme abfließt. Die Prahme ad 3) haben, bei gleicher Länge wie die sub 2), nur 2 m zur oberen Breite. Vier von ihnen haben zum Schutz der schrägen Schüttböden 2 mm starke eiserne, die anderen vier versuchsweise 3 cm starke tannene Schutzdecken erhalten. Alle übrigen Constructionen stimmen mit den unter 2) beschriebenen annähernd überein, jedoch sind bei ihnen die Fächer No. 1, 3, 5 und 7 als tragende, durch den Doppelboden mit einander communicirende Luftkästen construirt, während die Fächer Nr. 2, 4 und 6 als Laderäume dienen. Die normale Tragfähigkeit dieser Prahme beträgt rot. 10 cbm. Gekostet haben sie pp. 47400  $\mathcal{M}$ ., ca. 7000  $\mathcal{M}$ . weniger, als für sie veranschlagt war.

In dem Wasserbaubezirk Marienwerder wurden 3 eiserne Schleppprahme, jeder 19 m lang, 4,4 m breit, 1,25 m hoch, neu angeschafft und dafür verausgabte 17565  $\mathcal{M}$ .

In dem Reg. Bez. Cöslin, in dem Rügenwaldemünder Hafen, kamen 4 schmiedeeiserne Klappprahme für den Dampf-Bagger Wipper, auf der Stettiner Werft des Vulcan zu Bredow gebaut, zur Ablieferung. Dieselben sind 16 m lang, 4,5 m breit, fassen 20 cbm Boden und sind so construirt, daß der mittlere Theil niedrig genug ist, um den Baggerboden noch aus der Schüttrinne frei in die Prahme fallen zu lassen, während Vorder- und Hintertheil als Luftkasten höher gebaut sind und somit die Möglichkeit gewähren, auch bei bewegtem Wasser die Prahme ohne Gefahr für die Besatzung noch nach See schleppen zu können. Die Contractssumme betrug 35200  $\mathcal{M}$ . — Ganz gleich construirte Klappprahme, 2 an der Zahl, sind in Colbergermünde für den dortigen Hafen zur Ablieferung gelangt. Dieselben sind mit 17600  $\mathcal{M}$ . contrahirt worden.

#### IX. Vorrichtungen zum Bau und zur Reparatur von Schiffsgeläufen.

Auf dem Bauhof zu Swinemünde, Reg. Bez. Stettin, wurde der Bau eines Hellings, und zwar des dritten selbst, in Angriff genommen und in 1877 fast vollendet. Derselbe hat 58,5 m Länge (davon 28,6 m in dem Vorhelling), 1 : 13 Neigung, 2,2 m Wassertiefe unter Mittelwasser, und wird der Vorhelling auf einem Pfahlrost verlegt, während der obere Theil auf den geebneten, hinreichend festen Boden sich auflagert. Die Construction besteht aus Querschwellen, den 6 Längsbalken, den Querlagern, der Pfanne und den Schmierplanken. Veranschlagt sind für den Bau 24000  $\mathcal{M}$ .

Zum Aufschleppen behufs Reparatur der vielen beim Hafenbau zu Rügenwaldermünde befindlichen Dampf-Bagger und Prahme wurde der Bau eines Hellings auf einem fiscalischen Hafenbauplatz vorgenommen und in 1877 fast vollendet. Die Länge beträgt 49 m, die Breite der in einer Neigung von 1 : 12 gestreckten schiefen Ebene 10 m, die Wassertiefe über dem Vorhelling 1,5 m. Für Schleppschiffe

genügt letztere jedoch nicht und müssen solche daher auf dem in Stolpmünde befindlichen Helling aufgeschleppt werden. Veranschlagt ist dieser Bau zu 22400  $\mathcal{M}$ .

#### X. Hochbauten.

##### a) Leuchtfeuer - Etablissements.

In dem Reg. Bez. Danzig wurde in 1877 der i. J. 1876 begonnene Bau eines neuen Leuchtfeuer - Etablissements zu Oxhöft vollendet und das Leuchtfeuer am 1. October angezündet. Das Etablissement besteht aus einem Hauptgebäude mit Pavillon und einem Stallgebäude. Der freistehende achtseitige Pavillon ist mit dem Hauptgebäude durch einen Corridorbau verbunden, enthält unten das Dienstzimmer und trägt auf eiserner Balkenlage den eisernen Tambour und die mit Kupfer gedeckte Kuppel. Das Feuer ist ein weißes Funkelfeuer mit einem Fresnel'schen Apparat IV. Ordnung; es befindet sich 46,5 m über dem Meeresspiegel und 8 m über dem Terrain. Das Gebäude ist im Ziegelrohbau mit dunkelrothen Lisenen und hellen Füllungen ausgeführt und mit Theerpappe, der Pavillon mit gerippten Eisenplatten gedeckt. Für die Baukosten sind im Anschlage 48000  $\mathcal{M}$ . berechnet.

In dem Reg. Bez. Cöslin ist der Bau des Leuchthurms zu Funkenhagen im Januar 1877 begonnen und Ende November vollendet, so daß das Feuer am 1. Januar 1878 hat angezündet werden können. Der Leuchthurm, 44 m im Mauerwerk hoch, 110 m von dem Strande entfernt, hat einen achteckigen Unterbau, aus welchem der runde Thurm emporsteigt. Die Galerie um den ebenfalls runden Tambour, der achteckige Unterbau, sowie die Tambourmauer sind mit schlesischem Granit abgedeckt, die Stufen der runden Wendeltreppe im Thurm von demselben Material gefertigt. Der Thurm ist von Mauersteinen im Rohbau ausgeführt. Auf dem Tambour steht eine schmiedeeiserne Laterne, welche den Fresnel'schen Leuchtapparat II. Ordnung enthält. Die Flamme desselben erscheint 50 m über dem Meeresspiegel als festes weißes Licht mit einer Sehweite von 18 $\frac{2}{3}$  Seemeilen. An der Anschlagssumme von 148000  $\mathcal{M}$ . dürften ca. 500  $\mathcal{M}$ . erspart worden sein. — Zum Schutz der Küste vor dem Leuchthurmterrain gegen weiteren Abbruch durch die Fluthen der Ostsee ist ein System von 25 Pfahlbuhnen zur Ausführung gekommen, welche aus Rundpfählen bestehen, die je nach Beschaffenheit des Untergrundes 2 m bis 4 m tief und bis auf Mittelwasserhöhe heruntergerammt werden, so daß die Buhnenkrone eine Horizontale bildet. Bei der Ausführung sind zwei besonders hierzu construirte Rammen benutzt worden. Veranschlagt war dieses in 1877 nicht ganz vollendete Schutzwerk zu 20600  $\mathcal{M}$ .

In dem Reg.-Bez. Schleswig ist bei dem Leuchtfeuer Marienleuchte auf Fehmarn statt des bisherigen alten mangelhaften Spiegelapparates ein neuer Fresnel'scher Linsenapparat IV. Ordnung aufgestellt worden. Einschließlich der deshalb nothwendigen baulichen Veränderungen haben die Kosten, wie veranschlagt, rot. 21700  $\mathcal{M}$ . betragen.

##### b. Andere Signal-Apparate.

In dem Reg.-Bez. Stettin wurde der im August 1875 begonnene Bau einer neuen Leuchtbaake auf dem Kopfe der Ostmole zu Swinemünde, nachdem derselbe während 1876 fast ganz hatte ruhen müssen, am 1. October 1877 vollendet. Die Leuchtbaake ist aus Eisen construirt und

hat die Gestalt einer achtseitigen abgestumpften Pyramide, auf welcher die kuppelförmig abgedeckte Laterne ruht. Die Lampe ist ein Fresnel'scher Apparat V. Ordnung. Die Baake ist 14,25 m über der Molenkrone hoch und enthält in 3 Etagen die Laternenstube, die Wärterstube und die Materialienkammer. Die Baukosten haben die Anschlagssumme von 21000  $\mathcal{M}$  um rot. 1500  $\mathcal{M}$  überschritten.

In dem Reg.-Bez. Danzig ist der Bau einer Nebelsignal-Station in Rixhöft im August 1877 begonnen und im November dem Betriebe übergeben. Das Gebäude ist in der Nähe des alten Leuchthturmes errichtet, 14,36 m lang, 7,94 m tief, massiv in Ziegelrohbau erbaut und erhält ein wenig überstehendes Holz-Cement-Dach. Das Instrument ist eine Sirene erster Klasse und wird durch comprimirt Luft angelassen. Letztere wird durch zwei calorische Maschinen nach dem Patent von J. & A. Brown in Newyork erzeugt, von denen eine als Reserve dient. Die veranschlagte Summe von 63500  $\mathcal{M}$  wird voraussichtlich nicht ganz ausreichen.

In dem Reg.-Bez. Schleswig hat die Aufstellung eines Reserveapparates für das Nebelsignal zu Bülk \*) stattgefunden und ist zu diesem Behuf das Kesselhaus mit einem massiv ausgeführten, mit Schiefer gedeckten Anbau von 7,36 m  $\times$  3,56 m Größe versehen. Der Apparat, eine complete Sirene erster Klasse, wie derjenige in Rixhöft von der Firma Gebr. Brown in Newyork bezogen, hat incl. Aufstellung rot. 23500  $\mathcal{M}$ , der Anbau rot. 3140  $\mathcal{M}$  gekostet.

#### c. Beamten-Wohngebäude.

Hierunter sind aufzuführen:

1) das im Reg.-Bez. Königsberg auf der frischen Nehrung zu Neutief hergestellte Wohnhaus nebst Gehöft für den Nehrungsaufseher, zu 16000  $\mathcal{M}$  veranschlagt;

2) das im Reg.-Bez. Danzig für das alte Leuchtfeuer-Etablissement in Rixhöft im Frühjahr 1877 vollendete Wärterwohnhaus, mit zwei Wohnungen, jede bestehend aus Flur, Stube, heizbarer Kammer, Küche und Speisekammer. Gesamtkosten rot. 20000  $\mathcal{M}$ ;

3) der im Reg.-Bez. Marienwerder 1876 begonnene, im Sommer 1877 vollendete Bau des Buschwärter-Etablisse-

ments Schulwiese, mit einer Wohnung von zwei Stuben nebst Zubehör und einem Stallanbau, veranschlagt zu 11600  $\mathcal{M}$ ;

4) der im Reg.-Bez. Cöslin 1876 begonnene, im September 1877 vollendete Neubau eines Wärterwohnhauses für den Leuchthurm zu Funkenhagen. Das Gebäude ist 20 m lang, 10,75 m tief, hat ein Erdgeschofs und ein erstes Stockwerk, ist ganz unterkellert und vollständig massiv aus Ziegeln erbaut. Es enthält unten eine Wohnung für den Dünenaufseher und im ersten Stock zwei Wohnungen für Leuchthturmwärter, außerdem im Erdgeschofs noch zwei Commissionszimmer, einen Utensilienraum und ein Handwerkerzimmer. Die Baukosten betragen rot. 46000  $\mathcal{M}$  — Die außerdem für das Leuchthurm-Etablissement hergestellten Nebenanlagen (Wirtschaftsgebäude, Umwahrungen, Pflasterungen, Anpflanzungen etc.) haben rot. 20500  $\mathcal{M}$  (gegen 22000  $\mathcal{M}$  im Anschlage) erfordert.

5) der im Reg.-Bez. Schleswig bei dem Leuchtfeuer zu Bülk im October 1877 begonnene Bau eines Dienstwohngebäudes für den zweiten Assistenten, wofür 12500  $\mathcal{M}$  veranschlagt sind. — Endlich

6) im Reg.-Bez. Trier bei der Fortsetzung der Saar-Canalisirung in der Haltung Wehrden der in der Nähe des Schleusenoberhauptes situirte Bau eines Schleusenwärtergehöftes und in der Haltung Bous der zwischen der Schleuse und (neben) der Trier-Saarbrücker Eisenbahn gelegene Bau eines Dienst-Etablissements für einen Wasserbau-Aufseher und einen Schleusenmeister, beide Etablissements 1877 in Angriff genommen. Das erstere derselben besteht aus dem, die Wohnung des Schleusenmeisters - ein Commissions- und ein Gehilfenzimmer enthaltenden Wohnhause nebst einem durch einen Hofraum von demselben getrennten Wirtschaftsgebäude, und ist zu 22700  $\mathcal{M}$  veranschlagt. Das Etablissement in der Haltung Bous hat ein zweigeschossiges Wohnhaus mit ausgebauten Giebelzimmern, Stallgebäude nebst Magazin und Hofräume. Bei der gesammten Disposition dieser Anlage ist das Princip maafsgebend gewesen, eine vollständige Trennung der für die beiden Beamten dienenden Wohn- und Wirtschaftsräume durchzuführen. Die Kosten sind zu 35500  $\mathcal{M}$  veranschlagt. Bei beiden Anlagen ist sämmtliches Mauerwerk in Sandbruchsteinen ausgeführt, und werden die Außenflächen mit einem Verputz aus Kalkmörtel versehen.

\*) S. Zeitschr. f. Bauwesen 1876. S. 355 ff.

## Mittheilungen aus Vereinen.

### Verein für Eisenbahnkunde zu Berlin.

Versammlung am 14. Mai 1878.

Vorsitzender: Hr. Streckert. Schriftführer: Hr. G. Meyer.

Der Vorsitzende gedenkt in warmen Worten des seit der letzten Sitzung verstorbenen langjährigen Vereinsmitgliedes, des Geheimen Commerzien-Rathes Borsig.

Herr Weidtmann macht eine kurze Mittheilung über die Resultate einiger in Holland vorgenommenen Prüfungen von genieteten eisernen Brückentheilen auf rückwirkende Festigkeit. Unter Vorlegung von Photographieen der deformirten Stücke führte Redner an, dafs, nach Ausweis des

ebenfalls vorgelegten Protocolls über die Versuche, die gefundenen Resultate eine annähernde Uebereinstimmung mit den nach den Ritter'schen Formeln berechneten zeigten; die Druckfestigkeit des Walzeisens habe sich dabei zu 35,8 bis 38,1 kg pro qmm ergeben.

Herr Frischen hält sodann einen Vortrag über centrale Weichen- und Signalstellung und die Sicherung des Bahnhofes Lehrte. Wengleich die verschiedenen Weichen- und Signal-Sicherungs-Methoden den Verein schon mehrfach beschäftigt haben, so glaubt der

Vortragende eine nochmalige eingehende Besprechung des Gegenstandes zunächst mit dessen Wichtigkeit selbst, sodann mit dem Umstande entschuldigen zu können, daß inzwischen weitere Ausbildungen und Ausbreitungen des Systems, für welches er in die Schranken getreten sei, stattgefunden haben. Dieses System sei das durch Siemens & Halske ausgebildete, dem das Saxby Farmer'sche und die damit verwandten Systeme gegenüberstehen. Bei der allgemeinen Betrachtung des Gegenstandes seien diejenigen Einrichtungen, welche wesentlich zur Ersparung von Arbeitskräften — Weichenstellern — dienen, zu unterscheiden von allen solchen Vorrichtungen, welche die Sicherheit, also die richtige Stellung der Weichen und Signale bezwecken. Alle diese Einrichtungen setzen eine mehr oder weniger centralisirte Handhabung und Behandlung voraus. Die Punkte, auf welche es hierbei ankomme, seien: die centralisirte Weichenstellung, die centralisirte Signalstellung, die centralisirte Weichen- und Signal-Sicherung, die Dispositionen der Geleisbenutzung und die Abhängigkeit der Zugbewegungen resp. der Signale vom Stationschef und die Rangirbewegungen, zu denen alle diejenigen Bewegungen eines Zuges oder einzelner Fahrzeuge zu rechnen seien, welche ohne ein bestimmtes optisches Signal im abgesperrten Bahnhofe ausgeführt werden.

Nach eingehender Besprechung dieser Punkte wird das Siemens- und Halske'sche System speciell an dem für den Bahnhof Lehrte der Hannoverschen Staatsbahn aufgestellten Projecte erläutert. Im Ganzen sind hier — ausschließlich des der Verwaltung der Berlin-Lehrter Bahnstrecke unterstellten Theiles — 84 Weichen in Thätigkeit, welche auf 14 Gruppen vertheilt sind. In 10 Weichengruppen, mit je einem Wärter, werden 60 Weichen bedient. Für die übrigen

4 Gruppen ist nur ein Wärter in Aussicht genommen, um die Weichen in der gewöhnlichen Weise zu bedienen. Eine kleine Anzahl Weichen für Nebengeleise hat keine ständige Wärter. Die Kosten der ganzen Anlage sind zu 110000  $\mathcal{M}$ . veranschlagt. Die Details der Weichenböcke, der Weichengestänge und Weichenriegel, dann der Signale und der zu den Drahtzügen erforderlichen Führungsrollen, Winkelrollen, Drahtspanner etc. werden an den ausgestellten Mustern und Modellen erläutert.

Herr Reder erörtert die Frage, ob und welche Zuschläge für Steigungen zu den normalen für die horizontale Bahn geltenden Fahrzeiten zu machen sind, und theilt die Ergebnisse der im Jahre 1869 auf der Niederschlesisch-Märkischen Bahn hierüber angestellten Versuche mit. Die Bewegungen der Züge sind auf 20 planmäßigen Fahrten bei Courier-, Personen- und Güterzügen, für welche normale Fahrzeiten von bezw. 6, 8 und 18 Minuten pro Meile gestattet waren, beobachtet und mit dem Claus'schen Geleis-Indicator registriert. Die Resultate sind folgende gewesen: Bei Steigungen bis 1 : 350 ist keine Verminderung der Fahrgeschwindigkeit markirt. Die angegebenen Fahrzeiten pro Meile sind auf das doppelte Maas verlängert: bei Courierzügen auf Steigungen von 1 : 50, bei gew. Personenzügen auf Steigungen von 1 : 75 bis 1 : 80 und bei Güterzügen auf Steigungen über 1 : 100. Das Anhalten der Züge hat einen Zeitaufwand von durchschnittlich 29 Secunden, das Abfahren einen solchen von 1 Min. 23 Secunden, zusammen 1 Min. 52 Secunden erfordert, wofür in der Praxis gewöhnlich 2 Minuten angenommen werden. Beim Durchfahren von Stationen ist keine Verzögerung bemerkt. Nach diesen Ergebnissen ist nachstehende Tabelle der Zuschläge zu den Fahrzeiten pro Kilometer berechnet.

Fahrgeschwindigkeit der Züge auf horizontaler Bahn pro Stunde =	70 km	65 km	60 km	55 km	50 km	45 km	40 km	35 km	30 km	25 km
	Schnell- und Personenzüge							Gemischte Züge	Güterzüge	
Zuschläge in Minuten pro km, Steigung	1 : 300—1 : 251	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,5	0,5	0,7
	1 : 250—1 : 201	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,7	0,8	1,0
	1 : 200—1 : 151	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	1,0	1,2
	1 : 150—1 : 100	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	1,0	1,4	1,6

Herr Schwabe hält diese Zeitzugaben für zu groß. Auf der Niederschlesisch-Märkischen Bahn würden jetzt durchschnittlich für Steigungen

von 1 : 300 1 Minute pro Meile,  
 - 1 : 200 2 Minuten - -  
 - 1 : 100 3 - - -

den normalen Fahrzeiten zugerechnet. Die Zeit von 2 Minuten für An- und Abfahren auf Stationen sei ebenfalls zu groß angenommen und könne nur selten in diesem Umfange gewährt werden. Auf der Londoner Metropolitan-Eisenbahn werden beispielsweise hierfür nur 15 Secunden gerechnet.

Von Herrn Reder wird darauf hingewiesen, daß eine so geringe Zeit für hiesige Verhältnisse und für Züge, mit welchen Passagiere mit Gepäck bezw. Traglasten befördert würden, nicht genüge, — welcher Ansicht auch von mehreren Seiten zugestimmt wurde.

Herr von Weber erwähnt, daß die angeregte Frage, welche bei Gebirgsbahnen eine große Bedeutung habe, mit der auch den Einfluß der Curven berücksichtigenden Frage

über die virtuellen Längen zusammenfalle. Wie bekannt, seien in Oesterreich genaue Versuche hierüber gemacht und von Gottschalk veröffentlicht worden. Die Zeit für An- und Abfahren richte sich auch wesentlich mit nach der Lage der Bahn vor und hinter den Stationen, ob steigend oder fallend.

Herr Weishaupt hält die für An- und Abfahren nothwendige Zeit wesentlich durch die Construction der Locomotiven bedingt und in dieser Hinsicht namentlich die Kuppelung der Triebräder von größtem Einfluß. —

In üblicher Abstimmung wird als einheimisches ordentliches Mitglied der Betriebsdirector der Magdeburg-Halberstädter Bahn, Herr Illing, aufgenommen.

Versammlung am 10. September 1878.

Vorsitzender: Hr. G. Meyer. Schriftführer: Hr. Schneider.

Herr Schneider erläutert die von den Herren Pick und Lang zu Dortmund construirte patentirte Sicherheitskuppelung für Eisenbahnwagen an einem ausgestellten Modell. Die Erfindung verfolgt den bekannten Zweck, das An- und

Loskuppeln der Fahrzeuge zu ermöglichen, ohne daß der bedienende Arbeiter genöthigt ist, zwischen die Wagen zu treten. Es wird dies in dem vorliegenden Falle dadurch erreicht, daß die Kuppelungsglieder nicht unmittelbar mit der Hand, sondern durch seitlich, auferhalb der Wagen befindliche Hebel bewegt werden.

Statt der üblichen Schraubenkuppelung sind an dem hinteren Ende des Zughakens zwei Flachschiene mittelst eines Bolzens aufgehängt. An ihrem unteren Ende tragen dieselben ebenfalls durch Vermittelung eines Bolzens den Kuppelungsbügel.

Zwischen beiden Flachschiene ist ein Hebelwerk eingelegt, welches an einen Ansatz des oberen Bügelendes greift und verhindert, daß Schienenpaar und Bügel einen stumpferen Winkel als etwa  $165^\circ$  mit einander bilden können. Hierdurch wird erreicht, daß beim Anheben der Flachschiene der Bügel mit gehoben und bei etwaigem Anprall der Kuppelung gegen den Haken des folgenden Wagens der Bügel zurückgeworfen und eine Beschädigung der Kuppelungstheile vermieden wird.

Unter dem Zughaken der Hauptkuppelung ist ein zweiter, für die Nothkuppelung bestimmter Haken angebracht. Derselbe hängt an einem horizontalen Bolzen, welcher mit Federn und Schrauben an der Kopfwand des Wagens befestigt ist. Wird dieser Haken, nach Schließung der Hauptkuppelung, gleichzeitig mit dem Hauptkuppelungsbügel des zweiten Wagens angehoben, so greift er in letzteren von oben ein, wodurch die Nothkuppelung gebildet wird. Dieselbe ist insofern als vortheilhaft zu bezeichnen, als sie dieselbe Festigkeit wie die Hauptkuppelung besitzt und wie diese in der Mittelachse des Wagens eingreift, also auch in Curven mit ihrer vollen Leistungsfähigkeit eintreten kann.

Zum Zwecke des Einhängens und Lösens der Kuppelungen befindet sich über denselben an der Kopfwand des Wagens eine horizontale Welle. Dieselbe trägt an jedem Ende einen Handhebel, welcher durch den neben dem Wagen befindlichen Arbeiter bedient wird. In der Mitte dieser Welle ist ein trapezförmiger Bügel an derselben befestigt, welcher die Hauptkuppelung umfaßt und im Zustande der Ruhe hinter dieser, aber vor dem Haken der Nothkuppelung niederhängt. Mit letzterem ist dieser Bügel durch einen Ring verbunden.

Wird nun die Welle durch den Arbeiter gedreht, so zieht der Bügel den Haken nach oben; gleichzeitig legt er sich unter die Flachschiene der Hauptkuppelung und hebt letztere an. Beim demnächstigen Niederlassen des Handhebels legt sich die Hauptkuppelung in den Zughaken des nächsten Wagens, während der trapezförmige, an der Welle befestigte Bügel nebst dem Haken der Nothkuppelung in die lothrechte Lage zurückfällt.

Nachdem die Kuppelung angespannt ist, wird die Welle abermals und zwar gleichzeitig mit der des zweiten Wagens gedreht, wodurch die Nothkuppelung, wie oben angedeutet, geschlossen wird.

Da es vorkommen kann, daß die beiden zu kuppelnden Wagen so nahe stehen, daß der Zughaken des einen Wagens das Heben der unverkürzten Kuppelung des anderen Wagens hindert, so ist eine Einrichtung getroffen, welche es ermöglicht, den Winkel zwischen Bügel und Flachschiene bis auf

etwa  $80^\circ$  zu verkleinern und dadurch die Kuppelung um etwa 320 mm zu verkürzen.

Um den betreffenden Mechanismus — das oben erwähnte zwischen den Flachschiene der Kuppelung befindliche Hebelwerk — in Thätigkeit zu setzen, dient eine zweite, hohle Welle, welche auf die erstere aufgesteckt ist und ebenfalls an jedem Ende einen Handhebel trägt, so daß sich also an jeder Ecke des Wagens zwei nebeneinanderliegende Handhebel befinden.

In der Mitte, wo die hohle Welle durch den trapezförmigen Bügel der ersteren unterbrochen ist, werden ihre beiden Theile durch ein bügelförmiges Kröpfungsstück verbunden, welches aber beim Drehen der Welle mittelst eines kleinen Ansatzes auf jenen Mechanismus entsprechend einwirkt.

Um in Curven oder bei verborgenen Zughaken das Einhängen der Kuppelung möglich zu machen, sind die Wellen in ihren Lagern verschiebbar, wodurch auch der Kuppelungsbügel seitlich verschoben werden kann.

Die Vorrichtung zum Spannen der Kuppelung ist in die Zugstangen eingeschaltet. Der Bewegungsmechanismus für dieselbe befindet sich an der Seite der Wagen. Die ausgestellten Modelle zeigten zwei derartige Einrichtungen, welche beide wohl der Verbesserung bedürftig sein möchten, wie auch die Erfinder selbst anerkennen. Bei beiden Einrichtungen wird die Schraubenspindel der jetzt üblichen Schraubenkuppelungen zum Spannen benutzt. Bei der einen findet die Drehung der in zwei sogen. Schlösser greifenden Schraubenspindel durch Ketten ohne Ende statt, welche über Kettenscheiben geführt sind, die auf der Spindel sitzen; bei der zweiten Construction dagegen bildet die genannte Schraubenspindel das mittlere Stück einer quer durch das Wagenstell gehenden Welle. Beim Drehen der letzteren wird ein achtseitiges Schloß, welches in seinen Ecken drehbar durch Bolzen zusammengehalten wird, und in welches die beiden Theile der Zugstangen eingreifen, je nach der Drehungsrichtung nach der einen oder anderen Richtung zusammengezogen und dadurch die Kuppelung gespannt oder nachgelassen. Zwei mit dieser Kuppelungseinrichtung versehene Wagen sollen auf der Dortmund-Enscheder Eisenbahn laufen und sich bisher gut bewährt haben.

Herr G. Meyer bespricht hierauf den neuen patentirten eisernen Oberbau für Hauptbahnen nach dem System Haarmann. Derselbe ist zweitheilig, aus Langschwelle und darauf ruhender Fahrschiene bestehend. Das Profil der Schwelle zeigt ein unten offenes Rechteck, dessen vertikale Seiten sich in horizontale Fußplatten fortsetzen, die nach ihren Enden eine Biegung nach unten erhalten. Die Eisenstärken variiren an den verschiedenen Stellen des Profils nur zwischen 7 und 9 mm, so daß dasselbe wie eine um verschiedene Winkel gebogene Platte erscheint, deren Herstellung durch Walzen einfach und wenig kostspielig sein soll. — Letzterer Umstand wird von dem Erfinder als ein Hauptvortheil gegenüber der Hilfschen Langschwelle hervorgehoben. Querverbindungen der Langschwellen werden sowohl unter dem Stosse der Schienen, wie auch dem der Schwellen, durch Querschwellen gleichen Profils und Schraubbolzen angebracht, indem man die nach unten gebogenen Theile des Schwellenfußes an den Verbindungsstellen entweder abschneidet, oder nach oben biegt. Die Auflagerung soll dadurch eine sehr

sichere werden und glaubt der Erfinder, von einer weiteren Laschenverbindung für die Schwellen absehen zu dürfen, obwohl dieselbe keineswegs ausgeschlossen sei. — Zur Befestigung der breitbasigen Fahrschienen dienen vertikale Klammern, deren je zwei sich gegenüberstehen. Sie greifen mit ihren unteren Haken unter den Fuß der Schwelle, mit den oberen über den Schienenfuß und werden mittelst eines horizontalen durch die vertikalen Seiten der Langschwelle geführten Schraubbolzens gegenseitig in ihrer Lage erhalten, bezw. auf die schiefen Ebenen des Schienenfußes geprefst. Das Widerstandsmoment der Schwelle gegen Längsbiegungen verhält sich zu dem der Hilfschen Langschwelle wie  $36,4 : 22$ , die Gewichte beider wie  $22 : 29,5$ . Die Breite der Haarmann'schen Schwelle beträgt am Fuße 240 mm, bei einem zweiten Profile 265 mm, die Höhe 89 mm. Unter Hinzurechnung der Fachrschiene ergibt sich das Verhältniß der Gesamthöhe von Schwellen-Unterkante bis Schienen-Oberkante, zu der Schwellenbreite bei dem Haarmann'schen Oberbau zu  $\frac{199}{240}$  bezw.  $\frac{199}{265}$ , während dasselbe beim Hilfschen Oberbau  $\frac{170}{300}$  beträgt. In Rücksicht auf die Stabilität gegen Seitenschwankungen erscheint letzterer daher günstiger.

Herr Schwedler bemerkt, daß an dem System die geringe Breite der Langschwelle gegenüber derjenigen des Hilfschen Systems als unvortheilhaft zu bezeichnen sei. Der Druck müsse auf eine thunlichst große Kiesfläche übertragen werden. Die Haarmann'sche Schwelle sei, da der Kies in die obere, rechteckige Höhlung des Profils nicht wohl eindringen werde, wenig gegen seitliche Verschiebung gesichert. Eine Langschwelle bedürfe daher außer an jedem Ende noch jedesmal in der Mitte der Sicherung durch eine Querschwelle. Die Hilfsche Schwelle werde durch die Mittelrippe besser in ihrer Lage erhalten. Ferner sei zu befürchten, daß die Klammern, welche die Fahrschienen auf den Langschwellen befestigen, und die durch diese Klammern und den oberen Theil der Langschwelle gezogenen Schraubenbolzen in Folge der beim Befahren entstehenden Durchbiegungen und Veränderungen in der Form des Querprofils lose werden möchten.

Herr Schwedler macht sodann einige Mittheilungen über die vor einiger Zeit in Angriff genommene Hebung des Denkmals auf dem Kreuzberge bei Berlin.

Es war die Aufgabe gestellt, das Denkmal, dessen eiserner Mantel in dem unteren Theile ausgemauert, in dem oberen Theile durch eiserne Gerüste gestützt wird, im Ganzen um 10 m zu heben. Zu diesem Zwecke wurde

ein aus einer doppelten Lage 20 cm hoher eichener Balken gebildeter Rost unter dem Denkmal hergestellt, indem man für jeden einzelnen Balken zunächst einen Stollen in dem Plintenmauerwerk ausstemmen ließ, dann den betreffenden Balken einbrachte und, nachdem derselbe genügend unterstempelt war, zum Durchtreiben des folgenden Stollens überging. Um für die obere Balkenlage einen genauen Anschluß an das Mauerwerk zu gewinnen, wurde von letzterem ein Thonabdruck genommen und hiernach die Oberfläche des Balkens durch Auffüttern gebildet. Demnächst wurden unter den Rost 12 hydraulische Pressen gebracht und so vertheilt, daß jede derselben die auf einem qm Grundfläche ruhende Last zu tragen bekam. Für je 4 Pressen stellte man eine Pumpe auf, im Ganzen also 3, die ihren Platz auf dem vorerwähnten Balkenrost erhalten haben, so daß sie zugleich mit dem Denkmal gehoben werden. Die Presskolben haben einen Durchmesser von 26 cm, die Pumpenkolben einen solchen von 2,6 cm, und da sich die Hebelsarme des Pumpenbalanciers ebenfalls wie 1 : 10 verhalten, so erfährt der von den Arbeitern ausgeübte Druck eine tausendfache Vergrößerung. Bei der Arbeit zeigt das aufgestellte Manometer einen Gesamtdruck von 180 Tonnen, wovon etwa 120 Tonnen auf das zu hebende Eisen, der Rest auf das Füllmauerwerk zu rechnen ist.

Nachdem die Pressen eingebracht und in Thätigkeit gesetzt waren, wurden die Stempel unter den Balken und die stehen gebliebenen Mauerpfeiler entfernt und demnächst begann man mit dem regelmäßigen Heben. Die Presskolben gestatten eine Bewegung von reichlich 8 cm. Nach jedem Hube werden 8 cm starke sauber gehobelte eichene Bohlen untergebracht, nach 10 Huben dieselben wieder entfernt und durch 80 cm hohe Mauerklötze ersetzt. Außer dem Heben mußte eine Drehung des Denkmals um  $26^\circ$  erfolgen, um dasselbe, wie projectirt, gegen die Achse der Großbeerenstraße zu richten. Es geschah dies in der Weise, daß unter die nach unten wirkenden Presskolben gußeiserne Teller gebracht wurden, die in der einen (größeren) Hälfte von der Mitte nach dem Ende zu geneigt waren, während die andere (kleinere) Hälfte eine horizontale Oberfläche hatte. Beim Anheben stützten sich die Presskolben gegen die schrägen Unterlagen und neigten sich dabei so weit, daß sie zuletzt um 1 cm außer Loth standen. Sämmtliche Teller waren mit ihren schrägen Flächen nach der Peripherie des Drehkreises gerichtet, so daß auf diese Weise eine Drehung des Denkmals erfolgte. Dieselbe war nach anderthalb Tagen beendet und konnte dann mit dem lothrechten Heben fortgeföhren werden.

## L i t e r a t u r .

Beitrag zur Kenntniß, zur Verhütung und zur Vertreibung des Hausschwammes, nebst einem Vorschlage zum Ersatze der Luftcirculationsanlagen, von Dr. H. Zerener, vereidigtem Sachverständigen u. s. w. Mit einer Tafel. — Magdeburg, E. Baensch jun. 1877.

Nach einer kurzgefaßten Naturgeschichte des Hausschwammes (*merulius destruens*, *vastator* oder *lacrimans*)

und einer Darstellung der Verbreitungs- und Existenzbedingungen desselben bespricht der Verfasser des vorliegenden kleinen Werkchens die gegenwärtig bekannten und in der Praxis Anwendung findenden Mittel zur Verhütung resp. Vertreibung des gefürchteten Zerstörers.

Als sicher ist seine Entstehung aus Pilzsporen zu betrachten, und als Bedingung für seine Entwicklung mäßige Wärme, Feuchtigkeit, Mangel an Licht, sauerstoffarme Luft

und die zur Ernährung nothwendige organische Substanz, das Holz. Die Verschleppung des Schwammes in unsere Häuser ist wahrscheinlich vor allen Dingen in solchem Bauholze zu suchen, welches bereits auf dem Stamme krank war, bei welchem sich jedoch der feine Thallus oder die Sporen vermöge ihrer Kleinheit dem Auge entzogen. Wohl auch die nicht genügend controllirte Verwendung von altem Bauholz oder besonders von Bauschutt tragen zur Verbreitung des Schwammes bei. Hieraus bereits ist zu entnehmen, daß vor allen Dingen durch geeignete Präservativmittel die Entstehung des Schwammes in unseren Gebäuden verhindert werden kann.

Die Bedingungen der Entwicklung sind bei der Neuanlage thunlichst zu beschränken, die Verwendung von jungem splintreichen Holze zu vermeiden und nur im Winter gefälltes Holz von mindestens 36 bis 39 cm mittlerem Durchmesser, für schwächere Verbandstücke, jedenfalls aber für Dielungsunterlagen Kreuzholz zur Verwendung zu bringen.

Es wird kaum jemals möglich sein, alle diejenigen Bedingungen zu beseitigen, welche der Entwicklung des Schwammes Vorschub leisten, namentlich wird sich die Zuführung von Licht zu den Holztheilen nur in seltenen Fällen erreichen lassen. Um so strenger muß man darauf sehen, daß alle Bauhölzer im Gebäude trocken gelagert werden, und durch geeignete Ventilationsvorkehrungen stets ein genügendes Quantum gesunder Luft zugeführt erhalten. Dergleichen Ventilationseinrichtungen, besonders zum Zwecke der Herstellung der nothwendigen Luftcirculation unter den Dielungen, sind auch in älteren Jahrgängen dieser Zeitschrift des Oeffteren Gegenstand der Besprechung gewesen und können füglich mit Rücksicht darauf, daß jeder gebildete Techniker im Stande sein wird, für den concreten Fall das Richtige anzuordnen, gegenwärtig übergangen werden.

Neben diesen Vorkehrungen von rein physikalischer Einwirkung gegen die hauptsächlichsten Existenzbedingungen des Hausschwammes, Feuchtigkeit und Mangel an guter Luft, sind eine Anzahl chemischer Mittel bekannt und häufig in Anwendung gekommen, mit welchen die Bauhölzer behufs ihrer Desinfection, zur Vernichtung etwa bereits vorhandener Keime und zum Schutze gegen hinzugetragene Sporen angestrichen oder imprägnirt werden. Die Zahl dieser Mittel ist sehr groß. Sie bestehen entweder aus starken Mineralsäuren oder aus organischen oder anorganischen antiseptischen Stoffen.

Der Gebrauch von starken Säuren ist jedoch von vornherein zu widerrathen, da Säuren nicht nur auf Keime, Pilze u. s. w. zerstörend wirken, sondern auch auf andere Objecte, deren Zerstörung nicht beabsichtigt ist. Sie greifen Metalle und Mauerwerk an und führen schließlicly Veränderungen der Holzfasern herbei, welche der Haltbarkeit des Materials nicht zuträglich sein können. Starke Säuren ebensowohl wie eine Anzahl von Geheimmitteln, deren Wirksamkeit lediglich auf den hohen Gehalt an letzteren zurückzuführen ist, so besonders das bekannte Mycothanon, — sind, nach dem Verfasser, wegen ihrer Nebenwirkungen als ganz hervorragend untauglich anzusehen. Wir wissen allerdings sehr wohl, sagt er weiter, daß mancher Practiker mit ihnen den Schwamm weggebracht hat, glauben aber, daß der Totaleffect durch die mit der Zerstörung des Schwammes Hand in Hand gehenden Schäden, die Herbeiziehung von Feuchtigkeit, wie

sie die Anwendung von starken Säuren mit sich bringt, und schließlicly die Veränderung des Holzes, ein dem ursprünglichen Zwecke nicht angemessener ist.

Die ganze Anzahl der antiseptischen Mittel wird für die Praxis durch sich selbst auf einige wenige beschränkt. Einige fallen aus wegen ihrer, der menschlichen Gesundheit nicht zuträglichem, giftigen Eigenschaften, andere werden wegen ihres hohen Beschaffungspreises unmöglich. Noch andere sind hygroscopisch; sie erfüllen mithin nur einseitig den Zweck der Desinfection, während sie andererseits die Räume dauernd feucht erhalten und nach dieser Richtung hin das Bauwerk schädigen. Es bleiben mithin wesentlich nur diejenigen Stoffe übrig, welche zum Theil auch für die Imprägnation der Eisenbahnschwellen, Telegraphenstangen u. s. w. gegenwärtig noch in der Praxis Verwendung finden und bei Erörterung des letzteren Gegenstandes häufig in Monographien und Zeitschriften besprochen worden sind, — die Producte der trockenen Destillation, ihre Salze und Derivate, wie Holz- und Steinkohlentheer, Holzessig, Kreosot, Carbonsäure, Cresylsäure, holzessigsäures Eisen und das hierher gehörige Naturproduct — Petroleum. Jedoch auch die Anwendbarkeit dieser Körper, deren Wirksamkeit gegen Schwammbildung nicht bestritten werden kann, unterliegt mancherlei Bedenken, welche zum Theil aus der bekannten großen Feuergefährlichkeit einer Anzahl der genannten Stoffe, zum Theil auch deren lange anhaltenden schlechtem Geruche resultiren.

Wenn wir hiernach von der Chemie im Ganzen nicht allzuviel für unseren Zweck erwarten dürfen, so glaubt der Referent berechtigt zu sein, als einziges Schutzmittel gegen den Hausschwamm auf die Nothwendigkeit einer trockenen und luftigen Lagerung sämtlicher Bauhölzer, sowie besonders auf die Unumgänglichkeit geeigneter Luftcirculationsvorrichtungen, durch welche den Balken und Fußbodenlagern reichlich trockene und gesunde Luft zugeführt wird, ganz besonders hinweisen zu müssen.

Anders der Verfasser des vorliegenden Schriftchens. Er glaubt in dem bekanntlich ungemein hygroscopischen Kieselguhr ein Mittel gefunden zu haben, dessen Beschaffungspreis seiner Verwendung als Füllmaterial zwischen den Balken nicht im Wege steht, und welches die Luft daselbst dauernd trocken erhalten würde, und schlägt zugleich vor, durch einen Austrich mit Wasserglas die Holztheile zu desinficiren, sowie die Ansiedelung zugetragener Pilzsporen auf denselben unmöglich zu machen.

Referent ist nicht in der Lage, diese Mittel ohne Weiteres empfehlen zu können. Die desinficirenden Eigenschaften des Wasserglases sind zwar bekannt, jedoch ebenso bekannt ist es, daß die absolute Austrocknung des Holzes zu den Unmöglichkeiten gehört. Besonders bei der gesteigerten Bauhätigkeit einer Großstadt werden selbst bei aller Vorsicht die zur Verwendung kommenden Hölzer noch eine Menge Wasser enthalten, welches, durch einen Ueberzug von Wasserglas, dessen fast absolute Impermeabilität von Märckern nachgewiesen worden ist, an der Verdunstung verhindert, jedenfalls der Dauerbarkeit der betreffenden Hölzer in keiner Weise zuträglich sein kann.

Auch hinsichtlich der Verwendung des Kieselguhrs steht zu bedenken, daß derselbe zunächst auch die Stubenluft unangenehm austrocknen würde, und schließlicly bei seiner

am Ende eintretenden Sättigung mit Feuchtigkeit die letztere gerade an solchen Stellen festhielte, wo wir deren Wegschaffung erstreben.

Trotz seiner dankenswerthen Bestrebungen ist der Verfasser nach des Referenten Ansicht nicht im Stande, ausreichenden Ersatz für eine gesunde Ventilationsanlage zu bieten. Trockene Lagerung der Bauhölzer und genügende Luftzufuhr bleiben nach wie vor die einzigen Präservative gegen den Hausschwamm, welche Aussicht auf Erfolg versprechen, in hygienischer Beziehung nichts gegen sich haben, sondern auch hier segensreich wirken werden, und auch sonstige Nachtheile nicht im Gefolge führen. Kuttig.

Ueber Weichenthürme und verwandte Sicherheitsvorrichtungen für Eisenbahnen. Von W. Claufs, Ober-Ingenieur in Braunschweig. Braunschweig, Friedrich Wagner 1878. Mit 12 Tafeln Zeichnungen. 8°.

Die vorliegende Schrift behandelt die noch immer nicht abgeschlossene Frage über die beste Art, die Weichen- und Signalvorrichtungen auf Bahnhöfen zu centralisiren und in ein gegenseitiges Abhängigkeitsverhältniß zu bringen, zwar nicht allgemein, liefert aber einen wesentlichen Beitrag zur Lösung der bezeichneten Frage durch eine eingehende Beschreibung der auf den Braunschweigischen Eisenbahnlagen zur Anwendung gekommenen Vorrichtungen. Der Verfasser führt zunächst historisch an, daß, nachdem die ersten Einrichtungen zur Verhütung einer falschen Weichen- und Signalstellung in England schon im Jahre 1846 getroffen und demnächst besonders durch Saxby (1856) vervollkommen worden sind, in Deutschland zuerst die Braunschweigische Eisenbahn dergleichen Vorkehrungen angewendet hat. Die genannte Eisenbahnverwaltung hat, namentlich auf Anregung des Oberbaurath Dr. Scheffler, nach und nach fast auf sämtlichen Stationen der Braunschweigischen Linien sogenannte Weichenthürme nach Saxby'schem System hergestellt und dafür vom Jahre 1868 bis jetzt die Summe von 400000  $\mathcal{M}$ , d. i. etwa 1000  $\mathcal{M}$  pro km Bahnlänge, verausgabt. Der Verfasser giebt sodann eine genaue, mit deutlichen Zeichnungen veranschaulichte Beschreibung der verschiedenen Arten der angewendeten Apparate. Anfangs wurden nur einzelne Weichen in einer bestimmten Stellung durch Einschlebung eines Riegels in die Verbindungsstange der Weichenzunge verriegelt und dabei die Einrichtung getroffen, daß das betreffende Fahrsignal erst gegeben werden konnte, wenn der Riegel eingeschoben war. Der Mangel, dass die Weichen dabei erst unmittelbar mit der Hand gestellt werden müssen, führte zu dem System der Weichenthürme, einem Central-Controll- und Verriegelungsapparat, welcher nach den Erfahrungen auf den Braunschweigischen Eisenbahnen den angestrebten Zweck in sehr vollkommener Weise erreichte. In der weiteren Entwicklung der Vortheile des angewendeten

Systems und der Widerlegung der gegen dasselbe vorgebrachten Einwendungen sucht der Verfasser u. A. auch den Nachweis zu führen, daß auf allen Bahnhöfen auch optische Ausfahrtsignale gegeben werden müssen und zwar an demselben Mast, an welchem die Einfahrtsignale gegeben werden; er sieht darin, daß die Signalordnung für die Eisenbahnen Deutschlands vom 4. Januar 1875 die Ausfahrtsignale nicht obligatorisch macht, einen großen Fehler, weshalb auch auf allen Bahnhöfen der Braunschweigischen Eisenbahnen Ausfahrtsignale gegeben werden. Die zur Erläuterung des Systems beigefügten zahlreichen Zeichnungen von ausgeführten Anlagen der Braunschweigischen Eisenbahn, wobei auch alle Details eingehend beschrieben und deutlich dargestellt sind, machen das Buch zu einer sehr angemessenen Anleitung bei Ausarbeitung von Projecten für ähnliche Anlagen.

Außer den vorstehend besprochenen Werken sind bei der Redaction noch eingegangen:

Die Statik der Tunnelgewölbe von W. Ritter, Professor der Ingenieur-Wissenschaften am Polytechnicum zu Riga. Berlin, bei Jul. Springer. 1879.

Brandt's Hydraulische Gesteins-Bohrmaschine von A. Riedler, Constructeur an der K. K. techn. Hochschule in Wien. Wien bei Lehmann & Wentzel. Fol. mit 7 Taf. u. 7 Textfig.

Katechismus der Baumaterialien. 1. Thl. Die natürlichen Bausteine. Von Hans Hauenschild, Inhaber der Versuchstation und Prüfungsanstalt in Wien. Wien bei Lehmann u. Wentzel. 1879.

Zur Staatsprüfung an den technischen Hochschulen. Von Josef Fogowitz. Wien bei Lehmann & Wentzel. 1879.

Der Stil in den technischen und tektonischen Künsten, oder praktische Aesthetik. Von Prof. Dr. Gottfr. Semper, K. K. Ober-Baurath in Wien. 2. Aufl. I. Liefg. Mit 15 Farbendrucktafeln und 125 Holzschnitten. München bei Fr. Bruckmann. 1878.

Der Eisenhochbau der Gegenwart, systemat. geordnete Sammlung neuer eiserner Hochbau-Constructionen. Von Dr. F. Heinzerling, K. Baurath u. Professor an der rhein.-westfäl. polytechnischen Schule zu Aachen. I. u. II. Heft. Gr. dopp. Fol. Aachen 1878. Verlag von J. A. Mayer.

Resultate aus der Theorie des Brückenbaues und deren Anwendung erläutert durch Beispiele. Von R. Krohn, Ingenieur und außerordentl. Lehrer am Königl. Polytechnicum zu Aachen. I. Thl. Balkenbrücken. Aachen, Verlag von J. A. Mayer. 1879.

Compendium der mechanischen Wärmetheorie mit besonderer Berücksichtigung der Bedürfnisse der Maschinentechnik. Von Emil Herrmann, Professor der Mechanik in Schemnitz. Berlin, Verlag von Ernst & Korn. 1879.