

Biblioteka Główna i OINT  
Politechniki Wrocławskiej



100100234215











# 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 XXX.**

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



2420

Abgegeben

von der

Bücherei

der Kgl. Technischen  
Hochschule Danzig.

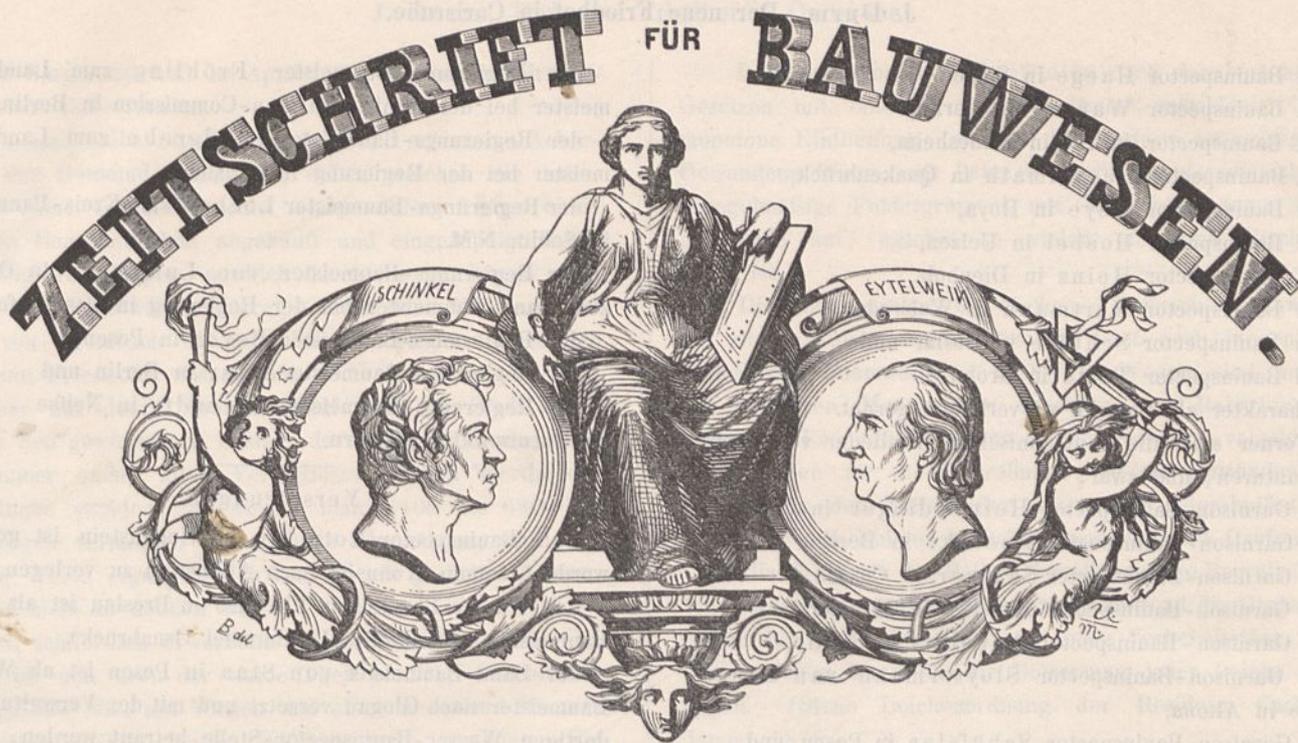
BERLIN 1880.

VERLAG VON ERNST & KORN

(GROPIUS'SCHE BUCH- UND KUNSTHANDLUNG)







HERAUSGEGEBEN

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

JAHRGANG XXX.

1880.

HEFT I BIS III.

## Amtliche Bekanntmachungen.

Circular-Erlafs d. d. Berlin, den 29. September 1879, betreffend die den Regierungs-Baumeistern und Bauführern für die Hinreise nach dem Bestimmungsorte zu gewährenden Diätensätze.

Die Königliche Regierung erhält in der Anlage Abschrift einer an die Königliche Regierung zu Potsdam unterm 5. Mai d. J. erlassenen Verfügung, betreffend die den Regierungs-Baumeistern und Bauführern für die Hinreise nach dem Bestimmungsorte zu gewährenden Diätensätze, zur Kenntnisnahme und Nachachtung.

Der Minister der öffentlichen Arbeiten.

Im Auftrage: gez. Weishaupt.

An sämtliche Königliche Regierungen (excl. Posen und Potsdam), die Königlichen Landdrosteien und an die Königliche Ministerial-Bau-Commission hier.

Berlin, den 5. Mai 1879.

Der Königlichen Regierung erwidere ich auf den Bericht vom 9. Januar d. J. im Einverständnisse mit der Königlichen Ober-Rechnungs-Kammer, daß den im Staatsdienste vorübergehend beschäftigten Regierungs-Baumeistern und Bauführern in denjenigen Fällen, auf welche die Circular-Verfügung vom 13. Juli 1877 bereits Anwendung findet, für die Hinreise nach dem Bestimmungsorte die höheren Diätensätze von resp. 9 und 6  $\mathcal{M}$  zugebilligt werden dürfen.]

Was dagegen den Tagegeldzuschuß von 6  $\mathcal{M}$  für den Baumeister und von 3  $\mathcal{M}$  für den Bauführer betrifft, so ist derselbe nur für die während der Bauausführung etc. zu unternehmenden Reisen, nicht aber für die Zureisen selbst, zu liquidiren und zu zahlen.

Der Minister der öffentlichen Arbeiten.

Im Auftrage: gez. Weishaupt.

An die Königliche Regierung zu Potsdam.

### Personal-Veränderungen bei den Baubeamten.

(Ende November 1879.)

Des Kaisers und Königs Majestät haben:  
dem Regierungs- und Baurath Hunaeus in Hannover den Charakter als Geheimer Regierungsrath, sowie  
dem Wasser-Bauinspector Clauditz in Leer,  
dem Wasser-Bauinspector Schramme in Emden,  
dem Wasser-Bauinspector Schaaf in Stade,  
dem Wasser-Bauinspector Kozłowski in Culm,  
dem Wasser-Bauinspector Degner in Danzig,  
dem Wasser-Bauinspector Heyn in Stendal,  
dem Bauinspector Blanckenhorn in Cassel,  
dem Bauinspector Pollack in Sorau,  
dem Bauinspector Süßmann in Geestemünde,

dem Bauinspector Haege in Siegen,  
 dem Bauinspector Warsow in Berlin,  
 dem Bauinspector Praël in Hildesheim,  
 dem Bauinspector Haspelmath in Quakenbrück,  
 dem Bauinspector Heye in Hoya,  
 dem Bauinspector Hoebel in Uelzen,  
 dem Bauinspector Heins in Diepholz,  
 dem Bauinspector Hartmann in Walsrode,  
 dem Bauinspector Schulze in Goslar und  
 dem Bauinspector Tolle in Grohn

den Charakter als Baurath zu verleihen geruht.

Ferner sind die bautechnischen Mitglieder von Corps-Intendanturen, und zwar:

der Garnison-Bauinspector Heimerdinger in Carlsruhe,  
 der Garnison-Bauinspector Boethke in Berlin,  
 der Garnison-Bauinspector Sommer in Cassel,  
 der Garnison-Bauinspector Kührtze in Münster,  
 der Garnison-Bauinspector Appelius in Stettin,  
 der Garnison-Bauinspector Sluytermann van Lange-  
 weyde in Altona,  
 der Garnison-Bauinspector Schüfslers in Posen und  
 der Garnison-Bauinspector Wodrig in Magdeburg  
 zu Intendantur- und Bauräthen ernannt.

#### Beförderungen und Ernennungen.

Der Garnison-Baumeister Schneider in Halle a/S. ist zum Garnison-Bauinspector befördert.

Ernannt sind:

der Regierungs-Baumeister Merzenich, Architekt der Königl. Museen in Berlin, zum Land-Baumeister,

der Regierungs-Baumeister Fröhling zum Land-Baumeister bei der Ministerial-Bau-Commission in Berlin,  
 der Regierungs-Baumeister Landgrebe zum Land-Baumeister bei der Regierung in Arnberg,  
 der Regierungs-Baumeister Loebell zum Kreis-Baumeister in Soldin N/M.,  
 der Regierungs-Baumeister von Lukomski in Ostrowo zum Land-Baumeister bei der Regierung in Posen, ferner  
 der Regierungs-Baumeister Beyer in Posen,  
 der Regierungs-Baumeister Zaar in Berlin und  
 der Regierungs-Baumeister Ahrendts in Neifße  
 zu Garnison-Baumeistern.

#### Versetzungen.

Dem Bauinspector Rotmann zu Hohenstein ist gestattet worden, seinen Wohnsitz nach Allenstein zu verlegen,  
 der Wasser-Baumeister Theune in Breslau ist als Kreis-Baumeister nach Melle (Landdrostei Osnabrück),  
 der Land-Baumeister von Staa in Posen ist als Wasser-Baumeister nach Glogau versetzt und mit der Verwaltung der dortigen Wasser-Bauinspector-Stelle betraut worden;  
 der Kreis-Baumeister Dittmar ist von Langensalza nach Heiligenstadt,  
 der Eisenbahn-Bauinspector Dr. zur Nieden in Berlin nach Landsberg a/W.,  
 der Eisenbahn-Bauinspector Nicolassen von Landsberg a/W. nach Berlin und  
 der Eisenbahn-Baumeister Rump von Ziegenhain nach Eschwege versetzt.

Der Kreis-Baumeister Pampel in Melle ist gestorben.

## Bauwissenschaftliche Mittheilungen.

### Original-Beiträge.

#### Der neue Friedhof in Carlsruhe.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 1 bis 9 im Atlas.)

##### Einleitung.

Der alte Friedhof in Carlsruhe, welcher einerseits von Wohnhäusern des südöstlichen Stadttheiles, andererseits von Terrains und Gebäuden der Militair- und Eisenbahnverwaltung sowie von der jüdischen Gemeinde gehörigen Grundstücken umschlossen war, grenzte nach Osten an einige freie, dem Domainenfiscus gehörige Wiesen und Aecker, welche allein die Möglichkeit einer Erweiterung gewährten, die sich schon zu Anfang der sechziger Jahre als unumgänglich erwiesen hatte. Im September 1867 wurde die Frage: Vergrößerung des bestehenden Friedhofes nach der bezeichneten Richtung, oder Anlage eines neuen, der raschen und stetigen Zunahme der Bevölkerung Carlsruhe's entsprechend großen Leichenfeldes? eine brennende.

Mit Rücksicht darauf, daß auf dem alten Friedhofe die hübsche von Eisenlohr erbaute Capelle sowie auch Gruftenhallen bereits vorhanden waren, also eine Neuherstellung solcher Baulichkeiten an anderem Orte bei einer

bloßen Vergrößerung des Kirchhofraumes erspart werden konnte, entschloß man sich für letztere, und sollten zu dem Ende mit Genehmigung der Staatsregierung 5 bis 6 Morgen anstossendes Gelände angekauft werden.

Die Großherzogliche Militairverwaltung verweigerte die Abgabe des ihr zugehörigen Terrains. Dagegen trat der Domainenfiscus das seine ab, und mit der jüdischen Gemeinde kam ein Landaustausch zu Stande.

Bald danach erhob sich zwar eine Agitation gegen die beschlossene Vergrößerung, indem 27 Aerzte protestirten; doch hatte dies ebenso wenig Erfolg, wie die Vergrößerung eine nachhaltige Wirkung, denn nach Verlauf weniger Jahre waren auch die neuen Grundflächen belegt, und abermals trat eine weitere Vergrößerung oder die Umgrabung des alten Friedhofes in Frage. — Da entschied sich die im Jahre 1870 gebildete neue Gemeindeverwaltung dafür, eine gänzliche Verlegung des Friedhofes anzustreben, und erklärte

sich der Bürgerschaft im April 1872 einstimmig mit dieser Absicht einverstanden.

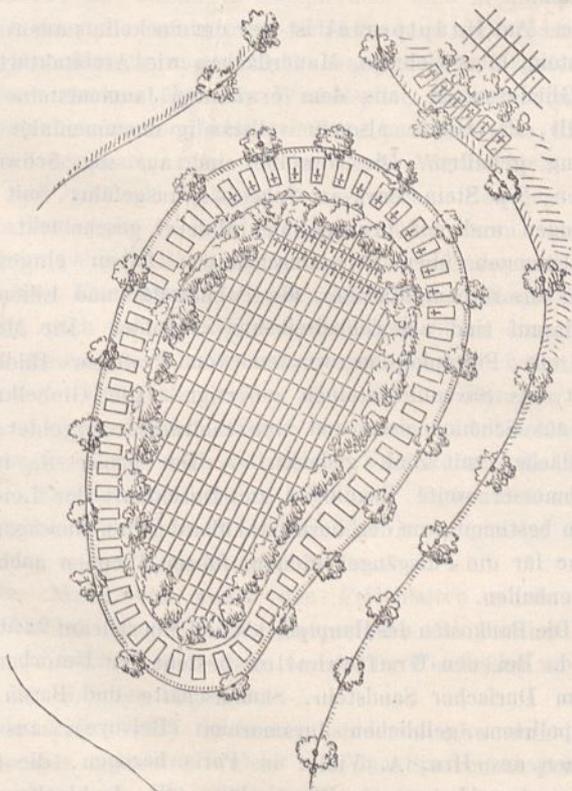
Die eine halbe Stunde von der Stadt entfernten Ackerstücke der Gemeinde Rintheim, neben welchen die orthodoxe jüdische Gemeinde schon einige Jahre früher einen größeren Begräbnisplatz angekauft und eingefriedigt hatte, vollständig frei gelegen, nördlich durch die prächtigen alten Eichen des Hardtwaldes begrenzt, mit dem Blick auf die Berge von Grombach bis gen Baden, wurden zur Anlage des neuen Friedhofes ausersehen.

Aber nur durch Zwangsverkauf kam die Stadt Karlsruhe in den gewünschten Besitz, da die Anforderungen der Eigentümer außer allem Verhältnisse zu dem Werthe der Grundstücke standen, für welche man 3400 bis 6800 *M.* pro Morgen verlangte, während die Abschätzung nur etwa 730 *M.* Werth ergab, sonach also an ein gütliches Abkommen gar nicht zu denken war.

Das schliesslich erworbene Terrain umfaßt 14 ha. Von diesen ist nun etwa der vierte Theil planirt, in Leichenfelder getheilt und mit Wegen und einer neuen mit Bäumen eingefalsten 600 m langen Zufahrtsstrasse versehen, das übrige Land aber den ehemaligen Eigenthümern zum landwirthschaftlichen Betrieb in Pacht gegeben.

Schon im November 1874 mußte zu den ersten Begräbnissen geschritten werden, nachdem mit den Hochbauten erst vor wenigen Monaten begonnen war.

Doch der Zauber, welchen man von dem waldigen Hintergrunde für die neu erstehenden Hochbauten erhofft hatte, sollte nicht lange währen. Die expropriirten Bauern wollten wieder Feld, und es gelang ihnen, die Abholzung und Ausstockung des angrenzenden Waldgebietes durchzusetzen; als poetische Zugabe zu dem Orte, wo der Mensch sein Theuerstes in die Erde senkt, waren selbst nicht einzelne Stämme all' der schönen hundertjährigen Eichen zu retten! —



Das große neue Leichenfeld ist nach den bestehenden Gesetzen mit einer 2 m hohen Mauer umschlossen. Die monotone Eintheilung desselben in Quadrate ist aufgegeben. Gewundene Wege, mit Bäumen bepflanzt, daraus folgende unregelmäßige Feldergruppen, mit Gebüsch umsäumt, heben das Oede auf, welches so vielen modernen Kirchhöfen eigen ist.

Die Massengräber mit einfachen Kreuzen verschwinden bei dieser Anlage hinter, freilich jetzt noch jungen, geschlossenen Baumwänden; nach den Wegen sind nur die mit reicheren Monumenten besetzten sog. Rabattengräber gelegen. Es enthält demnach der Friedhof verschiedene Abtheilungen für die Begräbnisse, welche stattfinden können: 1) in den Reihen der allgemeinen Begräbnisstätten; 2) außer den Reihen in Rabattengräbern und Grüften.

Die Gräber in den Reihen der allgemeinen Begräbnisstätten werden unentgeltlich abgegeben, während die Grabstätten außer der Reihe der Bezahlung einer Vorbehaltstaxe, sowie einer zweiten Taxe für die Beisetzung jeder Leiche unterliegen. (Siehe Leichenordnung der Residenz Karlsruhe, Januar 1875.)

Für die Hochbauten stellte der Stadtrath das Programm auf und schrieb zur Erlangung tauglicher Entwürfe eine öffentliche Concurrenz aus, welche nur von wenigen Carlsruher Architekten beschied wurde. Von den eingegangenen Entwürfen kamen nur die des Unterzeichneten und des Hrn. Baurath Lang in Betracht, und ist Ersterem in der Folge der Auftrag zur Ausführung der Bauten ertheilt worden. Es konnte jedoch dessen Concurrenzproject, da inzwischen eine Verschiebung der ursprünglich für den neuen Friedhof bestimmten Parzellen eintrat, nicht mehr beibehalten werden, und so wurde auf Grund der veränderten Verhältnisse und anderer specieller Wünsche Seitens der Bauherren im März 1874 ein neues Project nebst Kostenanschlag für die Ausführung ausgearbeitet. Die Kosten für die Hochbauten berechneten sich danach zu 233565 *M.*

Nachdem im April 1874 die Arbeiten ausgeschrieben worden, wurde mit dem Bau selbst im Mai begonnen, und derselbe dann so gefördert, daß am Tage „Allerseelen“ (November) 1876 die feierliche Einweihung erfolgen konnte, welcher der Großherzogliche Hof, die Spitzen der Behörden und die Geistlichen verschiedener Bekenntnisse beiwohnten.

Die Einfriedigung und ein provisorisches Wärterhaus waren bereits im Herbst 1874 fertiggestellt worden. Hierfür, sowie für die inneren Einrichtungen und einzelne äußere Herstellungen wurde ein weiterer Credit von 33776 *M.* gewährt, auch später noch für eine Kanzel und ein Gewächshaus für den Friedhofgärtner die Summe von 6066 *M.* genehmigt.

Nach der Vollendung des Ganzen verursachte die Beschaffung eines Gestühls für die Capelle, sowie zweier marmornen Inschrifttafeln und eines Glockenständers noch einen nachträglichen Kostenzuschuß von 750 *M.*

Das Programm verlangte an Hochbauten: zwei gesonderte Wohnungspavillons, einen für den Friedhofgärtner, den andern für den Friedhofsinspector (der Todtengräber ist in dem sog. provisorischen Wärterhause untergebracht); ferner Gruftenhallen nach Art der auf dem alten Friedhofe vorhandenen, mit 80 bis 90 Grüften, ein Haupteingangsportal, eine Capelle mit Sakristei und Zimmer für Leid-

tragende, ein Leichenhaus mit Wärterzimmer, Secirzimmer und Zimmer für den Arzt, endlich Schutzhallen oder Verbindungsgänge.

Diesen Anforderungen ist nun (vgl. Bl. 1) derart entsprochen, daß den Zugang zum Friedhofe die beiden Wohnungspavillons flankiren. Von diesen gehen in Form von Viertelkreisen niedriger gehaltene, in den oberen Theilen mit Pfeilern und Eisenstabgittern versehene Mauern nach dem Hauptportal.

Durch dieses gelangt man in den von den Gruftenhallen umgebenen Hof.

Die Hallen selbst dienen zum Aufstellen der Monumente und haben unter sich 96 gewölbte Gräfte. — An der einen Langseite, gegenüber dem Hauptportale, schiebt sich die Grabcapelle zwischen die Hallen und beherrscht in ihrer bedeutenderen Höhe den gesammten Gebäudecomplex. — Mit der Capelle in Verbindung stehen eine geräumige Sakristei und ein gleichgroßes Zimmer für Leidtragende, zu welchem man entweder durch das Schiff der Capelle oder durch die rechts und links von derselben befindlichen Durchfahrtsbogen und Verbindungshallen gelangt. Die Durchfahrten öffnen den Weg nach dem Leichenhause und dem großen Leichenfelde.

Das Leichenhaus durchschneidet der Länge nach ein breiter durch Oberlicht beleuchteter, gut ventilirbarer Corridor, welcher die sechs einzelnen Leichenzellen (für sog. Begräbnisse erster Klasse bestimmt) von dem gemeinschaftlichen Leichensaal trennt. Zwei Wärterzimmer mit Closet und Verbindungstreppe sind in dem einen Flügel des Leichenhauses, ein Secirzimmer und ein Zimmer für den Arzt im andern angeordnet. Unter dem Leichensaale und den Zellen befindet sich das gewölbte Souterrain, welches durch zwei Treppen auch von Außen zugänglich ist und bei eintretenden Epidemien zum Aufstellen von Leichen benutzt werden soll. Die Sakristei und das Zimmer für Leidtragende stehen durch einen geschlossenen Verbindungsgang mit dem Leichenhause im Zusammenhange. Der Verbindungsgang dient zugleich bei schlechtem Wetter als Schutzhalle. Die Gruppierung von Schutzhallen und Leichenhaus um den Chor der Grabcapelle gestattet hier die Anordnung eines luftigen Hofes, welcher für die verschiedenen geschäftlichen Verrichtungen des im Leichenhause functionirenden Personales bestimmt ist.

Beim Wohnungspavillon des Friedhofgärtners ist das Eingangs genannte Gewächshaus erbaut, welches zur Pflege und Ueberwinterung der auf dem Friedhofe verwendeten Zierpflanzen dient.

Raschen und leichten Verkehr zwischen den auf dem Friedhofe Bediensteten und dem entsprechenden Bureau in der Stadt vermittelt eine von dem Rathhause nach dem Friedhofe geführte Telegraphenleitung.

Die durch die neue Friedhofanlage ganz veränderten Verhältnisse bei Beerdigungen, namentlich die Errichtung einer bis dahin nicht vorhandenen Leichenhalle, in welche die Verstorbenen thunlichst bald nach erfolgtem Ableben überzuführen sind, und die weite Entfernung des Friedhofes von der Stadt bedingten eine Aenderung der bisher bestandenen Begräbnis- und Friedhofsordnung, welche jedoch bis jetzt noch nicht in wünschenswerther und ausgiebiger Weise durchgeführt werden konnte. — Die Macht der Ge-

wohnheit und des Vorurtheils muß eben auch hier erst niedergekämpft werden.

#### Technische Erläuterungen.

a. **Foundation.** Nach Abhub des nur unbedeutend (30 bis 50 cm) tiefen Mutterbodens ergab sich rother, grober Sand von großer Mächtigkeit, auf den, als guter Baugrund, das Fundamentmauerwerk in Schwarzkalkmörtel ohne weiteres aufgesetzt werden konnte. Zu den Sohlen wurden grössere lagerhafte rothe Sandsteine, zu dem übrigen Fundamentgemäuer gewöhnliche Bruchsteine gleichen Materials verwendet. Grundwasser wurde beim Brunnengraben erst in einer Tiefe von 6 m angetroffen.

b. Die Wohnungspavillons sind vollständig und gewölbt unterkellert, in den Umfassungs- und Scheidewänden aus Backsteinen, im Sockel und den Treppen aus Durlacher rothem Sandstein hergestellt. Die Façadenflächen sind sauber gemauert; das Backsteinmaterial, von dunkelrother Farbe, aus der Fabrik der ehemaligen Rheinischen Baugesellschaft in Karlsruhe, ist sichtbar gelassen und in den Fugen mit Cementmörtel ausgestrichen. Die Quaderarmirung der Ecken, die Gurten, Architrave und Gesimse bestehen aus gelbem Metzger Kalkstein (Jaumont), die Thür- und Fenstergestelle etc. aus weißlichem Grobkalkstein (Savonnières). Die Rhein. Baugesellschaft, Hauptaccordant für Maurer- und Steinhauerarbeit, bezog und verarbeitete in jener Zeit meist Lothringer Kalksteine bei ihren Ausführungen zu verhältnißmäßig nicht hohen Preisen. Das Material stellte sich billiger als die aus allernächster Nähe Karlsruhe's beziehbaren bunten Sandsteine. Das Hauptgesimse ist durch überhängende Sparren gebildet, das Dach mit deutschen Schiefeln gedeckt und der Dachstock zu zwei heizbaren Kammern und Speicherraum ausgebaut. Die Baukosten für beide Wohnungspavillons haben sich auf 29994 *M.* belaufen.

c. Am Hauptportal ist nur der Sockelfuß aus rothem Sandstein, alles Uebrige, Mauerflächen wie Architekturtheile und Gliederungen, aus dem erwähnten Jaumontsteine hergestellt, das Ganze also in vollständig monumentaler Ausführung gehalten. Die Gewölbe sind aus sog. Schwemmsteinen,  $\frac{1}{2}$  Stein stark im Scheitel, ausgeführt, mit Putz überzogen und mit ornamentaler Malerei geschmückt. Die Umrahmungen über den Durchgängen haben eingesetzte Tafeln aus rothem Marmor, die Palmzweige und Lilienstengel darauf sind aus Gufseisen und vergoldet. Die Medailons mit Puttenköpfen wurden von Professor Bildhauer Moest aus Savonnièresteinern gefertigt. Die Giebelkreuze sind aus Schmiedeeisen und nur theilweise vergoldet, die Dachflächen mit Zink gedeckt. — Der große 3,6 m im Durchmesser weite Bogen ist zur Durchfahrt der Leichenwagen bestimmt; von den horizontal überdeckten Durchgängen, welche für die Fußgänger dienen, führen Treppen nach den Gruftenhallen.

Die Baukosten des Hauptportals beliefen sich auf 24569 *M.*

d. Bei den Gruftenhallen besteht der Unterbau aus rothem Durlacher Sandstein, Säulenschäfte und Basen sind aus polirtem gelblichen Juramarmor (Belvoie), aus den Brüchen des Hrn. A. Violet in Paris bezogen, die Capitelle aus weißem sog. Blanc clair, die Archivolten und angrenzenden Stücke aus Savonnières, die Friestafeln mit

den Früchtegehängen und umgekehrten Fackeln aus hellgelber Terracotta, die Hauptgesimse aus gelblichem Jaumont gearbeitet. Außen sind die Wände mit den gleichen rothen Backsteinen verblendet wie die Wohnungspavillons und die Façadenflächen aller übrigen Bauten. Die halbkreisförmigen Mauernischen, welche der inneren Bogenstellung entsprechen, sind mit Sgraffitomalereien auf braunschwarzem Grunde geziert. Dieselben wurden theils von dem Unterzeichneten selbst, theils von dem bei ihm beschäftigt gewesenem Architekten Herrn H. Lender ausgeführt. Die Tonnengewölbe mit Stichkappen sind  $\frac{1}{2}$  Stein stark aus künstlichen Tuffsteinen oder sog. Schwemmsteinen hergestellt, die Wände und Gewölbe im Innern mit Putz bekleidet und mit Flachmalerei versehen. Der Fußboden ist mit Asphalt, das Dach mit Schiefer gedeckt.

Um im Hofe ein stattlicheres Höhenverhältniß der Hallen zu ermöglichen, ohne doch die Kosten sehr zu vermehren, wurde das Pultdach statt des Satteldaches zur Ueberdeckung gewählt. Da ferner die in langer Reihe fortlaufenden Säulen dem Schube der, wenn auch leichten Gewölbe nicht den nöthigen Widerstand entgegengesetzt hätten, so wurde deren Verankerung mit der starken Rückwand erforderlich; dieselbe ist jedoch nicht, wie sie an italienischen Friedhofhallen und Klosterhöfen vorkommt, sichtbar gemacht, sondern in der auf Bl. 9 gezeichneten Construction ausgeführt. Zunächst wurden die Säulen selbst unter Durchbohrung ihrer Basen mittelst eiserner Dollen mit dem Sockelbau in Verbindung gebracht, dann weiter Capitell und Bogenanfänger sorgfältig durchbohrt, was bei den verwendeten Kalksteinen nicht schwer herzustellen war. Der Anfänger erhielt noch eine winkelrecht auf dieses Bohrloch gehende Oeffnung, um dort eine eiserne Krampe einzuführen. Erst nachdem Capitell und Anfänger mit eingesteckter Krampe versehen waren, wurde die senkrechte Quadrat-eisenstange, an welche in Kämpferhöhe eine in die Rückwand horizontal einzulegende Schließe und außerdem ein festes Eisendreieck angeschweißt war, dessen Hypotenuse mit einer starken über die Winkelspitze hinausreichenden Oese versehen worden, eingeschoben, und dann das Ganze sorgsam vermauert, resp. mit größeren Werksteinen verpackt und gut mit Kalkbrei ausgegossen. Nachdem die Mauern beiderseits zu gleicher Höhe geführt waren, wurden zwei gekuppelte  $\Gamma$ -Eisen übergelegt, deren Enden mit den senkrechten Eisenstangen verschraubt wurden. Die  $\Gamma$ -Eisen erhielten noch an zwei Stellen gußeiserne Sättel eingefügt, um an diesen die Rundeisenzugstangen oberhalb befestigen zu können. Unterhalb wurden diese in den Krampen und die Oese eingeschraubt. Durch Anziehen und Nachlassen der Schrauben war nach vollzogener Verankerung die Stellung der Säulen vollständig zu reguliren. Es konnten solche nachträglich beliebig nach Außen oder Innen geneigt oder vollständig in das Loth gestellt werden.

Das Mauerwerk hinter den Friesplatten wurde aus Backsteinen mit Cementmörtel hergestellt; die darüber liegenden Architrave sind noch mittelst Flacheisen an die Sättel der  $\Gamma$ -Eisen angehängt.

Die aufliegenden Dachrinnen sind von schweren eisernen Spangen gehalten, welche von den Sparren ausgehen; das durchgehende Unterlagholz ist mit Steinschrauben auf die Gesimsplatten befestigt. Die Wölbung wurde erst ein-

gefügt, nachdem Verankerung, Aufbau und Dachstuhl fertig und aufgestellt waren. — Die Gewölbe wurden auf der Rückseite mit feinem Cementmörtel 2 bis 3 cm dick übergossen.

Die Gräfte selbst sind zunächst derart gestaltet, daß durch 45 cm dicke Mauern, den Säulenintervallen entsprechend durchgehend, größere Abtheilungen geschaffen sind, welche zur Aufnahme von 2, 3 oder 4 Särgen sich eignen und durch  $\frac{1}{2}$  Stein starke Backsteingewölbe überspannt werden. Letztere sind zur Aufnahme der Steindenkmale von der Rückwand der Halle aus, auf die Länge von 75 cm auf einen Stein verstärkt.

Soll eine Gruft zwei Säрге aufnehmen, so wird unter dem Zorès-Eisen ein  $\frac{1}{2}$  Stein starkes Backsteinwändchen eingezogen, der eine Sarg eingestellt, die Oeffnung nach Bl. 8 bc durch ein Backsteinmüerchen und durch die eiserne in einen Winkeleisenrahmen einschlagende Thür luftdicht verschlossen. Bei Aufstellung des zweiten Sarges bedarf es nur der Vermauerung und des Verschlusses der Oeffnung. — Bei Beisetzungen mit 3 Särgen werden dünne Backsteinmauern parallel zur Stirnfläche der Gruft gestellt, und wird erst bei der dritten Beisetzung die Oeffnung mit Mauerwerk geschlossen. — Bei Verwendung zu 4 Särgen muß zwischen der Stirnwand mit den Einschieböffnungen und den Schluswänden der Abtheilungen ein kleiner Vorraum bleiben, damit die Vermauerung der einzelnen Säрге vorgenommen werden kann. Es werden hier zuerst die zwei untersten Säрге beigesetzt und die Räume mit Steinplatten abgedeckt und vorn zugemauert. — Eine besondere Vermauerung der Einschieböffnungen hinter den Eisenthüren ist hier nicht nöthig.

Die Kosten der Gruftenhallen belaufen sich auf 103100  $\mathcal{M}$ . Die Marmorsäulen incl. Capitell und Basis berechnen sich dabei auf nur 9768  $\mathcal{M}$ .

e. Bei der Capelle sind Sockelunterbau und Treppen aus rothem Sandstein, die Eckpfeiler, Strebpfeiler, Langhaus- und Giebelgesimse, Glockenthürmchen und Hauptportal aus Jaumontsteinen, die Füllquader der Giebelfaçade, die Fensterumrahmungen und das Rosettenfenster aus Savonièresteinen, die Umfassungsmauern aus Bruchsteinen und mit Backsteinen verblendet. Die ornamentirten Füllungen in den gebrochenen Seiten der Façade und am großen Giebelbogen sind aus Terracotta, dabei die Ornamente im hellgelben Naturtone belassen, der Grund dagegen goldgelb emailirt. Die Engelfiguren, deren sorgfältige Befestigung auf Bl. 9 angegeben ist und durch die exponirte Lage und häufigen Stürme geboten war, sind aus Zink und galvanisch bronzirt. Die Untersätze der Strebpfeiler im Innern sind wie die Chortreppen und Wandsockel aus geschliffenem rothem Sandstein, Wände, Gewölbe und Strebpfeiler mit Gypsputz überzogen, die Capitelle, Thüraufsätze, Architrave etc. in Stuck ausgeführt.

Die einschiffige Capelle ist analog den Gruftenhallen mit einem einfachen, glatten Tonnengewölbe und einschneidenden Stichkappen überspannt. Der Kosten wegen sind alle Gurten und Rippen etc., welche eine andere Ueberwölbung mit sich gebracht hätten, vermieden worden. Um die Spannweite des Gewölbebogens thunlichst zu verringern, ist soweit als möglich von den Widerlagern aus horizontal vorgemauert. Das Gewölbe beginnt dann zunächst mit

5 Schichten Backsteinen,  $1\frac{1}{2}$  Steine stark, geht dann 1 Stein stark in Tuffsteinen 16 Schichten weiter, und von hier  $\frac{1}{2}$  Stein stark in Tuffsteinen bis zum Schluß. Den Strebepfeilern entsprechend, ist das Tonnengewölbe mit Verstärkungsurten, nach oben hervortretend (Bl. 5), ausgeführt und inmitten jeder Travée eine grössere, kreisrunde, 1 Stein stark ausgefalste Oeffnung angebracht. Das ganze Gewölbe wurde auch hier oberhalb mit einem Gußmantel von dünnem Cementmörtel versehen und dem Mörtel zum Gewölbe außerdem noch Dyckerhoff'scher Cement zugesetzt.

Die Malerei der Wände ist unterhalb in Oelfarbe, sonst in Leimfarbe ausgeführt, desgleichen die der Gewölbe. Die Chornische schmückt ein auf die Mauerfläche aufgezoogenes Oelbild „der erstandene Christus mit den Frauen am Grabe“, von dem Historienmaler Gleichauf ausgeführt.

Die Fensteröffnungen sind mit gemalten, in Blei gefalsten Glasfenstern geschlossen, deren Bordüren und Zwischenstücke Muster in den Farben Gelb, Roth, Blau und Grün — Gelb vorherrschend — zeigen, während die Mittelfelder mit Grau- in Graumustern geziert sind. Der Gesamteindruck der Farbenwirkung der Fenster ist wesentlich der des Goldigen, während die Wände einen stumpfen Oliventon und in den unteren Theilen braunrothe Teppichmuster zeigen.

Die gemusterten Theile der Gewölbefelder sind hell blauviolett, braunroth und grau ausgefalst, das Rankenornament in den Dreieckszwickeln grau auf goldgelbem Grunde. Das Chorgewölbe hat einen rostgelben Grundton mit goldenen Sternen. Die Inschrift am Chorbogen ist golden auf blauem Grunde, die Capitelle und Architrave sind weiß mit starker Vergoldung. Die nur durch Malerei dargestellten Verstärkungsrippen zeigen in ihrem Cassettenmuster gelbe Rosetten auf blauem Grunde und heben durch die bewegtere Eintheilung der farbigen Decoration die Monotonie des Tonnengewölbes auf. Zu dem gleichen Auskunftsmittel ist auch von den italienischen Künstlern oft gegriffen worden (vgl. verschiedene Genueser Decorationen, z. B. im Palazzo Spinola, für das Tonnengewölbe S. Andrea in Mantua).

Ueber dem Haupteingange befindet sich eine Emporbühne für Sänger, durch einen Ausbau auf stark vortretenden Consolen erheblich vergrößert.

Im Chor selbst wurde die Kanzel aufgestellt. Die Rückwand derselben ist mit schwarzem Sammetstoffe und Silberborden beschlagen, der Schalldeckel durch vordrapirten Wollstoff stark vergrößert, ohne dadurch den Eindruck des Schweren oder Unförmlichen zu machen. Der Nachhall bei dem glatten Tonnengewölbe ist, wenn im Raume gesprochen wird, ein ganz bedeutender, war aber beim Sprechen von der Kanzel unter sonst üblichen Abmessungen des Schalldeckels auch bei leerem Hause wenig mehr störend; ganz aufgehoben wurde derselbe jedoch erst, nachdem der Schalldeckel durch den ausgespannten Stoff vergrößert wurde. Mit dem geringsten Aufwande von Stimmitteln kann jetzt, an jedem Orte dem Hörer verständlich, gepredigt werden. Die Wirkung des Gesanges ist ausgiebig und vortrefflich.

Vier Doppelreihen Gestühl sind zunächst dem Chor im Langhause aufgestellt, der übrige Raum ist frei. —

Zur Herstellung des Mauerwerkes muß noch bemerkt werden, daß sowohl bei den Giebelfaçaden als auch bei den Langseiten ausgiebig, wo es nur zulässig war, Reifeisen eingelegt wurde.

Der Fußboden der Capelle ist aus Asphalt hergestellt, das Dach mit Schiefer gedeckt.

Bei der Knappheit der Mittel mußte der Unterzeichnete sich beim Aufbau der Seiten- und Rückfaçaden einer oft mehr als wünschenswerthen Einfachheit befleißigen, indem er es — italienischem Beispiele folgend — vorzog, lieber auf einzelne Parteen reichere Mittel zu werfen und Anderes dafür einfacher zu gestalten, als eine gleichmäßig abgewogene halbreiche oder halbarme Gesamtarchitektur hinzustellen. Das reizende Capellenkirchlein S. Bernardino in Perugia (1462) gab Veranlassung zur Verwerthung des dort ausgeführten Bogenmotives bei der Giebelfaçade.

Die Baukosten der Capelle beliefen sich auf rot. 62570 *M.* f. Sakristei, Zimmer für Leidtragende, beide mit Heizvorrichtungen versehen, und Schutzhallen sind aus eben solchen Materialien, wie sie bei den schon erwähnten Baulichkeiten angewendet worden, ausgeführt.

g. Gleiches ist zu bemerken bei dem Leichenhause. Wände und Gewölbefelder sind hier entsprechend ausgemalt. Die Zellen sind nach dem Corridor hin bis auf Kämpferhöhe durch Holzwände abgeschlossen, in denen sich Glathüren befinden. In jeder Zelle ist ein mit schwarzem Stoffe ausgeschlagener Schragen aufgestellt, auf den die Särge zu stehen kommen. Elektrische Läutevorrichtungen für Scheintodte sind vorgesehen. Beleuchtet werden die Räume bei Nacht durch, auf die Abschlüsse gesetzte Petroleumlampen. Die Zimmer im Leichenhause sind heizbar, die Hallen und Zellen dagegen nicht; auch Kühlvorrichtungen, wie solche zum Theil anderwärts bestehen, sind nicht angeordnet, weil der darum befragte Arzt erklärte, daß nichts statt haben dürfte, was den natürlichen Verwesungsproceß der im Leichenhause aufgestellten Leichen beschleunigt oder behindert.

Die Kosten für die Sakristei und Schutzhallen beliefen sich auf 11644 *M.*, die des Leichenhauses mit den Treppenanlagen zum Souterrain auf 31706 *M.*

#### Zusammenstellung der Gesamtkosten nach Ueberschlag und Ausführung.

	Ueber- schlag	Aus- führung
	<i>M.</i>	<i>M.</i>
1) Umfriedigung, provisorisches Wohngebäude, Entwässerung, Brunnenherstellung, Hopfpflaster, Einrichtung des Leichenhauses, Heizapparate, Herstellung zweier Einfahrtsthore in der Mauer, Aufstellen eines großen Marmorkreuzes etc. . . . .	33776	26559
2) Gewächshaus und Kanzel . . . . .	6066	5772
3) Altarbild, Gestühl, Inschriftafeln, Glockenständer . . . . .	2370	2370
4) Wohnungspavillons . . . . .	27084	29994
5) Portal . . . . .	14592	24569
6) Gruftenhallen . . . . .	100203	103100
7) Capelle . . . . .	54392	62570
8) Sakristei und Schutzhallen . . . . .	12184	11644
9) Leichenhaus mit Treppen . . . . .	25088	31706
Gesamtsumme	275755	298284

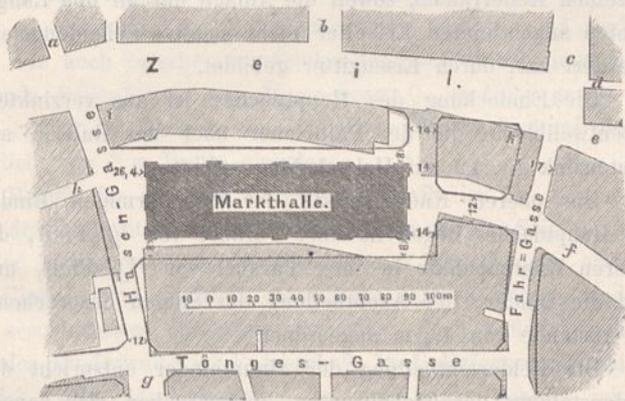
Carlsruhe im Januar 1879.

Josef Durm.

## Markthalle in Frankfurt a/M.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 17 bis 20 im Atlas.)

Dem Bau einer Markthalle in Frankfurt a/M., — von den städtischen Behörden seit längerer Zeit in Erwägung gezogen — wurde ernstlich näher getreten, als ein geeigneter Bauplatz dafür erworben war. Derselbe, sehr günstig in dem Mittelpunkte der Stadt gelegen, wurde alsbald nach der im Jahre 1870 erfolgten Beseitigung darauf stehender Casernen-Baracken für die Abhaltung der Wochenmärkte hergerichtet und hierfür auch bis zur Inangriffnahme



a. Stift-Strasse. b. Schäfer-Gasse. c. GroÙe Friedberger Strasse.  
d. Stelzen-Gasse. e. Allerheiligen-Gasse. f. Bornheimer Strasse.  
g. Trier'scher Platz. h. Holzgraben. i. Türkenschufs.  
k. Constabler-Wache.

des Markthallenbaues benutzt. Früher wurde der Platz, wie auf dem beistehenden Situationsplan erkennbar, an seinen beiden Langseiten größtenteils durch nachbarliche Brandmauern begrenzt, er konnte also in seiner ganzen Breitenausdehnung nicht wohl zur Wiederbebauung verwendet werden, da es für den Marktverkehr nicht ausgereicht hätte, wenn die Halle nur von den beiden Giebelfronten zugänglich gemacht worden wäre, auch würde die Beleuchtung und Ventilation der Markthalle bei einer so eingeschlossenen Lage mit vielen Schwierigkeiten verknüpft gewesen sein.

Es wurde deshalb die auf dem Situationsplan eingezeichnete Neubegrenzung des Bauplatzes festgesetzt und zugleich bestimmt, daß den benachbarten Grundstücken, zumal ein Theil derselben sich gleichfalls im städtischen Besitz befindet, bei etwaiger Neubebauung nach Maaßgabe der neuen Fluchtlinien Façadenrecht gewährt werden solle. In Folge dessen dürfte die Freilegung sämtlicher die Markthalle umgebenden Strafen in naher Zeit zu erwarten sein.

Die Breite der an den beiden Längsfronten der Halle freizulegenden Strafen wurde auf 8,2 m bemessen, und mußte dieses Maaß als das zulässige Maximum erachtet werden, weil einerseits die nördlich angrenzenden Zeil-Grundstücke eine so geringe Tiefe besitzen, daß deren Verminderung überhaupt unzulässig erschien, andererseits auch auf der Südseite der Halle die Durchführung einer Strafenfreilegung von größerer Breite mit unverhältnißmäßig großen Kosten verknüpft gewesen sein würde. Mit Rücksicht hierauf wurde beschlossen, daß der Fuhrwerksverkehr nur in einer Richtung gestattet werden soll.

Auf der Westseite, wo die Markthalle von der Hasengasse begrenzt wird, welche schon immer einen bedeutenden Verkehr besaß, ist die neue Strafenbreite auf 20,3 bzw.

26,4 m bestimmt worden. An der Ostseite endlich wurde eine, bis zur Zeil durchgehende Verbindungsstraße von 14 m Breite angeordnet, welche sich nach der Fahrgasse mit einer 12 m breiten Zufahrt öffnet.

Durch diese Strafenfestsetzungen waren die Abmessungen, in denen die Halle errichtet werden konnte, ziemlich genau bestimmt, und stellte sich das Maximum der zu bebauenden Grundfläche demnach auf ca. 4000 qm. Da nun nach den vorliegenden Erhebungen die Hauptwochenmärkte in Frankfurt zeitweise von ungefähr 1400 Verkäufern besucht wurden, für deren Unterbringung in der Halle gesorgt werden mußte, um das polizeiliche Verbot des Verkaufs von Marktwaaren auf offener Straße nach Fertigstellung der Markthalle zu rechtfertigen, so war vorherzusehen, daß, wenn auch die den Markt gegenwärtig in großer Zahl beziehenden Landleute nur einen ganz geringen Raum von je 1,5 qm beanspruchen, das Gebäude mit einer Grundfläche von ca. 4000 qm zur Aufnahme all' dieser Verkäufer ohne die Hinzufügung eines Obergeschosses nicht ausreichen würde. Es mußte deshalb die Anlage einer Galerie, obwohl die Bedenken, welche einer derartigen Anordnung entgegenstehen, nicht unterschätzt worden sind, als notwendig erkannt und zur Ausführung gebracht werden.

Nach dem für den künftigen Marktbetrieb aufgestellten Plan war ferner für die Entwicklung des Engros-Marktverkehrs besonders vorzusorgen, weil bei der centralen Lage der Halle sich sicher erwarten läßt, daß sowohl die hiesigen Detail-Verkäufer, welche den Markt beziehen, als auch die Stadthändler, Gastwirthe u. a. ihren Bedarf an Marktwaaren aller Art am vortheilhaftesten durch die in der Halle abzuhaltenden Engros-Verkäufe decken können, daß also bei richtiger Organisation dieses Marktweiges eine reichliche Beschickung des Engros-Marktes durch auswärtige Producenten und Händler und daraus eine gute Versorgung des Detail-Marktes, eine Einschränkung des bisher stark gepflegten Zwischenhandels und eine Herabminderung der Lebensmittelpreise zu erzielen sein wird. Es sind demnach für die Abhaltung des Engros-Marktes zwei Viertel des Mittelbaues der Halle von Standeintheilungen ganz frei gehalten und durch die Giebelportale für Fuhrwerk zugänglich gemacht worden.

Ferner ist die Halle in ihrer ganzen Ausdehnung unterkellert, um die Möglichkeit zu gewähren, daß unverkauft gebliebene Waaren bis zum nächsten Markttage aufbewahrt werden können.

Die Etagenhöhen betragen: für den Keller bis zur Oberkante des Erdgeschossfußbodens 4 m, für das Erdgeschloß bis Oberkante Galeriefußboden 5 m und für die Galerie bis Oberkante Hauptgesims 5,9 m; die Breite der Galerie ist, um Raum für zwei Standreihen und einen Mittelgang zu erhalten, auf 6 m bemessen worden.

Auf jeder Längsfront hat die Markthalle drei Zugänge und auf jeder Giebelfront eine Einfahrt; die nach der Fahrgasse belegene Einfahrt mit zwei seitlichen Anrampungen kann für Handfuhrwerk, die nach der Hasengasse belegene für Lastfuhrwerk benutzt werden, zu dessen Verwiegung bei

der Ein- und Ausfahrt unmittelbar hinter dem Thor eine Waage von 7500 kg Tragfähigkeit angeordnet ist.

Für die Herstellung sämtlicher Frontwände des Gebäudes erschien die Anwendung von Eisenconstruction nicht nur zulässig, sondern geboten, weil die hohen Nachbargebäude ringsum und die verhältnißmäßig geringe Breite der zwischenliegenden Strafsen für die Benutzung der Halle jede Benachtheiligung durch Sonnenlicht und Wärme aufheben, dagegen eine möglichst starke Fensterdurchbrechung behufs ausreichender Erhellung und Lüftung des Innenraumes besonders nothwendig machen. Es ist demgemäß das ganze Gebäude in Eisenconstruction hergestellt worden, mit alleinigem Ausschluss der vier Eckbauten, welche im Erdgeschofs zur Aufnahme der Treppen und Aborte dienen, für die behufs Gewinnung geschlossener Wandflächen die Anwendung von Steinconstruction zweckentsprechender war.

Die Abmessungen der Halle betragen im Erdgeschofs zwischen den Außenkanten der eisernen Säulen 116,8 m in der Länge und 34 m in der Breite; die Eckbauten haben, der Galeriebreite entsprechend, eine äußere Länge und Breite von 6,1 m, die Axenweite der Säulen und Dachbinder beträgt 4,2 m, und ist für die Bestimmung dieser Weite die Rücksicht auf die Gestaltung der Giebelfaçade und die Erwägung maßgebend gewesen, daß die Galerie bei einer Axenweite von 4,2 m durch einfache Kappengewölbe zwischen den Bindern getragen werden kann.

Bei der Ausführung ist eine durchaus solide Herstellung angestrebt. Die Eckbauten sind im Erdgeschofs mit Werkstein-Verblendung, im Obergeschofs ganz in Werkstein aufgeführt; die Brüstungen des Erdgeschosses, von 1,6 m Höhe, sind mit Backsteinen in Cementmörtel hergestellt, mit Werksteingesims abgedeckt und beiderseits mit 1,5 cm starkem, 3 cm tief in die Backsteinfugen eingreifendem, sehr sorgfältig hergestelltem Cementverputz versehen.

Die Frontsäulen sind im Erdgeschofs mit rechteckigem Querschnitt von 20 auf 22 cm Seite hergestellt und bis auf Brüstungshöhe mit angegossenen Rippen versehen, zwischen denen das Backsteinmauerwerk der Brüstungen eingreift. Im Galeriegeschofs haben die Frontsäulen nach außen einen halbkreisförmigen Querschnitt von 15 cm Durchmesser und sind nach innen pilasterförmig gestaltet, so daß die ganze Tiefe der Säule 20,5 cm beträgt. Die inneren Bindersäulen sind im Erdgeschofs behufs Aufnahme der Standeintheilungen, der Gewölbebekleidungen und der Blechträger achteckig mit 20 cm eingeschriebenem Durchmesser und im Galeriegeschofs kreisförmig mit 16 cm oberem und 17 cm unterem Durchmesser hergestellt. Die Stiele der Hallenwand über den Capitellen der Galeriesäulen sind in Höhe von 4,2 m aus Schmiedeeisen gebildet, um gegen die Biegebbeanspruchung, welche in diesen Constructionstheilen der Halle zu erwarten ist, besseren Widerstand zu leisten.

Die Bekleidung der äußeren Fronten zwischen den Bindersäulen, mit alleiniger Ausnahme der Erdgeschofsbrüstung, ist aus Eisen, Zink und Glas hergestellt, und sind auch sämtliche Fenster in Schmiedeeisen construirt. Betreffs der Fußböden in allen Stockwerken entschied man sich für solche aus Cementbeton mit Cementabdeckung, nachdem die vorzügliche Haltbarkeit einer derartigen Ausführung durch längere Probe auf einem in sehr frequenter Passage belegenen Straßentrottoir nachgewiesen war. Die Stärken

des Fußbodenbelags sind im Keller zu 8 cm, im Erdgeschofs und auf der Galerie zu 10 cm und in dem für Fuhrwerksverkehr bestimmten freien Raum der Halle im Erdgeschofs zu 16 cm bemessen worden. — Das Mauerwerk des Kellergeschosses ist nach außen bis an den, in Basaltlava ausgeführten Sockel mit Cementverputz versehen, dagegen sind die inneren Seiten der in Backsteinen aufgeführten Kellermauern und Gewölbe nur glatt gefugt und mit weißer Kalkfarbe gestrichen. Die Ueberwölbung des Kellers besteht aus ein Stein starken Kappengewölben auf eisernen Säulen von 16 cm Durchmesser, und sind sämtliche Abtheilungen der einzelnen Kellerräume, soweit die Anlage der an den Längsfronten angeordneten Eiskeller nicht massive Scheidemauern erfordert hat, durch Eisengitter gebildet.

Die Eindeckung des Hauptdaches ist aus verzinktem Patentwellblech, die der Pultdächer über der Galerie aus Rautenzink Nr. 12 auf Holzschalung erfolgt.

Die oberen Knotenpunkte der sichelförmigen Binder des Hauptdaches liegen in einer Parabel von  $\frac{1}{5}$  Pfeil, die unteren Knotenpunkte in einer Parabel von  $\frac{1}{10}$  Pfeil, und sind die Binder, der Axentheilung der Säulen entsprechend, im Abstände von 4,2 m angeordnet.

Die Feldereitheilung der Hauptbinder entspricht der Säulenstellung der Giebelfronten, und ergeben sich danach fünf Felder, von denen das mittlere 5,4 m, die übrigen 4,2 m weit sind. Die obere Dachfläche ist nach einem Kreisbogen gekrümmt, und bedingt sich hieraus eine linsenförmige Gestaltung des Druckgurtes, welcher ebenso wie der Zuggurt aus Winkeleisen construirt ist.

Die Pultdächer über der Galerie haben eine Neigung von ca.  $\frac{1}{4}$  der Spannweite und sind durch 4 Verticalen in 5 Felder zerlegt; die Binderweite entspricht derjenigen des Hauptdaches. Sämtliche Dächer sind abgewalmt. Die Lage und Construction der Pultdächer sowie der die Galeriegewölbe tragenden Blechträger tritt einer seitlichen Verschiebung des ganzen Systems wirksam entgegen, und sind zur weitem Aussteifung unter den Hauptbindern consolenförmige, aus Winkeleisen hergestellte Eckausfüllungen angeordnet, welche sich mit den schmiedeeisernen Stielen der Hallenwand verbinden. Zu gleichem Zweck sind unter den Pultdachträgern und zu beiden Seiten der Bindersäulen im Obergeschofs gufseiserne Consolen angebracht, auch sind zu größerer Sicherheit die verticalen Scheidewände der Galeriestände, welche den Bindersäulen entsprechen, aus Gufseisen construirt und mit den Blechträgern der Galeriegewölbe sowie mit den Säulen im Erd- und Obergeschofs solide verbunden.

Als Längsverband des Hallenbaues dient eine leichte gitterartige Construction von der Höhe der Pultdächer im Anfallpunkt an die Hallenwand, welche in ihrer oberen Gurtung zugleich für die Seitenlichter der Hallenwand das Auflager bietet; außerdem ist in der oberen Gurtung des Hauptdaches und der Pultdächer ein Windverband angeordnet, welcher je zwei Binder alternirend verbindet, so daß das zwischenliegende Feld ohne Windverband bleibt.

Das Satteldach über dem Dachreiter hat 0,8 m Höhe bei 5,4 m Spannweite und ist im oberen Theile mit Glas, im unteren Theile mit Zinkwellblech eingedeckt.

Für die Möglichkeit einer Ausdehnung der Constructionstheile in Folge von Temperaturveränderungen ist durch Anbringung ovaler Bolzenlöcher gesorgt.

Zur Ableitung des Regenwassers, welches von dem Dachreiter auf das Hallendach und von dort auf die Pultdächer durch Rinnen und Abfallrohre heruntergeführt wird, dienen 12 Regenrohrsäulen, welche neben den Eingängen der Längsfronten vor die Bindersäulen gestellt sind, und außerdem 4 Regenrohre, welche in den Pilastern der Giebelportale Platz gefunden haben.

Die Erhellung des Innenraumes wird vorzugsweise durch seitliche Fenster bewirkt, welche in der ganzen Binderweite im Erdgeschofs mit einer mittleren Höhe von 2,9 m, in dem Obergeschofs mit 3,0 m Höhe geöffnet sind; zwischen den inneren Galeriesäulen ist ferner die Hallenwand um 1,5 m über die Firstlinie der Pultdächer höher geführt, und sind hier, wie auch zwischen den Stielen des Dachreiters, ringsum laufende Seitenlichter von 1,3 m bzw. 0,6 m Höhe gewonnen; endlich ist noch in die Dachfläche des Dachreiters ein Oberlicht von 3 m Breite eingelegt.

Behufs der nöthigen Lüftung der Halle ist das Seitenlicht des Dachreiters auf allen vier Seiten und das Seitenlicht in der Hallenwand auf der Südseite aus feststehenden offenen Glasjalousien gebildet; sämmtliche übrigen Fenster sind mit geschlossener Verglasung versehen, doch befindet sich in jeder Binderweite im Erdgeschofs, im Galeriegeschofs und im Seitenlicht der Hallenwand je eine große Scheibe mit beweglicher Glasjalousie, deren Handhabung vom Erdgeschofs- und Galeriefußboden durch Stangenhebel und für die Seitenlichter der Hallenwand von den Pultdächern aus vermittelt eines Handgriffs bewirkt werden kann. Es ist hierbei vorausgesetzt, daß die Jalousien der Seitenlichter im Sommer geöffnet bleiben und bei Beginn der kälteren Jahreszeit geschlossen werden, somit die Verschlussvorrichtungen von den Pultdächern aus nur zweimal im Jahre zu handhaben sind.

Das Oberlicht im Dachreiter so wie die feststehenden Jalousien sind aus gegossenem, von unten matt geripptem Glase hergestellt, durch welches jede Belästigung in der Halle durch einfallende Sonnenstrahlen vermieden wird. Vor allen Eingängen im Erdgeschofs sind Windfänge angeordnet, die nach Bedarf geschlossen werden.

Die Erhellung des Kellers konnte, da die Anbringung seitlicher Fenster eine Erhöhung des Fußbodens erfordert, dieses aber die Zugänglichkeit der Halle wesentlich beeinträchtigt haben würde, nur in nothdürftiger Weise bewirkt werden, und sind zu diesem Zweck an den Längsfronten 36 Schächte für einfallendes Licht, 1,15 m lang, 35 cm breit, vorgemauert, auch an geeigneten Stellen 49 Oberlichter von 35 cm im Quadrat in den Kellergewölben angebracht. Die seitlichen Lichtschächte sind mit gußeisernen Rahmen, die Oberlichter mit eisernen Gittern und herauszunehmenden starken Glasscheiben versehen. — Für die Lüftung des Kellers, welcher übrigens nur als Lagerkeller benutzt werden soll, dienen vier Aspirationsschlote von 52 auf 30 cm Querschnitt, welche in den Eckbauten aufgeführt sind und zugleich die eisernen Rauchrohre für die in den Büreaus und in den Aborten aufgestellten Füllöfen aufnehmen.

Für eine bequeme Treppenverbindung im Inneren der Halle ist dadurch Vorsorge getroffen, daß die Galerie der beiden Längsfronten durch einen Uebergang in der Mittelaxe der Halle verbunden ist und daß zu beiden Seiten dieses Ueberganges je zwei vom Keller bis auf den Galeriefußboden führende 1,55 m breite eiserne Treppen angelegt

sind, von denen je zwei zum Hinauf- und zwei zum Hinuntergehen benutzt werden. Außerdem sind in den beiden Eckbauten an der nördlichen Längsfront noch zwei Treppen von 1,75 m Breite vorhanden, welche gleichfalls vom Keller bis auf die Galerie führen und directe Ausgänge nach der StraÙe besitzen, wodurch eine von der Markthalle unabhängige Benutzung des Kellers, falls sich solche als wünschenswerth erweisen sollte, ermöglicht wird.

Zur Erleichterung des Verkehrs in der Halle sind ferner vier Aufzüge angebracht, von denen zwei in den für den Engros-Markt bestimmten Räumen vom Keller bis auf den Hallenfußboden, und zwei in den Eckbauten an der nördlichen Längsfront vom Keller bis auf die Galerie fördern. Die Nutzlast ist zu 250 kg bestimmt und sind zwei Aufzüge mit 4 m Hubhöhe für Handbetrieb, die beiden andern, mit 9 m Hubhöhe, als hydraulische Telescop-Aufzüge construirt worden.

Bei der inneren Eintheilung resp. der Einrichtung der Verkaufsstände ist darauf Bedacht genommen, die Markthalle sowohl für die große Anzahl der die Haupt-Wochenmärkte beziehenden Verkäufer, als für die einen größeren Standraum beanspruchenden Detail-Verkäufer, welche die Halle an den übrigen Wochentagen beziehen, und endlich für den Engros-Markt in zweckmäßiger Weise benutzbar zu erhalten. Es sind deshalb, wie schon bemerkt, zwei Viertel des Hallenraumes von jeder Standeintheilung frei gehalten, auf denen an den Haupt-Wochenmärkten die Kleinverkäufer placirt werden, welche mit geringen Waarenmengen auf den Markt kommen und nur wenig Raum beanspruchen, auch besondere Vorrichtungen zur Aufstellung der Waare nicht erforderlich machen. Die geordnete Vertheilung der Verkäufer auf diesen freien Räumen der Halle und die Offenhaltung der nothwendigen Zwischengänge ist dadurch erleichtert, daß in den Fußboden farbige Streifen eingelegt sind, durch welche die Breite der Doppelreihen und der Gänge auf je 2 m markirt werden. Jeder dieser freien Räume hat einen Flächeninhalt von ca. 400 qm und gewährt bei der vorgesehenen Eintheilung und bei Annahme eines Standraumes von 1,5 qm für 84 Verkäufer Unterkunft.

In der Mitte der beiden Freiräume ist ein laufender Brunnen mit Wasserbecken angebracht.

Die übrigen Räume der Markthalle, sowohl im Erdgeschofs und in dem Mittelbau, als auf beiden Längsfronten und auf der Galerie sind in feste Stände getheilt, deren Fußboden sich 10 cm über den Hallenfußboden erhebt, damit die Verkäufer durch den Verkehr des Publikums nicht gestört, zugleich aber auch die Gänge freigehalten werden.

Die Gangbreite ist auf durchschnittlich 2,2 m bemessen und ist nur den drei Hauptquergängen, sowie dem Verbindungsgang der Galerie eine, mit der lichten Axenweite übereinstimmende Breite von 4 m gegeben worden. Die Standtiefe hat sich bei der dieser Gangbreite entsprechenden Eintheilung der vorhandenen Gesamttiefe der Halle auf durchschnittlich 1,6 m ergeben; dagegen sind in der Längsrichtung der Stände feste Trennungswände vorerst nur nach Maßgabe der Binderweiten gestellt worden, so daß der Flächeninhalt jedes Standes innerhalb der festen Begrenzung jetzt durchschnittlich 6,6 qm beträgt. — Es soll von zukünftiger Erprobung abhängig bleiben, inwieweit sich die Zahl der Kleinverkäufer später vermindern wird, ob also eine

weitere Unter-Abtheilung der Stände erforderlich erscheint, oder ob, wie dies z. B. in der Wiener Detail-Markthalle mit gutem Erfolg geschieht, die größeren Stände nach Bedarf an 3 bis 4 Klein-Verkäufer gemeinschaftlich vermietet werden können, so daß eine Theilung durch Querscheidewände also auch in Zukunft zu entbehren wäre.

Nach dieser Anordnung ergeben sich in der Markthalle zur Zeit die nachfolgenden Verkaufsstände:

a. im Erdgeschofs

168 freie Verkaufsplätze . . .	à 1,5 qm
156 fest begrenzte Stände . . .	à 6,6 — 7,0 qm
20 - - - . . .	à 8,5 qm

b. für die Galerie

106 fest begrenzte Stände . . .	à 6,6 qm
4 - - - . . .	à 8,5 qm
2 - - - . . .	à 11,8 qm
32 freie Verkaufsplätze . . .	à 1,5 qm,

und würden auf diesen Standräumen, wenn für jeden Verkäufer, der früheren Eintheilung auf dem offenen Markt entsprechend, 1,5 bis 2 qm gerechnet und die größeren Stände nach Bedarf gemeinschaftlich benutzt werden, bis zu 1400 Verkäufer untergebracht werden können. Die Erfahrung wird lehren, ob eine so große Anzahl von Verkäufern den Markt anders als ausnahmsweise bezieht, und ob für die gewöhnliche Marktbefahrung den vorhandenen Verkäufern nicht ein bei Weitem größerer Standraum zugewiesen, und für den Ausnahmebedarf dadurch gesorgt werden kann, daß den Inhabern größerer Stände die Verpflichtung auferlegt wird, an den Hauptwochenmärkten bis zu einer bestimmten Zeit und in bestimmter Reihenfolge die Stände zu Gunsten der Klein-Verkäufer theilweise räumen zu müssen.

Es soll späterer Bestimmung überlassen werden, ob die Halle zur Zeit der Wochenmärkte von Fleisch- und Fischverkäufern, was bisher auf dem offenen Markt nicht der Fall war, in größerer Ausdehnung benutzt werden darf, und müßten, wenn dies eintreten sollte, die erforderlichen Stände eine entsprechende Ergänzung erfahren, welche unschwer anzubringen sein wird, weil die Standeinrichtungen vorerst in einfachster Gestaltung ausgeführt sind, um dem späteren Bedarf und den Wünschen der Verkäufer thunlichst Freiheit zu lassen.

Sämmtliche Stände sind an den Gängen durch leichte gusseiserne Säulen begrenzt, deren Verbindung mit den Bindersäulen und den Stand-Mittelsäulen im Erdgeschofs für jeden Stand durch zwei Winkeleisen bewirkt wird. Im Erdgeschofs ist die Abgrenzung der Stände durch gestemmte Holzwände hergestellt, welche von zwei Winkeleisen gehalten und seitlich durch aufgeschraubte schmiedeeiserne Profileisen verstärkt und gegen Beschädigung geschützt werden.

Auf der Galerie sind die Längstheilungen der Stände, wie früher dargelegt, behufs Aussteifung der Construction gegen Winddruck, aus Gulseisen, die Rückwände dagegen gleichfalls aus Holz hergestellt. Die Längseintheilungen der Stände haben im Erdgeschofs 1,43 m und auf der Galerie 1,3 m Höhe.

Für den Centralmarkt, welcher, wie bemerkt, vorzugsweise auf dem an der Hasengasse belegenen freien Hallenraum abgehalten werden soll, sind besondere Einrichtungen nicht erforderlich. Die Abgrenzung des für die Verkäufer, für die Marktwaaren und für die Wiegegeräthe nothwendigen

Platzes wird durch bewegliche Schranken bewirkt und der Transport der Waaren aus dem Keller durch die beiden auf den freien Hallenräumen angeordneten Aufzüge erleichtert.

Im Erdgeschofs befinden sich an den Giebelfronten der Halle zwei heizbare Räume von je 30,7 qm, von denen einer für die Verwaltung der Halle, der andere als Restaurationslocal dient, ferner 4 Räume von je 15 qm für die Marktpolizei, für die Markthelfer und für Utensilien, und zwei Closetanlagen, deren eine für Männer mit 6 Closets und zwei dreiständigen Pissoirs, die andere für Frauen mit 6 Closets eingerichtet ist. Auch im Keller sind 2 Closetanlagen mit je zwei Closets und einem dreiständigen Pissoir vorgesehen. Alle diese Anlagen haben Wasserspülung und entwässern in den Straßencanal.

In dem Kellergeschofs sind an den Umfassungswänden 16 Eiskeller von je 17 qm Fläche nebst zugehörigen Vorkellern angeordnet, von denen vorerst nur die an der Nordfront belegenen acht Keller zur Eisaufnahme eingerichtet und zu diesem Zweck mit innerer Holzbekleidung und Isolirung versehen sind. Außerdem sind an den Umfassungswänden 36 Kellerräume vorhanden, welche, wie die Eiskeller, zunächst den die Markthalle beziehenden Verkäufern zur Benutzung überlassen werden. Der Mittelraum des Kellers ist gegen die Gänge durch Eisengitter abgegrenzt.

Um die Halle für die Zwecke des Centralmarktes in den frühen Morgenstunden auch im Winter benutzen zu können, sind an jeder der inneren Galeriesäulen im Erdgeschofs und im Obergeschofs 4 Gasflammen und an jeder der Frontsäulen im Erd- und Obergeschofs eine Flamme angebracht, ferner auf den freien Hallenräumen im Erdgeschofs 2 Candelaber mit je 5 Flammen aufgestellt; dem entsprechend ist auch der Keller mit Gasbeleuchtung versehen.

Die Wasserversorgung der Halle erfolgt außer an den beiden laufenden Brunnen im Erdgeschofs durch 8 Zapfhähne der Quellwasserleitung, ferner auf der Galerie durch 4 und im Keller durch 6 Zapfhähne. Sämmtliche Zapfstellen sind mit Schlauchgewinden versehen, so daß dieselben zugleich für die Reinigung des Fußbodens und für Feuerlöschzwecke benutzt werden können; das Ueberlaufwasser der beiden Brunnen gelangt im Keller nochmals zum Auslauf und zur Benutzung.

Die sämmtlichen Fußböden sind mittelst Sinkkasten in den Straßencanal entwässert, ebenso hat jeder Eiskeller einen besonderen Syphon mit Ablauf in den Canal erhalten, und sind auch die Regenrohrleitungen durch eiserne Rohre direct mit dem Straßencanal verbunden worden. —

Mit der Bauausführung, welche unter der Leitung des Herrn Bauinspector A. Koch erfolgte, konnte am 20. September 1877 begonnen werden, nachdem das Project, zu dem Herr Ingenieur B. Löhr die Eisenconstruction berechnet und aufgetragen, Herr Architekt L. Ende die Architektur-Details gezeichnet hatte, durch Beschluß der städtischen Behörden vom 4. September 1877 genehmigt war. Zunächst erforderte die Nivellirung des Bauplatzes und der Straßensanschlüsse auf dem Gesamtterrain eine erhebliche Erdabtragung, bei welcher die abzufahrende Bodenmenge einschließlichs des Aushubs aus Keller und Fundamenten sich im Ganzen auf ca. 25100 cbm stellte. Diese Erdabfuhr wurde bis zum 15. März 1878 beendet, gleichzeitig aber bis dahin auch ein beträchtlicher Theil des Fundament-

und Keller-Mauerwerks aufgeführt; mit der Montirung des Eisenwerks der Halle konnte am 15. Mai 1878 begonnen, und diese Arbeit, zugleich mit der übrigen Maurer- und Steinmetzarbeit und der Eindeckung des Hallendaches bis zum 17. August vollendet werden. Anfangs December 1878 wurde die Markthalle zur Benutzung bereit gestellt.

Die Vergebung der Bauarbeiten erfolgte im Submissionswege und zwar der Art, daß die Erd-, Maurer- und Steinmetzarbeiten, ferner die gesammte Eisenconstruction des Oberbaues nebst der Eindeckung des Hallendaches, der Herstellung aller Eisen- und Zinkornamente, sowie der Gesimse, Rinnen und Abfallrohre in zwei Hauptsubmissionen vereinigt waren und daß die übrigen Arbeiten, u. a. auch die Lieferung der Kellersäulen und der eisernen Gitterwände im Keller und die Eindeckung der Pultdächer in besonderen Submissionen vergeben worden sind.

Nach der Revisionsberechnung stellen sich Gewicht und Preis der zum Bau verwendeten Eisentheile wie folgt:

	Gewicht:	Preis pro 100 kg:
Eisenconstruction . . . . .	240714,50 kg	33,50 <i>M.</i>
Eisenwerk der Hallenfenster	37400 -	58 -
Glatte Eisenguß . . . . .	9152 -	19,40 -
- - - der Keller-		
säulen . . . . .	36288 -	14 -
Profilirter Eisenguß . . . . .	312796 -	28 -
Verzierter Eisenguß . . . . .	21737 -	32 -
Eisenguß der Standsäulen		
und Wände . . . . .	62124 -	24 u. 28 -
Eisenwerk der Hallenwand		
und Dachreiter-Fenster	10813 -	52 -
Eiserne Kellergitter . . . . .	37228 -	31,50 -
	qm	Preis à qm
Eindeckung des Dachreiters		
mit Zinkwellblech Nr. 13	259	6 <i>M.</i>
Eindeckung des Hallen-		
daches mit Patentwell-		
blech . . . . .	2130	10,20 -

Eigengewicht der Dachconstruction:  
für 2331 qm des Hauptdachs pro qm in der Horizontal-Projection gemessen . . . . 42,1 kg,  
- 477 - des Dachreiters einschließlich der Oberlichtsprossen . . . . . 45,9 -  
und  
- 1607 - des Pultdachs . . . . . 32,5 -

Die Baukosten haben betragen:

Erd-, Maurer- und Asphaltirungs-Arbeit, Cement-Fußböden . . . . .	133100 <i>M.</i>
Maurermaterialien . . . . .	75000 -
Steinmetzarbeit . . . . .	51485 -
Zimmerarbeit . . . . .	6900 -
Schreinerarbeit . . . . .	16300 -
Schlosserarbeit . . . . .	2250 -
Spengler- und Zinkguß-Arbeit . . . . .	61800 -
Eisenarbeit und Eisenguß . . . . .	300500 -
Anstreicherarbeit . . . . .	15300 -
Glaserarbeit . . . . .	7600 -
Wasserversorgung und Closetanlagen . . . . .	9500 -
Entwässerung . . . . .	14500 -
Gasbeleuchtung . . . . .	16450 -
Lieferung der Aufzüge . . . . .	5900 -
Tapeziererarbeit . . . . .	1300 -
Ofenarbeit . . . . .	400 -
Insgemein für die Bauaufsicht, für Beschaffung einer Uhr und einer Blitzableitung, für Anschaffung von Waagen, für Füllmaterial in den Eiskellern, für Pflasterarbeiten etc. . . . .	30415 -
zusammen	748700 <i>M.</i>

Diese Summe ermäßigt sich um 18700 *M.*, weil die von der Markthalle abgefahrenen Erdmengen für die Straßenherstellung im Anschluß an die gleichzeitig im Bau begriffene Obermainbrücke vortheilhafte Verwendung fanden und für diesen Bau mit der Hälfte des Submissionspreises angerechnet worden sind. Demnach beziffert sich die Kosten-summe für den Markthallen-Neubau im Ganzen auf 730000 *M.*, und pro qm der bebauten Grundfläche auf 181,22 *M.*

Frankfurt a/M. im December 1878. Behnke.

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

(Fortsetzung. Mit Zeichnungen auf Blatt 21 bis 24 im Atlas.)

### S. Maria bei Saronno.

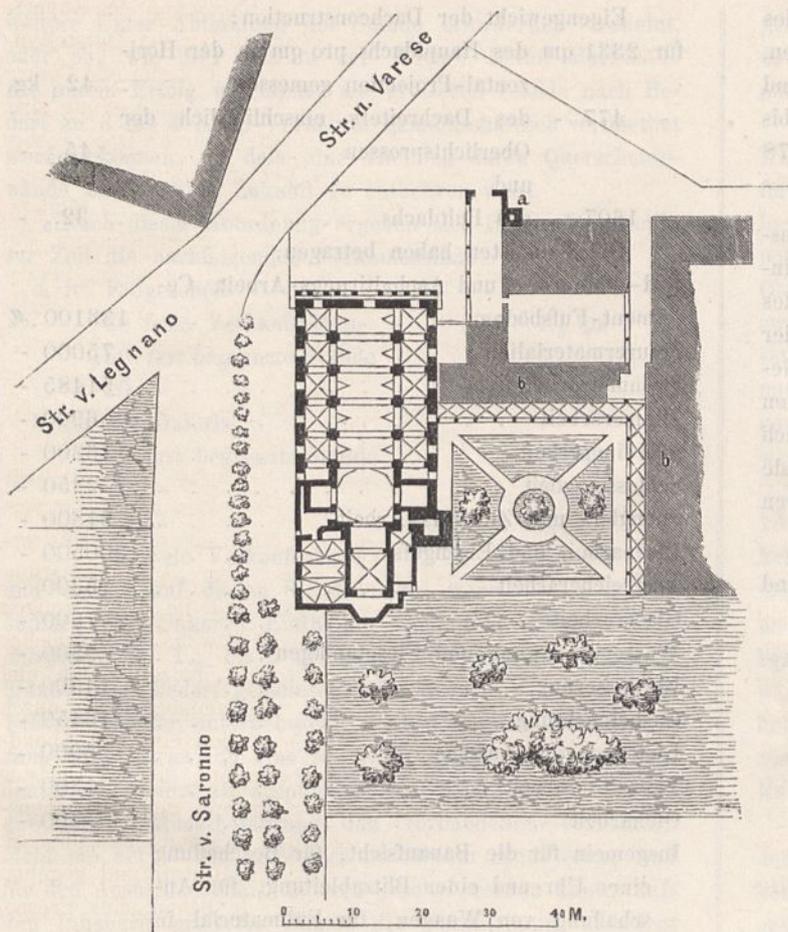
(Perspectivische Ansicht auf Bl. 21 Fig. 1, Grundrisse auf Bl. 21 Fig. 2, 3 und 4, Vorderansicht auf Bl. 22 Fig. 1, Durchschnitte auf Bl. 22 Fig. 2 und Bl. 23, Kuppel und Details derselben auf Bl. 24 Fig. 1—7.)

Bei dem Städtchen Saronno liegt, zehn italienische Meilen von Mailand entfernt, an der nach Varese führenden Strafe die Wallfahrtskirche S. Maria, gewöhnlich il Santuario di Saronno genannt. Die Abgelegenheit des Ortes (der erst seit Kurzem eine gute Verbindung mit Mailand erhalten hat) ist wohl Ursache, daß die Kirche wenig bekannt ist; nur vereinzelt führen die herrlichen Fresken derselben, Werke Bernardino Luini's und Gaudenzio Ferrari's, Besucher nach Saronno.

Die Kirche besteht aus einem um 1500 errichteten, central disponirten Bau, hohem Kuppelraum mit schma-

len, von Tonnengewölben überspannten Kreuzarmen, und einem, etwa 50 Jahre später erbauten Langhause.<sup>1)</sup> Der östliche Kreuzarm setzt sich aus drei Räumen zusammen: einem Vorraum (Atrio), dem Hauptaltarraum (Cappella maggiore) und einem kleinen, mit einer Apside abschließenden Chor. Der älteren Bauanlage gehört noch ein sehr hoher Glockenthurm an, der sich zur Seite des nördlichen Kreuzarms erhebt, eine kleine zwischen Atrio und Thurm belegene Sacristei, *f* Fig. 2 Bl. 21, so wie Theile des an die Kirche anstoßenden Klostergebäudes (in umstehendem Situationsplan mit *b* bezeichnet). Das Langhaus, ein Pfeilerbau, ist dreischiffig und fünfjochig, das Mittelschiff von einem

1) In den Grundrissen auf Bl. 21 sind die älteren Bautheile durch dunklere Schraffirung angegeben.

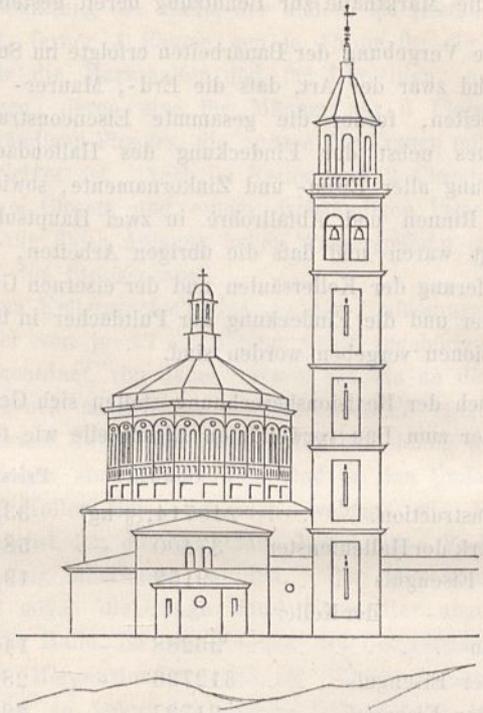


tonnenartigen Gewölbe mit Stichkappen, die Seitenschiffe von Kreuzgewölben überspannt. Ueber den Seitenschiffen und den Kreuzflügeln läuft (ähnlich wie in der mit S. Maria fast gleichzeitig, 1503—19, erbauten Kirche S. Maurizio zu Mailand) ein Gang ringsum, welcher sich in Bogenstellungen nach dem Innern öffnet. Derselbe hat etwa nur die halbe Breite der Seitenschiffe; die oberen Außenmauern stehen an der Nord- und Südseite auf den Gewölben und auf Entlastungsbögen (s. Fig. 2 Bl. 22).

Dem Grundriss Fig. 2 Bl. 21 nach dürfte die Anlage des Bauwerkes nicht ganz einheitlich, dasselbe nicht nach einem Plane ausgeführt erscheinen; doch ist es wahrscheinlich, daß beim Bau der Vierung und der Kreuzflügel schon die Anlage des Langhauses beabsichtigt war, die Kirche nicht etwa ein Centralbau werden sollte. Wie die Grundrisse Fig. 2 u. 3 Bl. 21 erkennen lassen, sind die Ecken des Kuppelunterbaues, (dessen Umgrenzungslinien im Grundriss Fig. 2 Bl. 21 durch punktierte Linien angegeben sind), im Mauerwerk nicht bis zum Boden herunter geführt, sondern ruhen auf großen Bögen, von denen diejenigen an der Westseite der Vierung sich von den Eckpfeilern derselben nach den Mauern *x*, *y* (Fig. 2 Bl. 21) herüber spannen. Diese Mauertheile müssen also gleichzeitig mit dem Kuppelbau errichtet sein; die zwischen denselben und den Vierungspfeilern liegenden Altarnischen *m* und *n* (Fig. 2 Bl. 21) sind, da sie keinen architektonischen Zusammenhang mit dem centralen Hauptbau haben, nur als Schlußnischen der Seitenschiffe möglich. Es ist demnach wohl anzunehmen, daß das Langhaus von vorn herein projectirt war.<sup>1)</sup>

1) Einige Unregelmäßigkeiten bleiben indefs auffällig. So tritt der Kuppeltambour an drei Seiten gegen den im Grundriss nicht qua-

Das Außere der Kirche ist auf Bl. 21 in einer perspectivischen Ansicht dargestellt. Dieselbe ist von der Ostseite der Kirche aus aufgenommen, um vorzugsweise die älteren Bautheile zu zeigen. Beistehender Holzschnitt giebt eine Skizze der Kirche, wie



Ansicht der Kirche nach dem Fresco Luini's.

Bern. Luini dieselbe auf einem in der Cappella maggiore befindlichen Fresco dargestellt hat. Der Vergleich dieser Skizze mit der perspectivischen Zeichnung Bl. 21 läßt erkennen, daß die jetzige Ansicht der Chorseite nicht wesentlich abweicht von derjenigen zur Zeit Luini's. Am östlichen Kreuzarm ist die aus Terracotta hergestellte Architektur noch die ursprüngliche: Pilaster und Gebälk von einfacher Gliederung, das Hauptgesims mit zierlichen Consolen.

Der Glockenthurm, quadratisch in den fünf unteren Stockwerken, achteckig im obersten, eine offene Halle bildenden Geschofs, zeigt noch die Formen der Zeit um 1500 (nur die Haube ist barock). Die Hauptarchitekturtheile des Thurmes sind in Sandstein, die Flächen in Ziegeln hergestellt.

Sehr reich und zierlich ist die Architektur der Kuppelgalerie, die in Details auf Bl. 24 gezeichnet ist. Die Ornamente der Säulensockel, von so kleinem Maafsstab und zartem Relief, daß sie von unten gesehen nicht zur vollen Wirkung kommen, zeigen eine große Mannigfaltigkeit der Motive, von denen kaum eins dem andern ähnlich ist. Die Halle der Kuppel ist aus Werksteinen von sehr geringer Stärke hergestellt: Säulchen von nur 11 cm Durchmesser und etwa 19 cm breite Eckpfosten tragen dünne Platten, aus denen die Bögen der Architektur ausgeschnitten sind (s. Fig. 2 u. 3 Bl. 24); die Decke wird aus 10 cm starken Platten gebildet, welche, wie die Hängeplatte des weit ausladenden Hauptgesimses auf der Mauer des Kuppeltambours aufliegen

dratischen, sondern oblongen Unterbau zurück, an der vierten (der westlichen) Seite nicht. Der südliche Kreuzarm hält nicht Axe mit dem Unterbau (s. Fig. 4 Bl. 21).

(s. den Durchschnitt Bl. 23). Die einzelnen Werkstücke werden durch Klammern und Anker zusammengehalten.

Die Architektur des Aeußern am Chor, an der Gallerie und der zierlichen Laterne der Kuppel gehört der Frührenaissance an, die des Langhauses der Zeit um 1550, zum Theil der Spätrenaissance. Die Façade des Langhauses, in wenig Uebereinstimmung mit dem Innern angelegt, bildet eine hohe Abschlußwand, einer Coullisse gleichend. Die Architektur derselben zeigt einen großen decorativen Aufwand, frei vorstehende gekuppelte Säulen mit verkröpften Gebälken und stark ausladenden Gesimsen, ein Uebermaafs an figürlichen Reliefs und Statuen.

Das Innere der Kirche ist von reichster, alle Theile umfassender Ausstattung, die in sehr verschiedenen Zeiten hergestellt, zum Theil verändert und restaurirt worden ist. — Die architektonische Ausbildung der Vierung gehört der ersten Bauzeit an; <sup>1)</sup> die Wandflächen des Unterbaues gliedert eine korinthische Pfeilerstellung, über deren Gebälk die vier Tragebögen der Kuppel aufsetzen. Die innerhalb dieser Bögen liegenden dreitheiligen Oeffnungen der oberen Umgänge haben eine zierliche Umrahmungsarchitektur: die mittlere Oeffnung durch einen Bogen, die seitlichen durch Gebälke überspannt, die von schlanken Säulchen getragen werden. <sup>2)</sup> Ueber den Archivolten der großen Bögen vermitteln Pendentifs den Uebergang vom quadratischen Unterbau zu dem zwölfseitigen niedrigen Kuppeltambour, der 24 Nischen mit Statuen von Sibyllen und Propheten in gedrängter Aufstellung enthält. Zwölf auf dem Tambourgesims aufsetzende, in die halbkugelförmige Kuppel einschneidende Bögen umschließen kleine Rundfenster. Diese, sowie zwei größere Fenster in den Schildbogenflächen der Kreuzarme und zwei Fenster in den Rückwänden der oberen Umgänge führen eine zwar nicht große, doch ausreichende Lichtmenge in den Hauptraum ein.

Die Ausschmückung des Vierungsraums ist eine reiche; farbige Sculpturen und Malereien *al fresco* bilden einen *Cyclus* zusammenhängender Darstellungen. <sup>3)</sup> Die Hauptgestalten sind plastisch: im Centrum der Kuppel eine Relieffigur Gottvaters, am Tambour eine Colossalstatue der himmelfahrenden Madonna, in Nischen des Kuppeltambours Statuen von Sibyllen und Propheten, am Unterbau von Heiligen. Das Kuppelgewölbe bedeckt ein figurenreiches, von Gaudenzio Ferrari in dem kurzen Zeitraum eines Jahres (1536) gemaltes Fresco, Schaaren anmuthvoller, singender und musicirender Engel darstellend. Die Composition, noch unbeeinflusst von den etwa 10 Jahre früher entstandenen, allbewunderten Kuppelfrescen Corregio's in Parma, zeigt eine architektonische Anordnung der Figuren in Zonen, in der unteren je zwei Figuren über den Fensterbögen, je eine in

1) Nur die Orgelarchitektur ist barock; dieselbe ist im Durchschnitt Bl. 23 nicht dargestellt, sondern an Stelle derselben die Umrahmungsarchitektur der Oeffnungen über dem nördlichen und südlichen Kreuzarme. Der über dem Atrio liegende Gang (*h* in Fig. 3 Bl. 21) war ursprünglich nach der Vierung hin durch eine Mauer geschlossen, auf welcher G. Ferrari (um 1535) ein die Apostel darstellendes Fresco malte. 1581 entfernte man die Mauer, das Bild zerstörend, und legte an dieser Stelle die Orgel an.

2) Dasselbe Architekturmotiv (das in der Frührenaissance vereinzelt, häufiger seit der Mitte des XVI. Jahrhunderts vorkommt) findet sich an den oberen Umgängen der Kirche S. Maurizio zu Mailand (1503—19).

3) Zu denselben gehörte früher noch das oben erwähnte Fresco Ferrari's.

den Zwickeln zwischen denselben. Die Flächen des Kuppelunterbaues schmücken Frescen, alttestamentliche Darstellungen und Heiligenfiguren von G. Ferrari, B. Luini und Cesare Magno gemalt. Fast sämtliche Bilder der Vierung sind wohl erhalten und unberührt, die architektonische Decorationsmalerei aber erlitt leider störende Restaurationen. Die Ornamente sind derartig übermalt, daß sie kaum ihren Motiven nach als solche des 16. Jahrhunderts zu erkennen sind, die Farben grell und unharmonisch; Vergoldung ist im Uebermaafs verwandt. Auch bei der letzten, vor etwa 15 Jahren erfolgten Restauration verfuhr man leider noch nicht mit jener Sorgfalt, wie in jüngster Zeit bei Restauration der *Incoronata* zu Lodi, S. Maria zu Busto = *Arsizio*, Cap. *Portinari* und mehreren Kirchen in Mailand.

Von den zwei Kreuzarmen ist der nördliche, *Cappella della Cena Pasquale* genannt, von Restaurationen verschont geblieben. Das Tonnengewölbe hat noch seine ursprüngliche Decoration Lovino's: in viereckigen Cassettenfeldern sind Engelfigürchen gemalt und im kreisförmigen Mittelfeld eine Laternenöffnung mit Brustwehr, über welcher Kinderfiguren hervorgucken. Fast den ganzen Raum und die Wände dieser Capelle nimmt eine umfangreiche, durch Sculptur und Malerei bewirkte Composition ein, die Abendmahlsscene darstellend. Die Hauptfiguren, die des Christus und der Apostel, bilden eine Freigruppe von überlebensgroßen Statuen, die mit lebhaften Farben naturalistisch bemalt sind. Den Sculpturen ist ein Hintergrund gegeben durch ein an der Nordseite der Capelle befindliches Fresco, welches die Tafel bedienende Figuren darstellt. Die Statuen von Christus und den Aposteln und die schon erwähnten Figuren des Gottvater, der Madonna, der Propheten, Sibyllen und Heiligen wurden von einem, *Andrea di Milano* genannten Bildhauer gefertigt; ohne Zweifel rührt aber die Gesamtcomposition der künstlerischen Ausstattung des Vierungsraums und der *Cappella della Cena Pasquale* von G. Ferrari her, der auch an anderen Orten <sup>1)</sup> dieselbe eigenartige Verbindung von freien Sculpturen und Wandmalerei ausführte.

Der südliche Kreuzflügel, *Cappella della Passione*, hat eine moderne Ausstattung. Oestlich stößt an die Vierung der, *Atrio* genannte, Vorraum der Altarcapelle. Derselbe ist von einem Tonnengewölbe überdeckt, dessen jetzige Decoration in schweren Cassetten mit barockem Stuckornament besteht. An den Wänden dieses Raumes befinden sich die durch die Stiche von Rampoldi, della Rocca und Giberti weitbekanntesten, Christus unter den Schriftgelehrten, und die Vermählung der Maria darstellenden Frescen B. Luini's, die als die vollendetsten Werke dieses Meisters gelten.

Der Altarraum, *Cappella Maggiore*, ist von hohen Verhältnissen, an drei Seiten die angrenzenden Räume überragend. Die Ausstattung desselben ist vollständig intact erhalten, auf den Wandflächen Frescen Luini's: die Anbetung der Könige und die Darstellung Christi im Tempel, <sup>2)</sup>

1) So in den Capellen des *Sacro Monte* bei Varallo (einem kleinen westlich vom Lago di Orto gelegenen Städtchen), wo G. Ferrari die Leidensgeschichte darstellte; die Hauptfiguren sind lebensgroße, bemalte Terracottastatuen; an den Wänden und am Gewölbe sind zugehörige Figuren gemalt.

2) Von großer Schönheit ist die Architektur auf diesem Fresco, eine offene Halle, durch die man auf eine Landschaft und auf die Kirche sieht.

auf den Schildbogenflächen die vier Evangelisten und vier Doctoren der Kirche; im Fenster der Ostwand ein Glasbild Luini's, die Verkündigung Mariae. — Die Architektur zeigt die reizvollen Formen der Zeit um 1500, auf den Flächen der Sockel, Pfeiler und des Frieses zierliches, gemaltes Ornament, auf dem Kreuzgewölbe eine reiche, Mosaik nachahmende Decoration, buntfarbiges Ornament auf Goldgrund. Den unteren Theil der Ostwand nimmt der große barocke Hauptaltar ein. Der hinter demselben gelegene kleine Chorraum enthält vier Frescobilder Luini's, schöne Gestalten weiblicher Heiligen und zweier Engel, sowie ein Glasbild desselben Meisters. Das Gewölbe dieses Raumes hat die gleiche schwere Cassettendecoration wie dasjenige des Atrio.

Die Ausstattung des Langhauses erfolgte am Schlusse des XVI. und im XVII. Jahrhundert. Nur die Pfeiler und Bögen des Untergeschosses zeigen verhältnißmäßig strenge und reine Formen, das Obergeschoss und das Gewölbe eine überladene und barocke Decoration, das Gewölbe tiefe Cassetten, die mit Wappenschildern, Stuckfiguren und Cartouchenwerk angefüllt sind. Die Wände der Seitenschiffe sind bemalt mit perspectivischen Scheinarchitekturen von sehr zopfigen Formen.

Ueber die Construction der Dachgerüste der Schiffe sei erwähnt, daß bei denselben (wie zumeist bei den italienischen Dächern) die Verwendung des Holzes auf Sparren und Pfetten beschränkt ist; letztere ruhen theils direct auf den Gurtbögen des Gewölbes, theils auf kleinen Mauerpfeilern. Beim Dach des Altarraums nimmt ein Mauerzylinder, der von besonderen, über dem Kreuzgewölbe frei gespannten Gratsbögen schwebend gehalten wird, die Pfetten und die Gratsparren auf und trägt einen über dem First des Daches hervorragenden kleinen Steinzapfen (s. Fig. 1 Bl. 23).

Ueber die Baugeschichte der Kirche geben mehrere, von Luigi und Giambattista Sampietro und B. Catena, Präfecten der Kirche, verfaßte Schriften<sup>1)</sup> (zusammengestellt aus Documenten des erzbischöflichen Archivs in Mailand und des Archivs in Saronno) ziemlich vollständigen Aufschluß. Die hauptsächlichsten Angaben mögen hier erwähnt werden.

Als gegen 1460 sich der Ruf eines Madonnenbildes, welches sich in einer an der Straße Saronno-Varese belegenen Capelle befand, weit verbreitete, beschloß die Commune von Saronno die Erbauung einer größeren Kirche an Stelle jener Capelle und berief den Architekten Vincenzo dell'Orto.<sup>2)</sup> Am 8. Mai 1498 ward der Grundstein der Kirche gelegt. Eine Inschrift, früher an der Mauer, welche die Westseite der Vierung schloß, jetzt über der Thür t

1) Memorie sull' insigne Tempio di nostra Signora presso Saronno. Monza 1816.

2) Ueber den ersten Architekten der Kirche (als welcher ohne Nachweis auch Bramante angeführt wird) sind die Angaben genannter Schriften unzureichend; es heißt nur: acquistato il sito per la fabbrica di un Tempio . . . . si chiama il celebre architetto Vincenzo dell'Orto; leider wird nicht erwähnt, wie weit sich die Thätigkeit Vincenzo dell'Orto's erstreckte. In der „Lomb. pitt.“ Tom. I heißt es: Fin del 1498 fu cominciata la chiesa sopra bellissimo disegno del Seregno, cioè Vincenzo dell'Orto. A. a. O. wird der Architekt der Kirche „Vincenzo dell'Orto da Seregno“ genannt. Dieser Architekt von Saronno ist nicht mit dem Mailänder ähnlichen Namens, Vincenzo di Seregno, zu verwechseln. Letzterer, bekannt als Erbauer des Pal. dei Giureconsulti zu Mailand und als Dombaumeister, lebte später (1509 — 84).

Fig. 2 Bl. 21) im nördlichen Seitenschiff angebracht, giebt dies Datum an:

Siste, Viator, gradum ad Effigiem Aedis, quam vulgata Virginis Miraculorum fama satis grata, et insigni excitavit elegantia MCCCCLXXXVIII Natal . . . Templi lux maj octava.

Man fing von Osten an zu bauen; errichtete zunächst die Theile des Chors, den Thurm und die kleine Sacristei (f Fig. 2 Bl. 21), sodann die Vierung und die Querarme. Eine Inschrift, die sich oben am Thurm befindet, nennt die Zeit und den Werkmeister des Thurmbaues:

Hoc opus factum est per magistrum Paulum della Porta de Mediolano die 25 julii anno 1516.

Der Bau der östlichen Theile, vorzugsweise aus Almosen der Commune hergestellt, schritt langsam vor, etwa 20 Jahre dauernd. — 1521 schloß man provisorisch die Vierung durch eine Mauer an ihrer Westseite und begann die Ausschmückung des Innern. Zunächst ward B. Luini berufen (1521), der, obschon er in hohem Alter stand, die erwähnten ausgedehnten Werke in dem kurzen Zeitraume von vier Jahren ausführte, wie es heißt für sehr geringe Bezahlung. 1534 malte Gaudenzio Ferrari das Fresco der Kuppel und 1545 die Bilder auf den Pendentifflächen. Von 1528 an führte der Bildhauer Andrea di Milano die zahlreichen Statuen des Innern aus, die sämtlich aus Holz hergestellt wurden. Die Ausschmückung des Vierungsraums, an der sich auch Cesaro Magno und seit 1547 B. Lanino beteiligten, dauerte etwa bis zum Jahre 1550. — Um diese Zeit wurden die Fundamente der großen Sacristei (g Fig. 2 Bl. 21) gelegt und zugleich durch den Architekten Bernardino Lonati der Bau des Langhauses begonnen. Dasselbe konnte zunächst nur bis zum dritten Schiffpfeiler errichtet werden, da hier die alte Capelle mit dem verehrten Bilde der Madonna stand. Dieses Hinderniß und die Pest des Jahres 1576 unterbrachen den Bau. 1583 ward die Capelle niedergelegt, in den folgenden Jahren der Bau des Langhauses zu Ende geführt, und der der Façade nach Zeichnung des Pellegrino de' Pellegrini, des bekannten Architekten Carlo Borromeo's, durch den Mailänder Architekten Lelio Buzzi begonnen. Man verwandte (zum Bau der Façade vorzügliches Material, welches mit bedeutenden Kosten vom Brenner hergeschafft wurde. Die Balustrade mit den Obeliskten ward 1657 durch Leone de Leoni hinzugefügt; (die Zeichnung Pellegrini's enthielt dieselbe nicht). Fast ohne Unterbrechung wurde an der Ausstattung der Kirche und an der Erweiterung des Klosters gearbeitet. Die einzelnen Ausführungen giebt Catena in der genannten Schrift genau an. Es sei hier nur bemerkt, daß um 1580 die, Wohnungen und Capitelsäle enthaltenden, westlichen Theile des Klostergebäudes, und im Jahre 1594 der Uhrthurm (a im Situationsplan) errichtet wurden.

Um 1610 führte man die Decoration der Gewölbe im Chor und Atrio, 1631 die des Gewölbes des Mittelschiffs aus.

Um 1650 erhielt das Dach des Glockenthurmes, welches früher, wie das Bild Luini's zeigt, die einfache Form einer Pyramide hatte, die jetzige geschweifte Spitze.

In der zweiten Hälfte des XVII. Jahrhunderts wurden die Malereien an den Wänden der Seitenschiffe hergestellt.

(Fortsetzung folgt.)

### Verwendung der Hochofenschlacke zur Betonbereitung.

Das große Stahlwerk des Bochumer Vereins für Bergbau und Gußstahlfabrikation zu Bochum wurde zu Anfang des vorigen Jahres durch die Inbetriebnahme eines neuen Hochofens in die Nothwendigkeit versetzt, zur Abkühlung der beim Hochofenbetrieb benutzten und demnächst wieder zur Verwendung gelangenden großen Wassermengen zwei umfangreiche Kühlbassins zu errichten. Diese Bassins mußten, um möglichst geringe Betriebskosten zu erzielen, in thunlichster Nähe des Hochofenwerks erbaut werden. Das aus diesem Grunde für die Bassinanlage bestimmte Terrain bot jedoch bei der Ausführung erhebliche technische Schwierigkeiten, weil der um mehr als 20 m über dem Grundwasserstand belegene, mit sandigen Mergeladern durchschossene und durch Bergbau zerklüftete Boden sich derart wasserdurchlässig erwies, daß alle Versuche, denselben durch Einbringen von fettem Lehm u. dgl. gegen den fast 3 m hohen Wasserdruck widerstandsfähig zu machen, ohne Erfolg blieben.

Die Verwaltung entschloß sich daher, nach dem Vorschlage des hiesigen Königl. Bauinspectors Herrn Haarmann in die Bassins eine Betonlage einzubringen, betreffs welcher Herr Haarmann sowohl, wie dem Unterzeichneten, damals Baumeister des Bochumer Vereins, verschiedene Versuche und anderweite Ausführungen den Gedanken nahe gelegt hatten, schon des Kostenpunktes wegen die Betonirung unter vorzugsweiser Verwendung von Hochofenschlacken auszuführen, welche bekanntlich ihrer hydraulischen Eigenschaften wegen sowohl als Schlackensand (granulirte Schlacken, dadurch hergestellt, daß die flüssige Schlacke in Wasser geleitet wird und in Folge dessen in sandgroße glasige und schwammige Körnchen zerfällt) ein vortreffliches Bindemittel abgeben. \*) Die Kosten der Betonirung berechneten sich nämlich unter Verwendung von Hochofenschlacken auf rot. 20000 *M.*, während dieselben bei einer der sonst üblichen Methoden und bei der Ausdehnung der Anlage mindestens 40000 *M.* erfordert haben würden. Denn, wie aus der nebenstehenden Grundrifs- und Querschnittszeichnung hervorgeht, bedecken die beiden Kühlbassins eine Fläche von ca. 8500 qm oder rot. 3 1/3 alte preussische Morgen und enthalten bei einer Wassertiefe von durchschnittlich 2,8 m eine Wassermenge von ca. 16000 cbm. Die zu betonirende Fläche hatte incl. der am oberen Rande um die Bassins gelegten Banquets eine Größe von circa 8600 qm.

Da die Größe der zusammenhängenden Fläche die Arbeit erheblich erschwerte und ein günstiger Erfolg nur bei der allersorgfältigsten Ausführung zu erwarten war, so wurde Regiebau für die Ausführung gewählt. Es erschien dies auch schon deshalb nothwendig, weil Unternehmer, welche derartige Arbeiten als Specialität betreiben, die

\*) Die aus Erfahrung und nach den angestellten Versuchen für Bauzwecke als am geeignetsten befundenen Hochofenschlacken haben mit geringen Abweichungen folgende Analysen ergeben:

	1. Analyse	2. Analyse
Thonerde (und geringe Spuren Eisen)	11,12	14,84
Manganoxydul	1,24	1,15
Kieselsäure	32,51	39,59
Magnesia	32,51	5,36
Kalk	43,96	33,53
Schwefelcalcium	6,80	6,14

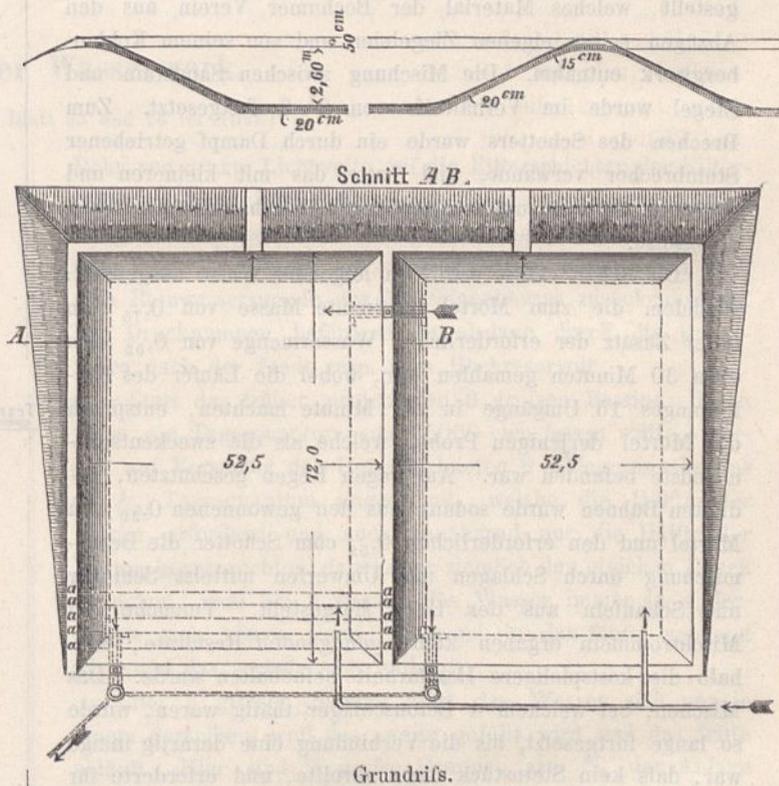
Uebernahme der Ausführung unter Leistung einer Garantie für die Dichtigkeit ablehnten.

Zunächst liefs der Unterzeichnete nunmehr verschiedenartige, genau controlirte Proben ausführen und untersuchte dieselben auf Dichtigkeit und Festigkeit, um hiernach das zweckmäßigste Mischungsverhältniß und die zulässige Minimal-Stärke der Betonlage zu bestimmen.

Die Proben ergaben für den vorliegenden Zweck als bestes Mischungsverhältniß des Mörtels:

- 4 Theile { 0,55 cbm granulirte Hochofenschlacke (Schlackensand)
  - { 0,05 - zerfallene Hochofenschlacke (Hochofenmehl)
  - 1 Theil 0,15 - besten gelben Beckumer Wasserkalk
- zusammen 0,75 cbm trockene Masse.

Diese Masse wurde in Mörtelmühlen (Kollergängen) gemahlen, weil die granulirte Schlacke, wie erwähnt, sehr schwammig und porös ist, sonach große Mengen Kalk in sich aufnimmt, ohne jedoch, bei einfacher Verarbeitung durch



die Hand, sich genügend mit demselben zu verbinden. Durch das Mahlen wird die Schlacke zerquetscht und seifig und verbindet sich dann sehr innig mit dem Kalk, wozu das der Mischung beigefügte Schlackensand mitwirkt. Der Wasserzusatz muß, je nachdem die granulirte Schlacke frisch gefallen ist oder schon länger liegt, verschieden gewählt werden, weil die frische Schlacke immer eine erhebliche Menge Wasser in sich aufgesogen hat. Es erwies sich deshalb als zweckmäßig, frische Schlacke mit der älteren, je nach der Zeit der Herstellung und in bestimmtem Volumen zu mischen, und zwar wurden 2 Theile ganz frischer Schlacke mit 2 Theilen etwa acht Tage hindurch abgetrockneter Schlacke gemengt. Der Zusatz für diese Mischung betrug alsdann für die oben erwähnten 0,75 cbm trockener Masse 0,05 cbm Wasser. Der bekannte westfälische Wasserkalk, welcher

auch in weiteren Kreisen Verwendung findet, wird namentlich im Kreise Beckum fabricirt und zwar aus einem Kalkstein, welcher hinreichende Mengen von Thonerde und Kieselsäure einerseits und von kohlensaurer Kalkerde andererseits enthält. Dieser Kalk wird, wie alle hydraulischen Kalke, am besten frisch gebrannt verarbeitet, und wurde derselbe deshalb auch stets nur in kleineren Mengen bezogen und in den dafür bestimmten Behältern durch Besprengen mit Wasser gedämpft, sodann, nachdem er völlig zerfallen war, gesiebt und nur als feines staubförmiges Pulver zur Mörtelbereitung verwendet. Ebenso wurde das Schlackemehl vor dem Verbrauch gesiebt, um alle Unreinigkeiten und noch nicht zerfallene oder glasige Stücke daraus zu entfernen.

Die obenerwähnte trockene Masse von  $0,75$  cbm ergab nach dem Mahlen nur  $0,30$  cbm Mörtel, und ist der erhebliche Volumenverlust auf die schwammige Beschaffenheit der granulirten Schlacke vor dem Mahlen zurückzuführen. Zu diesen  $0,30$  cbm Mörtel war nach dem Probenbefund  $0,52$  cbm Schotter erforderlich. Der Betonschotter wurde aus gut gebrannten Ziegelstücken und aus reinem Kohlendstein hergestellt, welches Material der Bochumer Verein aus den Abzügen seiner eigenen Ziegeleien und von seinem Kohlenbergwerk entnahm. Die Mischung zwischen Sandstein und Ziegel wurde im Verhältniß von  $2:3$  festgesetzt. Zum Brechen des Schotters wurde ein durch Dampf getriebener Steinbrecher verwandt, und hatte das mit kleineren und größeren Stücken untermischte Korn durchschnittlich Wallnufgröße.

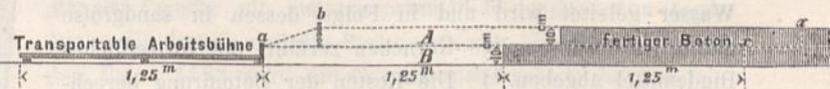
Die Arbeit selbst wurde in folgender Weise ausgeführt: Nachdem die zum Mörtel bestimmte Masse von  $0,75$  cbm unter Zusatz der erforderlichen Wassermenge von  $0,05$  cbm etwa 30 Minuten gemahlen war, wobei die Läufer des Kollerganges 15 Umgänge in der Minute machten, entsprach der Mörtel derjenigen Probe, welche als die zweckentsprechendste befunden war. Auf gegen Regen geschützten, gedeckten Bühnen wurde sodann aus den gewonnenen  $0,30$  cbm Mörtel und den erforderlichen  $0,52$  cbm Schotter die Betonmischung durch Schlagen und Umwerfen mittelst Schläger und Schaufeln aus der Hand hergestellt. Versuche mit Mischtrommeln ergaben keine genügenden Resultate, weshalb die kostspieligere Handarbeit beibehalten wurde. Das Mischen, bei welchem 4 Betonschläger thätig waren, wurde so lange fortgesetzt, bis die Verbindung eine derartig innige war, daß kein Steinstück mehr abrollte, und erforderte für die obenerwähnten Mengen von  $0,82$  cbm, welche  $0,675$  cbm verwendbare Betonmasse lieferten, die Zeit von einer Stunde. Die so fertig gemischte Betonmasse wurde sofort zur Verbrauchsstelle verkarrt, trocken verlegt und festgestampft. Der schließlich mit der Masse erzielte fertige Beton ergab  $0,528$  cbm.

Die mit den Proben angestellten Druckversuche hatten ergeben, daß bei sorgfältigster Ausführung, namentlich bei genügender Fürsorge für feste Auflagerung und bei Vermeidung hohler Stellen, eine Wandstärke von 20 cm dem vorhandenen Wasserdruck genügend widerstände. Es wurde deshalb für die Betonlage in den Bassins auch nur eine Stärke von 20 cm angenommen, dieselbe jedoch in den Winkeln zwischen Böschung und Boden durch Abrundung verstärkt, dagegen an der Böschung bis zur Krone auf 15 cm

verschwächt. Bei dem Mitteldamm ist, wie das nachstehende Profil zeigt, die Krone desselben nur 10 cm stark hergestellt worden.



Für die Ausführung war Folgendes festgesetzt: Dieselbe erfolgt streifenweise in der Längenrichtung der Bassins nach den punktirten Linien  $aa$  des Grundrisses, und zwar so, daß in einem Tage immer ein Streifen von 3 m Breite fertig gestellt wird. Bietet die Ausführung durch Ecken oder dgl. größere Schwierigkeiten, oder ist die Witterung nicht günstig, so wird die Zahl der zum Legen erforderlichen Mannschaften gleich beim Beginn der Arbeiten von dem Aufsichtsbeamten vermehrt oder vermindert, aber immer unter der Maaßgabe, daß ein voller Streifen, wenn auch in abweichender Breite, fertig gestellt werden muß. Die Legungsmannschaften werden in Colonnen, von je 6 bis 8 Mann, unter Führung eines zuverlässigen Vorarbeiters eingetheilt. Jede Colonne hat eine bestimmte Fläche vollständig fertig zu arbeiten, also die Betonmasse heranzukarren, einzuwerfen, einzuebnen und festzustampfen. — Die Arbeit beginnt Morgens mit der Bestimmung der Oberfläche der für den Arbeitstag auszuführenden Betonlage. Durch kleine Pfähle und Schnüre wird die Oberfläche nach den Haupthöhepfählen eingerichtet. Sodann werden die ca.  $1\frac{1}{4}$  m breiten Transport- und Arbeitsbühnen in derjenigen Entfernung von der fertigen Betonlage ausgelegt, welche einem ohne Unterbrechung herzustellenden Streifen entspricht.



Methode der Ausführung.

An diesen Bühnen befindet sich an der, gegen die Arbeitsstellen gerichteten Seite ein aufrechtes, 10 cm hohes Brett ( $a$  in der vorstehenden Skizze), dessen Höhe also der halben Stärke der Betonlage entspricht und welches als Lehre für die Ausführung dient. Zunächst wird die Betonlage  $B$ , aus 2 Schichten bestehend, eingebracht, wobei jede Schicht für sich eingeebnet und so lange gestampft wird, bis der Beton ein völlig gleichmäßiges Aussehen erhält und überall von einer dünnen Mörtelschicht bedeckt ist. Nachdem die Betonlage  $B$  zu erhärten anfängt, wird die zweite Betonlage  $A$ , ebenfalls aus 2 Schichten bestehend, aufgebracht und wie die Lage  $B$  behandelt. Um einen guten Verband mit dem folgenden Betonstreifen zu erzielen, werden die Stöße  $x$  angelegt, zu deren Herstellung man sich der Lehren  $b$  bedient. Von Wichtigkeit ist es, die Stöße  $x$  stets feucht und frisch zu erhalten, um eine genügende Verbindung auch an diesen Stellen zu erreichen. Zur besseren Sicherung erhalten diese Stöße deshalb außerdem vor der Weiterarbeit eine dünne Mörtelfuge. Sobald einige Streifen fertig betonirt sind, wird ein niedriger Lehmdamm aufgeworfen und die fertige Fläche unter Wasser gesetzt.

Die Erhärtung der Betonmasse erfolgt schnell, so daß die letztere bereits nach 24 Stunden keine Eindrücke mehr annimmt. Sie verbindet sich freilich dann auch nicht mehr

mit frischer Betonmasse. Es muß deshalb strenge darauf gesehen werden, daß die letzten Stöße einer Tagesarbeit stets Abends eingesetzt werden, und daß gleich am nächsten Morgen, also nach längstens 12 Stunden, an denselben weiter gearbeitet wird.

Die Arbeiten mußten wegen der ungünstigen Jahreszeit (Herbst) möglichst beeilt werden, und zeigte es sich alsbald, daß diese Beschleunigung insofern auch für die Resultate der Arbeit vorteilhaft war, als die Güte des Betons dadurch gewann. Die Anlage wurde in der verhältnißmäßig sehr kurzen Zeit von sieben Wochen, vom 26. August bis 15. October 1878 vollendet.

Das Resultat ist ein völlig befriedigendes, da die Betonalage sich trotz der geringen Stärke als durchaus dicht bewährt hat, und keinerlei Risse oder sonstige Hohlstellen sich zeigen. Der starke Frost des letzten Winters hat ebenso wenig, wie die oft sehr heißen Wasser irgendwelchen nachtheiligen Einfluß auf den Beton ausgeübt, und kommt derselbe jetzt an Härte dem besten Cementbeton gleich; er kann somit zu ähnlichen Zwecken nur empfohlen werden.

Hierbei sei bemerkt, daß, wie aus der vorstehenden Beschreibung hervorgeht, dieser Beton in seiner Herstellung einige Aehnlichkeit mit dem französischen s. g. bétons agglomérés zeigt.

Von den Kosten können hier nur die Arbeitspreise von Interesse sein, da die Materialpreise durch die localen Verhältnisse bedingt wurden und deshalb für andere Ausführungen keinen Maafstab gewähren.

Die Gesamtmasse des verwendeten fertigen Betons betrug rot. 1800 cbm. Dazu waren erforderlich rot. 2200 cbm Betonmasse. An Arbeitslohn mit allen Nebenarbeiten hat die Herstellung erfordert rot. 9000  $\mathcal{M}$ , mithin pro Cubikmeter rot. 5  $\mathcal{M}$ .

Von dem Unterzeichneten werden z. Z. sowohl mit der angewandten wie auch mit ähnlichen Mischungen Versuche verschiedener Art, namentlich bei Ausführung von Trottoirbelägen u. dergl. angestellt und hofft derselbe, hierüber später Günstiges berichten zu können.

Bochum, im Juli 1879.

Oscar Spetzler.

## Magdeburger Wasserwerk.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 25 und 26 im Atlas.)

Die ältere, seit etwa 20 Jahren bestehende Anlage der Magdeburger Wasserwerke versorgte die Stadt und Buckau mit in maximo täglich 15000 cbm ungereinigten Elbwassers, welches oberhalb Buckau aus dem Flusse entnommen wurde. Nicht nur das unzureichende Quantum — da mit der wachsenden Bevölkerung und der zunehmenden Zahl und Größe der Fabrikanlagen der Wasserverbrauch ein immer größerer geworden war — sondern neben dem Wunsche, filtrirtes Wasser zu erhalten, auch sanitäre Bedenken und die Erfahrung, daß die Zuleitungsrohre nach und in Magdeburg sich allmählig mit thonigen Sinkstoffen und Milliarden Muscheln zollthick inkrustirt hatten, gaben den städtischen Behörden Veranlassung zu dem Beschluß:

- 1) zwei neue Maschinen à 280 Pferdekraft, deren jede täglich 25000 cbm Wasser heben könne, aufzustellen,
- 2) dieses Wasser durch Ablagerungs- und Filterbassins zu reinigen,
- 3) aufer dem alten 46 cm weiten Rohre noch ein zweites neues Rohr von 56 cm Weite als Zuleitung nach der Stadt zu legen, und
- 4) das bisher offene Hochreservoir (auf dem Kroatenberge südwestlich von der Stadt) zu überwölben.

Aus der Elbe tritt das Wasser durch einen gewölbten Canal, welcher mit Einsteige- und Reinigungsschachten versehen ist, in den Pumpensumpf des neuen Maschinenhauses und wird von dort durch ein Rohr von 80 cm Lichtweite bei  $\alpha$  (Blatt 25) in ein Vorbassin gepumpt, aus dem es durch ein hochstehendes Ueberlaufrohr  $\beta$  mit Hinterlassung der gröbsten Schlamm- und Schmutztheile in eins der eigentlichen Ablagerungsbassins tritt und allmählig dasselbe füllt. Dort steht es (während inzwischen die folgenden Bassins der Reihe nach vollgepumpt werden, ruhen, oder sich entleeren), entsprechend dem größeren oder geringeren Consum, 30 bis 40 Stunden, geht hierauf durch die Ausläufe und ein

Rohr von 80 cm Lichtweite auf die Filterschichten der Filterbetten und durchsinkt dieselben, um aus den Sammelcanälen als reines Wasser durch ein Rohr und einen Canal nach dem Reinwasserbassin und von dort durch einen Canal nach dem Reinwassersumpfe des Maschinenhauses zurückzukehren. Die Druckpumpen befördern es alsdann durch die Druckrohre nach der Stadt resp. dem Hochreservoir.

Statt der früher projectirten 3 großen Bassins, deren jedes ein Tagesquantum von 25000 cbm fassen sollte, wurden auf Vorschlag des Unterzeichneten 6 Ablagerungsbassins zu  $\frac{1}{4}$  Tagesquantum angeordnet, welche die Hälfte der Fläche erfordern und auch annähernd nur die Hälfte der Kosten beanspruchten, dabei aber ziemlich den gleichen Zweck erreichen, weil bei 6 Bassins das Wasser immer in 4 derselben sich klären kann, während in das fünfte gepumpt wird und das sechste sich entleert.

Bei 3 großen Bassins klärt das Wasser sich nur in einem derselben, weil das zweite gefüllt wird und das dritte abläuft. Hier sind 2 große Bassins, also  $\frac{2}{3}$  der Anlage der Ruhe entzogen. Bei englischen Anlagen ist die Fläche der Ablagerungsbassins und die Zeit der Ruhe des Wassers darin gewöhnlich viel größer, besonders wo natürliche Seen dazu benutzt werden können. Die Kostspieligkeit unserer im Hochwasserprofil der Elbe liegenden Werke liefs es aber vortheilhafter erscheinen, sich bei den Ablagerungsbassins auf das Nothwendigste zu beschränken und lieber event. eine Vermehrung der Filter in Aussicht zu nehmen. Zu entbehren waren die Ablagerungsbassins nicht, da die Elbe bei dem Frühjahrshochwasser und nach größeren Gewittern im Sommer sehr trübes Wasser bringt.

Der Erfolg der Ablagerungsbassins ist durch das Vorbassin wesentlich erhöht, welches bei günstigerem Wasserzustande ausgeschaltet und von den stark abgelagerten sandigen Sinkstoffen gereinigt werden kann, während direct in

die Ablagerungsbassins ohne irgend welche Unterbrechung des Betriebes gepumpt wird. Die Ein- und Ausläufe der letzteren sind gegen die Sohle derselben durch kleine halbkreisförmige 0,60 m hohe Mauerdämme abgeschlossen, so daß also über der ganzen Sohlenfläche der Bassins ein 0,60 m hoher todter Raum für das Niederschlagen der Schlammtheile sich bildet, aus welchem nur bei der Räumung und Reinigung der Bassins das Wasser durch ein Schlammrohr entfernt werden kann. (Das Schlammwasser von je 3 Bassins fließt alsdann durch die Schlammfänge nach der Sülze.)

Der Auslauf aus den Ablagerungsbassins ist als sogenannter „Mönch“ construiert.

Nachdem der obere Theil des abgelagerten Wassers durch die obere stets freie Oeffnung abgeflossen ist, wird die untere Schütze für das Abfließen des unteren Theiles gezogen und hierdurch eine längere Ruhe des Wassers erzielt. Der höchste Wasserstand in den Ablagerungsbassins ist durch Ueberläufe, welche aus einem derselben in das andere führen, normirt.

Die Filterbetten sind mit einem System preussischer Kappen auf einzelnen Mauersteinpfeilern und Gurtbogen überwölbt, um auch im Winter das Reinigen der Oberfläche, welches bei offenen Filterbetten in strenger Kälte unmöglich wird, zu jeder Zeit und bequem ausführen zu können. Die Beleuchtung hierfür ist durch Lichtschächte, deren oberer Sandsteinkranz eine dicke Glasplatte enthält, ausreichend beschafft.

Die Filterschichten bestehen aus:

feinem Sande . . .	0,90 m
grobem Sande . . .	0,15 -
feinem Kiese . . .	0,15 -
grobem Kiese . . .	0,15 -
kleineren Steinen . .	0,15 -
großen Steinen . . .	0,20 -

und sind demnach zusammen 1,70 m stark.

Die reinigende Schicht ist der feine Sand, auf dessen Oberfläche aller Schmutz liegen bleibt. Diese Schicht feinen Sandes könnte sehr viel schwächer sein, wenn nach jedem Abziehen der oberen schmutzigen etwa 5 mm bis 10 mm starken Sandlage dieselbe wieder sofort ersetzt würde. Im Betriebe thut man dies indessen nicht, sondern verringert nach und nach die 0,90 m starke Schicht, mitunter selbst bis auf 0,50 m, und bringt dann mit einemmal die entfernten 0,40 m Sand wieder auf. Der Durchmesser der einzelnen Sandkörner betrug etwa  $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{1}{2}$  mm. Vorschriften lassen sich hierüber bekanntlich nicht geben, da man abhängig ist: 1) von der Beschaffenheit des zu reinigenden Wassers und 2) von der Natur des Sandes, wie er völlig rein in der Nähe zu beschaffen ist. Gröberer Sand reinigt größere Wassermassen als feinerer; er wird aber dabei tiefer verunreinigt, so daß mit dem gröberem Korn auch die Stärke der beim Reinigen oben abzunehmenden Schicht erheblich wächst.

Hieraus geht hervor, daß die anderen Schichten: grober Sand, Kies, Steine, für die weitere Reinigung keine besondere Rolle spielen, sondern nur als siebartige Unterlage und als Reservoir dienen, aus welchem das reine Wasser durch die vielfachen Oeffnungen der Seitencanäle in die letzteren, alsdann in den Hauptcanal und in das Reinwasserrohr tritt. Dieses Reinwasserrohr (von 90 cm Lichtweite)

wird auf seinem Wege nach dem Reinwasserbassin durch einen Ueberfallschacht (Bl. 26) unterbrochen. Die Krone des Ueberfalls liegt auf + 2,80 m, der Wasserstand ist ca. + 2,90 m, das Wasser steht in den Filtern ca. auf 3,14 m, so daß die Filter unter einem Ueberdruck von durchschnittlich 0,24 m arbeiten. Dieser Ueberdruck wächst mit dem Verschlammen der Filteroberfläche bis zu 0,50 m und fällt nach dem Reinigen bis auf 0,10 m; er ist aber durch den Ueberfall begrenzt, so daß durch zu starkes Pumpen der Reinwassermaschine nicht etwa Sand in die unteren Filterschichten mit fortgerissen und die ganzen Filter destruiert werden können. Soll das Reinwasserrohr ganz geleert werden (beim Reinigen der Filter), so wird der Schieber unter dem Ueberfall gezogen.

Zur Controlle zeigen linsenförmige Schwimmer im Ueberfallschacht und in jedem Filter an einer oberhalb befindlichen Scala den jedesmaligen Wasserstand an, so daß sehr leicht übersehen werden kann, unter welchem Drucke das einzelne Filter arbeitet. Endlich ist, um den Wasserstand in dem letzteren (bei unvorsichtigem Ablassen der Ablagerungsbassins) nach oben zu begrenzen, in jedem Filter ein Ueberlaufrohr auf 3,94 m am Pegel angebracht, durch welches das Wasser eventuell in die früher erwähnten Schlammrohre, die Schlammfänge und endlich in die Sülze geht.

Das Schiebersystem gestattet durch Oeffnen resp. Schließen der betreffenden Schieber:

- 1) Ablagerungs- und Filterbetten auszuschalten und unge-reinigtes Elbwasser direct nach der Stadt zu pumpen. (Die Pleuel der gewöhnlichen Elbwasserpumpen werden abgehängt, die Schieber nach den Ablagerungsbassins und dem Reinwasserbassin geschlossen, diejenigen aber zwischen Elbwassersumpf und Reinwassersumpf unter dem Maschinenhause geöffnet und von dort Elbwasser durch die Pumpen, welche sonst Reinwasser fördern, nach Magdeburg geschafft).
- 2) die Filterbetten einzeln oder sämmtlich auszuschalten und nur abgeklärtes Wasser nach der Stadt zu schaffen. (Die Zu- und die Abgangsschieber der einzelnen Filter werden geschlossen, dagegen der dem Canal zum Reinwasserbassin zunächst befindliche Schieber geöffnet, so daß das abgeklärte Wasser aus den Ablagerungsbassins durch das Verbindungsrohr bei diesem Schieber in das Reinwasserrohr, von dort durch den Canal in das Reinwasserbassin und endlich unter die Reinwasserpumpen tritt.)
- 3) die Ablagerungsbassins einzeln oder alle auszuschalten und das Elbwasser direct oder durch das Vorbassin auf die Filter zu bringen, so daß also nur gefiltertes Wasser nach dem Maschinenhause kommt. (Die Schieber nach und von den Ablagerungsbassins werden geschlossen, die Schieber 2 und 3 geöffnet, 4, 5 und 6 geschlossen; event. 2 und 6 geschlossen, 3, 4 und 5 geöffnet.)
- 4) für den gewöhnlichen, regelmäßigen Betrieb das Wasser zu klären und zu filtern.

Der Fall 1 und 2 dürfte sehr selten vorkommen, gehört aber bei Eintritt einer Reparatur nicht zu den Unmöglichkeiten.

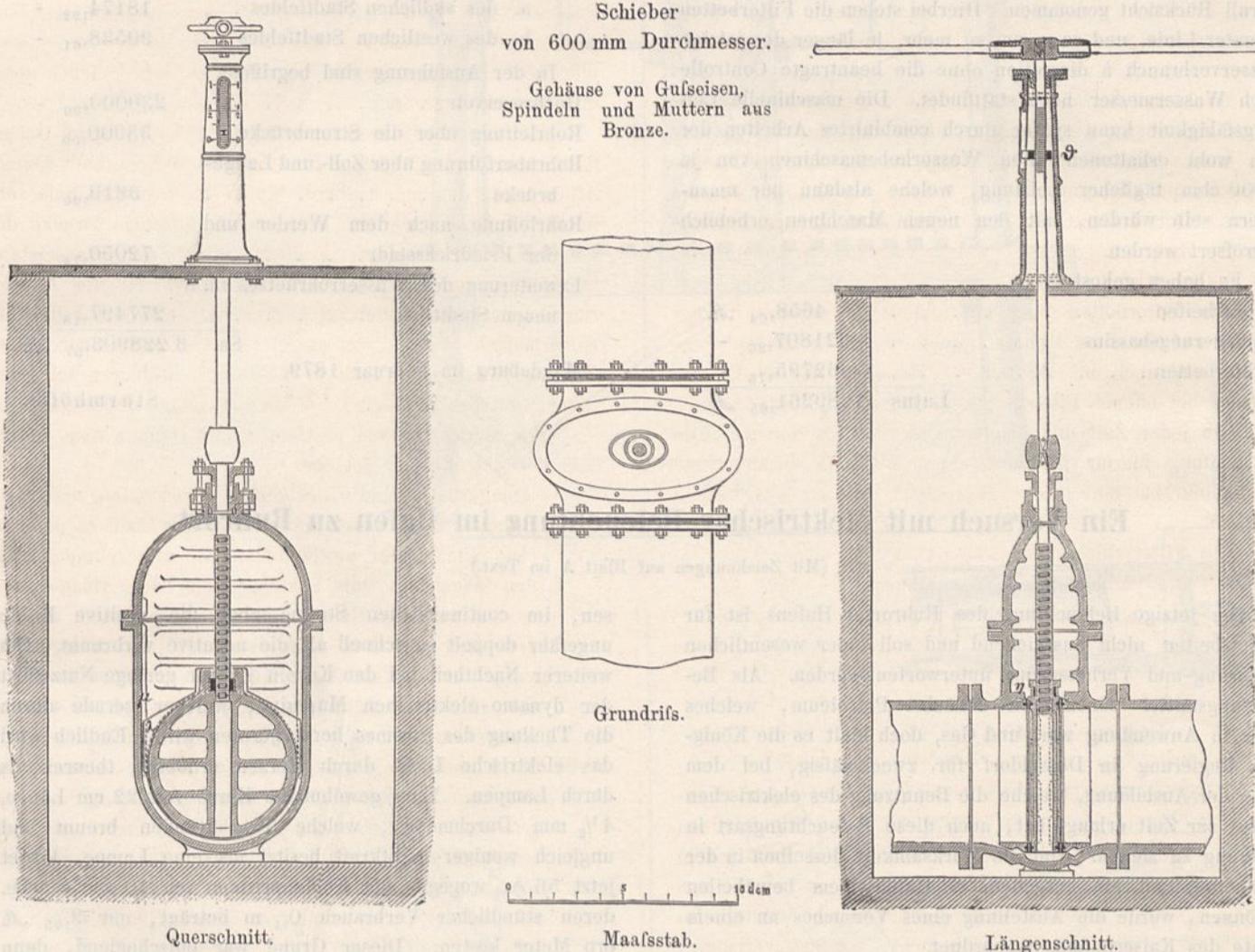
Der Fall 3 wird bei Räumung der Niederschläge aus den Ablagerungsbassins periodisch und bei geregelter Be-

triebe immer nur der Reihe nach für einzelne Bassins eintreten.

Die Schieber haben sämtlich eine Standsäule, deren Spindel oben ein Vierkant für den aufzulegenden zweiarmigen Schlüssel hat.

Bei der Spindeldrehung wird nicht nur der eigentliche Schieber vermöge seiner Mutter hochgeschraubt, sondern der Schieberstellung entsprechend in einem Schlitz der Standsäule ein Zeigekloben bewegt, an welchem gesehen werden kann, ob und wie weit der Schieber geöffnet ist. Diese

leichte Controlle ist für eine exacte Verwaltung unerlässlich. Zur Führung des eigentlichen Schiebers dienen zwei Backenstücke  $\lambda$ , mit denen er in einer Nuth  $\mu$  des Schieberkastens auf- und abgleitet. Die conischen Verschlussflächen sind mit Metallstreifen gelidert, welche unter starkem hydraulischen Drucke auf das Eisen aufgezogen, genau abgedreht und eingeschliffen sind. (Siehe die nachfolgende Zeichnung des 600 mm-Schiebers.) Die Ablagerungs- und Filterbetten sind in der kurzen Zeit vom Mai 1876 bis zum September 1877 ausgeführt.



Die Erd- und Maurerarbeiten waren der Magdeburger Bau- und Creditbank (Director Marks) in Generalentreprise übertragen, die gußeisernen Rohrleitungen hat die Freund'sche Fabrik in Charlottenburg, die Schieber und Schützen die Strube'sche Fabrik in Buckau, die Maschinen die Buckauer Fabrik der Magdeburg-Hamburger-Dampfschiffahrts-Gesellschaft geliefert. Um die specielle Aufsicht hat sich Herr Baumeister R. Beer verdient gemacht.

Die ganze Anlage ist nunmehr seit einem Jahre im Betriebe und hat sich vom ersten Tage an völlig bewährt; es ist nirgends eine Abänderung nothwendig geworden. —

Im Betriebe ist die Reinigung des schmutzigen Filtersandes mit eine Hauptaufgabe. Ueberall sieht man sich dazu gedrängt, dies mit Maschinen zu thun, da das Waschen mit der Hand, wenn auch nicht theuer, so doch weniger zuverlässig und schwer zu controlliren ist. Eine Sandwaschmaschine ist nach der Angabe des Unterzeichneten durch die Fabrik von Joerning & Sauter in Buckau ausgeführt. In

einem trogartigen Gefäße mit halbkreisförmigem Boden wird der zu reinigende Sand durch spiralförmig auf einer Welle sitzende Messer, während die Bewegung durch Riemscheibe oder Schwungrad erfolgt, von der einen nach der unteren Seite geschoben und durchgerührt. Hierbei tritt das reine Wasser (vermöge eines Schlauchs aus einem Wasserstock) in der ganzen Länge des Bodens durch zwei Längsschlitze ein und läuft als dickes Lehmwasser oben ab. Am unteren Ende wird der gereinigte Sand durch die Blechkästchen eines Paternosterwerkes herausgehoben. Je nachdem der Sand mehr oder minder verschmutzt ist, muß auch die Menge des zuströmenden Wassers und des aufgegebenen Sandes bemessen werden.

Demnächst steht noch die Ausführung des Hochreservoirs, dessen Kosten bereits bewilligt sind, bevor.\*) Dasselbe besteht, wie die Zeichnung zeigt, aus einem ähnlichen Ge-

\*) Dasselbe ist inzwischen ausgeführt und in Betrieb genommen.

wölbesystem wie die Filterbetten und faßt 13000 cbm, also eine halbe Tagesleistung. Der etwa nöthigen Reparaturen wegen ist es durch eine Mauer in zwei Theile getheilt, deren jeder ausgeschaltet oder auch allein benutzt werden kann.

Das Hochreservoir auf dem Kroatenberge wie die Wasserwerke auf dem Wolfswerder sind unter sich und mit dem Rathhause und dem Feuerwehrdepot in Magdeburg telegraphisch verbunden. Auf die event. Erweiterung des Reservoirs wie der Ablagerungsbassins und Filterbetten ist überall Rücksicht genommen. Hierbei stehen die Filterbetten in erster Linie, und zwar um so mehr, je länger der jetzige Wasserverbrauch à discretion ohne die beantragte Controlle durch Wassermesser noch stattfindet. Die maschinelle Leistungsfähigkeit kann später durch combinirtes Arbeiten der noch wohl erhaltenen alten Wasserhebemaschinen von je 15000 cbm täglicher Leistung, welche alsdann nur umzuändern sein würden, mit den neuen Maschinen erheblich vergrößert werden.

Es haben gekostet: .

Vorarbeiten . . . . .	4658,64	ℳ.
Ablagerungsbassins . . . . .	621807,26	-
Filterbetten . . . . .	662795,75	-
Latus	1289261,65	ℳ.

Transport	1289261,65	ℳ.
Reinwasserbassin . . . . .	55433,82	-
Canäle und Rohrleitung . . . . .	253504,11	-
Kesselhaus . . . . .	16900,80	-
Maschinenhaus . . . . .	146200,37	-
Rohrleitung nach der Stadt . . . . .	239189,42	-
Dampfkessel . . . . .	74939,37	-
Dampfmaschinen . . . . .	372060,55	-
Aufsichts- und Büreaukosten . . . . .	56333,03	-
Rohrleitung:		
a. des südlichen Stadtfeldes . . . . .	18174,92	-
b. des westlichen Stadtfeldes . . . . .	90538,61	-
In der Ausführung sind begriffen:		
Hochreservoir . . . . .	230000,00	-
Rohrleitung über die Strombrücke . . . . .	33000,00	-
Röhrüberführung über Zoll- und Langebrücke . . . . .	3819,00	-
Rohrleitung nach dem Werder und der Friedrichsstadt . . . . .	72050,74	-
Erweiterung des Wasserrohrnetzes im neuen Stadttheil . . . . .	277497,18	-
Sa.	3 228903,57	ℳ.

Magdeburg im Februar 1879.

Sturmhöfel.

## Ein Versuch mit elektrischer Beleuchtung im Hafen zu Ruhrort.

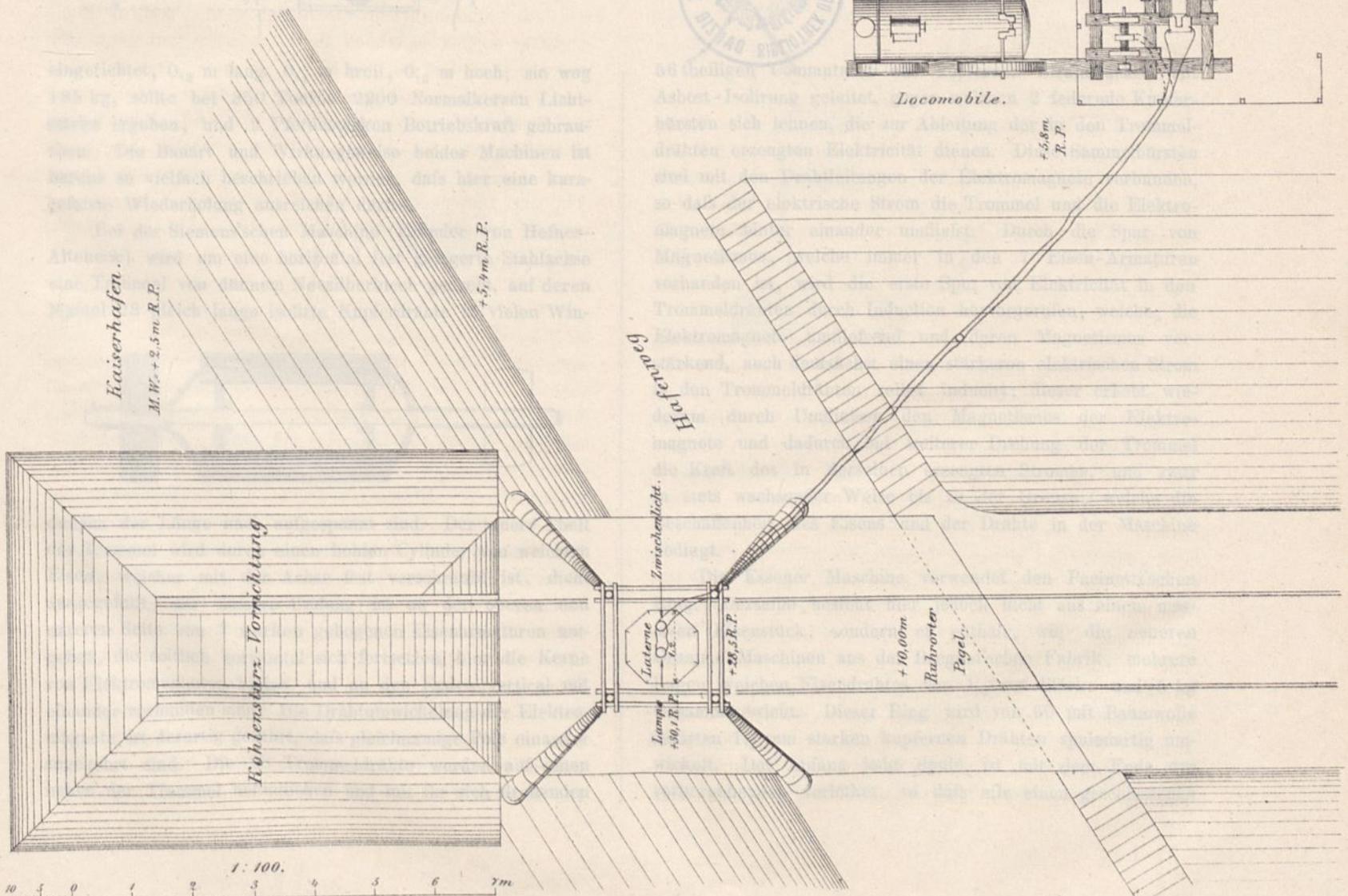
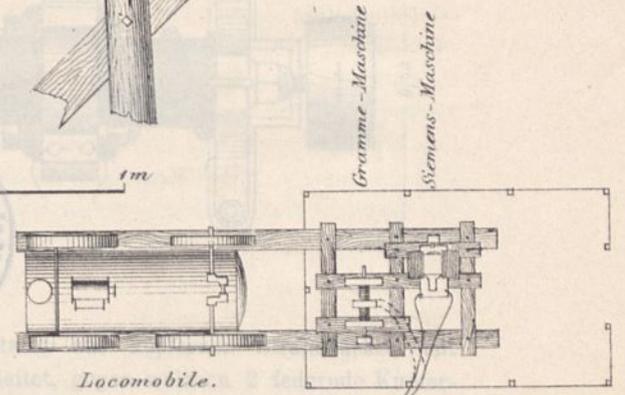
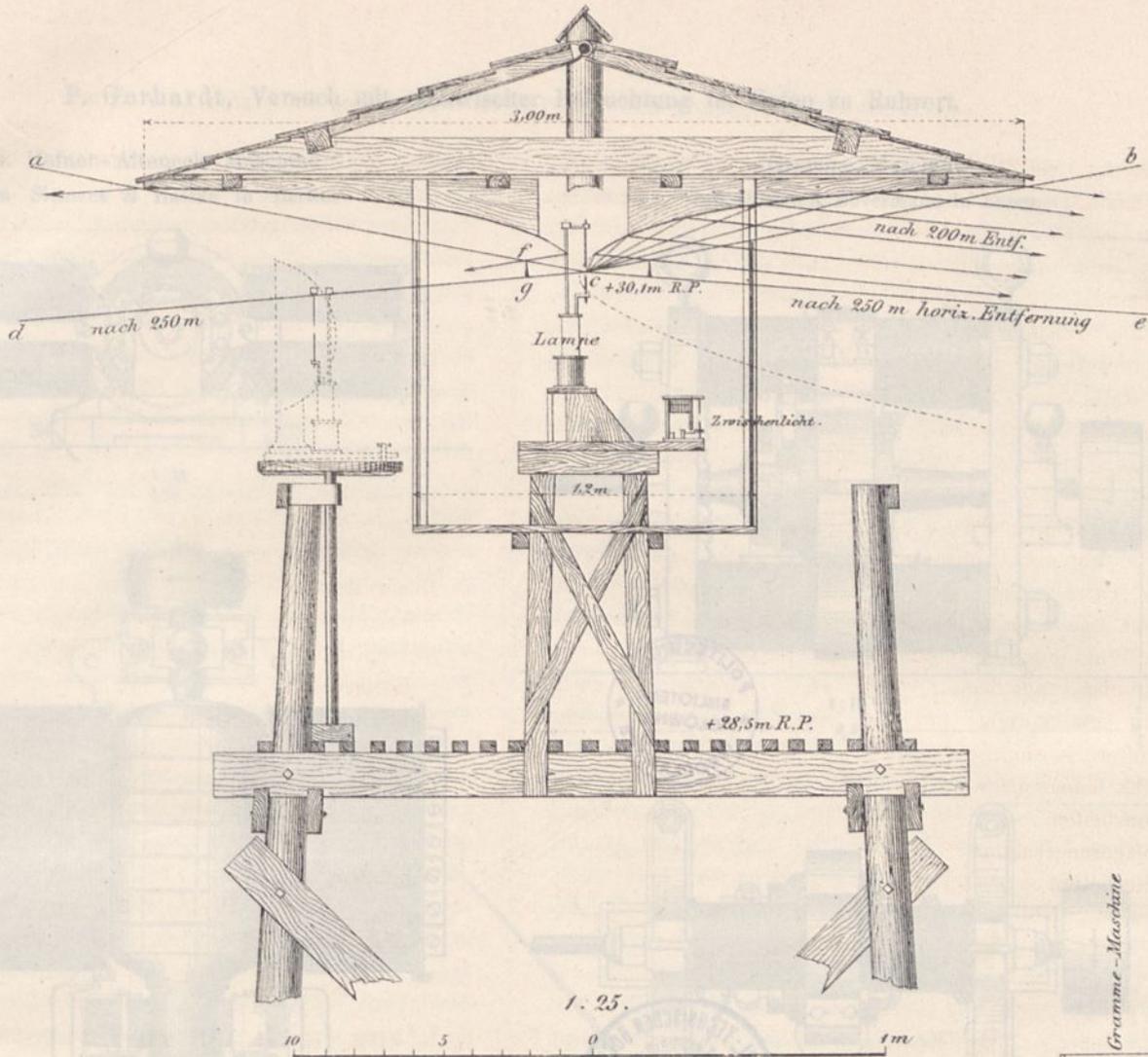
(Mit Zeichnungen auf Blatt A im Text.)

Die jetzige Beleuchtung des Ruhrorter Hafens ist für Nacharbeiten nicht ausreichend und soll einer wesentlichen Aenderung und Verbesserung unterworfen werden. Als Beleuchtungsmittel concurriren zunächst Petroleum, welches bisher in Anwendung war, und Gas, doch hielt es die Königliche Regierung in Düsseldorf für zweckmäßig, bei dem Grade der Ausbildung, welche die Benutzung des elektrischen Lichtes zur Zeit erlangt hat, auch diese Beleuchtungsart in Erwägung zu ziehen. Um die Wirksamkeit desselben in der Anwendung auf ein ausgedehntes Hafensystem beurtheilen zu können, wurde die Anstellung eines Versuches an einem Punkte des Kaiserhafens angeordnet.

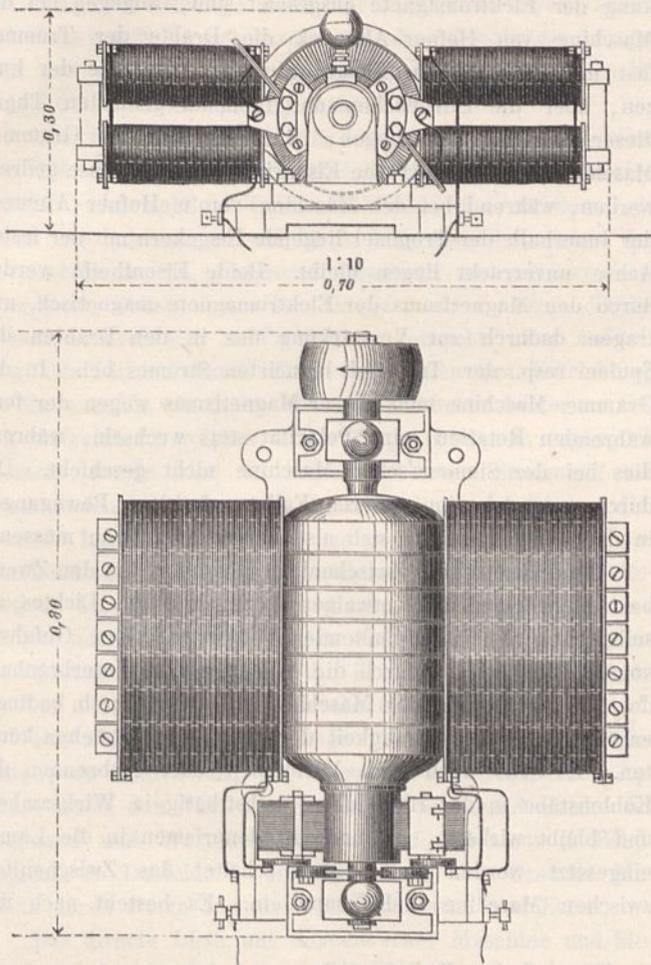
Betreffs der hierbei zu wählenden Art der Benutzung des elektrischen Lichtes, ob in Lampen oder in Kerzen, konnte zu Gunsten der Lampen kein Zweifel bestehen. In diesen werden Kohlenprismen aus Retortenrückständen gebrannt und durch mechanische Einrichtungen in stets gleicher, für die Erzeugung des Volta'schen Lichtbogens erforderlichen Entfernung gehalten. In den Jablockhoff'schen Kerzen dagegen brennen die Kohlenstäbe, nur durch eine isolirende Schicht getrennt, ohne mechanische Vorkehrungen gleichmäßig abwärts. Die Kerzen haben daher zwar den Vortheil, daß sie eines künstlichen Mechanismus zu ihrer Regulirung nicht bedürfen und dennoch vollkommen ruhig und sicher brennen, ferner, daß sie eine Theilung des Stromes zulassen, während die Lampen nur immer die durch eine Maschine erzeugte gesammte Kraft verwenden können; dagegen haben die Kerzen den Nachtheil, daß bei ihnen eine Wechselstrommaschine erforderlich wird, weil die nebeneinander stehenden Kohlenstäbe gleichmäßig abbrennen müs-

sen, im continuirlichen Strome aber die positive Kohle ungefähr doppelt so schnell als die negative verbrennt. Ein weiterer Nachtheil bei den Kerzen ist der geringe Nutzeffect der dynamo-elektrischen Maschine, welcher gerade durch die Theilung des Stromes hervorgerufen wird. Endlich wird das elektrische Licht durch Kerzen erheblich theurer als durch Lampen. Eine gewöhnliche Kerze von 22 cm Länge, 4 1/2 mm Durchmesser, welche 1 1/2 Stunden brennt und ungleich weniger Lichtkraft besitzt als eine Lampe, kostet jetzt 56 δ., wogegen die Kohlenprismen von 10 mm Stärke, deren stündlicher Verbrauch 0,1 m beträgt, nur 2,05 ℳ pro Meter kosten. Dieser Grund war entscheidend, denn es liefs sich voraussehen, daß das Jablockhoff'sche Kerzensystem in dem hiesigen Hafen nicht würde mit den Beleuchtungsarten durch Gas oder Petroleum hinsichtlich der Wohlfeilheit concurriren können. Es wurden daher nur mit Lampen Versuche angestellt.

Zur Ausführung der letzteren lieferte die Firma Siemens & Halske in Berlin leihweise und unentgeltlich eine elektrische Lichtmaschine nebst zugehöriger Lampe und einem Zwischenlicht; zugleich wurde von der Firma Ullrich & Bovermann zu Essen a/Ruhr eine von der Firma selbst nach dem Gramme-System gefertigte Maschine nebst Serrin-Lampe leihweise und unentgeltlich zur Verfügung gestellt. Die Siemens'sche Maschine (Modell *D<sub>II</sub>*) war für continuirlichen Strom eingerichtet, 0,8 m lang, 0,7 m breit, 0,3 m hoch und wog rot. 250 kg. Sie sollte bei 680 Touren pro Minute ein elektrisches Licht von 3000 Normalkerzen Stärke liefern, und dazu 3 1/2 Pferdestärken Betriebskraft erfordern. Die Essener Maschine war ebenfalls für continuirlichen Strom

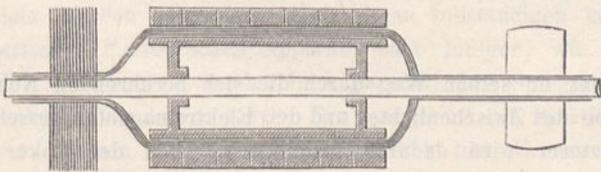


v. Hefner - Alteneck - Maschine  
von Siemens & Halske in Berlin.



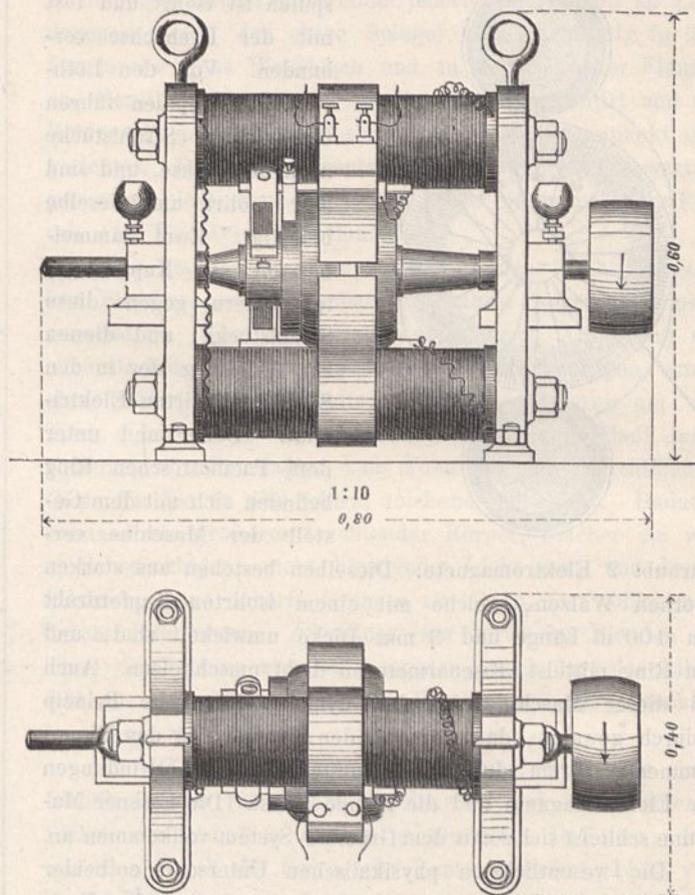
eingerrichtet, 0,8 m lang, 0,4 m breit, 0,6 m hoch; sie wog 185 kg, sollte bei 850 Touren 2200 Normalkerzen Lichtstärke ergeben, und 2 Pferdestärken Betriebskraft gebrauchen. Die Bauart und Wirkungsweise beider Maschinen ist bereits so vielfach beschrieben worden, daß hier eine kurzgefaßte Wiederholung ausreichen dürfte.

Bei der Siemens'schen Maschine (Erfinder von Hefner-Alteneck) wird um eine horizontal fest gelagerte Stahlachse eine Trommel von dünnem Neusilberblech gedreht, auf deren Mantel 28 gleich lange isolirte Kupferdrähte in vielen Win-



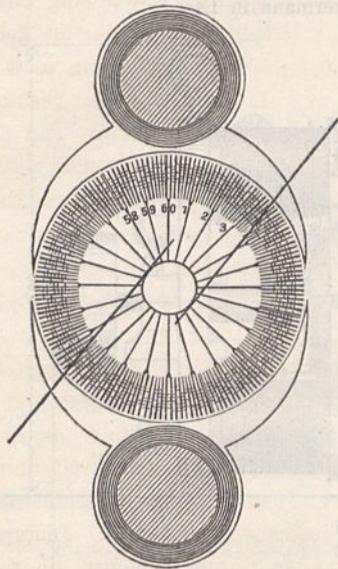
dungen der Länge nach aufgespannt sind. Der innere Theil der Trommel wird durch einen hohlen Cylinder von weichem Eisen, welcher mit der Achse fest verschraubt ist, dicht ausgefüllt; der äußere Umfang ist an der oberen und unteren Seite von 7 starken gebogenen Eisenarmaturen umgeben, die seitlich horizontal sich fortsetzen, hier die Kerne von Elektromagneten bilden, und an den Enden vertical mit einander verbunden sind. Die Drahtumwicklung der Elektromagnete ist derartig geführt, daß gleichnamige Pole einander zugekehrt sind. Die 28 Trommeldrähte werden auf einen neben der Trommel befindlichen und mit ihr sich drehenden

Gramme-Maschine  
von Ullrich & Bovermann in Essen.



56 theiligen Commutator aus kupfernen Strahlstücken mit Asbest-Isolirung geleitet, gegen welchen 2 federnde Kupferbürsten sich lehnen, die zur Ableitung der in den Trommeldrähten erzeugten Electricität dienen. Diese Sammelnbürsten sind mit den Drahtleitungen der Elektromagnete verbunden, so daß der elektrische Strom die Trommel und die Elektromagnete hinter einander umfließt. Durch die Spur von Magnetismus, welche immer in den 7 Eisen-Armaturen vorhanden ist, wird die erste Spur von Electricität in den Trommeldrähten durch Induction hervorgerufen, welche, die Elektromagnete umfließend und deren Magnetismus verstärkend, auch demnächst einen stärkeren elektrischen Strom in den Trommeldrähten selbst inducirt; dieser erhöht wiederum durch Umfließen den Magnetismus der Elektromagnete und dadurch bei weiterer Drehung der Trommel die Kraft des in derselben erzeugten Stromes, und zwar in stets wachsender Weise bis zu der Grenze, welche die Beschaffenheit des Eisens und der Drähte in der Maschine bedingt.

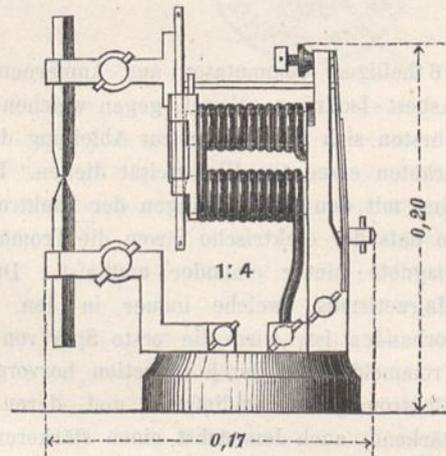
Die Essener Maschine verwendet den Pacinotti'schen Ring. Derselbe besteht hier jedoch nicht aus einem massiven Eisenstück, sondern er enthält, wie die neueren Gramme-Maschinen aus der Breguet'schen Fabrik, mehrere Lagen weichen Eisendrahtes von 1,6 mm Stärke und 5 kg Gesamtgewicht. Dieser Ring wird von 60 mit Baumwolle isolirten 1,6 mm starken kupfernen Drähten spulenartig umwickelt. Der Anfang jeder Spule ist mit dem Ende der vorhergehenden verlöthet, so daß alle einen geschlossenen



Lauf um den Ring bilden. Der Ring mit den Drahtspulen ist isolirt und fest mit der Drehachse verbunden. Von den Lötstellen der Spulen führen 60 kupferne Strahlstücke nach der Achse, und sind hier isolirt um dieselbe befestigt. Zwei Sammelbürsten von Kupferdrähten federn gegen diese Strahlstücke, und dienen zur Ableitung der in den Spulen inducirten Elektrizität. Ueber und unter dem Pacinotti'schen Ring befinden sich mit dem Gestell der Maschine verschraubt 2 Elektromagnete.

Dieselben bestehen aus starken eisernen Walzen, welche mit einem isolirten Kupferdraht von 100 m Länge und 3 mm Dicke unwickelt sind, und den Ring mittelst Eisenarmaturen dicht umschließen. Auch bei dieser Maschine ist das dynamo-elektrische Princip dadurch gewahrt, daß der von den Drahtspulen des Ringes kommende Strom durch die Bürsten, die Drahtwindungen der Elektromagnete und die Lampe fließt. Die Essener Maschine schließt sich somit dem Gramme-System vollkommen an.

Die wesentlichsten physikalischen Unterschiede beider Maschinen bestehen darin, daß 1) die Spulen des Paci-

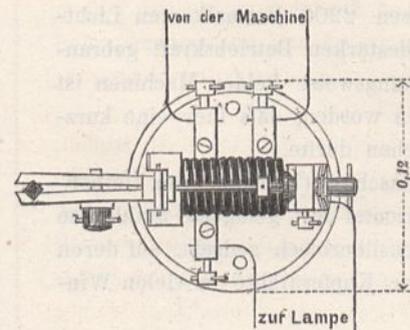


vorstehend beigefügten Zeichnungen aus einem Elektromagneten, vor welchem senkrecht ein schwerer Anker in Führungen hängt. Der Anker ist mit einer Vorrichtung zum Einschrauben eines Kohlenprismas versehen; ein zweites Kohlenprisma wird vertical unter dem ersteren in den Apparat eingesetzt. Der Anker kann frei zwischen den Führungen fallen, jedoch nur so weit, bis die Kohlenspitzen sich berühren; alsdann hängt derselbe derartig, daß er gegen den unteren Pol des Elektromagneten sich stützt und von dem oberen durch eine schwache an der hinteren Seite des Apparates befindliche Feder abgedrückt wird. Die Führung der Drähte geschieht derartig, daß der Strom, ohne den Elektromagneten zu umkreisen, direct durch den Apparat bis zur Lampe geht, und diese entzündet. Erst sobald die Lampe erlischt, der Strom hier also unterbrochen wird,

notti'schen Ringes nur an ihrer äußeren Oberfläche, nicht an den inneren und seitlichen Theilen, der inducirenden Wirkung der Elektromagnete ausgesetzt sind, wogegen bei der Maschine von Hefner-Alteneck die Drähte der Trommel fast mit ihrer ganzen Länge, nur mit Ausnahme der kurzen, über die Stirnflächen der Trommel geführten Theile dieser Wirkung unterliegen; 2) muß bei der Gramme-Maschine der Pacinotti'sche Eisenring mit der Achse gedreht werden, während bei der Maschine von v. Hefner-Alteneck der innerhalb der Trommel liegende Eisenkern mit der festen Achse unverrückt liegen bleibt. Beide Eisentheile werden durch den Magnetismus der Elektromagnete magnetisch, und tragen dadurch zur Verstärkung des in den Drähten der Spulen resp. der Trommel inducirten Stromes bei. In der Gramme-Maschine muß dieser Magnetismus wegen der fortwährenden Rotation seine Polarität stets wechseln, während dies bei der Siemens'schen Maschine nicht geschieht. Dadurch entstehen im ersteren Falle moleculare Bewegungen in dem Ringe, welche sich als Wärme offenbaren müssen.

Das Siemens'sche Zwischenlicht (Deviator) hat den Zweck, bei einem plötzlichen etwaigen Verlöschen des Lichtes als selbstthätig sich einschaltender Widerstand den Gefahren vorzubeugen, welche durch die so verursachte Unterbrechung des Kraftverbrauchs der Maschine und die dadurch bedingte erhöhte Umlaufgeschwindigkeit derselben etwa entstehen könnten. Es tritt nach dem Verlöschen oder Abbrennen der Kohlenstäbe in der Hauptlampe selbstthätig in Wirksamkeit, und bleibt wirksam, bis neue Kohlenprismen in die Lampe eingesetzt worden sind. Man schaltet das Zwischenlicht zwischen Maschine und Lampe ein. Es besteht nach den

Siemens'sches Zwischenlicht.



nimmt er seinen Weg durch die sich berührenden Kohlenstäbe des Zwischenlichtes und den Elektromagneten desselben. Letzterer wird dadurch magnetisch, zieht den Anker an, und bringt die Kohlenspitzen in die zur Erzeugung des Volta'schen Lichtbogens erforderliche Entfernung. Wird diese Entfernung durch Abbrennen der Kohlenstäbe zu groß, so wird der Strom für einen Augenblick unterbrochen; der Elektromagnet läßt den Anker fallen, zieht ihn aber nach Berührung der Kohlenspitzen sofort wieder zurück, und der Volta'sche Lichtbogen ist selbstthätig wieder hergestellt. Durch Regulirung der den Anker abdrückenden Feder kann die Entfernung der Kohlenspitzen zur Stromstärke der Maschine passend eingestellt werden. Das elektrische Licht dieses Deviators wird also kein constantes Licht sein, doch genügt es für die kurze Zeit, welche zum Wechseln der

Kohlenprismen in der Hauptlampe erforderlich ist. Sobald dies geschehen, erlischt das Zwischenlicht, und entzündet sich die Lampe selbstthätig: denn der elektrische Strom nimmt den Weg durch die sich berührenden Kohlenstäbe der Lampe, statt den Widerstand zu überwinden, der sich ihm im Lichtbogen des Deviators entgegensetzt.

Als Betriebskraft für die Lichtmaschinen diente eine der Hafengebäudeverwaltung gehörige, sonst zu Wasserbauten benutzte Locomobile. Beide Lichtmaschinen wurden, wie durch die Zeichnungen auf Bl. A dargestellt ist, neben der Locomobile montirt, gemeinsam überbaut, und mit zwei verschiedenen Seilscheiben der Dampfmaschine durch Treibriemen wechselweise in Verbindung gebracht. Zur Aufstellung des Lichtes wurde über der Kohlensturz-Vorrichtung am Kaiserhafen ein 26 m über M.-W. hohes hölzernes Gerüst aufgeführt, welches durch Treppen bequem zugänglich gemacht wurde und in seinem obersten Stockwerk auf einem festen Tischchen die zur Aufstellung der Lampe dienende Laterne trug. Ein aus zwei beweglichen Klappen bestehendes, innen weiß gestrichenes Dach sollte zur Reflection der oberen Strahlen dienen. Die Lichtmaschinen wurden mit der Laterne durch eine 6 mm starke Kupferdrahtleitung verbunden, und die Kohlenspitzen in den Lampen bei allen Versuchen senkrecht übereinander gestellt.

Die Einrichtung der Anlage geschah durch den Referenten, die Aufstellung der Siemens'schen elektrischen Apparate durch den Vertreter der Firma Siemens & Halske für Rheinland und Westfalen, Herrn Civil-Ingenieur J. Boedinghaus in Düsseldorf, die Aufstellung der Gramme-Maschine durch Herrn Ingenieur E. Bovermann aus Essen.

Das directe Licht mit Siemens'scher Maschine und Siemens'scher Lampe gab beim ersten Versuche ein brauchbares Lichtfeld von 170 m Durchmesser, welches durch Correctur in der Stellung der beweglichen Dachflächen bis auf 200 m vergrößert wurde. Das Resultat erschien unzureichend, und mußte deshalb auf eine größere Ausnutzung der Lichtstrahlen Bedacht genommen werden.

Hierzu waren an der Laterne Einrichtungen zu treffen, welche alle nicht direct brauchbaren Strahlen zur Beleuchtung desjenigen Ringes nutzbar machen konnten, welcher zwischen 200 und rot. 500 m das Leuchtgerüst umschloß, wobei die durch eine Flamme erreichbare Grenze des Lichtfeldes auf 500 m Durchmesser geschätzt wurde. Dies konnte erreicht werden entweder durch einen vollständigen kadioptrischen Fresnel'schen Apparat, oder billiger, wie auf Blatt A gezeichnet, durch einen parabolischen Spiegel mit einer halben conischen Linse. Der Spiegel ist ein Rotationskörper, dessen Drehaxe lothrecht durch den Brennpunkt geht, und dessen Erzeugungslinie das Stück einer Parabel ist, deren Axe das Terrain in rot. 200 m Entfernung vom Leuchtgerüst schneidet. Hierdurch werden alle Strahlen des Leuchtkegels *acb* in den erwähnten Ring zwischen 200 und 500 m Durchmesser fallen. Die directen Strahlen werden benutzt von dem Kegel *dcc*; unbenutzt bleiben dann noch die den sphärischen Ring *acd* und *bcc* ausfüllenden Strahlen. Um auch diese zu verwerthen, mußte ein durch Rotation einer schräg gestellten halben Linse um die verticale Axe gebildeter Glaskörper eingeschaltet werden, und zwar zwischen den Punkten *f* und *g*. Es würden bei dieser Stellung desselben weder die directen Strahlen, noch die

durch den oberen Spiegel reflectirten Strahlen von der Linse beeinflusst werden. Die Anfertigung und Anwendung eines solchen Glaskörpers unterblieb jedoch aus Mangel an Zeit; dagegen wurde der obere Spiegel *acb* schirmartig in 3 m Durchmesser aus Weißblech und in der Nähe der Flamme aus Neusilber hergestellt, möglichst genau montirt und die Kohlenspitzen der Lampe sorgfältig in den Brennpunkt eingerichtet. Das Resultat entsprach den gehegten Erwartungen: das Licht ergab auch ohne Linse ein brauchbares Feld von 450 bis 500 m Durchmesser.

Für Nacharbeiten war das gewonnene Licht des starken Blendens und der scharfen Schatten wegen noch nicht verwendbar. Um diese Uebelstände durch Aufhebung der allzu starken Concentration des Lichtes zu beseitigen, wurde eine größere, 1,2 m weite, achteckige Laterne um den Tisch gebaut, und die Scheiben derselben zum Theil durch Ueberzug von Pauspapier, zum Theil mit matt geschliffenem Glase bis fast an den Schirm reichend, ausgefüllt. Dadurch entstand ein größerer leuchtender Körper, welcher ein vorzügliches ruhiges, nicht blendendes Licht gab, und dessen Schatten, ohne scharfe Grenzen zu bilden, fast vollkommen durchsichtig waren. Allerdings war durch das Blenden ein Theil des Lichtes eingebüßt worden, doch darf das Lichtfeld bis auf 360 bis 400 m Durchmesser als brauchbar bezeichnet werden.

Die Ullrich-Bovermann'sche Maschine ergab nur einen Lichtkreis von rot. 300 m Durchmesser bei ungeblendetem Lichte mit dem 3 m großen parabolischen Deflector; doch war das durch die Serrin'sche Lampe gelieferte Licht vorzüglich. Es brannte gleichmäßig ohne die geringste Unterbrechung oder Veränderung in der Farbe. Zur Erzielung dieses günstigen Resultats war ohne Zweifel mitwirkend eine sorgfältige Justirung der Lampe auf die angewendete Stromstärke und gute Beschaffenheit der Kohlenprismen. Die aus Retortenrückständen geschnittenen Kohlenstäbe sind zur Erzeugung des elektrischen Lichtes nicht immer gleich gut geeignet; sie müssen vollständig frei von alkalischen und erdigen Salzen sowie von Kieselsäure sein, auch gleichmäßige Structur haben. Es wurden bei den späteren Versuchen mit der Siemens'schen Maschine andere Kohlenprismen verwendet, und die Siemens'sche Lampe vorher einer sorgfältigen Correctur unterworfen. Das demnächst erzielte Licht war vollkommen gleichmäßig an Farbe und Intensität, und gab dem Licht der Serrin-Lampe wenig nach. — Es muß hierbei bemerkt werden, daß die benutzte Locomobile nicht mit einem Regulator versehen war.

Für die Verwendbarkeit des elektrischen Lichtes zur Beleuchtung öffentlicher Plätze wie des hiesigen Hafensystems würde es von sehr großem Vortheil sein, wenn die beleuchteten Flächen nicht allein kreisförmig, sondern auch elliptisch hergestellt werden könnten. Dies kann zum Theil erreicht werden durch eine excentrische Stellung der Kohlenprismen in der Lampe, wodurch die obere positive concav brennende Kohle das Licht stark nach einer Seite reflectirt. Um aber zu untersuchen, ob die beleuchtete Fläche nicht auch entfernt vom Leuchtgerüst geschaffen, letzteres dadurch zur gemeinsamen Aufstellung mehrerer Lichter nutzbar werden konnte, wurden Versuche mit gewöhnlichen parabolischen Spiegeln angestellt. Dieselben bestanden aus mit Silber plattirtem Kupfer und wurden von Siemens & Halske 0,52 m

weit, 0,21 m tief, von Ullrich & Bovermann 0,23 m weit 0,11 m tief geliefert. Sie wurden auf einem besonderen drehbaren Tischchen neben der Laterne aufgestellt, und das Licht in den Brennpunkt eingerichtet. Die Resultate waren folgende:

Die Gramme-Maschine von Ullrich & Bovermann ergab eine beleuchtete Fläche von rot. 70 m Breite und 700 m Länge, die Siemens'sche dagegen ein Feld von 120 m Breite und 1000 m Länge. Die Lichtstrahlen waren ungeblendet und trafen besonders in den entfernteren Strecken wegen ihrer fast horizontalen Richtung das Auge im höchsten Grade unangenehm, so daß ein Arbeiten bei dieser Beleuchtung geradezu unmöglich sein würde. Um diesen Nachtheil aufzuheben, wurde das Licht durch Papier und matt geschliffene Scheiben abgeblendet. Es wurde dadurch das Lichtfeld der Siemens'schen Maschine von 1000 m auf 300 m Länge reducirt; trotzdem war aber das Blenden nicht voll-

ständig beseitigt. Wenn dieser Uebelstand vollkommen aufgehoben werden sollte, so würde die Wirkung des parabolischen Spiegels gänzlich werthlos sein; es muß daher auf eine Beutzung desselben bei einer Lichtmaschine von 3000 Kerzen verzichtet werden.

Die Kosten der bei den Experimenten benutzten elektrischen Apparate sind wie folgt:

Die Siemens'sche Maschine $D_{II}$ kostet . . .	1350 $\mathcal{M}$ .
Die Gramme-Maschine von Ullrich & Bovermann in Essen . . . . .	1100 -
Die Siemens'sche Lampe . . . . .	206 -
Die Serrin-Lampe . . . . .	380 -
Das Siemens'sche Zwischenlicht . . . . .	35 -
1 m Kohlenprismen, 10 mm im Quadrat, . . . . .	2,05 -

Die Versuche werden vielleicht im Herbst d. Js. mit drei Lichtern fortgesetzt werden.

Ruhrort im Juli 1879.

P. Gerhardt.

## Ueber die Bestimmung der Schornsteinhöhe mit Rücksicht auf die beabsichtigte Ausnutzung der Heizkraft der Brennmaterialien.

### §. 1.

#### Vorbemerkungen.

Die bei Feuerungsanlagen anzuordnenden Schornsteine (Essen — Kamine) haben stets den Zweck, die Producte der Verbrennung fortzuschaffen; außerdem aber haben dieselben in den meisten Fällen auch den Zweck, den erforderlichen Luftzug zu bewirken, welcher bedingt, daß die zur Verbrennung der Brennmaterialien im Feuerraum nöthige Luftmenge in letzteren einströme. Die Erfüllung dieses letztgenannten Zweckes bedingt eine bestimmte durch Rechnung festzustellende Höhe des Schornsteins, und die Ermittlung dieser Höhe ist die Absicht, welche folgenden Untersuchungen zu Grunde liegt.

Es wird im Folgenden gezeigt werden, daß die Schornsteinhöhe im Wesentlichen bedingt wird durch die Geschwindigkeit, mit welcher die Luft in den Rost einströmen soll, sowie durch die Temperatur, welche die Luftsäule im Schornstein besitzt, und daß die erforderliche Schornsteinhöhe um so beträchtlicher ist, je größer jene Geschwindigkeit und je kleiner diese Temperatur ist.

Die Temperatur der Luftsäule im Schornstein wird wesentlich bedingt durch diejenige Temperatur, mit welcher die Luft die Heizfläche verläßt, und diese wiederum ist abhängig von der Ausnutzung der Heizkraft. Denn je mehr Wärmeeinheiten die im Brennraum erzeugten heißen Gase an die Heizfläche des Kessels abgeben, oder überhaupt, je mehr Wärmeeinheiten diesen Gasen auf ihrem Wege vom Brennraum bis zum Schornstein entzogen werden, desto geringer ist die Temperatur, welche sie bei ihrem Durchgange durch den Schornstein besitzen. Daraus folgt, daß, je höher die Ausnutzung der Heizkraft sein soll, desto höher der Schornstein werden muß.

Auf diesen Umstand hat der Verfasser bereits in seinem Aufsatz: „Ueber die Ausnutzung der Heizkraft der Brennmaterialien, mit besonderer Rücksicht auf die Dampfkessel-

anlagen“ (§. 41 \*) hingewiesen. In demselben Aufsätze wurde entwickelt, daß die Ausnutzung der Heizkraft bei Kesselanlagen bedingt wird durch einen Werth, welcher dort Schonungsmodul des Kessels genannt und mit  $m_0$  bezeichnet wurde. In §. 28 \*\*) Gl. 45 jenes Aufsatzes wurde die Beziehung gefunden:

$$1) \quad m_0 = \frac{f_0}{\mathfrak{B}} \cdot \frac{\lambda}{\eta_0} \cdot \frac{1}{K}$$

Hierin bezeichnet:

$$\frac{f_0}{\mathfrak{B}} = \frac{\text{Heizfläche des Kessels}}{\text{Gewichtsmenge pro Stunde verbrannten Materials'}}$$

$$\frac{\lambda}{\eta_0} = \frac{\text{Wärmeübertragungs-Coefficient}}{\text{Ausnutzung der Heizfläche}}$$

$$K = \text{Wärmemasse, d. i. Summe der Producte der aus der Verbrennung einer Gewichtseinheit hervorgehenden einzelnen Gewichte der Gasmengen in ihre spezifische Wärme.}$$

Ueber alle diese Werthe muß hier auf den in Rede stehenden Aufsatz Bezug genommen werden.

Es drückt sich die Temperatur, mit welcher die heißen Gase die Heizfläche verlassen, aus, nach §. 27 Gl. 42 des genannten Aufsatzes durch:

$$2) \quad \frac{t_s}{t_b} = \left(1 - \frac{t_k}{t_b}\right) e^{-m_0} + \frac{t_k}{t_b},$$

worin

$t_s$  die Temperatur der Gase beim Verlassen der Heizfläche,

$t_b$  die Temperatur der Gase, wie sie aus der Verbrennung hervorgeht,

$t_k$  die Temperatur des Kesselwassers,

$e$  die Basis der natürlichen Logarithmen = 2,71828

bezeichnet.

\*) Vergl. Zeitschrift f. Bauwesen, Jahrg. 1879 S. 89.

\*\*) Ebenda Jahrg. 1878 S. 421.

Nach einer in dem genannten Aufsätze durchgeführten Rechnung kann man auch schreiben:

$$3) \quad \frac{t_s}{t_b} = \frac{1}{9} \left( 1 + \frac{8}{e^{m_0}} \right) - 0,74 \left( 1 - \frac{1}{e^{m_0}} \right) c_2,$$

worin  $c_2$  einen Correctionswerth bedeutet, den man in den

für $m_0 =$	0,50	0,75	1,00	1,25
$\left( 1 - \frac{1}{e^{m_0}} \right) =$	0,39	0,53	0,63	0,71

$$\frac{t_s}{t_b} = 0,65 - 0,29 c_2; 0,53 - 0,33 c_2; 0,44 - 0,47 c_2; 0,37 - 0,53 c_2; 0,31 - 0,58 c_2; 0,26 - 0,61 c_2; 0,24 - 0,64 c_2; 0,18 - 0,67 c_2; 0,16 - 0,70 c_2;$$

Da dieser Correcturwerth nur einen Einfluß ausüben kann, welcher 4 % nicht übersteigt, so wird man mit hinreichender Genauigkeit näherungsweise setzen können:

$$5) \quad \frac{t_s}{t_b} = 0,1 \left( 1 + \frac{8}{e^{m_0}} \right),$$

und daraus entsteht für:

$m_0 =$	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00
$\frac{1}{e^{m_0}} =$	0,61	0,47	0,37	0,29	0,22	0,17	0,14	0,08	0,05
$\frac{t_s}{t_b} =$	0,59	0,48	0,40	0,33	0,28	0,24	0,21	0,16	0,14

Durch diese Werthe wird die Temperatur, mit welcher die heißen Gase die Kesselfläche verlassen, jedenfalls nicht zu hoch gefunden.

Man sieht hieraus, wie mit wachsendem Schonungsmodul des Kessels die Temperatur abnimmt, mit welcher die heißen Gase die Kesselfläche verlassen.

Noch sei aus jenem Aufsätze hier angeführt der Zusammenhang zwischen dem Schonungsmodul des Kessels und der Ausnutzung der Heizkraft. Es wurde daselbst in §. 31, \*) Gl. f gefunden:

$$6) \quad \eta_h = 0,87 \eta_0 (1 + c_2) \left( 1 - \frac{1}{e^{m_0}} \right),$$

worin

- $\eta_h$  die Ausnutzung der Heizkraft,
- $\eta_0$  die mittlere Ausnutzung der Heizfläche,
- $c_2$  einen Correcturwerth, und zwar denselben wie vorhin (Gl. 4) bezeichnet.

Unter Vernachlässigung des Correcturwerthes ergibt sich für:

$m_0 =$	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00
$\eta_0 =$	0,80	0,77	0,74	0,71	0,68	0,65	0,62	0,59	0,56
$\eta_h =$	0,85	0,82	0,79	0,76	0,73	0,70	0,67	0,64	0,61
$\eta_h =$	0,90	0,87	0,84	0,81	0,78	0,75	0,72	0,69	0,66
$\eta_h =$	0,95	0,92	0,89	0,86	0,83	0,80	0,77	0,74	0,71
$\eta_h =$	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88	0,85	0,82	0,79	0,76

Diese Werthe sind mit  $(1 + c_2)$  zu multipliciren, wenn man die Correctur anwenden will.

Hieraus sieht man, in welchem Zusammenhange die Ausnutzung der Heizkraft mit dem Schonungsmodul des Kessels steht, und folglich auch mit der Höhe der Temperatur, mit welcher die Brenngase die Heizfläche des Kessels verlassen.

§. 2.

Allgemeine Beziehung zwischen dem Druck und den Widerständen der in die Feuerungsanlage eintretenden Luft.

Es sei  $P$  der Druck, mit welchem eine gasförmige Flüssigkeit auf eine Flächeneinheit drückt;  $a$  sei die Größe

\*) Zeitschrift f. Bauwesen, Jahrg. 1875 S. 9.

meisten Fällen vernachlässigen kann, und der sich ausdrückt durch:

$$4) \quad c_2 = 0,15 \left( 1 - \frac{9 t_k}{t_b} \right) = - 1,35 \left( \frac{t_k}{t_b} - \frac{1}{9} \right).$$

Nach §. 35 des genannten Aufsatzes entsteht hierdurch:

1,50	1,75	2,00	2,50	3,00
0,78	0,83	0,86	0,92	0,95

der gedrückten Fläche, und  $ds$  der Weg, welchen die gedrückte Fläche mit dem als constant zu denkenden Druck durchläuft, so ist:

$$a P \cdot ds$$

die dem Druck entsprechende Arbeit. Da nun aber  $a \cdot ds = d\mathfrak{B}$  zugleich das Volum der Luftmenge ist, welche erforderlich ist, um den durchlaufenen Raum auszufüllen, so ist die Arbeit auch:

$$a P ds = P d\mathfrak{B};$$

und wenn  $P$  constant ist, so ergibt sich für ein Luftvolum  $\mathfrak{B}$ , welches mit constantem Druck in einen entsprechenden Raum eintritt, die Arbeit:

$$L = P\mathfrak{B},$$

d. i. gleich dem Producte aus dem constanten Druck (oder mittlerem Druck) pro Flächeneinheit  $P$  in das unter diesem Druck verbrauchte Volum.

Wenn nun  $\mathfrak{B}$  das Volum ist, welches in einer bestimmten Zeit in den Rost eintritt, und  $P$  die Pressung pro Flächeneinheit, unter welcher diese Luftmenge eintritt, so ist:

$$L = P\mathfrak{B}$$

die Arbeit, welche dieser eintretenden Luftmenge entspricht.

Wenn der Beharrungszustand eingetreten ist, so muß diese Arbeit gleich der Summe aller Widerstandsarbeiten sein, welche in derselben Zeit auf das Luftvolum einwirken. Diese Widerstandsarbeiten lassen sich immer in der Form darstellen:  $G h$ , d. i. in dem Producte einer gehobenen Gewichtsmenge  $G$  in die Höhe, auf welche dieselbe gehoben worden ist, und wenn wir für jede dieser Widerstandsarbeiten das gehobene Gewicht als gleich groß ansehen, und die verschiedenen Widerstandshöhen mit  $h_a, h_r, h_c, h_q$  u. s. w. bezeichnen, so ist für den Beharrungszustand zu setzen:

$$P\mathfrak{B} = G(h_a + h_r + h_c + h_q \dots).$$

Es bezeichnet  $G$  die Gewichtsmenge der aus der Schornsteinmündung entweichenden Luft.

Wenn die Luftmenge, welche zur Verbrennung von einem Kilogramm Brennmaterial chemisch erforderlich ist, auf die Temperatur von 0 Grad reducirt, mit  $\mathfrak{L}$  bezeichnet wird, und wenn man das  $n$ fache dieser Luftmenge in Ueberschuß zuführt, so ist die in den Rost in der Stunde eintretende Luftmenge, wenn  $\mathfrak{B}$  Kilogramm Brennmaterial pro Stunde verbrannt werden:

$$\mathfrak{B} = \mathfrak{L}(n + 1)\mathfrak{B}$$

und das Gewicht dieser Luftmenge ist  $1,2932 \mathfrak{L}(n + 1)\mathfrak{B}$ .

Vernachlässigen wir den Aschengehalt und die unverbrannten Theile des Brennmaterials, so gehen zugleich die  $\mathfrak{B}$  Kilogramm Brennmaterial durch die Verbrennung in luftförmigen Zustand über, und es ist das Gewicht der aus der Schornsteinmündung entweichenden Luftmenge gleich der-

jenigen der zugeführten Luftmenge, vermehrt um das Gewicht des in Gasform übergegangenen Brennmaterials, also

a.  $G = 1,2932 \mathfrak{B}(n+1)\mathfrak{B} + \mathfrak{B} = \mathfrak{B}[1,2932 \mathfrak{L}(n+1) + 1]$ .  
Setzen wir diese Werthe in die obige Gleichung ein, so entsteht:

$$P\mathfrak{B} = G(h_a + h_r + h_c + h_q)$$

$$P \cdot \mathfrak{L}(n+1)\mathfrak{B} = \mathfrak{B}[1,2932 \mathfrak{L}(n+1) \cdot [h_a + h_r + \dots]]$$

$$P = \left\{ 1,2932 + \frac{1}{\mathfrak{L}(n+1)} \right\} [h_a + h_r + \dots]$$

Nun ist nach den Entwicklungen des mehrfach erwähnten Aufsatzes „Ueber die Ausnutzung der Heizkraft der Brennmaterialien mit besonderer Rücksicht auf die Dampfkesselanlagen“ §. 6, Gl. 18: die chemisch erforderliche Luftmenge von 0 Grad zum Verbrennen eines Kilogramms Brennmaterial:

b.  $\mathfrak{L} = 8,72 \beta_1$ ,

worin

$$\beta_1 = \mathfrak{K} + 3(\mathfrak{B} - \frac{1}{8}\mathfrak{C}),$$

wenn  $\mathfrak{K}$ ,  $\mathfrak{B}$  und  $\mathfrak{C}$  die in einem Kilogramm Brennmaterial enthaltenen Gewichtsmengen Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff sind. Der Werth  $\beta_1$  ist dort die spezifische Luftmenge genannt worden. Man hat also:

$$P = \left( 1,2932 + \frac{1}{8,72(n+1)\beta_1} \right) [h_a + h_r + \dots]$$

7)  $P = 1,2932 \left( 1 + \frac{0,089}{(n+1)\beta_1} \right) [h_a + h_r + \dots]$ .

Es wird nun erforderlich sein, den Druck  $P$ , welchen die äußere einströmende Luft auf die Flächeneinheit ausübt, und die Widerstandshöhen  $h_a$ ,  $h_r$  u. s. w. zu bestimmen.

### §. 3.

#### Druck der äußeren Luft auf die Eintrittsöffnung zwischen den Roststäben.

Es sei  $a$  der Querschnitt irgend einer Horizontalschicht des Schornsteins,  $dy$  sei die Dicke dieser Schicht, folglich  $a dy$  ihr Volum, und wenn  $\gamma$  das Gewicht der Volumeinheit ist, so ist  $a\gamma \cdot dy$  das Gewicht dieser Schicht. Ist nun  $dp$  der Druck, welcher durch das Gewicht dieser Schicht pro Flächeneinheit ausgeübt wird, so ist offenbar der Gesamtdruck auf die Fläche  $a$ , welcher aus dem Gewicht dieser Schicht entspringt:

$$a dp = a\gamma \cdot dy$$

$$dp = \gamma dy.$$

Es sei  $h$  die wirksame Höhe des Schornsteins, also der verticale Abstand der Schornsteinmündung von dem Eintrittsquerschnitt, so ist der Druck sämtlicher Schichten der in der Schornsteinleitung befindlichen Luft von oben nach unten gegen die Eintrittsöffnung:

$$p = \int_{y=0}^{y=h} \gamma dy.$$

Dagegen ist der äußere Druck der Luft gegen die Eintrittsöffnung, (wenn man die Luftschichten über der Schornsteinmündung als für sich im Gleichgewicht betrachtet) gleich dem Druck einer Luftsäule von der Höhe  $h$  und dem als constant anzunehmenden Gewichte der äußeren Luft. Bezeichnen wir letzteres mit  $\gamma_0$ , so ist der Druck der äußeren Luft auf die Eintrittsöffnung  $p_0 = h\gamma_0$ , folglich der wirksame Druck pro Flächeneinheit:

8)  $p_0 - p = P = h\gamma_0 - \int_{y=0}^{y=h} \gamma dy.$

Nach dem bekannten Gesetze (Zeitschrift für Bauwesen 1874 S. 9) ist für alle Gasarten, so lange das Gewicht derselben sich nicht ändert:

$$\frac{\gamma}{\mathfrak{A}}(a+t) = \frac{\gamma_1}{\mathfrak{A}_1}(a+t_1).$$

Da nun sowohl die Luft im Schornstein, als auch die äußere Luft dieselbe Spannung  $\mathfrak{A}_1 = 1$  hat, so ist:

$$\gamma = \frac{a+t_1}{a+t} \cdot \gamma_1,$$

worin  $\gamma_1$  das Gewicht der Volumeinheit bei  $t_1$  Graden und  $a = 273$  ist.

Bezeichnen wir das Gewicht der Volumeinheit bei 0 Grad mit  $\gamma^0$ , so drückt sich aus:

$$\gamma = \frac{a}{a+t} \cdot \gamma^0.$$

Ist nun die Temperatur der äußeren Luft  $t_0$  Grad, so entsteht aus Gl. 8:

$$P = \frac{ha}{a+t_0} \gamma_0^0 - \int_{y=0}^{y=h} \frac{a\gamma^0}{a+t} \cdot dy$$

$$= a \left\{ \frac{h\gamma_0^0}{a+t_0} - \gamma^0 \int_{y=0}^{y=h} \frac{dy}{a+t} \right\},$$

worin  $\gamma_0^0$  das Gewicht der Volumeinheit bei Null Grad der äußeren Luft,  $\gamma^0$  das Gewicht der Volumeinheit bei Null Grad der Luft im Schornstein bezeichnet.

Nun ist  $t$  die Temperatur der Luft im Schornstein eine Function von  $y$ , denn der Schornstein bietet eine Abkühlungsfläche dar, und mit wachsendem  $y$  wird die Temperatur im Schornstein geringer. Die genaue Einführung dieser Beziehungen in die Rechnung würde dieselbe im höchsten Grade complicirt machen, ohne für die Praxis erhebliche Vortheile zu gewinnen. Wir nehmen daher zur Abkürzung der Rechnung an, daß die Temperatur der Luft im Schornstein anstatt des veränderlichen Werthes einen mittleren Durchschnittswerth besitze, bezeichnen denselben mit  $t_1$  und behalten uns die Bestimmung desselben vor. Unter dieser Voraussetzung ist:

$$\int_{y=0}^{y=h} \frac{dy}{a+t} = \frac{h}{a+t_1},$$

9)  $P = ah \left\{ \frac{\gamma_0^0}{a+t_0} - \frac{\gamma^0}{a+t_1} \right\}.$

Das Gewicht der äußeren atmosphärischen Luft bei 0 Grad ist:

$$\gamma_0^0 = 1,2932,$$

und wir können also schreiben:

a.  $P = a \cdot 1,2932 h \left\{ \frac{1}{a+t_0} - \frac{1}{a+t_1} \cdot \frac{\gamma^0}{\gamma_0^0} \right\}.$

Um nun den Werth  $\gamma^0$  zu bestimmen, ist zu bemerken, daß das Gewicht der Volumeinheit sich ausdrückt durch das Gewicht der Gesamtmenge, dividirt durch das Volum.

Das Gewicht der Gesamtmenge der im Schornstein befindlichen Gase wurde im vorigen Paragraphen bestimmt:

$$G = \mathfrak{B}[1,2932 \mathfrak{L}(n+1) + 1];$$

das Volum drückt sich auf Null Grad reducirt aus durch:

$$(\mathfrak{L}(n+1) + Z)\mathfrak{B},$$

wenn  $Z$  der Zuwachs ist, welcher durch die Verbrennung an Gasmenge entsteht. Es ist also:

$$\gamma^0 = \frac{G}{(\mathfrak{L}(n+1) + Z)B} = \frac{1,2932 \mathfrak{L}(n+1) + 1}{\mathfrak{L}(n+1) + Z}$$

$$= \frac{1 + \frac{1}{1,2932 \mathfrak{L}(n+1)}}{1 + \frac{Z}{\mathfrak{L}(n+1)}} \cdot \gamma_0^0,$$

also

$$\frac{\gamma_0}{\gamma_0^0} = \frac{1 + \frac{1}{1,2932 \mathfrak{L}(n+1)}}{1 + \frac{Z}{\mathfrak{L}(n+1)}}$$

Durch Einführung der Gl. b des vorigen Paragraphen entsteht:

$$\frac{\gamma^0}{\gamma_0^0} = \frac{1 + \frac{1}{1,2932 (n+1) \cdot 8,72 \beta_1}}{1 + \frac{Z}{8,72 (n+1) \beta_1}}$$

b. 
$$\frac{\gamma^0}{\gamma_0^0} = \frac{1 + \frac{0,089}{(n+1) \beta_1}}{1 + \frac{0,115 Z}{(n+1) \beta_1}}$$

Hiernach ist:

$$P = a \cdot 1,2932 h \left\{ \frac{1}{a+t_0} - \frac{1}{a+t_1} \cdot \frac{1 + \frac{0,089}{(n+1) \beta_1}}{1 + \frac{0,115 Z}{(n+1) \beta_1}} \right\}$$

Wenn  $n = 1$  ist, also wenn die doppelte Luftmenge zugeführt wird, welche zur chemischen Verbrennung erforderlich ist, wenn ferner  $\beta_1$  die spezifische Luftmenge den kleinsten Werth hat, nämlich  $0,40$ , wie solcher bei den schlechtesten und feuchten Braunkohlen vorkommt, und wenn dabei  $Z = 0,66$  ist, (vergl. in dem mehrfach erwähnten Aufsätze die Tabelle in §. 17) so entsteht:

$$\frac{1 + \frac{0,089}{(n+1) \beta_1}}{1 + \frac{0,115 Z}{(n+1) \beta_1}} = \frac{1,111}{1,095} = 1,015.$$

Wenn dagegen  $\beta_1 = 1$  und  $Z = 0$  ist, entsteht:

$$\frac{1 + \frac{0,089}{(n+1) \beta_1}}{1 + \frac{0,115 Z}{(n+1) \beta_1}} = 1,045.$$

Man kann daher den in Rede stehenden Bruch ohne sonderlichen Fehler gleich 1 setzen, also

$$\gamma^0 = \gamma_0^0,$$

d. h. das Gewicht der Volumeinheit bei Null Grad der äußeren Luft und der Luft im Schornstein gleich groß, und dann ist:

10) 
$$P = a \cdot 1,2932 h \left\{ \frac{1}{a+t_0} - \frac{1}{a+t_1} \right\}$$

§. 4.

**Allgemeine Beziehung zwischen der Schornsteinhöhe und den Widerstandshöhen.**

Setzen wir die Werthe der Gl. 7 und 10 einander gleich, so entsteht:

$$ah \left\{ \frac{1}{a+t_0} - \frac{1}{a+t_1} \right\} = \left( 1 + \frac{0,089}{(n+1) \beta_1} \right) \{ h_a + h_r + h_c + h_q \dots \}$$

$$h = \frac{1}{a} \cdot \frac{1}{\frac{1}{n+t_0} - \frac{1}{a+t_1}} \cdot \left( 1 + \frac{0,089}{(n+1) \beta_1} \right) \{ h_a + h_r + h_c + h_q \dots \}$$

11) 
$$h = \frac{(a+t_1)(a+t_0)}{a(t_1-t_0)} \cdot \left( 1 + \frac{0,089}{(n+1) \beta_1} \right) \{ h_a + h_r + h_c + h_q \dots \}.$$

Durch diese Gleichung ist im Allgemeinen die Schornsteinhöhe zu finden, wenn man die Widerstandshöhen  $h_a, h_r, h_c \dots$  kennt, wenn die mittlere Temperatur im Schornstein, und die äußere Lufttemperatur  $t_0$  bekannt sind, und wenn die chemische Luftmenge  $\beta_1$  und die in Ueberschuß zuzuführende Luftmenge  $n$  gegeben sind. Man sieht also, daß die Schornsteinhöhe außer von der Temperatur und den Widerständen auch von der Art des Brennmaterials und von der überschüssigen Luftmenge abhängig ist.

Gewöhnlich ist der Werth  $\frac{0,089}{(n+1) \beta_1}$  als sehr klein zu vernachlässigen. Wir wollen denselben aber als Correcturwerth einführen, indem wir setzen:

$$c_6 = \frac{0,089}{(n+1) \beta_1},$$

und schreiben dann:

a. 
$$h = \frac{(a+t_1)(a+t_0)}{a(t_1-t_0)} (1+c_6) \{ h_a + h_r + h_c + h_q \}.$$

Wenn die Temperatur der äußeren Luft gleich Null genommen wird, so entsteht:

$$\frac{(a+t_1)(a+t_0)}{a(t_1-t_0)} = \frac{a+t_1}{t_1} = \frac{a}{t_1} + 1;$$

setzen wir:

$$\frac{(a+t_0) \cdot t_1}{a(t_1-t_0)} = \frac{at_1+t_0t_1}{at_1-at_0} = 1+c_7,$$

folglich:

b. 
$$c_7 = \frac{at_1+t_0t_1}{at_1-at_0} - 1 = \frac{t_0}{a} \cdot \frac{a+t_1}{t_1-t_0} = \frac{1 + \frac{t_1}{a}}{\frac{t_1}{t_0} - 1},$$

so entsteht:

c. 
$$\frac{(a+t_1)(a+t_0)}{a(t_1-t_0)} = \left( 1 + \frac{a}{t_1} \right) (1+c_7).$$

12) 
$$h = \left( 1 + \frac{a}{t_1} \right) (1+c_7) (1+c_6) \{ h_a + h_r + h_c + h_q \},$$

worin der Correcturwerth  $c_7$  den Einfluß der Temperatur der äußeren Luft, der Correcturwerth  $c_6$  den Einfluß der Art des Brennmaterials und der Art der Verbrennung (Ueberschuß der zugeführten Luftmenge gegen die chemisch erforderliche) ausdrückt.

In diesem Ausdruck sind noch die Widerstandshöhen zu bestimmen. Die Widerstände, welche von der Eintrittsarbeit der Luft zu überwinden sind, lassen sich auf folgende Arten zurückführen:

1. Die Arbeit, welche in der Erzeugung der Austrittsgeschwindigkeit der Luft besteht. Ist  $v_a$  jene Austrittsgeschwindigkeit, und, wie früher  $G$  das Gewicht der austretenden Luftmenge, so ist, unter  $h_a$  die Widerstandshöhe der Austrittsarbeit verstanden:

$$Gh_a = \frac{1}{2} \cdot \frac{G}{g} \cdot v_a^2,$$

d. 
$$h_a = \frac{v_a^2}{2g}.$$

2. Reibungswiderstände. Die Arbeit, welche durch Ueberwindung der Reibung an dem Umfange der verschiedenen Durchgangsquerschnitte besteht. Ist  $h_r$  die Widerstandshöhe der Reibung, so ist die Reibungsarbeit  $G \cdot h_r$ .

3. Ablenkungsarbeit. Die Arbeit, welche erforderlich ist, um der durch die Feueranäle strömenden Luftmenge eine plötzliche oder allmähliche Richtungsänderung zu geben, d. h. sie von der ursprünglichen Richtung abzulenken. Bezeichnen wir mit  $h_c$  die Widerstandshöhe der Ablenkung, so ist die Ablenkungsarbeit  $G \cdot h_c$ .

4. Querschnittsänderungs - Widerstandsarbeit. Wenn der in Bewegung sich befindliche Luftstrom plötzlich seinen Querschnitt ändern muß, so entsteht zugleich eine Aenderung der Geschwindigkeit, und dergleichen plötzliche Geschwindigkeitsänderungen erfordern stets einen gewissen Aufwand an Arbeit. Ist  $h_q$  die Widerstandshöhe der Querschnittsänderung, so ist  $G h_q$  die auf diese Aenderung verwendete Arbeit.

§. 5.

**Ausdruck für die Reibungsarbeit der heißen Luft in den Durchgangsquerschnitten.**

Die Reibungsarbeit, welche eine Flüssigkeit von dem Gewichte  $G$  zu überwinden hat, ist erfahrungsmäßig abhängig von der Geschwindigkeit  $v$ , mit welcher sie sich bewegt, von dem Umfange  $p$  des Querschnitts, auf welchem die Reibung stattfindet im Verhältniß zum Flächeninhalt dieses Querschnittes  $q$ , von dem Reibungscoefficienten  $\varphi$  und von dem Wegelemente  $dx$ , welches in der Richtung  $v$  durchlaufen wird. Das Arbeitselement der Reibung drückt sich daher aus durch:

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{G}{g} \cdot v^2 \cdot \varphi \cdot \frac{p}{q} \cdot dx,$$

folglich ist für eine Strecke  $l$ , welche durchlaufen wird, während  $\frac{p}{q}$ ,  $v$  und  $\varphi$  constant bleiben, die Reibungsarbeit für diese Strecke:

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{G}{g} v^2 \varphi \cdot \frac{p}{q} \cdot l,$$

und wenn man sämtliche Reibungsarbeiten, welche in den verschiedenen Abtheilungen des Weges der Brenngase in dieser Weise ermittelt werden, summirt, so ist die gesammte Reibungsarbeit:

$$G \cdot h_r = G \cdot \sum \left( \frac{v^2}{2g} \cdot \varphi \cdot \frac{p}{q} \cdot l \right).$$

$$13) \quad h_r = \sum \left( \frac{v^2}{2g} \cdot \varphi \cdot \frac{p}{q} \cdot l \right).$$

Der Werth  $\varphi$  ist nach Versuchen, welche Peclet in seiner „Traité de la chaleur“ I. No. 327 zusammenstellte, ein sehr constanter Werth. Für vollkommen glatte Oberflächen von kreisförmigem Querschnitt giebt Peclet  $\varphi \frac{p}{q}$  ziemlich constant gleich  $\frac{0,0238}{d}$  an. Es ist aber für kreisförmigen Querschnitt:

$$\begin{aligned} p &= \pi d \\ q &= \frac{1}{4} \pi d^2 \\ \frac{p}{q} &= \frac{4}{d} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varphi \frac{p}{q} &= \varphi \frac{4}{d} = \frac{0,0238}{d} \\ \varphi &= 0,006. \end{aligned}$$

Für nicht glatte, sondern mehr oder weniger rauhe Oberflächen, wie sie bei Kesselfeuerungen vorkommen, ist dieser Coefficient etwa auf das Doppelte zu erhöhen. Wir setzen daher für unsern Fall:

$$a. \quad \varphi = 0,0125 = \frac{1}{80}$$

und folglich ist die Widerstandshöhe der Reibung:

$$b. \quad h_r = \frac{1}{80} \cdot \sum \left( \frac{v^2}{2g} \cdot \frac{p}{q} \cdot l \right).$$

Unter  $p$  und  $q$  sind hier stets der Umfang und der Flächeninhalt des Gesamtquerschnittes zu verstehen, durch welchen die ganze Luftmenge geht. Ist z. B. die Luftmenge auf eine Anzahl einzelner Canäle oder Röhren vertheilt, so ist

$$\frac{p}{q} = \frac{\text{Summe der Umfänge aller einzelnen Canäle}}{\text{Summe der Querschnitte aller einzelnen Canäle}}$$

§. 6.

**Ausdruck für die Widerstandsarbeit der Ablenkung.**

Die Ablenkungsarbeit (§. 4), d. i. die Arbeit, welche dem Widerstande entspricht, welcher durch die Aenderung der Richtung des Luftstromes bedingt wird, ist von der Art der Richtungsänderung abhängig. Peclet (Traité de la chaleur I. 353) giebt diese Arbeit folgendermaßen:

$$a. \quad \frac{G \cdot v^2}{2g} \cdot \sin^2 i,$$

wenn  $i$  der Ablenkungswinkel ist. Wenn  $i$  gleich 90 Grad ist, so entsteht:

$$b. \quad G \cdot \frac{v^2}{2g}.$$

Wenn die gesammte Luftmenge  $n$  mal unter dem Winkel  $i$  abgelenkt wird, so ist die Arbeit:

$$c. \quad G \cdot \frac{v^2}{2g} \cdot n \cdot \sin^2 i.$$

Ist z. B.  $n = 4$  und  $i = 22\frac{1}{2}$  Grad, so daß die gesammte Ablenkung von  $a$  nach  $b$  wieder 90 Grad beträgt, aber unter einem viermal gebrochenen Winkel erfolgt, so ist die Ablenkungsarbeit:

$$d. \quad \frac{G}{2g} \cdot v^2 \cdot 4 (0,382)^2 = 0,58 G \frac{v^2}{2g}.$$

Man sieht, daß durch die letzte Anordnung die Ablenkungsarbeit nur 58 % von derjenigen beträgt, welche durch eine scharfe Ablenkung unter 90 Grad durch Gleichung b gefunden wird.

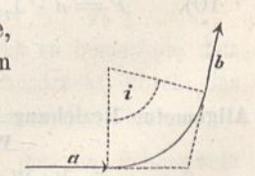
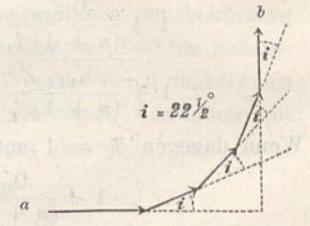
Erfolgt die Ablenkung in einer Curve, so ist nach Peclet an den angeführten Orten die Ablenkungsarbeit:

$$e. \quad G \cdot \frac{v^2}{2g} \cdot \left( \frac{i^0}{180} \right),$$

wenn  $i$  den Winkel in Graden bezeichnet, den die Richtungen  $a$  und  $b$  einschließen.

Ist  $i = 90$  Grad, so ist die Ablenkungsarbeit durch Uebergang in der Curve nur:

$$f. \quad \frac{1}{2} \cdot G \cdot \frac{v^2}{2g};$$



die durch die Anordnungen b, d und f bedingten Aenderungen geben also Widerstandsarbeiten, welche sich verhalten wie

$$1 : 0,58 : 0,50.$$

Die bei den Kesselfeuerungen vorkommenden Ablenkungen erfolgen meist unter rechtem Winkel. In diesem Falle schwankt also die Ablenkungsarbeit zwischen

$$G h_c = G \sum \frac{v^2}{2g},$$

wenn die Gesammtmenge der heißen Luft nur Ablenkungen unter scharfen Winkeln erfährt, und zwischen

$$G \cdot h_c = \frac{1}{2} G \sum \frac{v^2}{2g},$$

wenn diese Ablenkungen in passender Weise abgerundet sind. Setzen wir den ungünstigsten Fall voraus, so ergibt sich die Widerstandshöhe der Ablenkung:

$$14) \quad h_c = \sum \frac{v^2}{2g}.$$

Der größte Theil dieser Ablenkungen erfolgt in den Feuerkanälen, während jedenfalls eine Ablenkung bei dem Uebergang des horizontalen Fuchses in den verticalen Schornstein stattfindet.

Nennen wir die mittlere Geschwindigkeit der heißen Luft in den Feuerkanälen  $v_s$ , diejenige im Fuchs  $v_s$ , so ist, wenn die Gesammtmenge der heißen Luft  $n$  Ablenkungen in den Feuerkanälen unter rechten Winkeln erfährt:

$$h. \quad h_c = \frac{v_s^2}{2g} \cdot n + \frac{v_s^2}{2g}.$$

Hierbei ist zu bemerken:

1. Die Widerstandshöhe kann durch passende Abrundungen bis auf die Hälfte vermindert werden.
2. Wenn die Gesammtmenge der Luft sich in einzelne Ströme vertheilt, z. B. in zwei Parallelströme, so ist die Widerstandshöhe der Ablenkung jedes einzelnen Stromes in dem Verhältniß geringer, als derselbe nur einen Theil der gesammten Luftmenge führt, also z. B. nur  $\frac{1}{2}$ , wenn zwei Ströme sind.

Indem man also die Anzahl der Ablenkungen  $n$  bestimmt, muß man stets  $n$  Ablenkungen des in  $n$  Ströme getheilten Gesamtstroms für eine Ablenkung zählen, und unter  $n$  die auf diese Weise bestimmte Anzahl der Ablenkungen des ungetheilten Stroms verstehen.

§. 7.

**Ausdruck für die Widerstandsarbeit der Querschnittsänderung.**

Die Widerstandsarbeit der Querschnittsänderung wird, wie bereits in §. 4 angedeutet worden, durch die mit diesen Querschnittsänderungen verbundenen plötzlichen Geschwindigkeitsänderungen bedingt. Erfolgt die Geschwindigkeitsänderung allmählig, also durch allmähliche Erweiterung oder Verengung des Querschnitts, so sind die Arbeitswiderstände äußerst gering, und können vernachlässigt werden. Bei plötzlichen Querschnittsänderungen kann die Widerstandsarbeit aber sehr erheblich werden. Wir setzen im Folgenden voraus, daß mit der Querschnittsänderung nicht auch zugleich (durch Expansion oder durch Compression) eine Temperaturänderung erfolgt, oder vielmehr, daß man diese Temperaturänderung vernachlässigen kann. Bezeichnen wir den größeren Querschnitt mit  $q$

und die darin stattfindende Geschwindigkeit mit  $v$ , den kleineren Querschnitt mit  $q_1$  und die darin stattfindende Geschwindigkeit mit  $v_1$ , so muß sein, wenn das Volum nicht zugleich eine Temperaturänderung erlitten hat:

$$a. \quad q \cdot v = q_1 \cdot v_1.$$

Es können nun plötzliche Querschnittserweiterungen stattfinden, oder auch plötzliche Querschnittsverengungen; im letzteren Falle erleidet der durch den engen Querschnitt gehende Luftstrom noch eine Contraction, so daß, unter  $\alpha$  den Contractionscoefficienten verstanden, der kleinere Querschnitt nur  $\alpha q_1$  ist, und für eine Verengung die Gleichung besteht:

$$b. \quad q \cdot v = \alpha q_1 \cdot v_1.$$

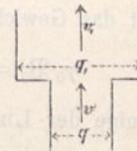
Ist nun:

a) bei Querschnittserweiterungen  $v$  die Geschwindigkeit vor dem Durchgange (größere Geschwindigkeit), so ist der Geschwindigkeitsverlust:

$$(v - v_1) = \left(1 - \frac{q}{q_1}\right) \quad a)$$

und der Arbeitsverlust:

$$c. \quad \frac{Gv}{2g} \left(1 - \frac{q}{q_1}\right)^2;$$

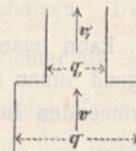


b) bei Querschnittsverengungen  $v_1$  die Geschwindigkeit nach dem Durchgange (größere Geschwindigkeit), so ist der Geschwindigkeitsverlust:

$$(v_1 - v) = \frac{vq}{\alpha q_1} - v = v \left(\frac{q}{q_1 \alpha} - 1\right), \quad b)$$

folglich der Arbeitsverlust:

$$d) \quad \frac{Gv^2}{2g} \left(\frac{q}{q_1 \alpha} - 1\right)^2.$$



Hiernach ist die gesammte Widerstandsarbeit der Reibung:

$$G h_r = G \left\{ \sum \left[ \frac{v^2}{2g} \left(\frac{q}{q_1} - 1\right)^2 + \sum \left[ \frac{v^2}{2g} \left(\frac{q}{q_1 \alpha} - 1\right)^2 \right] \right\},$$

folglich die Widerstandshöhe der Querschnittsänderung:

$$15) \quad h_r = \sum \left[ \frac{v^2}{2g} \left(\frac{q}{q_1} - 1\right)^2 + \sum \left[ \frac{v^2}{2g} \left(\frac{q}{q_1 \alpha} - 1\right)^2 \right] \right] .$$

§. 8.

**Ausdruck für die Summe der Widerstandshöhen.**

Nach den vorstehenden Herleitungen ist die Summe der Widerstandshöhen, unter Einführung der Gl. d §. 4 und der Gl. 13, 14 und 15:

$$\begin{aligned} & (h_a + h_r + h_c + h_d) = \\ & = \frac{1}{2g} \left\{ v_a^2 + \varphi \sum \left( v^2 \frac{p}{q} \cdot l \right) + \sum v^2 + \sum \left[ v^2 \left( \frac{q}{q_1} - 1 \right)^2 \right. \right. \\ & \quad \left. \left. + \sum \left[ v^2 \left( \frac{q}{q_1 \alpha} - 1 \right)^2 \right] \right\}, \end{aligned}$$

folglich, wenn man diesen Werth mit  $v_e$  multiplicirt und dividirt,

$$\begin{aligned} 16) \quad & (h_a + h_r + h_c + h_d) = \\ & = \frac{v_e^2}{2g} \left\{ \frac{v_a^2}{v_e^2} + \varphi \sum \left( \frac{v^2}{v_e^2} \cdot \frac{p}{q} \cdot l \right) + \sum \frac{v^2}{v_e^2} + \sum \left[ \frac{v^2}{v_e^2} \left( \frac{q}{q_1} - 1 \right)^2 \right. \right. \\ & \quad \left. \left. + \sum \left[ \frac{v^2}{v_e^2} \left( \frac{q}{q_1 \alpha} - 1 \right)^2 \right] \right\}, \end{aligned}$$

worin  $v_e$  die Eintrittsgeschwindigkeit der Luft in die freie Oeffnung des Rostes bezeichnet,  $v_a$  die Austrittsgeschwindigkeit an der oberen Schornsteinmündung, und  $v$  ganz allgemein die in dem betreffenden Querschnitt  $q$  stattfindende Geschwindigkeit.

Ist  $r_0$  die freie Oeffnung der Rostfläche, so ist das in dieselbe eintretende Luftvolum:

$$\mathfrak{B}_0 = r_0 v_e$$

und dessen Gewicht:

$$\gamma_0 \mathfrak{B}_0 = \gamma_0 r_0 v_e$$

Ist ferner  $\mathfrak{B}$  das Volum Luft, welches durch irgend einen Querschnitt  $q$  geht, und  $v$  die Geschwindigkeit in diesem Querschnitt, so ist

$$\gamma \mathfrak{B} = \gamma q v$$

das Gewicht dieser Luftmenge. Nach der im §. 3 angeführten Bezeichnung ist aber, wenn  $\gamma_0^0$  das Gewicht der Volumeneinheit bei Null Grad der äußeren Luft, und  $\gamma^0$  dasjenige der Luft im Schornstein ist:

$$\gamma_0 = \frac{a}{a+t_0} \cdot \gamma_0^0$$

und

$$\gamma = \frac{a}{a+t} \cdot \gamma^0,$$

folglich ist das Gewicht der eintretenden Luft:

$$\gamma_0 \mathfrak{B}_0 = \frac{a}{a+t_0} \cdot \gamma_0^0 \cdot r_0 \cdot v_e$$

und dasjenige der Luft im Schornstein:

$$\gamma \mathfrak{B} = \frac{a}{a+t} \cdot \gamma^0 \cdot q \cdot v.$$

Da aber nach den Entwicklungen in §. 3 ohne erheblichen Fehler gesetzt werden kann:

$$\gamma^0 = \gamma_0^0,$$

so kann man auch schreiben für das Gewicht der durch irgend einen Querschnitt des Schornsteins in der Secunde strömenden Luftmenge:

$$\gamma \mathfrak{B} = \frac{a}{a+t} \cdot \gamma_0^0 \cdot q \cdot v.$$

Wenn nun in der Bewegung der Gase Beharrung eingetreten ist, so muß durch jeden Querschnitt des Schornsteins in jedem Augenblicke dieselbe Gewichtsmenge Luft gehen, welche der eintretenden Gewichtsmenge Luft entspricht, es ist also:

$$\gamma_0 \cdot \mathfrak{B}_0 = \gamma \mathfrak{B}$$

$$\frac{a}{a+t_0} \cdot \gamma_0^0 \cdot r_0 \cdot v_e = \frac{a}{a+t} \cdot \gamma_0^0 \cdot q \cdot v$$

also

$$14) \quad \frac{v}{v_e} = \frac{a+t}{a+t_0} \cdot \frac{r_0}{q};$$

für die Austrittsgeschwindigkeit  $v_a$  gilt, wenn  $t_a$  die Austrittstemperatur der Gase ist und  $q_a$  der Austrittsquerschnitt,

$$\frac{v_a}{v_e} = \frac{a+t_a}{a+t_0} \cdot \frac{r_0}{q_a}.$$

Setzen wir diesen Werth in die Gleichung für die Widerstandshöhen ein, so entsteht:

$$18) \quad (h_a + h_r + h_c + h_d) = \frac{v_e^2}{2g(a+t_0)^2} \cdot \left\{ (a+t_a)^2 \cdot \left(\frac{r_0}{q_a}\right)^2 + \varphi \sum \left[ (a+t)^2 \left(\frac{r_0}{q}\right)^2 \cdot \frac{\rho}{q} \right] + \sum \left[ (a+t)^2 \cdot \left(\frac{r_0}{q}\right)^2 \right] + \sum \left[ (a+t)^2 \cdot \left(\frac{r_0}{q}\right)^2 \left(\frac{q}{q_1} - 1\right)^2 \right] + \sum \left[ (a+t)^2 \left(\frac{r_0}{q}\right)^2 \left(\frac{q}{q_1} - 1\right)^2 \right] \right\}.$$

Diejenigen Durchgangsverschnitte der Luft, an welchen vorzugsweise Widerstände auftreten, sind folgende:

1) Bei dem Durchgang der eintretenden Luft durch das Brennmaterial, sowie bei dem Eintritt der Luft in das auf dem Rost liegende Material, desgleichen

beim Austritt der brennenden Gase aus diesem Material entstehen sehr erhebliche Widerstände durch Reibung und Querschnittsänderung.

2) Beim Eintritt der Luft aus dem Brennraum in die Feueranäle entstehen Widerstände durch Querschnittsänderung.

3) In den Feueranälen selbst entstehen Reibungswiderstände und Ablenkungswiderstände.

4) Im Fuchs entstehen Reibungswiderstände, beim Eintritt in den Schornstein Ablenkungswiderstände und beim Durchgang durch das Schornsteinregister Widerstände durch Querschnittsänderung.

5) Im Schornstein selbst entstehen Reibungswiderstände.

Alle diese Widerstände sind ihrem Werthe nach zurückgeführt auf die an den betreffenden Stellen stattfindenden Temperaturen und Querschnitte (Gl. 18).

Bezeichnen wir den Antheil unter Nr. 1 angeführter Widerstände an der Gesamtsumme mit  $W_r$ ; diejenigen aller unter Nr. 2, 3 und 4 angeführten mit  $W_z$  und denjenigen aller unter Nr. 5 angeführten mit  $W_s$ , so ist auch zu setzen:

$$19) \quad (h_a + h_r + h_c + h_d) = \frac{v_e^2}{2g(a+t_0)^2} (W_r + W_z + W_s).$$

Die Ermittlung dieser Werthe  $W_r$ ,  $W_z$ ,  $W_s$  ist nun die nächste Aufgabe; zu diesem Zwecke sind vorher die in den verschiedenen Theilen bestehenden Temperaturen zu ermitteln.

## §. 9.

### Bestimmung der mittleren Temperatur.

Die Bestimmung der Temperaturen, welche in den einzelnen Querschnitten vorkommen, in denen Widerstände auftreten, ist hiernach von Wichtigkeit.

1) Temperaturen bei Eintritt in das Brennmaterial und beim Durchgange durch dasselbe, etc. —

Die Luft tritt im Allgemeinen mit der Temperatur  $t_0$ , welche diejenige der äußeren Luft sein soll, in das Brennmaterial ein, bewirkt beim Durchgange durch dasselbe die Verbrennung und tritt demnächst mit der Temperatur  $t_b$  in den Brennraum. Es ist also  $t_0$  die Eintritts- und  $t_b$  die Austrittstemperatur der Luft in Beziehung auf das Brennmaterial. Bei dem Durchgange durch das Brennmaterial wird die Temperatur  $t_0$  allmähig bis zu der Temperatur  $t_b$  gesteigert; es wird also in den verschiedenen Durchgangsschichten des Brennmaterials eine stetig wachsende Temperatur stattfinden; für diese veränderliche Durchgangstemperatur nehmen wir einen mittleren oder Durchschnittswerth an, indem wir setzen:

$$\text{Eintrittstemperatur} = t_0$$

$$\text{Austrittstemperatur} = t_b$$

$$\text{Mittlere Durchgangstemperatur} = \frac{t_b + t_0}{2} = \frac{1}{2} t_b \left( 1 + \frac{t_0}{t_b} \right).$$

2) Temperatur beim Eintritt in die Feueranäle. Wenn der Kessel eine directe Heizfläche hat, wird die Temperatur der brennenden Gase beim Eintritt in die Feueranäle (über der Feuerbrücke) sich um denjenigen Werth vermindert haben, welcher der Wärmeabgabe an die directe Heizfläche entspricht. Diese Temperaturverminderung wird aber in den meisten Fällen eine sehr geringe sein, so daß

wir sie ohne sonderlichen Fehler vernachlässigen können. Wir setzen also:

Temperatur beim Eintritt in die Feueranäle  $t_b$ .

3) Temperatur in den Feueranälen. In den Feueranälen vermindert sich die Temperatur der heißen Luft nach Maafsgabe der Wärmeabgabe an die Umfassungswände dieser Canäle; es ist also in jedem Querschnitt von der Feuerbrücke bis zum Fuchs hin eine stetig abnehmende Temperatur, deren Werth beim Eintritt in die Feueranäle  $t_b$ , beim Austritt aus denselben, d. h. beim Eintritt in den Fuchs  $t_s$  beträgt. Anstatt dieser veränderlichen Temperatur substituiren wir eine mittlere Temperatur, welche wir als das Mittel aus der Anfangs- und Endtemperatur annehmen, nämlich  $t_z =$  Temperatur in den Feueranälen:

$$\frac{t_b + t_s}{2} = \frac{1}{2} \cdot t_b \left(1 + \frac{t_s}{t_b}\right) = t_z.$$

4) Temperatur im Fuchs. Die Temperatur im Fuchs ist als nahezu constant anzunehmen, sie ist gleich derjenigen, mit welcher die brennenden Gase die Kesselfläche verlassen, und welche wir mit  $t_s$  bezeichnet haben. Nach Gl. 5 §. 1 ist zu setzen:

$$\text{Temperatur im Fuchs } \frac{t_s}{t_b} = 0,1 \left(1 + \frac{8}{e^{m_0}}\right).$$

5) Temperatur im Schornstein. Wir haben bereits in §. 3 gezeigt, daß die Temperatur der Luft im Schornstein, vom Eintritt in denselben bis zum Austritt stetig abnimmt. Wir führen daher eine mittlere Temperatur  $t_1$  ein, und setzen:

Temperatur beim Eintritt in den Schornstein  $t_s$ ,

Temperatur beim Austritt aus dem Schornstein  $t_a$ ,

$$\text{Mittlere Schornsteintemperatur } t_1 = \frac{t_s + t_a}{2}.$$

Um die Austrittstemperatur der Luft an der Mündung des Schornsteins zu bestimmen, müssen wir dieselben Regeln anwenden, wie für die Bestimmung der Abkühlung der heißen Luft an der Kesselwandung. (Vergl. den Aufsatz des Verfassers: „Ueber die Ausnutzung der Heizkraft der Brennmaterialien mit besonderer Rücksicht auf die Dampfkessel-Anlagen“ Zeitschr. f. Bauwesen, Jahrg. 1878 u. 79).

Ist  $m_s$  der für die Abkühlung im Schornsteinrohr maafsgebende Werth (Schonungsmodul)

$$m_s = \frac{f_s}{\mathfrak{B}} \cdot \frac{\lambda_s}{\eta_s} \cdot \frac{1}{K},$$

vergl. Gl. 1 §. 1, worin

$f_s$  die abkühlende Fläche des Schornsteins (innere Oberfläche),

$\lambda_s$  den Wärmeübertragungs-Coefficient des Schornsteinrohres,

$\eta_s$  die Ausnutzung der Schornsteinfläche ( $\eta_s = 1$ ),

$\mathfrak{B}$  die in der Stunde verbrannte Menge Brennmaterial, und

$K$  die Brennmasse des Materials bezeichnet, so ist:

$$t_a = (t_s - t_0) e^{-m_s} + t_0.$$

Für  $m_0 = 0,350$

ist für eiserne Schornsteine  $e^{-0,74 m_0} = 0,369$

für gemauerte Schornsteine  $e^{-0,065 m_0} = 0,97$

Durch eine leichte Umformung ergibt sich:

c. für eiserne Schornsteine

$$\frac{t_a}{t_s} = \frac{1}{e^{0,74 m_0}} + \frac{t_0}{t_s} \left(1 - \frac{1}{e^{0,74 m_0}}\right),$$

Nun war für den Kessel:

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

folglich ist:

$$\frac{m_s}{m_0} = \frac{f_s \cdot \lambda_s}{f_0 \cdot \lambda_0} \cdot \frac{\eta_0}{\eta_s},$$

und wenn  $\eta_s = 1$  ist, auch:

$$\frac{m_s}{m_0} = \frac{f_s}{f_0} \cdot \frac{\lambda_s}{\lambda_0}.$$

Nun ist  $f_s$  die ganze innere Oberfläche des Schornsteins; setzen wir den mittleren inneren Umfang desselben gleich  $p_s$ , so ist:

$$f_s = p_s h;$$

$\frac{f_0}{\eta_0}$  ist der ganze innere Umfang der Feueranäle, setzen wir den mittleren inneren Umfang der Feueranäle  $= p_z$  und deren Länge  $l_z$ , so ist:

$$\frac{f_0}{\eta_0} = p_z l_z;$$

also ist:

$$\frac{m_s}{m_0} = \frac{p_s}{p_z} \cdot \frac{h}{l_z} \cdot \frac{\lambda_s}{\lambda_0}.$$

Wenn der Schornstein und die Kesselanlage durch Zeichnung gegeben sind, so kann man die Werthe  $p h p_z l_z$  leicht durch Abmessung bestimmen. Wenn die Anlage noch nicht bekannt ist, muß man diese Werthe schätzen. Der Werth  $\frac{p_s h}{p_z l_z}$  ist selten größer als 1 und selten kleiner als  $\frac{1}{2}$ .

Für  $\lambda_0$  hatten wir mit Rücksicht auf etwaige Kesselsteinbildungen den Werth 17 angenommen (vergl. den angeführten Aufsatz §. 33 Gl. c). Was aber den Wärmeübertragungs-Coefficienten  $\lambda_s$  des Schornsteinrohres betrifft, so ist derselbe von dem Material, der Wanddicke etc. abhängig; also im Allgemeinen wird er eine Function von den Schornsteindimensionen. Nach den Bestimmungen in §. 23 des angeführten Aufsatzes kann man

für Blechschornsteine  $\lambda_s = 12,5$ ,

für gemauerte Schornsteine, wenn die mittlere Wanddicke etwa zwei Steinstrücken beträgt,  $\lambda_s = 1,1$  annehmen, und es ergibt sich mithin:

$$\text{für eiserne Schornsteine } \frac{\lambda_s}{\lambda_0} = \frac{12,5}{17} = 0,74,$$

$$\text{für gemauerte Schornsteine } \frac{\lambda_s}{\lambda_0} = \frac{1,1}{17} = 0,065.$$

Es entsteht also, wenn man  $\frac{p_s h}{p_z l_z} = 1$  setzt:

für eiserne Schornsteine

$$a. \quad \frac{t_a}{t_s} = \left(1 - \frac{t_0}{t_s}\right) e^{-0,74 m_0} + \frac{t_0}{t_s},$$

für gemauerte Schornsteine

$$b. \quad \frac{t_a}{t_s} = \left(1 - \frac{t_0}{t_s}\right) e^{-0,065 m_0} + \frac{t_0}{t_s}.$$

	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,50	3,00
a.	0,58	0,48	0,40	0,33	0,27	0,23	0,16	0,11
b.	0,95	0,84	0,92	0,91	0,89	0,88	0,85	0,82

d. für gemauerte Schornsteine

$$\frac{t_a}{t_s} = \frac{1}{e^{0,065 m_0}} + \frac{t_0}{t_s} \left(1 - \frac{1}{e^{0,065 m_0}}\right).$$

Setzt man für  $t_s$  den Werth der Gl. 5 §. 1, so entsteht:

e. für eiserne Schornsteine

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

f. für gemauerte Schornsteine

$$\frac{t_a}{t_b} = 0,1 \left( 1 + \frac{8}{e^{m_0}} \right) \frac{1}{e^{0,095m_0}} + \frac{t_s}{t_b} \left( 1 - \frac{1}{e^{0,095m_0}} \right).$$

Da der Werth  $\frac{t_s}{t_b} \left( 1 - \frac{1}{e^{0,095m_0}} \right)$  immer ein sehr kleiner Werth ist, so kann man denselben ohne erheblichen Fehler vernachlässigen, und dann ergibt sich:

Es ist nämlich die Temperatur beim Austritt aus dem Schornstein, wenn

$$m_0 = 0,50 \quad 0,75 \quad 1,00 \quad 1,25 \quad 1,50 \quad 1,75 \quad 2,00 \quad 2,50 \quad 3,00 \text{ ist,}$$

$$\text{für eiserne Schornsteine } \frac{t_a}{t_b} = 0,41 \quad 0,28 \quad 0,19 \quad 0,15 \quad 0,10 \quad 0,07 \quad 0,05 \quad 0,03 \quad 0,02$$

$$\text{für gemauerte Schornsteine } \frac{t_a}{t_b} = 0,58 \quad 0,46 \quad 0,38 \quad 0,30 \quad 0,26 \quad 0,21 \quad 0,19 \quad 0,14 \quad 0,11$$

Da nun nach Gl. 5 §. 1 die Temperatur beim Eintritt in den Schornstein war:

$$\frac{t_s}{t_b} = 0,59 \quad 0,48 \quad 0,40 \quad 0,33 \quad 0,28 \quad 0,24 \quad 0,21 \quad 0,16 \quad 0,14,$$

so folgt für die mittlere Temperatur des Schornsteins  $\frac{t_1}{t_b} = \frac{t_a + t_s}{2t_b}$

$$\text{für eiserne Schornsteine } \frac{t_1}{t_b} = 0,50 \quad 0,38 \quad 0,30 \quad 0,24 \quad 0,19 \quad 0,16 \quad 0,13 \quad 0,10 \quad 0,08$$

$$\text{für gemauerte Schornsteine } \frac{t_1}{t_b} = 0,58 \quad 0,47 \quad 0,39 \quad 0,32 \quad 0,27 \quad 0,23 \quad 0,20 \quad 0,15 \quad 0,13.$$

Endlich ist die mittlere Temperatur in den Feuerkanälen nach Nr. 3

$$\frac{t_2}{t_b} = \frac{1}{2} \left( 1 + \frac{t_s}{t_b} \right),$$

$$\frac{t_2}{t_b} = 0,80 \quad 0,74 \quad 0,70 \quad 0,67 \quad 0,64 \quad 0,62 \quad 0,61 \quad 0,58 \quad 0,57.$$

(Schluss folgt.)

g. für eiserne Schornsteine

$$\frac{t_a}{t_b} = 0,1 \left( 1 + \frac{8}{e^{m_0}} \right) \cdot \frac{1}{e^{0,74m_0}},$$

h. für gemauerte Schornsteine

$$\frac{t_a}{t_b} = 0,1 \left( 1 + \frac{8}{e^{m_0}} \right) \cdot \frac{1}{e^{0,095m_0}}.$$

Die Werthe  $0,1 \left( 1 + \frac{8}{e^{m_0}} \right)$  sind in §. 1 bei Gl. 5 in einer Tabelle zusammengestellt; combinirt man dieselben mit dem oben berechneten Werthe von  $e^{-0,74m_0}$  u. s. w., so entsteht  $\frac{t_a}{t_b}$ .

### Bestimmung der Stärke geneigter Stütz- und Futtermauern mit Rücksicht auf die Incohärenz ihrer Masse.

Wenn die erforderliche Stärke von Stütz- und Futtermauern, gleichviel ob dieselben in ihrer Druckfläche senkrecht oder geneigt seien, auf dem Wege der Rechnung, im Gegensatz zu demjenigen der graphischen Construction, ermittelt werden soll, so geschieht dies gewöhnlich mittelst zweier zusammengehöriger Formeln, welche die einfache Anwendung der bekannten statischen Grundgleichungen sind, der Gleichgewichtsbedingungen eines festen Körpers, auf welchen beliebige Kräfte wirken. Da die verschiedenen Kräfte sämtlich in oder parallel der Ebene des normalen Querschnittes der Mauer wirken, so reduciren sich die im Allgemeinen 6 Gleichgewichtsbedingungen im vorliegenden Fall zunächst auf 3, von denen aber die eine, welche die Gleichheit der parallel zur Druckfläche wirkenden Kräfte ausspricht, nämlich der in diese Richtung fallenden Mauer- gewichtscomponente und der ihr entgegenwirkenden Reaction des Fundamentes, als selbstverständlich erfüllt aufser Acht gelassen werden kann. Es bleiben dann für die Construction maafsgebend noch die zwei einzigen Bedingungen, dafs erstens die senkrecht zur Druckfläche wirkenden Kräfte, nämlich der Erddruck in der einen Richtung, die in die

Senkrechte zur Druckfläche fallende Componente des Mauer- gewichtes zusammen mit der Reibung, welche in der Grundlagerfläche durch die parallel zur Druckfläche wirkende Mauer- gewichtscomponente erzeugt wird, in der entgegengesetzten Richtung, sich gegenseitig aufheben, — und dafs

zweitens eine eben solche gegenseitige Aufhebung stattfinde zwischen den Momenten sämtlicher auf die Mauer einwirkenden Kräfte, diese Momente bezogen auf einen beliebig anzunehmenden Drehpunkt.

Wird bezüglich dieses Drehpunktes die Wahl so getroffen, dafs er in die Grundlagerfläche zu liegen kommt, so wird zunächst das Moment der Reibung Null; wird seine Lage ferner noch so präcisirt, dafs er in der Geraden, welche die Richtung der Resultante aus Erddruck und Mauer- gewicht bezeichnet, angenommen wird, so ist damit unter Voraussetzung von Gleichgewicht ausgesprochen, dafs auch die Mittelkraft sämtlicher Reactionen des Fundamentes durch diesen Drehpunkt geht, mithin ihr Moment Null ist. Die zweite Gleichgewichtsbedingung reducirt sich also auf die Gleichsetzung der Momente des Erddrucks und des

Mauergewichts, wobei man aber an eine solche Lage des Drehpunktes gebunden ist, daß derselbe als Mittelpunkt der Reactionen des Fundamentes auch wirklich möglich ist. Diese Reactionen können aber immer nur als Widerstände gegen Druck, niemals gegen Zug, vorausgesetzt werden. Mithin darf der Drehpunkt niemals außerhalb der Mauer- masse angenommen werden. Die äußerste denkbare Lage des Drehpunktes wäre also diejenige in der äußeren Mauer- fläche. Eine solche Lage würde aber voraussetzen, daß der ganze Druck der Resultante aus Erddruck und Mauer- gewicht in einer Kante concentrirt auf das Fundament wir- ken, also unendliche Festigkeit des Fundamentes und der Mauer beanspruchen würde. Der praktischen Unzulässigkeit dieser Annahme trägt nun die gebräuchliche Theorie damit Rechnung, daß sie als Drehpunkt zwar wirklich den vor- deren Mauerfuß annimmt, hingegen in die Gleichsetzung der Momente einen  $\delta$  mal vergrößerten Erddruck statt des wirklich bestehenden einführt, so daß  $\delta$  einen Sicherheits- coefficienten darstellt, der im Uebrigen ziemlich willkürlich angenommen wird. Die demgemäß construirten Gleichgewichts- bedingungen, welche je nach speciellen Voraussetzungen hin und wieder in etwas verschiedenen Ausdrucksweisen ange- troffen werden, lauten in allgemeiner Form wie folgt:

$$\frac{b}{l} = -\frac{v}{2} + \frac{\delta P}{\gamma_1 l^2 \cos \alpha (\tan \alpha + f)} \dots 1.$$

$$\frac{b}{l} = -\frac{2v + \tan \alpha}{2} + \sqrt{\frac{v^2}{3} + \frac{2v}{3} \tan \alpha + \frac{1}{4} \tan^2 \alpha + \frac{2\delta}{3} \frac{P}{\gamma_1 l^2 \cos \alpha}} \dots 2.$$

Darin bezeichnet:

- $b$  die Kronendicke,
- $l$  die in der inneren Mauerfläche gemessene schiefe Höhe,
- $v$  das Verhältniß der Verdickung nach Unten zur Höhe  $l$ , also  $b + lv = B$  die untere Mauerdicke,
- $\alpha$  den Winkel der inneren Mauerfläche mit der Verti- calen,
- $\gamma_1$  das Gewicht der Cubikeinheit Mauerwerk,
- $P$  den Erddruck,
- $f$  den Coefficienten der Reibung zwischen der Mauer und ihrem Fundament im Falle eines Gleitens der erste- ren auf letzterem,
- $\delta$  den oben erklärten Sicherheitscoefficienten. Daß der- selbe auch in Gleichung 1 figurirt, ist so ziemlich Luxus; in Gleichung 2 dagegen ist er ein nothwendig- es Erforderniß.

Die erste dieser beiden Gleichungen soll die Mauer gegen eine Verschiebung auf ihrem Fundament, die zweite gegen ein Umkanten um ihren Fuß sichern. Zuzufolge ihrer Ableitung aus den Gleichgewichtsbedingungen eines festen Körpers setzen beide Gleichungen voraus, daß die Mauer sich als ein solcher fester Körper verhalte, d. h. quasi als Monolith. Dies wird aber nur dann der Fall sein, wenn die Mauer an keiner Stelle in einer solchen Weise bean- sprucht wird, nach welcher sie ihre Cohärenzverhältnisse zum Widerstande unfähig machen. Eine Zugkraft darf also jedenfalls nirgends vorkommen. Eine auch nur in den hintersten Theilen der Lagerfugen auftretende Zugkraft würde die obige Gleichung 2 schon dadurch für das Gleich- gewicht ungenügend machen, daß sie im Falle einer unge-

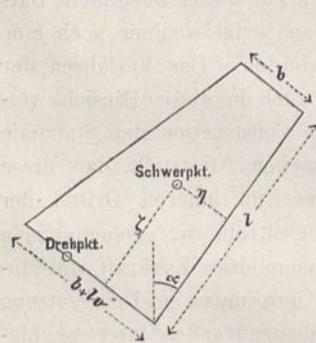
nügenden Verzahnung die Möglichkeit von Ablösungen der hintersten Mauersteine, und daher eine Verkleinerung des durch sein Moment wirkenden Mauergewichtes erzeugte. Ganz verändert würden aber die Gleichgewichtsbedingungen dadurch werden, daß in irgendwelcher höher gelegenen Lagerfuge die Resultante aus Mauergewicht und activem Erddruck (beide Kräfte betrachtet für den oberhalb dieser Lagerfuge gelegenen Mauertheil) nach hinten aus dem Mauer- körper heraustreten oder auch nur, im Innern des Mauer- körpers bleibend, der hinteren Fläche sich zu sehr nähern würde. Da vom Mauermaterial im Allgemeinen kein Zug- widerstand vorausgesetzt werden kann, entstände dadurch im ersten Fall eine unmittelbare Tendenz zum Rückwärts- Umkanten, im letzteren Fall ein zu stark concentrirter Druck, und damit unter Zerstörung des Mauermaterials auch wieder zur Einbiegung nach Innen. In beiden Fällen kann die Tendenz zwar nicht zur Wirklichkeit werden wegen des alsdann eintretenden passiven Erddrucks. Aber gerade das Auftreten dieser Kraft, welche größer ist als der in den Formeln 1 und 2 enthaltene active Erddruck, würde diese Formeln ungültig machen. Sobald der passive Erddruck das Gewicht eines oberen Mauertheiles stützen muß, geht die Hebelwirkung dieses Mauergewichtstheiles bezüglich eines Drehpunktes am Fuß der Mauer verloren, und damit findet der active Erddruck in der Nähe des Fußes, wo er am größten ist, keinen Widerstand mehr durch den Ueberschufs vom Gewicht der oberen Mauertheile, das durch den dort geringeren activen Erddruck nicht ganz in Anspruch genom- men wird.

Die Anwendbarkeit der Formeln 1 und 2 erleidet also eine Beschränkung, welche für die schiefen oder liegenden Mauern (Böschungsverkleidungen, Perrés) von solcher prak- tischen Bedeutung wird, daß man jede Berechnung solcher Mauern nach diesen Formeln ohne gleichzeitige Untersuchung, ob der betreffende Fall noch in den Bereich ihrer Gültig- keit gehöre, für ganz illusorisch halten müßte. Gleichwohl ist auf diese Beschränkung in den mir bisher bekannten Dar- stellungen nicht einmal hingewiesen, viel weniger noch eine Erörterung derselben versucht worden. Das Verfahren der graphischen Statik ist hingegen auch in dieser Hinsicht völ- lig correct, indem es, von der Construction der Stützzlinie oder Mittellinie des Druckes ausgehend, feststellt, daß diese Linie an jeder Stelle der Mauer im inneren Drittel der Mauerdicke, dem sogenannten Centralkern, gelegen sein muß, welche Lage das Vorkommen einer Zugkraft vollstän- dig ausschließt. Es scheint mir nun, daß eine Uebersetzung dieses Gedankens ins Analytische genügendes Interesse bie- ten würde, um ihr eine nähere Untersuchung zu widmen, denn es wird damit eine nothwendige Vervollständigung der Berechnungsmethode bezweckt, welche letztere trotz aller Vorzüge, welche ihre Concurrentin, die graphische Statik, für den Spezialisten bietet, doch immer ein gewisses Feld behaupten wird bei denjenigen Praktikern, die nicht alle Tage in den Fall kommen, statische Bestimmungen vorzu- nehmen. Die Anwendung eines Systems von Formeln, und sollten sie auch etwas weitläufig sein, wird uns jederzeit leicht fallen, der Gang einer ganzen Constructions-Methode dage- gen kann uns sehr oft nicht gegenwärtig sein.

Mit der Durchführung des erwähnten Gedankens in der analytischen Methode wird in den bisherigen Formeln 1 und

2 zunächst die Ausmerzung des Sicherheitscoefficienten  $\delta$  möglich sein, der in denselben eine ganz empirische Rolle spielt. In der That ist der bewußte oder unbewußte Sinn und Zweck dieses Coefficienten doch nur der, zu bewirken, daß die Resultante aus Erddruck und Mauergewicht am Mauerfuß nicht außerhalb des inneren Drittels der Mauerstärke falle. Demnach sollte er aber eine von Fall zu Fall veränderliche Größe haben. Ein constanter Sicherheitscoefficient wird im Allgemeinen immer entweder überflüssig groß oder ungenügend sein. Die eigentliche Garantie der Sicherheit besteht in einer nicht zu günstigen, lieber den allerschlimmsten denkbaren Fall ins Auge fassenden Annahme für den natürlichen Böschungswinkel des zu stützenden Materials. In dieser Annahme liegt das einzige, was am ganzen Verfahren hypothetisch bleiben muß. Von da an besteht kein Grund mehr, zu Gunsten der Sicherheit vom rationellen Wege abzuweichen. Man braucht also nur als Grenzfall des Gleichgewichts gegen Auswärtskippen festzustellen, daß die Grundlagerfläche von der Resultante aus Erddruck und Mauergewicht in  $\frac{1}{3}$  der Mauerdicke vom äußeren Fußpunkt aus geschnitten werde. Eine Zugkraft ist dann in der Grundlagerfläche nicht möglich, und noch weniger in den oberen Lagerfugen, da dort der Erddruck im Verhältniß zum Mauergewicht noch kleiner ist. Die später zu erörternde Bedingung des monolithischen Verhaltens wird hierbei vorausgesetzt.

Die soeben definirte Lage der Resultante kann nach Früherem dadurch analytisch festgestellt werden, daß in der Momentengleichung, in welcher das Reactionsmoment des Fundamentes gleich Null gesetzt ist, der Drehpunkt in  $\frac{1}{3}$  der Mauerdicke, vom äußeren Fuß aus gemessen, angenommen wird. Unter dieser Annahme macht sich die Aufstellung der Gleichgewichtsbedingungen ganz analog wie nach bisheriger Weise, wo der Drehpunkt im äußeren Fußpunkt selbst lag. Schicken wir voraus, daß entsprechend nebenstehender Figur und den früher eingeführten Bezeichnungen



das Mauergewicht =  $l \left( b + \frac{lv}{2} \right) \gamma_1$ ,

die Schwerpunkts-Coordinten

$$\eta = \frac{b^2 + \frac{l^2 v^2}{3} + v b l}{2b + lv},$$

$$\zeta = \frac{3b + lv}{2b + lv} \cdot \frac{l}{3},$$

also der Hebelarm des Mauergewichtes bezüglich des neuen Drehpunktes

$$\left[ \frac{2(b + lv)}{3} - \eta \right] \cos \alpha + \zeta \sin \alpha,$$

ferner der Erddruck =  $P$  und sein Hebelarm =  $\frac{l}{3}$  ist.

Die Gleichgewichtsbedingung gegen Gleiten ergibt sich, da sie unabhängig von der Annahme des Drehpunktes, gleich wie in bisheriger Theorie, nur mit consequentem Wegfall des Coefficienten  $\delta$ , also:

$$\frac{b}{l} = -\frac{v}{2} + \frac{P}{\gamma_1 l^2 \cos \alpha (\tan \alpha + f)} \dots \dots \dots 3.$$

Die Gleichgewichtsbedingung gegen Auswärtskippen dagegen ergibt sich nach obigen Werthen der Kräfte und

ihrer Hebelarme und unter Auflösung der Gleichung nach  $b$  mit den sich darbietenden Reductionen wie folgt:

$$\frac{b}{l} = -\frac{3}{2}(v + \tan \alpha) + \sqrt{\frac{5}{4}v^2 + \frac{3}{4}\tan^2 \alpha + \frac{7}{2}v \tan \alpha + \frac{2P}{\gamma_1 l^2 \cos \alpha}} \dots \dots 4.$$

Wie man sieht, sind die Formeln 3 und 4 nicht complicirter als die älteren 1 und 2, welche durch jene ersetzt werden sollen.

Die Gültigkeit dieser Formeln ist, wie schon gesagt, an die Bedingung des monolithischen Verhaltens der Mauer gebunden. Diese Bedingung läßt sich damit ausdrücken, daß in der ganzen Mauer jede Zugkraft ausgeschlossen sein muß. Die Neigung zu einer solchen kann aber unter zwei Umständen sich zeigen, einmal durch ein Heraustreten der Mittellinie des Drucks oder Stützlinie aus dem Mauerkerne in den untersten Schichten nach auswärts — wogegen indefs durch die der Formel 4 zu Grunde gelegte Annahme des Drehpunktes bereits Vorsorge getroffen ist, — sodann durch ein Heraustreten der Stützlinie aus dem Mauerkerne nach einwärts in den mittleren Schichten. Dieser Umstand erzeugt die bekannten Ausbauchungen geneigter Mauern, die entweder als solche sich in einem neuen Gleichgewichtszustand beruhigen, oder auch in gänzlichen Umsturz oder Zerfall übergehen können. Um das Bestehen dieser Gefahr auf analytischem Wege zu erkennen, bestimmen wir diejenige Tiefe  $l_0$  unter der Mauerkrone (wie  $l$  schief gemessen), für welche der Grenzfall eintritt, wo die Resultante aus Erddruck und Mauergewicht die Grundfläche eben in  $\frac{1}{3}$  der Mauerdicke, von der Innenfläche der Mauer aus gemessen, trifft. Sobald der gefundene Werth  $l_0$ , oder bei Mehrdeutigkeit wenigstens einer dieser Werthe, reell, positiv und kleiner als  $l$ , also in das Bereich der wirklichen Existenz der Mauer fällt, so besteht von diesem Werth an abwärts die genannte Gefahr, und sind also die Formeln 3 und 4 für diese Fälle nicht anwendbar. Wird aber  $l_0$  nicht anders als imaginär, negativ oder größer als  $l$  gefunden, so bedeutet dies, daß der Eintritt dieser Gefahr entweder ganz unmöglich ist, oder erst in der ideellen Verlängerung der wirklichen Mauer nach auf- oder abwärts erfolgen könnte. Dann ist also jedenfalls innerhalb der bestehenden Verhältnisse das monolithische Verhalten der Mauer gesichert und die Formeln 3 und 4 haben ihre Gültigkeit.

Der Werth  $l_0$  läßt sich nun durch Aufstellung einer Momentengleichung ermitteln, ganz analog dem Verfahren, welches zu Formel 4 geführt hat. Nur ist hier der Drehpunkt in  $\frac{1}{3}$  der Mauerdicke von der inneren, statt wie dort von der äußeren Fläche an gemessen, anzunehmen, und überdies die Gleichung nach  $l_0$ , statt wie dort nach  $b$ , aufzulösen.

Der Hebelarm des Mauergewichtes wird in diesem Fall

$$\left( \frac{b + l_0 v}{3} - \eta \right) \cos \alpha + \zeta \sin \alpha.$$

Der Erddruck ist in der Tiefe  $l_0$  unter der Mauerkrone

$$= \frac{P l_0^2}{l^2}.$$

Hiernach wird die maafsgebende Momentengleichung:

$$\frac{P l_0^2}{l^2} \cdot \frac{l_0}{3} = \left( b + \frac{l_0 v}{2} \right) l_0 \gamma_1 \left[ \left( \frac{b + l_0 v}{3} - \eta \right) \cos \alpha + \zeta \sin \alpha \right],$$

woraus sich durch passende Reduction und Auflösung nach  $l_0$  ergibt:

$$\frac{l}{\frac{3}{2}b} = \frac{-\tan \alpha \pm \sqrt{\tan^2 \alpha + \frac{4}{3} \left( v \tan \alpha - \frac{2P}{\gamma_1 l^2 \cos \alpha} \right)}}{v \tan \alpha - \frac{2P}{\gamma_1 l^2 \cos \alpha}} \quad 5.$$

Man überzeugt sich leicht, dafs es nicht zulässig gewesen wäre, den scheinbar natürlicher sich darbietenden umgekehrten Weg einzuschlagen, und die Momentengleichung, statt nach  $l_0$ , nach  $b$  aufzulösen, unter Annahme von  $l_0 = l$ , wodurch sich ein vollständiges Analogon der Formeln 3 und 4 ergeben hätte, welches, wie man meinen könnte, die Sicherheit gegen Ausbauchen ausdrückte, wie jene Formeln gegen Gleiten und Umkippen. Wäre nämlich der hieraus folgende Werth von  $b$  kleiner als der aus 3 und 4 berechnete, so wäre damit nur ausgesprochen, dafs bei Annahme dieses letzteren allerdings in der Tiefe  $l$ , d. h. im Grundlager, eine Gefahr der Fugenöffnung nach Aufsen nicht besteht, dennoch wäre aber diese Gefahr in irgend einer höher gelegenen Schicht, wo die Uebermacht des Mauer Gewichtes über den verhältnismäfsig schwächeren Erddruck beträchtlicher ist, nicht ausgeschlossen.

Dafs sich im Allgemeinen 2 Werthe aus Gleichung 5 ergeben, hat seinen geometrischen Grund in der krummen, nach Aufsen concaven Form der Stützzlinie, die demgemäfs von der Geraden, welche das innere Drittel der Mauerdicke begrenzt, im Allgemeinen 2 mal geschnitten werden mufs. — Es wird hiernach auch klar, dafs eben der zwischen beiden Werthen von  $l_0$  gelegene Theil der Mauer derjenige ist, wo die Stützzlinie auferhalb des Centralkerns, d. h. auf der hinteren Seite desselben, verläuft, wo also die Neigung zu einer Zugkraft in den Lagerfugen gegen die Vorderfläche hin vorhanden ist.

Die Bedingung für die Gältigkeit der Formeln 3 und 4 ist nun also

$$\text{entweder } l_0 \leq l^0 \text{ oder } l_0 \text{ imaginär.} \quad 6.$$

Durch die Nichterfüllung dieser Bedingung wird eine ganze Kategorie von Mauern, die dünnen Steinverkleidungen auf nahezu natürlich flachen Böschungen, von der Berechnung mittelst der bekannten Formeln ausgeschlossen. Dennoch erscheint es wünschenswerth, solche Mauern auch auf irgendwelche Weise berechnen zu können. Vielleicht wäre deren Anwendung als Hilfsmittel zur Erzielung stabiler Böschungen gröfserer als natürlicher Steilheit in der Praxis besser eingebürgert, als bisher der Fall ist, wenn nicht die ihnen empirisch zugemessenen, oftmals gar zu gewaltigen Dicken ihren ökonomischen Vortheil zu sehr beeinträchtigten. Es soll daher versucht werden, für die durch die Bedingung 6 von der Berechnung nach den Formeln 3 und 4 ausgeschlossenen Mauern einen Ersatz dieser Formeln zu finden.

Die Gleichgewichtsfrage kann von den Cohärenzverhältnissen unabhängig gelöst werden dadurch, dafs die schiefe Mauer, die wir uns nicht als einen starren Hebel, sondern nur als eine Reihe lose an einander stofsender Elemente vorstellen dürfen, zur Uebertragung irgendwelcher Momente gar nicht beansprucht wird. Dies wird dadurch erreicht, dafs jedes dieser Elemente für sich ein genügendes Gewicht erhält, um dem an gleicher Stelle wirkenden Element des

Erddrucks eine gleich grofse Componente entgegengesetzt zu können.

Ein ebenso dimensionirter starrer Körper würde der statischen Momentengleichung offenbar ebenfalls Genüge leisten, denn nicht nur findet sich zu jedem Element des Erddrucks eine gleich grofse und entgegengesetzt gerichtete elementare Mauer Gewichtskomponente, sondern es sind auch die Hebelarme dieser gleichen und an gleicher Stelle wirkenden Elementarkräfte paarweise einander gleich. Nur würde ein solcher starrer Mauerkörper auf seine starre Cohärenz gar nicht beansprucht werden, und dies ist offenbar gerade dasjenige Verhältnifs, das für unseren Fall passt. Zwar gehen wir factisch etwas zu weit, wenn wir der betrachteten Mauer jede Starrheit, jede Fähigkeit, in kurzen Stücken mit Hebelkraft zu wirken, absprechen und sie sozusagen als absolut biegsam annehmen; jedenfalls aber entspricht diese Anschauungsweise den ungünstigsten denkbaren Verhältnissen und bietet damit die gröfste Sicherheit; sodann würde auch eine Berücksichtigung der Hebelwirkung, mit welcher die Starrheit einzelner Mauertheile von gewisser Länge das Mauer Gewicht begünstigt, zu so weitläufigen Rechnungen führen, dafs man im Interesse einer praktisch einfachen Methode gern davon absehen wird.

Wir formuliren also wirklich für solche Mauern, welche die Bedingung 6 nicht erfüllen, d. h. für diejenigen, welche zu ihrer Stabilität den passiven Erddruck in Anspruch nehmen müssen, die nothwendige und sowohl gegen Gleiten als gegen Kippen und Ausbauchen hinreichende Gleichgewichtsbedingung in eine Gleichsetzung der senkrecht zur inneren Mauerfläche wirkenden Gewichtskomponenten der Mauer-Elemente mit den an gleicher Stelle wirkenden Elementen des Erddrucks.

Da nach den verschiedenen Theorien, sowohl der neueren von Hagen, als der älteren von Coulomb, Prony, Français, Navier, der gesammte, aus den einzelnen Elementen summirte Erddruck proportional ist dem Quadrat der Tiefe unter Mauerkrone, so ist die Gröfse der einzelnen Elemente proportional der ersten Potenz der Tiefe. Auch die Gewichte der Mauer-Elemente sind proportional derselben Tiefe, sofern die Kronendicke = 0, d. h. die Mauer in eine Kante ausläuft. Diesen Fall vorläufig angenommen, braucht also die Gleichheit zwischen der elementaren Mauer Gewichtskomponente und dem Erddruckelement nur für eine einzige Tiefe, z. B. gerade für die Tiefe  $l$ , d. h. für den Mauerfufs, festgestellt zu sein, so wird dieselbe Uebereinstimmung ohne Weiteres auch im ganzen Verlauf der Mauerhöhe bestehen.

Um nun diese Beziehung für den Mauerfufs auszudrücken, benutzen wir den Erddruck, wie ihn die Hagen'sche Theorie giebt, indem diese Theorie wohl allgemein als diejenige anerkannt wird, welche allein von der richtigen Vorstellung über die Wirkungsweise des Erddrucks ausgeht. Demnach ist der gesammte Erddruck auf eine unter dem Winkel  $\alpha$  gegen die Verticale geneigte Druckfläche von der (schiefe gemessenen) Höhe  $l$ :

$$P = \frac{\gamma l^2}{2} A,$$

$$\text{wo } A = \frac{\sin(\alpha + \beta)}{\sin \psi} \cdot \frac{\sin^2(\varphi - \alpha) \sin(\psi - \varphi)}{\sin(\varphi + \beta)} \quad 7.$$

$\gamma$  ist das Gewicht der Cubikeinheit des Hinterfüllungsmate-

rials,  $\beta$ ,  $\psi$  und  $\varphi$  sind die Winkel, welche die Oberfläche des gestützten Terrains, die natürliche Böschung und die Abrutschungsebene (d. h. die hintere Begrenzung des Prismas von größtem Druck) gegen die Verticale bilden. Die übrigen Bezeichnungen sind schon vorangehend erklärt worden.  $\varphi$  ist aus der Gleichung:

$$\cos(\alpha - \beta + \psi - \varphi) = \cos(\varphi - \alpha) \cos(2\varphi - \beta - \psi) \quad 7'$$

für jeden einzelnen Fall besonders zu ermitteln.

Die Differenziation von Gleichung 7 giebt für den elementaren Erddruck in der Tiefe  $l$ :

$$dP = \gamma l A \cdot dl.$$

Das Gewicht des untersten Mauer-Elementes ist  $\gamma_1 \cdot B \cdot dl$ . Dessen Componente senkrecht zur inneren Mauerfläche ist also

$$\gamma_1 B \sin \alpha \cdot dl.$$

Aus der Gleichsetzung beider Kräfte folgt:

$$B = \frac{\gamma}{\gamma_1} \cdot \frac{l}{\sin \alpha} \cdot A, \quad 8.$$

wo  $A$  den in Gleichung 7 dargestellten Werth hat.

Wir haben auch hier die nothwendige Mauerstärke  $B$  bestimmt, ohne einen Sicherheitscoefficienten (wie  $\delta$  in den Formeln 1 und 2) in Rechnung zu setzen. Die Einführung einer besonderen Sicherheit bietet sich aber hier in sehr natürlicher Weise an; man braucht nur die obere Mauerdicke nicht, wie man es nach dieser Theorie berechtigt ist,  $= 0$  zu setzen, d. h. die Krone zu einer scharfen Kante werden zu lassen, sondern ihr ein praktisch ausführbares Maafs zu geben (z. B. 0,50 m). Die untere Mauerdicke dagegen mag dann genau nach dem Werth  $B$ , wie er aus Formel 8 folgt, bemessen werden. Die rationellste Art, eine gewisse Sicherheit in Rechnung zu bringen, besteht übrigens auch hier darin, bei der Annahme der natürlichen Böschung vorsichtig und eher etwas pessimistisch zu verfahren.

Es soll zum Schlufs noch an einem Beispiel die Anwendung unseres Verfahrens gezeigt werden.

Es sei die erforderliche Stärke einer Verkleidung aus Trockenmauerwerk für einen 10 m hohen Damm, dessen Material eine  $1\frac{1}{2}$ füßige natürliche Böschung hat, für den Fall zu bestimmen, daß die verkleidete Erdböschung (also die Innenfläche der Verkleidungsmauer)  $\frac{1}{3}$ füßig angelegt wird.

Wir prüfen zunächst, ob dieser Fall noch zu denjenigen gehöre, für welche die Formeln 3 und 4 gültig sind.

Zu dem Ende berechnen wir  $b$  nach diesen Formeln und sehen zu, ob das Resultat der Voraussetzung entspricht.

Wir nehmen  $v = \frac{1}{10}$  an.

Der senkrechten Höhe 10 m entspricht eine schiefe

$$l = \sqrt{10^2 + \left(\frac{10}{3}\right)^2} = 10,54 \text{ m.}$$

$$\alpha = 18^\circ 26'. \quad \psi = 56^\circ 19'.$$

Die Oberfläche des gestützten Terrains ist das horizontale Dammpfanum, also  $\beta = 90^\circ$ .

$\gamma_1$  werde  $= 2100$  kg,  $\gamma = 1400$  kg angenommen, ferner  $f = 0,7$ .

Nachdem aus Gleichung 7' zunächst  $\varphi = 45^\circ 00'$  gefunden worden ist, ergibt sich aus der Hagen'schen Formel 7 für den Erddruck:

$$(\log A = 8,80131 - 10) \quad P = 4921,4 \text{ kg}$$

Dann berechnet sich nach 3

$$b = -0,300 \text{ m}$$

und nach 4

$$b = 0,00949 \text{ m}$$

Natürlich ist von diesen beiden Werthen der letztere als der größere maafsgebend. Demnach wird

$$B = 1,063 \text{ m.}$$

Wir bestimmen nun  $l_0$  nach Formel 5 und finden daraus 2 reelle positive Werthe, welche beide kleiner als  $l$ , nämlich

$$l_0 = 0,00959 \text{ m und } 0,8420 \text{ m.}$$

Zwischen diesen beiden verläuft also die Stützlinie neben dem Centralkern, und wird demnach der passive Erddruck in Anspruch genommen, um Zugkräfte in der Mauer zu verhindern. Die Formeln 3 und 4 sind also im vorliegenden Falle nicht anwendbar.

Wir berechnen demnach die Mauerstärke aus der Formel 8 und finden (mit Benutzung des oben notirten Werthes von  $\log A$ ):

$$B = 1,406 \text{ m,}$$

während zugleich  $b = 0,50$  m angenommen werden kann.

Die so berechnete Mauer ist stark genug, um in allen ihren Elementen dem Erddruck durch ihr Gewicht passiven Widerstand zu leisten, nicht aber dazu geeignet, bei einer verticalen Setzung des Dammes ihr eigenes Gewicht allein zu tragen, d. h. ihre Form zu behalten. Sie liegt vielmehr auf der Erdmasse und wird sich mit ihr setzen.

J. Glauser.

## Tektonische Untersuchungen auf der Akropolis von Athen im Frühjahre 1878, betreffend die Thymele des Niketempels und die Südhalle der Propyläen.

### I. Abschnitt. Die Thymele des Niketempels.

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

§. 1. Zur Lage des Sachverhältnisses.

1. Unter die Monumente der Akropolis welche bezüglich des ursprünglichen Zustandes noch nicht klar erkannt sind, zählt man auch die Thymele oder Opferstätte vor dem Tempel der Athena-Nike, wie die an sie grenzende Südhalle des grossen Fünfthores der Propyläen, beide auf der Hochfläche einer nach Westen zu vorspringenden Felszunge liegend. Dass alle nennenswerthen Alterthumsforscher hierüber einerlei Meinung sein konnten, hat die radicale Verwüstung der Hoch-

fläche verursacht welche für die Erkenntniss der gewesenen Form und Anordnung beider Anlagen versagte; der Situationsplan Fig. I verzeichnet diese Fläche, so weit die Thymele nebst der nördlichen und westlichen Umgebung des Niketempels in Betracht kommen. Für die Südhalle jenes Fünfthores, bei welcher die ursprüngliche Ausdehnung und Gliederung des Aufbaues in Frage schwebt, wird auf den II. Abschnitt dieser Abhandlung verwiesen, sie ist jedoch wegen des Zusammenhanges ihrer Lage mit der Thy-

mele, theilweise schon auf dem Situationsplane hier angedeutet.

Um an Bekanntes nur zu erinnern, so ist die Grösse der Thymele nach Osten hin unbestimmt, die Weise ihrer Eingrenzung an der ganzen Nordseite bis jetzt streitig geblieben; die Stätte ihres Altares hat sich noch kenntlich, der Altar selbst aber nicht mehr erhalten. Den ursprünglichen Ausgang zur Hochfläche und nach dem Tempel, glaubt man jedoch in einer kleinen von Norden hinaufführenden Treppe bestimmt noch vorhanden zu sehen. Von dieser Treppe ist der vorgelegte Unterbau auf welchem man den Zutritt zu ihr gewann, bis auf wenige Reste verschwunden: verschwunden auch die Schranke (Balustrade, pluteum) welche den nördlichen Rand der Hochfläche vor der Thymele und dem Niketempel, als Galerieschranke einst begrenzte und dann vor der ganzen Westfronte dieses Tempels hing: nur wenige Bruchstücke derselben hat man vereinzelt wiedergefunden.

Freilich hat die Verwüstung auf der Hochfläche das ursprünglich hier Gewesene verwischt und dessen Spuren unkenntlich gemacht, doch ist nicht in diesem Zustande allein die Ursache zu suchen weshalb keine Aufklärung über das ehemals Bestehende erfolgen konnte: sie liegt weitmehr in der Ausschliesslichkeit welche man bei Betrachtung der ganzen Situation beobachtet hat. Indem man stets geneigt war die Thymele allein und für sich ins Auge zu fassen, wurde bei deren Erklärung der wichtige Factor ausgeschlossen welcher im Verhalten der Südhalle zu ihr gegeben ist: wenigstens hat kein bekannter Forscher den hierbei maassgebenden Einfluss dieses Hallenraumes in Anschlag gebracht. In einer denkwürdigen Arbeit erläuterte zuerst der verdienstvolle Ludwig Ross jenen Tempel der Nike, dessen verschollene Ueberreste die Architekten Schaubert und Hansen ans Licht zogen, aus ihnen den Bau glücklich rekonstruirten und hiermit der Geschichte ein unvergleichliches Monument der Tektonik wiedergaben. Längere Zeit nach Ross nahm Adolph Michaelis, mit erweitertem und scharf eindringendem Blicke den Faden der Untersuchung wieder auf, dieselbe geistvoll ergänzend und weiterführend. Ihm folgte bald nachher Reinhard Kekulé mit seiner lichtvollen Abhandlung über die Balustrade dieses Tempels. Derselben fügte Richard Schöne als Anhang, seine eignen an Ort und Stelle gemachten Beobachtungen mit einem Plane der Situation bei. Zuletzt hat sich Otto Benndorf in einem lehrreichen Berichte über diese Abhandlung, mit treffenden Hinweisen auf noch zu erledigende Bedenken ausgesprochen.<sup>1)</sup> In keiner von diesen Schriften ist jedoch, weder rein archäologisch noch rein tektonisch, eine Klärung des ursprünglichen Verhältnisses erfolgt, alle noch in Frage schwebenden Punkte sind über den Kreis der Vermuthungen nicht hinausgerückt worden. Nur mit einer Ergänzung der Südhalle, im Aufrisse, welche bekanntlich die Architekten Schaubert, Hansen, Metzger und Penrose vorschlugen, ohne jedoch dieselbe im Grundrisse weiter nachzuweisen, fand sich wenigstens die

1) Der Tempel der Nike-Apteros, von Ross, Hansen und Schaubert. Berlin 1839. — Die Balustrade des Niketempels. Ad. Michaelis, Archäolog. Zeit. 1862. — Die Balustrade des Tempels der Athena-Nike. Reinh. Kekulé, mit Anhang von Rich. Schöne, Leipzig 1869. — Referat von Otto Benndorf. Gött. gel. Anz. 1869. Stück 11, S. 432 flg.

östliche Begrenzung der Area vor dem Niketempel angedeutet welche diese Künstler glaubten setzen zu können.

Gegen eine Betrachtung der Thymele ohne Zuziehen der Südhalle, spricht die ganze Situation. Wer beide Anlagen an Ort und Stelle aufmerksam prüft, wird zu der bestimmten Ueberzeugung einer gewesenen Verbindung beider gelangen; eine Verbindung, welche einst so belangvoll war dass sich der ursprüngliche Zustand der einen, nicht ohne den der anderen erkennen und wiederherstellen lässt. Der Versuch, die Herstellung an einen solchen Wechselbezug anzuknüpfen, hätte zu dem Ergebnisse führen müssen dass jene Verbindung einst von der Thymele vorbedingt worden sei, auch dabei in einem Zugange bestanden habe welcher von oben herab durch die Südhalle zur Opferstätte leitete; es würde dann schliesslich nur der Sicherstellung dieses Zuganges mittelst seiner tektonischen Ueberreste bedürft haben, um mit Hilfe epigraphischer Urkunden jede Unklarheit über die antike Einrichtung zu beseitigen.

Letztere Auffassung der Sache ist die meinige gewesen<sup>2)</sup>. Sie stützte sich auf die eigenartige, in alter landesüblicher Weise nach der Thymele geführten Opferzüge, welche nothwendig einen Zugang bedingten dessen Stelle und Einrichtung diesem sacralen Brauche entsprechend, mithin von ihm vorgezeichnet sein musste. Hat man nach der Erinnerung an diese beurkundete geschichtliche Thatsache, die Südhalle als den von mir bezeichneten Zugang auch nicht abweisen können,<sup>3)</sup> so bildete doch immer die erwähnte kleine Aufgangstreppe zur Hochfläche, den Stein des Anstosses welcher einem unbedingten Zugeständnisse entgegenstand. Gewiss hatte die zweifelnde Unentschiedenheit insofern ihre Berechtigung, als die antike Herkunft jener Treppe für unbedenklich sicher galt,<sup>4)</sup> weil sie in diesem Falle doch nur für den Zugang nach der Opferstätte und dem Tempel angelegt sein konnte: indem man sich aber mit dieser Schlussfolgerung begnügte, entgingen die ausserhalb und neben der Treppe noch vorhandenen Spuren des eigentlichen Zuganges der Wahrnehmung. Unter solchen Umständen war von der exacten tektonischen Prüfung allein die Entscheidung zu erwarten: nur mit dem materiellen Nachweis der nicht hellenischen Abkunft dieser Treppe, konnte sich der Knoten des Räthsels lösen den man in dieselbe verlegt hat, weil die Südhalle dann als der einzig mögliche Zugang übrig blieb.

Bezüglich der Spuren von ursprünglich Gewesenem bedarf es für den Sachkundigen kaum der Erinnerung, dass die Untersuchung ein jedes Monument nach dem Zustande seiner Erhaltung zu bemessen hat, daher bei Wahrnehmung solcher Einzelheiten die sie für aufschlussgebend erachtet, nicht umhin können wird selbst ins Minutiöse zu gehen. Zu einem solchen Eingehen nöthigten die beiden ins Auge gefassten Anlagen aber ziemlich auf jedem Punkte. Indem bei ihrer völligen Destruction die scheinbar unbedeutendsten Reste noch die einzigen sichern Anhalte darboten, war die sorgfältige Beobachtung und graphische Aufnahme derselben unerlässlich, um sie als Zeugnisse des Gewesenen noch vor ihrem gänzlichen Verschwinden wenigstens bildlich aufzubewahren. Denn in welchem erschreckenden Maasse schnell zunehmend die wichtigsten solcher Spuren von klimatischen

2) Philologus XXI. Bd. 1, S. 41 flg.

3) R. Schöne bei Kekulé a. a. O. S. 44. 45.

4) Kekulé S. 40.

Einflüssen oder menschlicher Berührung vernichtet werden, steht leider gerade an den dachlosen Monumenten der Athenerischen Burg vor Augen: was man hier noch vor etwa zwei Decennien als bestehend verzeichnen konnte, wird heute vergebens auf der alten Stelle gesucht. Die graphische Mittheilung und technische Erläuterung solcher kleinsten Ueberbleibsel kann freilich trocken und ermüdend sein für den Leser, entbinden davon darf sich aber kein Bericht-erstatte dem in der autoptischen Prüfung die Ueberzeugung von ihrer ganzen Wichtigkeit entgegentritt. Man könnte Trümmerreste solcher Beschaffenheit recht wohl einer lückenhaften epigraphischen Urkunde vergleichen, deren geringe Bestände immer noch von grossem aufschlussgebendem Werthe bleiben, auch wenn sie nicht die Möglichkeit einer vollständigen Ergänzung ihres ganzen Inhaltes zulassen. Dass aber die beiden in Betrachtung stehenden Monumente, deren Stätte in dem zeitweiligen Besitze zweier grosser Völkerschichten des Mittelalters so traurig entstellt ist, von der Bedeutung sind um eine exacte Untersuchung zu verdienen, daran wird der Kenner Attischer Kunst und Culturgeschichte nicht zweifeln.

Das bisherher Gesagte lässt sich wesentlich in vier Fragen zusammenfassen, über welche der heutige Zustand der Hochfläche und der Südhalle Aufklärung geben soll. Ist wirklich die kleine Treppe ein antikes, für den Aufgang nach der Hochfläche und dem Tempel angelegtes Werk? War die Galerieschranke einst nur bis dahin geführt wo diese Treppe liegt, und bog hier rechtwinklig nach der Thymele hingehend ab, wie das jetzt scheint und man als gesichert annimmt? Oder grenzte sie den ganzen Nordrand der Hochfläche bis zum Pfeiler des Marmorunterbaues der Südhalle ein? Bestand ursprünglich ein Zugang nach dieser Altarstätte oben von dem Fünfhore herwärts durch die Südhalle?

Die ersten beiden Fragen sind zwar meinerseits vor längerer Zeit schon ebenso bestimmt verneint, als die zwei letzten bejaht wurden: <sup>5)</sup> gegenüber den scharf dissentirenden Ansichten über dieselben, konnte jedoch die sichere Entscheidung nur eine wiederholte Prüfung an Ort und Stelle bringen, welche technisch durchgreifender sein musste als die im Jahre 1862 <sup>6)</sup>, wo unmittelbar nach ihrem Beginne die plötzliche Unterbrechung meiner Arbeiten auf der Akropolis eintrat. Nach langer Pause, erst im Jahre 1878, erlaubten die eignen Mittel zwar ihre Wiederaufnahme, diese jedoch nach Ermessen unbehindert durchführen zu dürfen, vergönnte mir in bekannter wohlwollender Geneigtheit der Ephoros der Alterthümer von Hellas, Herr Professor Eustratiades, dem ich hierfür zu aufrichtigstem Danke verpflichtet bin.

Die Untersuchung, deren Ergebnisse in diesen Blättern vorliegen, ist für den Gewinn entscheidender Thatsachen lohnend gewesen die über die Situation wesentliche Aufklärung geben. Indem es gelang das Innere des Grundbaues unter der Hochfläche zu prüfen, bezeugte dessen Zustand die kleine Treppe sammt einem vorgelegten Rampenaufgange nach ihrer untersten Stufe, deutlich als Werk des Mittelalters. Nicht minder sicher konnte die ursprüngliche Länge des nördlichen Marmorkranzes mit seiner Schranke, über die

Treppe hinweg bis zum Marmorunterbau der Südhalle einst reichend, festgestellt werden.

Für das ehemalige Verhältniss der Südhalle, ist zwar auf den folgenden II. Abschnitt verwiesen, jedoch verlangt der Zusammenhang schon hier eine vorausgehende Andeutung über diese Anlage. Von ihrem völlig zerstörten westlichen Raumtheile, boten vor dem unlängst erfolgten Abbruche des Fränkischen Thurmes auf dem östlichen Raumtheile, wenige Ueberbleibsel des Grundbaues und nördlichen Stylobates, nebst einem Stirnpfeiler der Südwand, den einzigen Anhalt für die Erkenntniss ihrer ehemaligen Ausdehnung nach Westen. Denn die drei antiken Marmorplinthen welche zwischen den Stylobat und jenen Stirnpfeiler als Schwelle, wider alle antike Structurweise eingezwängt sind, trugen schon zu augenfällige Kennzeichen ihrer mit dem Thurmbau erst eingetretenen Verwendung auf dieser Stelle an sich, als dass sie die ursprüngliche äussere Schwelle hier gebildet haben könnten, wie man dies als zweifellos doch bisher angenommen hat. Die genauere Prüfung jetzt, legte auch weitere tektonisch entscheidende Merkmale hiergegen zu Tage, unter welchen beispielsweise nur die grosse Bettung auf der Plinthe neben dem Stirnpfeiler mit der halben Bettung eines Klammerbandes genannt sein mag. Es darf hier nicht übergangen bleiben, dass das Hauptargument bei der irrthümlichen Annahme für den antiken Abschluss der Halle auf dieser Stelle, ein „kleiner Canal“ bildete welcher aus der Pfeilerbettung auf der mittleren Plinthe jener Schwelle, nach vorn zu führt (R. Schöne a. v. O. S. 46 und S. 44). Derselbe hat den Glauben veranlasst es sei „diese Stelle dem Regen ausgesetzt gewesen“, der „Canal zum Abfluss des in der Vertiefung sich sammelnden Regenwassers angebracht“ worden. Man übersah hierbei jedoch dass der gleiche „Canal“ sich an der Bettung einer jeden der zwei noch stehenden Säulen dieser Halle findet, aber innerhalb, so dass er jener Ansicht nach das Regenwasser hinein in die Halle hätte leiten müssen: dagegen liegt er an den Bettungen aller sechs grossen Frontsäulen des Fünfhores, wieder ausserhalb. Niemals hat dieser Canal einen solchen, vielmehr einen ganz anderen Zweck gehabt. Ueberall wo derselbe vorkommt, ist er weiter nichts als ein horizontales Stichmaass welches die Norm angiebt bis zu welcher Tiefe die obere Fläche des Marmorbodens, so des Stylobates wie des anschliessenden Pavimentes, bei der spätern Vollendung beider abgenommen werden sollte. In dem Parthenon ist diese Vollendung des Bodens erwirkt, in den Räumen der Propyläen noch nicht, der Boden ihrer Säulenbettungen hält deswegen die Libelle mit dem Boden des Canales: auch geht bei ihnen die Verlängerung des einen der Kreuzschnitte in der Säulenbettung, welche zur Richtung der Sohle des untersten Säulencylinders dienen, aus dem Axenpunkte der Säule noch im Boden des Canales bis an die Kante der Stylobatplinthe vor. Diese Verlängerung des Kreuzschnittes in dem nach innen gehenden Canale, ist an den wohl erhaltenen Bettungen beider noch stehenden Säulen der Halle, von welchen Fig. I die Bettung der einen wiedergiebt, noch so deutlich und unverlösch erhalten, wie in dem nach aussen gehenden Canale einer jeden Säule des Fünfhores. Nun sind für die ursprüngliche Begrenzung der Südhalle über jene mittelalterliche Schwelle hinaus, glücklicher Weise aus den Mauern des Thurmes auch bauliche Gliedertheile von die-

5) Philolog. XXI. Bd. 1. S. 51 fig. mit einem Plane der Thymele.

6) Bericht über die letzten Untersuchungen auf der Akropolis von Athen im Frühlinge des Jahres 1862.

ser Halle in so hinlänglicher Anzahl wiedergewonnen, dass sich aus ihnen, mit Hinzunahme jener erwähnten Bestände, die ehemalige Raumform wieder ergänzen lässt.

Wenn auch die jetzige Untersuchung zur Bekräftigung des früher in den angezogenen Blättern des Philologus Gegebenen, mehr tektonische Beweise ermittelt hat als zu erwarten standen, soll es gleichwohl nicht unterlassen sein im Laufe des Textes auch diejenigen Punkte zu bezeichnen und zu berichtigen, welche abweichend davon jetzt erkannt sind.

### §. 2. Kleine Treppe nach der Hochfläche.

1. Der lange schmale Vorsprung des Brecciafelsens der Akropolis auf dessen Hochfläche der Niketempel und die Südhalle der Propyläen stehen, liegt an der Südseite noch schroff in seiner natürlichen Formation zu Tage, während die nördliche und westliche Seite lothrecht, die ganze obere Fläche aber wagerecht mit Porosplinthen der Piräischen Steinbrüche ausgeglichen und verkleidet ist. Dieser Porosbestand bildet den künstlichen Grundbau oder Stereobat des Tempels, seiner ehemaligen Thymele und der Südhalle, er ist auf dem Situationsplane der Hochfläche Fig. I durch leise Abtönung vom weiss gelassenen Marmor unterschieden.

Eigenthümlich erscheint die Verkleidung an der nördlichen und westlichen Seite im Fugenstosse behandelt: Fig. II und V. Im lothrechten Fugenschnitte bemerkt man zwar Strecker und Binder, schichtweise und regelmässig so abwechselnd dass auf die Länge einer Streckerplinthe je zwei Binder kommen, doch ist dies nur fingirt; indem zwischen den Bindern ebenfalls Strecker angewendet sind, hat man letztere mit Scheinfugen von einigen Zollen Tiefe, der Gleichmässigkeit wegen als Binderstirnen bezeichnet. Beispielsweise ist die erste Plinthe *p* in der obersten Scqicht neben der Treppe rechts unter *A* Fig. I, ein Binder von 4' 6''\*) Länge: die neben ihm folgende Plinthe ist jedoch ein Strecker und nur mit lothrechtem Einriss als zwei Binderstirnen bezeichnet.

Bei der Südhalle ist dieser Grundbau an der nördlichen Seite, als Unterbau des Krepidoma mit einer Wand von Marmorplinthen bekleidet: diese wird durch die Kunstform eines Stirnpfeilers oder einer Ante *W*, in derselben Weise für sich beendet und abgeschlossen, wie die Stirn jeder Wand durch eine gleiche Form. Diese Wand hat keine Binder, sondern blos Streckerschichten die mittelst Klammerbänder den Poroslagen dahinter verbunden sind. Alle mit *pp* bezeichneten Porosplinthen welche man jetzt zwischen den Marmorplinthen bemerkt, sind erst nach Zerstörung der letzteren eingeflickt. Ganz übereinstimmend hiermit ist der Marmorunterbau an der gegenüberliegenden Nordhalle behandelt [§. 4, 7].

Neben der Stirn jenes Pfeilers *W*, liegt in einen tiefen Ausschnitt des Grundbaues die kleine 4' 2'' 9''' breite Treppe eingezwängt. Gegen die antike Herkunft derselben sind meinerseits technische Bedenken, gegen ihre vermeintliche Bestimmung als gottesdienstlicher Zugang nach der Thymele, beurkundete Opferbräuche geltend gemacht [Philolog. a. a. O. S. 51 flg.], ohne dass eine standhaltende Abweisung erfolgt wäre. Leuchtete aus diesen sacralen Bräuchen von selbst ein, dass eine feierliche Opferpompe am Panathenäischen

\*) Auf Wunsch des Hrn. Verfassers ist zum Anschlufs an seine früheren Publikationen das Fufsmaafs beibehalten worden. D. Red.

Hochfeste unmöglich auf einer solchen Nebenstiege zur Thymele emporschreiten konnte, um das schönste aus der ganzen Hekatombe erlesene Opferthier nach dem Altare der Athena-Nike zu geleiten, dann bleibt ihre Zweckverwendung im Alterthume unerklärlich: um so sehr unerklärlich, als die Südhalle einen Zugang eröffnete welcher allen Anforderungen der Würde eines solchen feierlichen Zuges entsprach, auch dabei keine der Schwierigkeiten in der Passage darbot wie das bei jener Stiege mit ihrer Rampe [§. 3, 1] der Fall gewesen wäre. In der That hat auch niemand bis jetzt vermocht eine Verrichtung im Tempeldienste anzugeben, zu der sie möglicher Weise dienen konnte.

Als weiteres Zeugniß ihrer Fränkischen Abkunft ist von mir noch die vollständig abgeschnittene Communication mit der ganzen Hochfläche seit dem Augenblicke der Gründung des Fränkischen Thurmes geltend gemacht. Denn bei einer solchen isolirt gewordenen Lage dieser Stätte, war die Einrichtung eines neuen Zuganges von unten auf unerlässlich, für diesen aber die einzig mögliche Stelle zwischen dem Thurme und dem Niketempel übrig: es konnte mithin der Thurm über das gleichzeitige Alter der Treppe keinen Zweifel bestehen lassen. Andererseits nöthigte hierzu die Gründung einer mächtigen Bastion [§. 9] an der nördlichen Seite des Grundbaues, welche die Höhe der Hochfläche erreichte und von dieser aus allein zugänglich war. Deshalb wird man nicht fehlgreifen alle drei Werke, Thurm, Treppe und Bastion, als nach einheitlichem Plane und mit einander entstanden zu setzen. Wer den Thurm erst für einen Türkischen Bau halten will, wie dies kürzlich mit aller Entschiedenheit von einem Athenischen Architekten behauptet ist, wird nothwendig auch die Treppe für ein solches Werk erklären müssen: denn sie kann nur entstanden sein als man im Begriffe war den bis dahin freien Zugang nach der Hochfläche durch die Südhalle, mit der Anlage des Thurmes zu versperren.

2. Als Fränkischer Zeit entstammend wird die Treppe von ihrer jetzt zu Tage gelegten inneren Beschaffenheit beglaubigt. Diese zeigt wie man die Anlage mit gewaltsamer Zerstörung des antiken Grundbaues, des Kranzes auf seinem Rande und eines grossen Theiles der Galerieplatten hinter ihm [§. 4, 5], bewirkt hat. Der Plan Fig. I und die Ansichten Fig. II und V lassen erkennen, dass für den Ausschnitt der Treppe unstreitig die bequemste Stelle, rechts neben dem Marmorpfeiler *W* gewählt ist: denn an dessen Stirn stiessen die Porosplinthen der nördlichen Seite des Grundbaues stumpf und ohne mögliche Einbindung vor. Dem folgerecht liess sich an diesem Punkte auch bestimmte Auskunft über den Zustand erwarten in welchen der antike Grundbau durch jenen Ausschnitt versetzt worden war. Hierzu führte eine grosse aufrecht stehende Porosplatte gerade unter der letzten Treppenstufe, die mit schlecht verhauenen Bändern ganz locker und ohne Verbindung eingesetzt erschien. Die willig in die klaffenden Fugen eindringende Sonde verrieth eine tiefe Höhlung hinter dieser Platte, welche leicht übergekantet auch zeigte, dass sie blos zum Verdecken einer solchen bestimmt war. Nach der wagerecht bis zum gewachsenen Felsen gehenden Ausräumung, lag die Beschaffenheit des gewaltsamen Einbruches vor Augen. Das solide antike Porosgefüge war gelöst und zerstört: hindernde Plinthen hatte man entfernt, noch benutzbare schräg verschoben: die Zerstörung des Porosbestandes erstreckt sich noch an der inne-

ren Seite des Stirnpfeilers *W* und seiner Marmorwand hin. Grosse Lücken und Winkel zwischen dem Felsen und den Plinthen unter den Treppenstufen, fanden sich mit groben Steinabfällen in Mörtel flüchtig ausgemauert, der übrigbleibende hohle Raum war durch Material das eben zu nächster Hand gelegen hatte, mit Erdschutt, Geröll und Bruchstücken kleiner quadrater Ziegel Fränkischen Fabrikates ausgefüllt. Der ganze Inhalt ist nicht vollständig entfernt worden, um den gewesenen Zustand der Höhlung noch kenntlich zu hinterlassen.

Es überraschte dass dieser Füllschutt noch ähnliche Zeugen für die Fränkische Ursprungszeit des Ausschnittes barg, wie sie im Inneren der gleichzeitigen Bastion (Ross a. a. O. S. 2) gefunden worden sind. Sie bestanden in dem schönen Marmorköpfchen vom Standbilde einer Pallas im Formen-gepräge der Diadochenzeit, dem Zeigefinger einer Hand, und einer Anzahl bemalter Thonscherben mit dem alten glänzend schwarzen Firnisgrunde, nebst anderen Gefässresten Attischer Fabrikation mit plastischem Ornament. Diese Funde sind dem Ephoros der Alterthümer zugestellt worden.

3. Breite Höhe und Tiefe des Treppenausschnittes geben die Zeichnungen, mit Vergleichung des Situationsplanes Fig. I wieder: von letzterem ist die gleiche Buchstabenbezeichnung auf die anderen Figuren übertragen.

Fig. II zeigt die Ansicht der nördlichen Seite des ganzen Marmorunterbaues der Südhalle von den vier Stufen des Fünfhores ab, mit der Treppe und ihrer Unterhöhlung im jetzigen Zustande ohne verdeckenden Rampenbau. Der Schutt welcher bis über die untersten zwei Marmorschichten des Pfeilers *W* hinaufreichte wurde entfernt, um zur Sohle des Einbruches und auf den antiken Bestand zu gelangen. Die moderne vor der ganzen Nordseite hinabführende Treppe, ist im Stufengange durch punktirte Linien vermerkt. Die mit *p* bezeichneten Porosplinthen in den Marmorschichten sind nicht antik. Die Plinthenschicht  $\delta\epsilon$  aus schwarzem Eleusinischen Marmor, ist nur bis  $\epsilon$  erhalten: mit einem Vorsprunge von 2", Fig. III, erstreckte sie sich bis  $\pi$ , wie das für sie vorbereitete und eingetiefte Lehrband  $\rho$  auf der unter ihr liegenden Plinthenschicht genau angeht. Durchaus gleich wie hier, ist diese Eleusinische Marmorplinthe in voller Länge noch am Unterbau der gegenüberliegenden Nordhalle vorhanden: auch beginnt sie dort wie hier auf einem Winkelsteine *w*, dessen Form *ww* Fig. IIa deshalb mittheilt, weil sie unbemerkt geblieben und doch von Bedeutung für die ursprüngliche Anlage des Aufganges zum Fünfhore ist. *MQTSI* sind dieselben Plinthen welche im Plane Fig. I die gleichen Buchstaben haben. Der Stirnpfeiler *W* trägt an allen drei Seiten noch die feinraue Werkschicht auf jeder Plinthe, die nur ein schmales Richtband an den Kanten einfasst. Die besonders eingeschobene Porosplinthe *ab*, war zur Aufnahme der Podestplatte unter der Marmorstufe *c* bestimmt: die Marke *ef* bezeichnet die Steigung des ehemaligen Rampenbelags [§. 3, 1].

Fig. III. Durchschnitt durch die Treppe nach Osten gesehen, Fig. IV der gleiche nach Westen gesehen: beide machen den Einstoss der Podestplatte in *a* und deren Lager auf *b* deutlich.

Fig. V. Ansicht der Reste des Rampenunterbaues [§. 3, 2] von welchem ein jetzt zur Seite gelegter Stein den untersten Theil des Einbruches verdeckte, was folgerecht für

die Gleichzeitigkeit beider Arbeiten zeugt. Die Porosplinthen sind zur Unterscheidung von Marmor leicht abgetönt, die vordere Wand der Rampe ist in ihren Plinthen durch starke Linien markirt.

Fig. VI. Grundriss des Vorigen, mit der Tiefe und Lage des Einbruches unter den Treppenstufen und hinter dem Pfeiler.

Fig. VII. Ergänzung des ursprünglichen Zustandes vom Grundbau neben dem Pfeiler *W*, mit Markirung des Treppenausschnittes bis zu dessen Sohle.

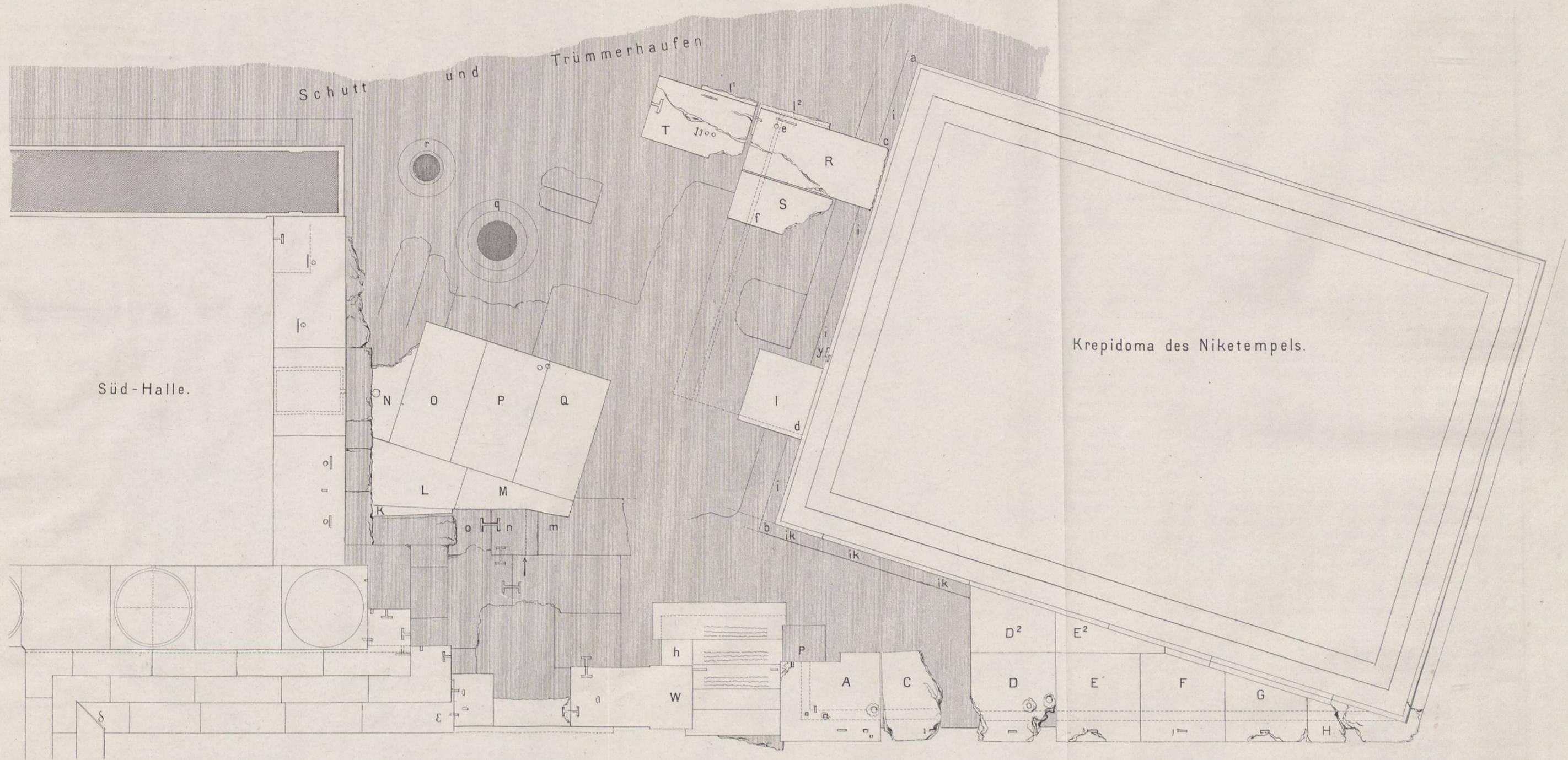
4. Fig. II und IV ergeben dass zu den 5 Marmorstufen der 3' 2" 9''' breiten Treppe, noch 2 Stufen oberhalb zu ergänzen sind bevor der Austritt auf das Paviment der Hochfläche erreicht wurde. Schon der Umstand dass man zur Ermöglichung des Austrittes auf dieser Stelle hier, die Galerieplatten hinter *A'* und *B'* Fig. VIII, bis *ik ik* am Krepidoma des Tempels ganz entfernen musste [§. 7, 2] weil sie die Anlage jener 2 letzten Stufen hinderten, vermehrt die Beweise für den Fränkischen Ursprung der Treppe.

In den Steigungen zeigen die Stufen kaum merkliche Höhenunterschiede, weil man sie genau den Stärken der coupirten Porosplinthen rechts so anbequemte, dass immer 2 Steigungen eine Plinthenstärke (Fig. IV) einnehmen. Beweise nicht schon die oberste Stufe welche um ein Drittel ihrer Länge die Treppenbreite überragt, dass alle Stufenkörper antiken Werken entnommen und ihrer jetzigen Verwendung angepasst sind, dann träte dies auffallend an den völlig ungleichen Massen der Auftritte hervor: diese wechseln von der untersten Stufe an, mit 12" 6''', 11" 6''', 13" 6''', 12" 6''', und 13" 6''', ab. Die Auftritte der drei obersten sind nachlässig gerillt.

Die zwischen dem Pfeiler *W* und den Porosplinthen eingezwängten Stufenkörper, sind in letztere mit den rechten Enden tief eingestossen: ihr linkes Ende liegt stumpf vor der Stirn des Pfeilers, dessen feine Werkschicht für diesen Vorstoss und die Form desselben Fig. III, leicht abgeglättet werden musste. Die unterste Stufe *c* allein liess sich von vorn zwischen dem Pfeiler, in die Porosplinthen einschieben: sie konnte daher noch 4" über das Loth der Pfeilerseite vorspringen, auch mit ihrem ausgeklinkten linken Ende 4" auf diese übergreifen. Dies übergreifende Ende ist zwar nicht mehr vorhanden, doch erkennt man seine ehemalige Stelle in der Werkschicht am Pfeiler, Fig. V, die für seinen Anschluss abgeglättet wurde. Die gleiche Abglättung erscheint am Pfeiler unterhalb dieser Stufe neben *a*, für den Vorstoss der Podestplatte auf *b*.

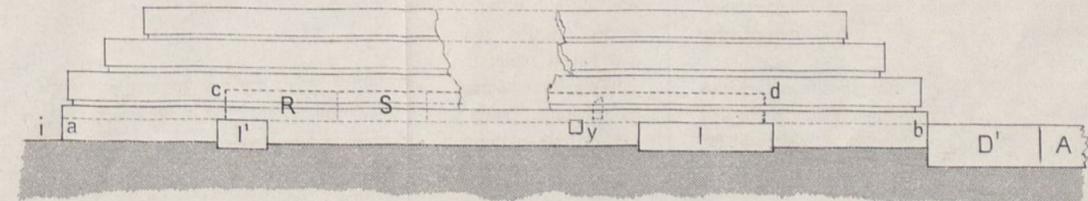
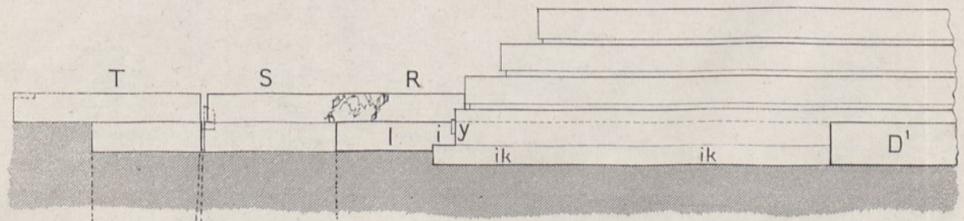
Bei dem Mangel eines Auflagers der Stufenkörper am Stirnpfeiler *W*, hätte ihr Einstoss in die Porosplinthen rechts, ihr Lager nicht sichern können, wären sie nicht so auf einander geordnet dass die Vorderkante einer jeden über die Hinterkante der unteren hinlänglich übergreift. Man hat zuerst der hohen Porosplinthe *ab*, in welche vorn eben die Podestplatte auf *b* eingestossen war, ein sicheres Lager auf der unter *b* liegenden Porosplinthe *e* gegeben, alsdann die Marmorstufen in der angemerkten Lage übereinander gestreckt. Ein jeder Stufenkörper, von dem untersten ab, war zuerst schief in die Porosplinthen einzustossen, alsdann mit Wendung normal zwischen diesen und dem Stirnpfeiler zu richten. Daher zeigt sich bei der Sondirung der Einstösse, zum nothwendigen Spielraum für diese Manipulation,

I.

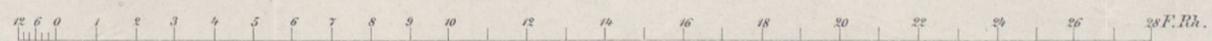


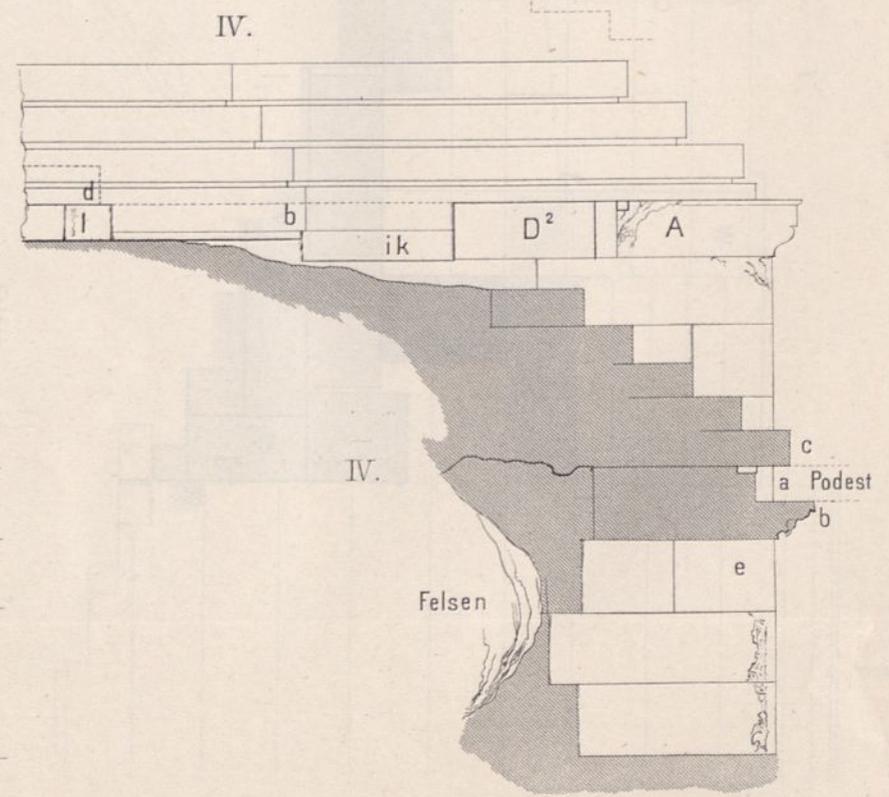
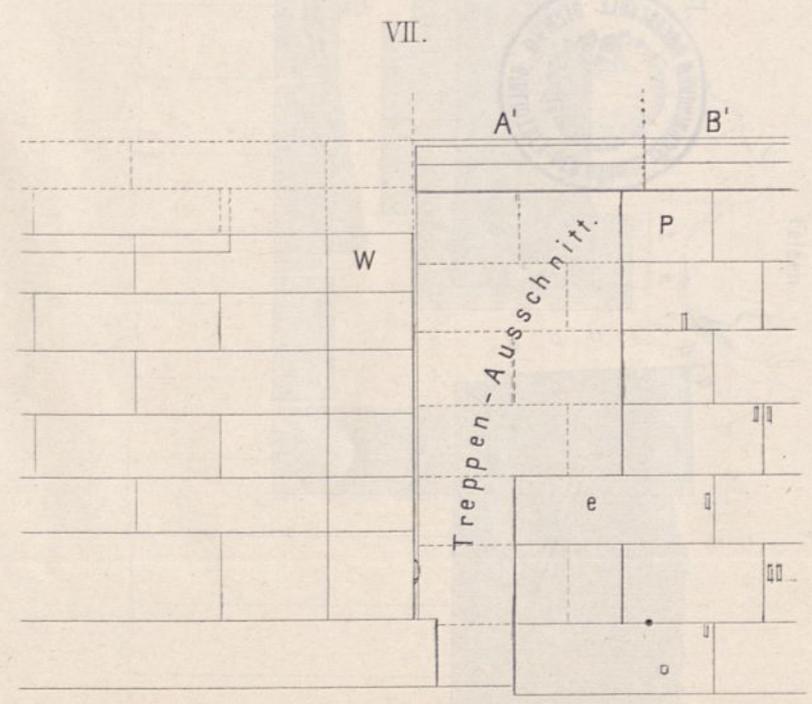
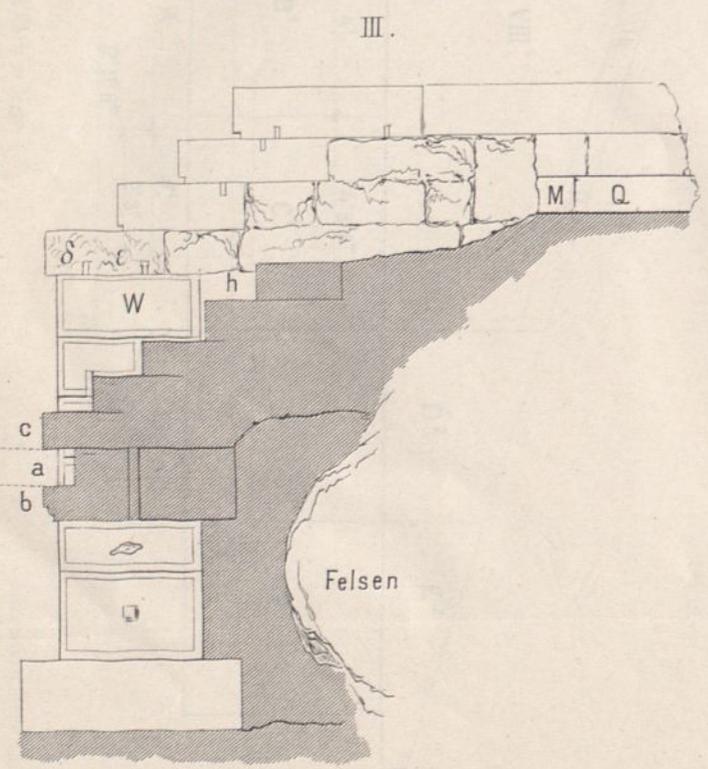
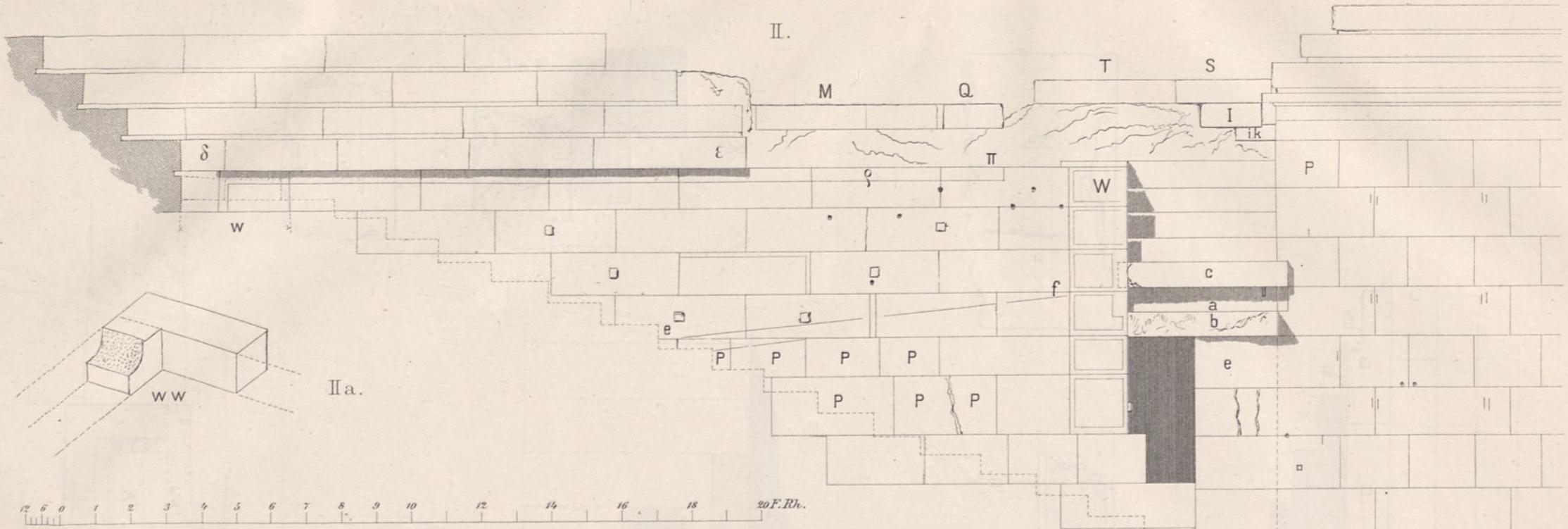
XI.

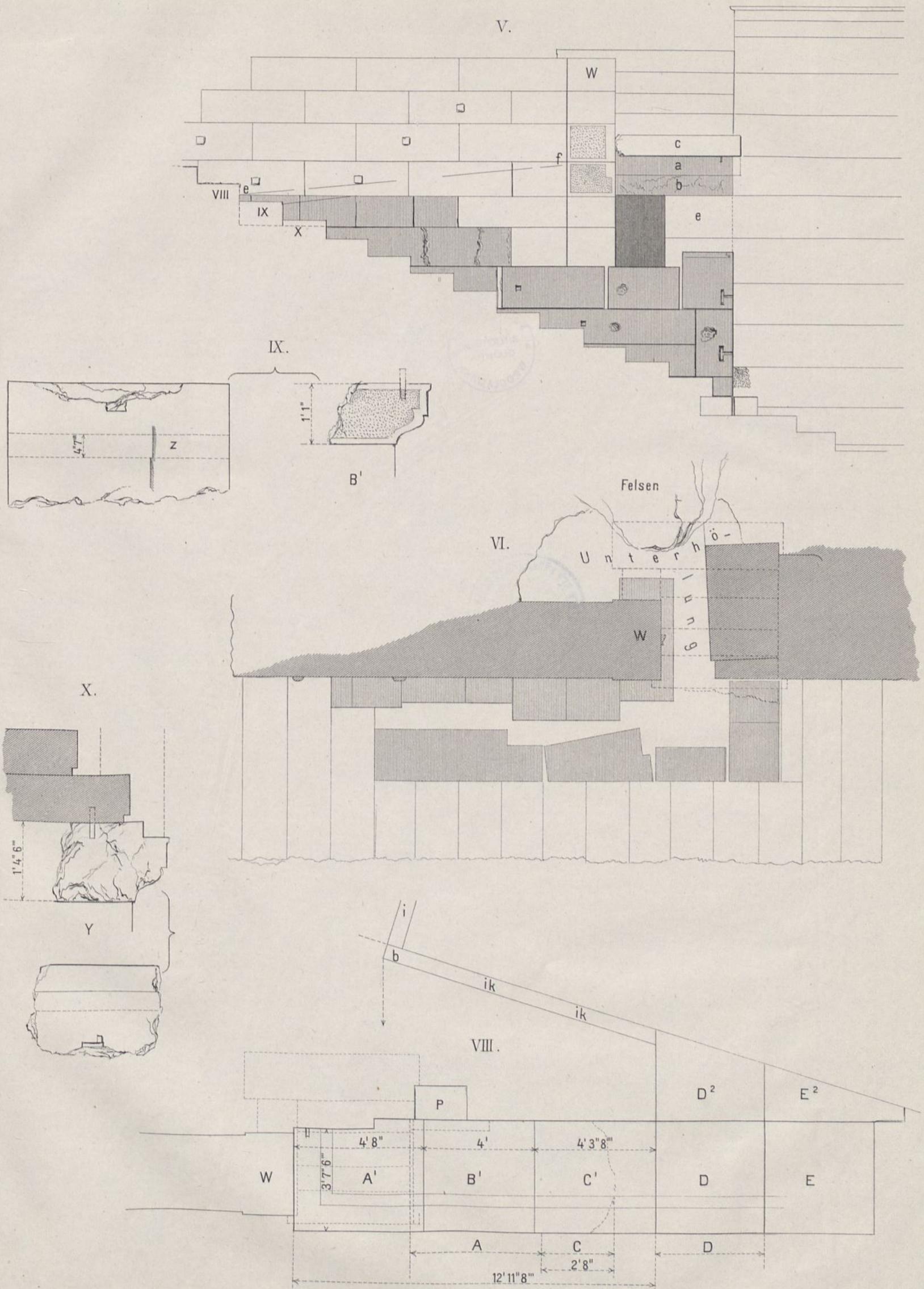
XII.



1:48.







der Poros weit tiefer ausgehöhlt als das Maass des hineinreichenden Stufenendes.

### §. 3. Rampe, Podest und Unterbau der Treppe.

1. Wie vorhin bemerkt führte am Marmorunterbau der Südhalle nicht eine Vortreppe, wie man bisher angenommen hat, sondern eine sanft ansteigende Rampe nach der untersten Marmorstufe *c*, oder vielmehr erst nach einem Podest vor ihr. Die ehemalige Breite der Rampe mag etwas grösser gewesen sein als die 3' 6'' haltende Breite ihres Unterbaues, so dass ihr Plattenbelag vorn darüber hinausragte und der Podestbreite von 4' 5'' 6''' gleichkam. Den Anzeichen nach bestand dieser Belag aus Marmorplatten, welche stumpf vor jenen Marmorunterbau stiessen: er hat wenigstens am letzteren eine augenfällige Spur hinterlassen, die ein scharf erhobener Sinterstreifen *ef* Fig. II. V kennzeichnet, den Nässe und Wetter im Stosswinkel der Platten erzeugten. Diese Marke giebt Lage und Steigung des Belags genau an; sie zeigt bei einer horizontalen Länge von 13' 6'', nur 1' 3'' Steigung, beginnt östlich auf der neunten Stufe der modernen Treppe und leitet nach dem verschwundenen Marmorpodest hinauf, wo man, sich links wendend, die unterste Treppenstufe *c* betrat. Hansen und Schaubert (Ross, a. v. O. Pl. IV) wie Penrose (Pl. 34 zu Chap. X) haben diese Rampenspur nicht wahrgenommen, deswegen an Stelle der Rampe eine Vortreppe ergänzt.

Das ehemalige Vorhandensein des Podestes an dieser Stelle, wird von der Porosplinthe *ab* unter jener Marmorstufe *c* gesichert. Fig. II III IV zeigen wie diese Plinthe genau für den Einstoss und das Auflager der Podestplatte im Schnitte vorgerichtet und besonders eingefügt war: auch macht ihre von den antiken Plinthen abweichende Farbe die späte Herkunft kenntlich. Von ihrer Verbindung mit der Podestplatte enthält sie rechts, hart unter der Marmorstufe, noch ein durchgeschlagenes hochkantiges Bankeisen auf welches diese Stufe ohne weiteres aufgeschoben war, sodass man erst die Podestplatte vorlegte ehe noch die Stufe darüber geschoben werden konnte. Das Bankeisen gehört dieser Construction an: es ist nicht antik, weil ihm der Bleiumguss fehlt.

Eine Anzahl tiefer Bohrlöcher für eiserne Pflöckchen in den Marmorplinthen über der Rampe Fig. II, theilweise noch mit Eisenresten gefüllt, können zur Befestigung einer Handlehne gedient haben.

2. Der Unterbau dieser Rampenbildung aus Poros in Fig. V. VI, ist durch leichte Abtönung und starke Conturen markirt. Er liegt noch in einem 16' langen, 3' 6'' breiten Reste auf seiner Stelle, und besteht aus zwei Wänden deren hohler Zwischenraum sich mit Schutt ausgefüllt fand. Im Grundrisse ist die Lage der kleinen Treppe in punktirten Linien angedeutet. Seinen Fuss verdeckt die grosse im Jahre 1836 vor ihm hingeführte Treppe, welche leider nicht allein manche Marke unterdrückt die noch Aufschluss über die Form des ursprünglichen Aufstieges zum Fünfhore gewähren könnte, sondern auch den eigentlichen Beginn der Rampe oberhalb, durch mehrere Stufen verdeckt.

In Material und Structur bewahrt der Unterbau die unverkennbaren Wahrzeichen seiner gleichen Fränkischen Entstehungszeit und wirklichen Einheit mit der kleinen Treppe; die Porosplinthen aus welchem er zusammengebracht

ist, sind antiken Werken entnommen in denen sie ganz andere Verwendung und Lage hatten: dies bekunden die Bettungen antiker Klammerbänder und Dübel in ihnen handgreiflich. Dabei zeigen Grundriss und Ansicht, in welcher unglaublich nachlässigen Weise vorgefundene Plinthen der verschiedensten Form und Grösse, hier ohne jeden Schluss so zusammengepackt sind dass sie nur in der äusseren Seite die Flucht hielten.

Auf seinen beiden Wänden fanden die Marmorplatten das Auflager welche den Belag als Rampe bildeten, deren schräger Anstieg nach jenem schon erwähnten Sinterstreifen zu bemessen ist. Die hintere Wand war nicht in die Marmorplinthen eingebunden, sie ruhte auf stark hervorspringenden Porosplinthen der antiken Gründung: wo diese versagten hatte man andere von grösserem Vorsprunge eingeschoben. Indem die beiden ersten Steinkörper dieser Wand, im jetzigen Beginne der Rampe auf der neunten Stufe der grossen Marmortreppe, noch das ausgefaltete Lager für die ersten schräg ansteigenden Belagplatten bewahrt haben, der Abstand von diesem Lager und dem Sinterstreifen zwischen 6''—8'' beträgt, so würde hierin die Stärke der Belagplatten enthalten sein.

Der kurze 3' 6'' lange Seitenschluss der vorderen Wand rechts, ist nicht in den antiken Grundbau eingebunden, wie das früher [Philol. a. v. O. S. 51.] irrthümlich von mir angenommen wurde, vielmehr ihm stumpf vorgelegt: die Lüftung seiner beiden anstossenden Plinthen hat das jetzt gezeigt. Die Spuren dieses Seitenschlusses lassen sich von seiner jetzigen Höhe nach aufwärts, am Grundbaue bis zur Podestplatte verfolgen unter welcher sie enden. Zur Freilegung der antiken Bestandtheile wie sie jetzt vor Augen stehen, ist der Schutt hinweggeräumt mit welchem der hohle Raum zwischen den Wänden gefüllt war.

Nach Sicherung der Rampe kann ich auch zurücknehmen, was über den unteren Beginn der kleinen Treppe in der vorhin angezogenen Stelle des Philologus S. 53. 54 gesagt und auf der dazu gehörenden Bildtafel in *ea* vermuthungsweise gezeichnet ist.

### §. 4. Nordkranz des Grundbaues mit seiner Galerieschranke.

1. Das Marmorpaviment der Hochfläche [§. 7] begrenzten nördlich, vom Stirnpfeiler des Unterbaues der Südhalle *W* Fig. I an bis zur Nordwest-Ecke des Grundbaues, die 1' 1'' starken Marmorplatten welche auf dieser Strecke am Lehrabacus des Tempels hinliegend, das Paviment einer Galerie bildeten [§. 7, 2]. Auf dem Rande des Grundbaues Fig. I in Form eines Kranzes endend, trugen sie hier die Schranke (Balustrade, Pluteum) der Galerie [§. 5]. Kranz und Schranke bogen an der Südwestecke in einem stumpfen Winkel um, und gingen südwärts hin bis zum Ende vom Krepidoma des Tempels: von hier ab zog sich der Kranz allein nach dem Rande des südlichen Felsens hin, auf dem er, nach Osten umbiegend, weiter bis zum Anfange der hohen Kimonischen Burgmauer führte.

2. Der ursprüngliche Beginn des Nordkranzes an jenem Pfeiler *W*, ist durch die jezige Untersuchung zweifellos gesichert. Hier an *W* lag die Ecke der Schranke auf Pl. *A'* Fig. VIII = Pl. *A* Fig. I, von welcher ein kurzer östlicher Theil, in nicht mehr bestimmbarer Länge, rechtwinklig nach

Süden hin abbog: das im Museum der Akropolis befindliche Eckstück tritt hierfür ein.

Die tektonische Lehre oder der Kanon (*κανών*) für den Aufsatz der Schrankensole ist auf dem Eckstück, Pl. *A*, wie auf den übrigen Kranzplatten bis *H* erhalten, den Gang der Sohle bezeugend.<sup>7)</sup> Jedoch ist nur die Lehre ihrer Hinterkante unversehrt, die der Vorderkante verwischt. Letzteres ist der Manipulation mit dem Schleifblech zuzuschreiben, wodurch man den dichten Aufschluss dieser Kante vorn auf den Kranzplatten erwirkte. Aus der Breite der Schrankensole Fig. X von 1' 1" 9''' ergibt sich indess der Aufsatz ihrer Vorderkante dicht am Kymation des Randes, während die Hinterkante nur bis zur Mitte des gelinde eingetieften Lehrbandes *z* reichte, welches auf *B'* Fig. IX im grösseren Maasstabe wiedergegeben ist. Die Dübelbettungen für die Sohle, liessen sich auf allen Kranzplatten Fig. I noch vermerken: sie liegen selbstverständlich innerhalb der Lehre, vom Rande der Platte 6" entfernt.

In dem heutigen Zustande Fig. I, bieten die ersten Platten des Nordkranzes *ACD*, ein nicht minder sicheres Zeugniß für die angegebene Entstehungszeit der kleinen Treppe, als die letztere selbst es gab. Vornehmlich ist das von Pl. *A* zu sagen, die unmittelbar an der Treppe liegt, auch gerade den Schwerpunkt der irrthümlichen Annahmen enthält zu welchen diese Lage verleitet hat. Indem von der Lehre auf ihrer oberen Fläche die vorhin berührte Eckwendung der Schranke in handgreiflicher Deutlichkeit vorhanden ist, die Treppe aber für antik galt, glaubte man diese Platte noch auf ihrer ursprünglichen Stelle liegend, daher mit jener Eckwendung auch den Beginn von Schranke und Kranz hier zu sehen. Die meinerseits dem entgegengesetzte Meinung [Philol. a. v. O. S. 52], es sei dieser Beginn ursprünglich nicht hier sondern vor dem Stirnpfeiler *W* gewesen, stiess auf Unglauben und Widerspruch, man wies sie beharrlich zurück.<sup>8)</sup> Dennoch ist dieses Verhältniss ganz richtig von mir erkannt worden. Unleugbar begann einst diese Pl. *A* den Nordkranz, und trug die Ecke der Schranke, jedoch nicht auf ihrer jetzigen Stelle: denn auf diese ist sie erst mit Anlage der Treppe von ihrem ursprünglichen Orte neben *W* versetzt worden. Nur weil man diesen Wechsel nicht erkannte, war der Irrthum möglich ihre heutige Lage für die ursprüngliche zu halten und die Eckwendung der Schranke hierher zu setzen. Die Thatsache dieses örtlichen Wechsels, lässt sich nach tektonischer Prüfung der ersten Kranzplatten metrisch erweisen.

3. Dieser wenig ausladende Kranz (*corona*) besteht in seiner Kunstform Fig. IX aus einem grossen Kyma, einem hohen Abacus der nicht als Geison vorspringt, und einem zarten Kymation. Kyma und Kymation sind indess noch nicht durch Sculptur oder Malerei als solche Formen charakterisirt, indem die Epidermis des Marmors noch unvollendet und im Zustande der rauhen Schlichtung geblieben ist.

7) Ueber das Verhältniss dieser tektonischen Lehren in der Steinfügung aller Athenischen Monumente, wie über die Wichtigkeit derselben für die sichere Ergänzung verschwundener Körpertheile welche mit ihnen zusammenhängen, vergl. meinen Bericht über die letzten Untersuchungen auf der Akropolis im Frühjahr 1862. Berlin bei Ernst u. Korn.

8) So zuletzt noch Reinh. Kekulé und Rich. Schöne (a. a. O. S. 40. 44 und Situationsplan Taf. IV) mit ganzer Entschiedenheit.

Die erste Kranzplatte, von 1' 1" Stärke, 4' 8" Länge in der Front und 3' 7" 6''' in der freien linken Seite, bildet keine tektonisch geformte Ecke: Kyma wie Abacus biegen nicht rechtwinklig im Profile als Eckform um, sondern erscheinen an dieser freien Seite als lothrecht abgeschnittene Fläche stumpf beendet. Damit hört nicht allein die kranzbildende Eigenschaft der Platte hier auf, sondern es weist auch diese Schnittfläche auf einen stumpfen „Fugenstoss“, oder den ehemaligen Vorstoss gegen einen anderen körperlich von ihr gesondert bleibenden Stein hin, Fig. VII. Daraus erklärt sich das Fehlen geschliffener Stossbänder an den Kanten der Schnittfläche. Das kleine Kymation allein formirt eine normale Ecke, indem man dasselbe an der Schnittfläche soweit fortgeführt hatte als die Stirn des Pfeilers *W* reicht [vgl. 6]: mit dieser musste es jedoch aufhören, weil von hier ab die Galerieplatten hinter dem Kranze an die Platten des Pavimentes der Hochfläche schlossen. Von *W* ab hat die Schnittseite an *A* kein Kymation mehr, doch ist die obere Ecke an *A* Fig. I. IV, dicht neben der Dübelbettung weggebrochen.

Die erwähnte Lehre der Eckwendung für die Schrankensole auf Pl. *A*, welche nach Süden hingeht, leitete von dieser Platte auf eine andere jetzt verschwundene Platte über: die Breite der letzteren ist mit 2' 1" noch im hinteren Ausschnitte von *A* bewahrt, wo die geschliffenen Stossbänder vom weiteren Anschlusse zeugen. Ausserdem weist hier noch die halbe Bettung eines Spitzdübels<sup>9)</sup> innerhalb der Lehre, zur Befestigung der Schrankensole, auf die ergänzende andere halbe Bettung in der verschwundenen Platte hin, so dass an der Fortsetzung der Schranke auf letzterer nicht zu zweifeln ist. Auf den übrigen Kranzplatten sind die Bettungen dieser Spitzdübel ziemlich inmitten der Länge zu bemerken. Neben manchen Bettungen, wie auf den Pl. *CEF*, waren zarte blechartige Eisenkörper eingesetzt, von welchen hier und da noch Reste vorhanden sind: doch vermag ich ihre ehemalige Bestimmung nicht zu deuten.

4. Die Versetzung der Pl. *A* auf den jetzigen Ort, um deren Nachweis es sich handelt, hat einzig und allein die Treppe verursacht: mit dem Ausschnitte des Grundbaues für diese, mussten Kranz und Schranke von dessen Stelle weichen. Ein Gleiches traf auch [§. 7, 2] die hinter den Kranzplatten bis zum Krepidoma des Tempels liegenden Galerieplatten. Man verfuhr dabei auf die bequemste grob handwerksmässige Weise, verrückte nach Entfernung der Schranke die wieder anwendbaren Kranzplatten *A* und *C*, verkürzte jedoch *C* und schoss eine Platte *B'* Fig. IX, als

9) Diese platten 4" breiten und 8" hohen, lothrecht stehenden eisernen Spitzdübel sind oben schräg in der Richtung der Hypothese eines rechtwinkligen Dreieckes zugespitzt, deshalb inschriftlich Sphekisken (*σφηκίσκοι*) genannt. Die untere Hälfte ist durch Verguss und kaltes Festschlagen von Blei, fest in ihrer Bettung auf den Steinkörper geheftet in welchen sie eingesteckt sind. Ihre frei stehende obere Hälfte griff mit ein wenig Spielraum in den aufzusetzenden Steinkörper ein, so dass es möglich war den letzteren durch öfteres Heben zu lüften, um mittels des Schleifbleches einen möglichst dichten Schluss der correspondirenden Lagerkanten beider Körper herstellen zu können. Diese Spitzdübel hielten den aufliegenden Körper in normaler Lage, indem sie dessen Ausweichen zur Seite verhinderten. Gegen das Öffnen der lothrechten Stossfugen dienten wagenrecht liegende Klammerbänder, hierfür bezeichnend Himanten (*ἱμάντες*) genannt, deren eines Ende in den einen, das andere Ende in den anschliessenden Steinkörper gebettet war, so dass sie über die Fuge hinliegend, den festen Schluss der Stosskanten erhielten. Ihre Form und Lage machen die Bettungen derselben deutlich welche auf dem Situationsplane Fig. I vielfach, oft blos zur Hälfte sichtbar sind.

überflüssig ganz aus. Erklärend zu Fig. I verzeichnet Fig. VIII in punktirten Linien die Treppe mit der heutigen Lage der Platten  $AC$ , in vollen Linien die ursprüngliche Lage derselben mit  $A'C'$  bezeichneten Platten nebst Einschuss von  $B'$ , bis zu  $D$ ; Fig. VII giebt die Ergänzung vom ehemaligen Zustande des Grundbaues und Kranzes am Pfeiler  $W$ , mit Angabe des Treppenausschnittes unter Pl.  $A' = A$ . Indem dieser Ausschnitt gerade unter  $A'$  fiel, wich mit dem Ecktheile der Schranke hier, auch der von diesem nach der Thymele südlich hin abgehende kurze Theil sammt den Platten unter seiner Sohle: wenn nemlich die Schranke damals noch bestand, wie unten [6] aus gewissen Kennzeichen muthmasslich gefolgert ist. Nach Westen hin wurden nur die Kranzplatten  $B'$  und  $C'$  bis an  $D$  entfernt: letztere jedoch nicht, diese hat ihre ursprüngliche Lagerstelle bis heut noch unverrückt festgehalten, ungeachtet ihr vorderer Rand theilweise beschädigt ist. Diese unverrückte Lage von  $D$ , welche auch durch ihre festanschliessende hintere Pl.  $D^2$  bestätigt wird, ist aber von entscheidendem Gewicht: denn sie bietet den festen Anhaltspunkt zur absolut sichern Bestimmung der ursprünglichen Länge des Grundbaues und Kranzes sammt der Schranke, von ihr ab bis zum Stirnpfeiler  $W$  alle westwärts von  $D$ : abgehenden Platten  $E$  bis  $H$ , sind unverrückt und unverschoben auf ihrem alten Lager geblieben.

5. Liegt also der ehemalige Maasswerth dieser Kranzlänge, mithin auch der Schranke und des Grundbaues, unbestreitbar zwischen  $W$  und  $D$ , dann ergiebt sich auch die Anordnung seiner Platten innerhalb dieses Theiles. Das präcis ermittelte Maass zwischen  $D$  und  $W$  beträgt  $12' 11'' 8'''$ , wobei das kleine Kymation an der Seite von  $A'$ , mit  $1'' 6'''$  auf  $W$  übergreifend gerechnet ist, Fig. VII, gleich wie dasselbe an  $A$  jetzt in den Treppenausschnitt vorspringt. Zu solcher Anordnung führt die Einschaltung der schon erwähnten Pl.  $B'$ . Diese Platte hat man bei Herrichtung des Treppenausschnittes und seiner Stufen, als nicht wieder anwendbar ganz beseitigt: sie ist einzeln vorhanden, seltsamer Weise bisher jedoch niemals in Betracht gezogen worden. Fig. IX verzeichnet dieselbe, nach doppeltem Maassstabe, in einer Schnittseite und der oberen Fläche: in der Länge von  $4'$  besteht sie unversehrt, denn die Stosskanten an beiden Schnittseiten sind ganz intakt, bloß in der Breite ist sie am hinteren Ende gewaltsam verkürzt. Versetzt man nach Fig. VIII die Pl.  $A$  als  $A'$  wieder zurück an den Pfeiler  $W$  und schaltet  $B'$  neben  $A'$  ein, so decken beide eine Länge von  $4' 8'' + 4' = 8' 8''$ ; es bleibt mithin von  $B'$  bis an  $D$  ein Zwischenraum von  $12' 11'' 8''' - 8' 8'' = 4' 3'' 8'''$ , welchen einst Pl.  $C'$  einnahm. Diese Platte ist nur in einer Länge von  $2' 8''$  vorhanden, hat daher  $4' 3'' 8''' - 2' 8'' = 1' 7'' 8'''$  eingebüßt: es besteht in diesem Verluste die einzige kleine Lücke im ganzen Nordkranze. Die Summe der Längen dieser drei Platten mit  $4' 8'' + 4' + 4' 3'' 8'''$  ergiebt eben jenes Maass von  $12' 11'' 8'''$  oder  $13'$ , von  $D$  ab bis zu  $W$ . Da nun die abgenommenen und reservirten Platten  $A$  und  $C$ , nach dem gemachten Treppenausschnitte von  $4' 2'' 9'''$  Breite, gerade die übrig gebliebene Länge des Grundbaues von  $D$  ab bis zum Rande an der Treppe deckten, begreift es sich warum man Pl.  $B'$  als nicht wieder anwendbar zurückliess. Uebrigens gäbe die Längenberechnung dasselbe Resultat, auch

wenn man von Pl.  $E$  begänne die gleich  $D$  ihre alte Stätte bewahrt hat, oder auch  $B'$  nach  $C'$  vor  $D$  einschaltete.

Indem mit Einschaltung der Pl.  $B'$  die ursprüngliche Stelle von  $A$  am Stirnpfeiler  $W$  gesichert ist, ergiebt sich auch hieraus wieder ein ganz unbestreitbares Zeugniß für die mittelalterliche Abkunft der Treppe. Denn natürlich war  $A$  mit ihrem Schrankentheile beim Einrichten des Ausschnittes zu entfernen, da ihre Länge die ganze Breite desselben einnahm, unter ihr hinweg aber kein Ausgang möglich sein konnte.

6. Nach Sicherung der alten Stelle von Pl.  $A$  auf der Stelle  $A'$ , lässt sich erkennen warum und zu welchem Zwecke das Kymation [oben 3] an der Schnittseite hingeführt ist, sobald man nur den ursprünglichen Zustand des Grundbaues und Kranzes an der Stelle des Treppenausschnittes hergestellt denkt, Fig. VII. Es sind hierbei auf dem Pfeiler  $W$ , nach Analogie desselben Pfeilers an der Nordhalle, die beiden ihm jetzt fehlenden obersten Plinthenschichten ergänzt, welche ihm die ehemalige Höhe mit dem Kranze gaben. Indem die Porosplinthen sammt Pl.  $A$  stumpf gegen die Werkschicht an seiner Stirn vorstießen, blieb zwischen beiden die Fuge von oben bis zu seinem Fusse offen, weil erst die zur Seite hinter ihm liegenden Porosplinthen unter sich dicht geschlossen und durch Klammerbänder verbunden waren. Zur Deckung dieser Fuge oberhalb, sollte das Kymation in der Weise dienen, dass die Oberkante der obersten Marmorlinthe von  $W$  in der ganzen Länge ihrer Stirn nach seinem Profile ausgefalzt zu denken ist, diese Falzung dann mit ihm wieder eingedeckt und geschlossen wurde. Bei diesem bloß stumpfen Fugenstosse von  $A$  gegen  $W$ , konnten an  $A$  deshalb geschliffene Stossbänder an den Kanten wegfallen, wie das früher gesagt ist. Zusammenstöße zweier Theile von ganz verschiedener Function und Kunstform, sind übrigens nicht selten: an den Räumlichkeiten hinter der Nordhalle kehren sie in merkwürdigen Beispielen wieder.

Auf ihrer jetzigen Stelle hat Pl.  $A$  nebst der festgebliebenen Pl.  $D$  zu einer Benutzung gedient, von welcher auf beiden technische, in der Zeichnung angegebene Merkmale zurückblieben, deren Arbeit ihre späte Abkunft deutlich verräth. Es sind theils vierseitige Löcher zum Einsatz von eisernen Gitterstäben, theils runde Pfannenlöcher für Wirbelzapfen leichter Thürflügel die sich häufig an nichtantiken zerstreuten Thürschwelen in der Akropolis finden: in den meisten ist noch Eisenrost bemerklich. Indem die Pfannenlöcher auf eine Thüranlage hinweisen welche vom Ende der Pl.  $A$  bis zum Ende von  $D$  reichte, möchte hier der Eingang zur Bastion [§. 9] bestanden haben, die allein von der Hochfläche zugänglich war, so dass dieser Thürverschluss auf Sperrung gegen unbefugten Eintritt in die Bastion hindeutet. Da mit  $D$  alle derartige Marken aufhören, so könnte die Frage der weiteren Absperrung von  $D$  ab auf dem Nordkranze zu der Vermuthung leiten, es sei dieselbe mit der für diesen Zweck noch auf Pl.  $E$  bis  $H$  erhaltenen Galerieschranke bewirkt worden, welche an die Thürpfoste auf  $D$  anschloss. Wenigstens spräche für das derzeitige Vorhandensein dieser Schranke hier, noch die Thatsache dass sich beim Abbruche der fränkischen Bastion keine Schrankentheile in derselben gefunden haben, wohl aber bedeutende Bruchstücke aus dem Schutte

der späteren türkischen Batterie auf der Bastion, hervorgezogen sind.<sup>10)</sup>

7. Wollte man einwenden es sei vielleicht die ausgeschossene Pl. *B'*, auf welche es bei der Längenberechnung des Kranzes und seiner Schranke von *W* bis *D* als ausschlaggebend ankommt, gleich anfangs unbrauchbar gewesen und deshalb gar nicht zur Verwendung gekommen, so beweist die stark mit Eisenrost gefärbte Bettung ihres Spitzdübels in der Schrankenlehre Fig. IX, dass sie wirklich einst gedient hat und die Schrankensole auf ihr gefestet war. Nach solchen Zeugnissen wird man zugeben wie berechtigt es meinerseits gewesen ist [Philolog. a. v. O. S. 52] die ehemalige Länge des Kranzes und der Schranke bis zum Krepidoma der Südhalle, oder was gleich ist, bis zu dessen Stirnpfeiler *W* auszudehnen, den ganzen Nordrand des Grundbaues daher mit der Schranke einzugrenzen. Natürlich musste der Grundbau an das Krepidoma und den Unterbau jener Halle stossen wenn er den Pfeiler *W* berührte, weil dieser eben beides zugleich abschliesst [vgl. §. 2, 1]. Es findet genau dasselbe statt wie bei der gegenüberliegenden Nordhalle; hier schliesst der gleiche Pfeiler den Unterbau sammt dem Krepidoma ab, weil die dritte Stufe des letzteren soweit verlängert ist dass ihre Endung die Stirn des Pfeilers bilden hilft,<sup>11)</sup> die vierte Stufe, aus schwarzem

10) Ross, Niketempel S. 2.

11) An der Nordhalle finden sich auf dieser verlängerten dritten Stufe, also der obersten Plinthe des Unterbaues, kurz vor Beginn des Pfeilerrückens, noch drei antike Spitzdübel in ihren Bettungen, jedoch bis zu diesen weggestossen. Sie verrathen zwar sicher das einstige Vorhandensein eines hier aufgesetzten Körpers, lassen aber dessen Gestalt fraglich. Dürfte man das Gleiche auf den Pfeiler *W* übertragen, dann wäre der schon von Anderen gemachte Vorschlag annehmbar, eines der Reiterbilder auf jeden Pfeiler zu setzen, deren zwei von Pausanias vor dem Eingange in die Propyläen erwähnt werden.

eleusinischem Marmor, aber nahe dem Rücken des Pfeilers endet. Eben so verhielt es sich mit der dritten und vierten Stufe des Krepidoma der Südhalle, Fig. III; zwar ist hier die Verlängerung der dritten Stufe bis in die Stirn von *W* jetzt verschwunden, die Spur ihres Lagers aber noch vorhanden. Gleicher Weise reichte auch die vierte Stufe aus demselben eleusinischen Marmor, bis nahe an den Rücken von *W*: das für sie geltende Lehrband auf der Plinthe unter ihr, bezeugt ihre ehemalige Länge, deren letzter Theil coupirt und verschwunden ist.

8. Gegen die Möglichkeit es könnte Pl. *B'* dem Westkranze entfallen sein, der grosse Lücken aufweist, streitet ihr Profilschnitt: dieser unterscheidet sie an einem bestimmten Merkmale scharf von den Platten jenes Kranzes. Den Beweis giebt die Vergleichung einer sehr zerstörten 2' 4" langen Platte *Y* in Fig. X, die ganz unleugbar im Westkranze gelegen hat. Das im doppelten Maasstabe gegebene Bruchstück ist bisher ebenfalls unbeachtet geblieben, deshalb jetzt von mir auf der Trümmerstätte jener Pl. *B'* Fig. IX gesellt, um dem Beschauer die Unterschiede beider vor Augen zu legen. Der Profilschnitt welcher vollständig kennbar erhalten ist, trägt als spezifisches Merkmal aller Platten welche vor dem Krepidoma des Tempels im Westkranze noch auf ihrer Stelle liegen, den Lehrabacus an sich. Der letztere ist im Krepidoma hier, nicht so wie in den übrigen drei Seiten des Tempels aus einer Lage selbstständiger Plinthen gebildet, sondern mit jeder Kranzplatte aus einem 1' 4" 6''' hohen monolithen Körper geschnitten, welcher die 1' 1" starken Platten des Nordkranzes um 3" 6''' an Stärke übertrifft. Grund und Ursache dieser Abweichung wird gleich [§. 5, 2] dargelegt werden.

(Fortsetzung folgt.)

## Mittheilungen nach amtlichen Quellen.

### Die Ausführung des Ochsenkopf-Tunnels auf der Linie Dittersbach-Glatz.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 27 bis 32 im Atlas.)

#### Allgemeines.

Die Linie Dittersbach-Glatz, die Verlängerung der Schlesischen Gebirgsbahn, kann wohl mit Recht die eigentliche Gebirgsbahn genannt werden, da höchst schwierige und bedeutende Bauausführungen sich hier auf eine verhältnissmässig kurze Strecke zusammengedrängt finden. Zu den bedeutendsten Bauausführungen gehören aufser den 8 grossen Viaducten die 3 Tunnels, von welchen der grösste, der rot. 1600 m lange Ochsenkopf-Tunnel, in Nachfolgendem eingehend erörtert werden soll.

Der Ochsenkopf-Tunnel (Blatt 27, Fig. 1 und 2), 1,2 Kilometer hinter dem Bahnhof Dittersbach gelegen, durchbricht, entgegen dem früheren Projecte, nach welchem eine Umgehung des die Waldenburger Kohlenmulde auf der östlichen Seite umschliessenden Gebirges beabsichtigt war, letzteres Gebirge in der Richtung von Nordwest nach Südost. Der Tunnel ist in gerader Linie gelegen. Die Gradiente (Blatt 27 Fig. 2) steigt von beiden Seiten nach der Mitte zu mit 1 : 500 an und hat in der Mitte eine Horizontale von 200 m Länge erhalten.

Die geognostischen Verhältnisse des zu durchtunnelnden Gebirges waren im Allgemeinen bekannt, jedoch mussten für die Bauausführungen sorgfältigere Untersuchungen vorgenommen werden.

Diese Untersuchungen sind auch im Jahre 1867 im ausgedehnten Maasse durch den Vortrieb von zwei ca. 82 resp. 64 m langen Stollen in der Richtung des Tunnels und durch Abteufung eines ca. 32 m tiefen, bis zur Tunnelsohle reichenden Schachtes zur Ausführung gelangt. Die aus den hierbei gewonnenen Resultaten gezogenen Schlüsse wurden bei der Durchtunnelung des betreffenden Gebirges im Allgemeinen bestätigt und haben zu dem auf Blatt 27 Fig. 2 dargestellten geognostischen Profile geführt, in welchem die einzelnen Gebirgsarten in ihren Schichtungen näher angegeben sind.

Der Ochsenkopf-Tunnel sowie auch die beiden andern Tunnels der Linie Dittersbach-Glatz sind eingeleisig ausgeführt. Für diese Ausführung waren nicht allein Ersparungsgründe, sondern auch der Umstand maassgebend, dass der Verkehr in den von der Bahn durchzogenen Gegenden

sich nur langsam zu einem bedeutenderen Aufschwung erheben und sich daher das Bedürfnis einer zweigeleisigen Tunnelanlage, wenn überhaupt, so doch erst in einer sehr späten Zeit geltend machen wird. Auch dürfte die eingeleisige Anlage besondere Schwierigkeiten dem Betriebe aus dem Grunde nicht bereiten, weil sämtliche Tunneln in der Nähe von Bahnhöfen gelegen sind und der Betrieb von dort aus leicht und sicher geregelt werden kann.

Die Arbeiten am Ochsenkopf-Tunnel haben am 10. August 1876 ihren Anfang genommen, und da von der Fertigstellung dieses Tunneln die Betriebseröffnung der ganzen Strecke abhängig war, so mußte auch die Arbeitsdisposition derart getroffen werden, daß die Vollendung nach Maaßgabe des Bau-Dispositionsplanes herbeigeführt werden konnte.

Für die Ausführung war ein Sohlenstollenbetrieb angenommen. Die Herstellung von Aufbrüchen in gewissen Entfernungen zur Eröffnung von Firststollen, der Ausbruch des ganzen Profils, sowie die Ausführung der übrigen Arbeiten wurde in der bei Sohlenstollen-Betrieb üblichen Weise vorgenommen. Da jedoch bei den Sprengarbeiten, besonders in dem westlichen Voreinschnitt, der vorgefundene sehr feste Sandstein bereits zu der Befürchtung Veranlassung gab, daß der Vortrieb des Sohlenstollens nicht den gewünschten Fortgang nehmen würde, so stellte sich die Nothwendigkeit heraus, um den Durchschlag projectmäßig bewirken zu können, bei Zeiten durch Abteufung eines Schachtes die Angriffspunkte zu vermehren und hierdurch den Arbeitsfortschritt zu beschleunigen. Dieser Schacht von 43 m Tiefe wurde ungefähr 150 m vom westlichen Tunnelmundloch zwischen Station 13 und 14 (Blatt 27 Fig. 2) abgeteuft und mit dem Vortrieb des Sohlenstollens mit Ort und Gegenort begonnen.

Nachdem der Durchschlag von dem vorgenannten Schacht aus nach dem westlichen Mundloch zu erfolgt war, und der Vortrieb des Sohlenstollens wieder nur von zwei Stellen aus erfolgen konnte, der Fortschritt der Arbeiten jedoch besonders bei der Durchörterung des äußerst festen Felsitporphyrs sich gegen alle Erwartung als ein sehr langsamer erwies, so war es angezeigt, bei Zeiten entweder wieder auf eine Vermehrung der Angriffspunkte oder auf die Einführung eines Bohrmaschinenbetriebes Bedacht zu nehmen. Von der Abteufung von Schächten behufs Vermehrung der Angriffspunkte mußte des bedeutenden, über der Tunnelsohle gelegenen, bis 170 m mächtigen Deckgebirges wegen abgesehen werden, und wurde deshalb ein Bohrmaschinenbetrieb ins Auge gefaßt.

Zu dieser Zeit war der Cochem'er Tunnel durchschlänglich, und da in Folge dessen die daselbst im Betrieb befindlichen Ferroux'schen Bohrmaschinen außer Betrieb gesetzt wurden, lag es in der Absicht der Bauverwaltung, diese Bohrmaschinen nebst den motorischen Anlagen für die Ausbruchsarbeiten im Sohlenstollen des Ochsenkopf-Tunnels käuflich zu erwerben. Nach Beseitigung der Bohrmaschinen-Anlagen an Ort und Stelle wurden dieselben jedoch wegen des bedeutenden Anlagecapitals und der sehr hohen Betriebskosten für die Arbeiten des Ochsenkopf-Tunnels nicht als geeignet befunden. Dagegen ergab sich, daß mit der Brandt'schen Bohrmaschine, welche ebenfalls während ihres Betriebes im Sonnenstein-Tunnel besichtigt wurde, günstige Resultate bei den Bohrarbeiten daselbst erzielt worden waren, und wurde dieselbe daher angekauft.

Bevor die mit dieser Bohrmaschine erzielten Resultate zur näheren Erörterung gelangen, sei eine kurze Beschreibung derselben vorausgeschickt.

#### Die Brandt'sche Bohrmaschine.

Die Brandt'sche Bohrmaschinen-Anlage läßt sich in 5 Haupttheile zerlegen; diese sind:

- 1) die eigentliche Bohrmaschine,
- 2) die Spannsäule,
- 3) die Druckrohrleitung,
- 4) die Dampfmaschine nebst den Pumpen,
- 5) der Accumulator.

Die Pressung des Bohrers an das Gestein, die Drehung desselben, sowie die Feststellung des ganzen Bohrgestelles wird durch hydraulische Vorrichtungen bewerkstelligt.

Der wichtigste und eigenthümlichste Theil der ganzen Anlage ist

##### 1. Die eigentliche Bohrmaschine (Bl. 31).

Der Bohrer *a* (Fig. 2) ist ein Kronenbohrer aus Gußstahl von 80 mm Durchmesser und 10 mm Wandstärke. Die Krone besteht aus 5 Zähnen, deren Breite der vollen Wandstärke des Bohrers entspricht. Die Arbeit des Bohrens besteht darin, daß die Zähne mit sehr starkem Druck in das Gestein gepreßt werden und beim langsamen Drehen des Bohrers dasselbe zermalmen und stückweise abbrechen. Hierdurch wird ein ringförmiger Cylinder von der Stärke der Bohrschneide ausgedreht, und bleibt sonach ein Gesteinskern stehen, welcher oft zerbröckelt, oft aber auch herausgebrochen werden muß. An den Wandungen des Kerns ist die Arbeit des Bohrers in regelmäßigen Schraubenlinien sichtbar.

Der mit großem Druck an das Gestein gepreßte Bohrer rotirt sehr langsam und macht in der Minute nur 5 bis 6 Umdrehungen; die Arbeit ist also ganz verschieden von derjenigen des Diamantbohrers, welcher ebenfalls ein Kernbohrer ist, aber mit geringem Druck sehr rasch rotirt (4000 bis 6000 Touren in der Minute) und so den ringförmigen Cylinder herausschleift.

Die Zähne der Bohrer werden angeschliffen, und erfordert diese Arbeit große Aufmerksamkeit, damit alle Zähne gleich lang sind und der wirksamste Kantenwinkel von 70 bis 80° herausgebracht wird.

Sobald ein Loch gebohrt werden soll, wird die betreffende Stelle mit dem Meißel etwas glatt gehauen, und dann mit dem Centrubohrer (Fig. 11 und 12) eine Fläche zum Angriff für den eigentlichen Kronenbohrer hergestellt. Der Centrubohrer ist ein nur 40 mm dicker Kronenbohrer, welcher in einen andern Bohrer von 80 mm Durchmesser eingesetzt ist und 60 mm über die Zähne desselben hinausragt. Hat sich dieser kleine Bohrer entsprechend weit in das Gestein hineingearbeitet, so kommt der größere mit seinen Zähnen zum Angriff, und da dieselben durch den kleinen Bohrer die nöthige Führung haben, so wird eine Angriffsfläche ohne Schwierigkeit vorbereitet.

Um das Bohrmehl mit dem Spülwasser abzuleiten, sind in die Außenfläche des Bohrers parallel der Längsachse flache Nuthen *x* eingearbeitet (Fig. 2, 11 und 12). Am hinteren Ende haben die Bohrer ein flaches Gewinde *g*, mit welchem sie auf das Gestänge aufgeschraubt werden. Das Gestänge *b* (Fig. 2) ist auch ein ringförmiger Cylinder

von demselben inneren, jedoch etwas kleinerem äußeren Durchmesser wie der Bohrer. Dasselbe besteht ebenfalls aus bestem Stahl und ist in mehreren Stücken von 10 bis 40 cm Länge vorräthig zu halten, um durch Zusammensetzen der Stücke den Bohrer je nach Bedürfnis verlängern zu können. Das vordere Ende der eigentlichen Bohrmaschine hat einen aufgeschraubten Deckel  $n$ , den sogenannten Gestängekopf (Fig. 1 und 2), mit einer Kapsel, in welche ein flaches Gewinde zur Aufnahme und zur Befestigung des Gestänges gedreht ist. Bohrer sowohl, als Gestänge haben kleine flache Vertiefungen  $p$  zum Angriff für den Schlüssel behufs Auseinanderschraubens der einzelnen Stücke.

Als fernere wichtige Bestandtheile der Maschine sind diejenigen Vorrichtungen zu nennen, welche dem Bohrer den gehörigen Vorschub sowie die rotirende Bewegung geben.

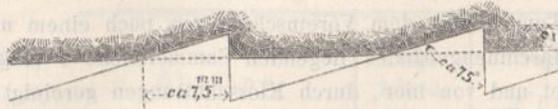
Zum Vorschub resp. zur Vorwärtsbewegung dient ein Kolben  $K$  (Fig. 2), dessen verstärktes hinteres Ende auf der den festen Stützpunkt bildenden Spannsäule  $S$  (Fig. 1 und 2) mit Hilfe zweier Befestigungsringe festgeschraubt wird und zur Erzielung eines guten Anschlusses an die Spannsäule cylindrisch ausgearbeitet ist. Auf dem Kolben  $K$  bewegt sich ein Cylinder  $C$ , welcher am hinteren Ende mit einer Stopfbüchse  $r$  und einer Ledermanschette versehen, am vorderen Ende mit dem vorhin erwähnten Gestängekopf  $n$  verbunden ist. Ein in letzterem befestigtes und in den Kolben ragendes Kupferrohr  $i$  von 13 mm lichter Weite dient zur Durchleitung des durch den Canal  $u$  eintretenden Spülwassers nach dem Bohrgestänge und dem Kronenbohrer. Auf den mittleren Theil des Cylinders ist das Schneckenrad  $Q$  aufgekeilt, welches durch die rechtsgängige Schnecke  $s$  (Fig. 3) bewegt wird. Die drehende Bewegung der Schnecke wird durch zwei rechts und links davon liegende Wassersäulen-Maschinen  $M$  (Fig. 1 und 3) bewirkt. Die beiden Kurbeln der Schnecke stehen in einem Winkel von  $90^\circ$  zu einander, und die davor liegenden Schieberkurbeln stehen wiederum zur Hauptkurbel in einem Winkel von  $90^\circ$ , jedoch mit einer Excentricität von 20 mm. Die Schneckenwelle ruht zu beiden Seiten der Schnecke in je einem Lagerständer  $l$ , welcher an dem einen Ende der Führungswange  $f$  resp.  $f'$  festgeschraubt und mit dem Cylinder und Schieberkasten der Wassersäulen-Maschine zu einem Stücke vereinigt ist, (Fig. 2 und 3). Die Führungswangen  $ff'$  gleiten bei der Vor- und Rückwärtsbewegung der Maschine in je zwei Führungsleisten, welche zu beiden Seiten an dem verstärkten Ende des Kolbens  $K$  angebracht sind.

An der Wange  $f'$  befindet sich eine Hülse  $m$  (Fig. 1 und 2), welche zur Aufnahme des unten näher beschriebenen Kettenrohres  $W$  (Fig. 1, 2 und 6) bestimmt ist. An der vorderen Seite der Hülse  $m$  liegt das 13 mm starke Rohr  $o$  mit eingeschaltetem Ventil  $b$ , welches das für die Wassersäulen-Maschinen erforderliche Druckwasser zuleitet. Dicht hinter diesem Ventil theilt sich das Rohr  $o$  in zwei Stränge, von denen der eine dem linksseitigen, der andere dem rechtsseitigen Schieberkasten der Wassersäulen-Maschinen das Wasser zuführt. Der Arbeitskolben  $K'$  der Wassersäulen-Maschinen (Fig. 3) ist ein Differentialkolben, und verhalten sich die beiden Druckflächen desselben wie 1 : 2. Die kleine ringförmige Druckfläche des Kolbens steht durch den Canal  $v$  mit dem inneren Raum des Schieberkastens und

dieser durch das Rohr  $o$  mit der Druckleitung  $W$  in fortwährender Verbindung. Die Schieberstange  $g$  vermittelt die Zuführung des Arbeitswassers nach der größeren Druckfläche des Kolbens, so wie die Regulirung des Ausflusses. Am Boden des Arbeitscylinders  $z$  ist ein kleines selbstthätig wirkendes Ventil  $y$  (Fig. 3) angebracht, durch welches das gegen Ende des Kolbenhubes noch eingeschlossene Wasser durch einen Canal auf die andere Seite des Kolbens resp. wieder nach dem Druckrohr zurückgeleitet wird. Durch diese Einrichtung wird jeder Stofs, welcher bei der Uncompressirbarkeit des Wassers und der raschen Gangart des Apparates sonst erfolgen müßte, vermieden, und ein regelmäßiger Gang der Maschine herbeigeführt. Das gebrauchte Wasser des rechtsseitigen Motors wird durch ein Kettenrohr  $W'$   $W'$  (Bl. 30 Fig. 1) und durch den Canal  $u$  (Bl. 31 Fig. 2) in den Kolben  $K$  geführt und als Spülwasser benutzt. Das gebrauchte Wasser des linken Cylinders wird durch einen Schlauch  $W^2$  (Blatt 30) nach der Stollensohle abgeführt, der Wasseraustritt erfolgt nur beim Niedergange des Kolbens.

Der Kolben  $K$  wirkt ebenfalls als Differentialkolben. Die beiden gedrückten Flächen, nämlich die schmale Ringfläche  $o'$  und die gedrückte vordere Kolbenfläche, verhalten sich wie 1 : 5,75. Durch den Hahn  $h$  (Batt 31 Fig. 1 u. 2) und das 3 mm weite Kupferrohrchen  $d'$  (Fig. 1) kann das Druckwasser aus der Hülse  $m$  in die beiden Canäle  $k$  und  $k'$  (Fig. 2, 3 und 4) treten. Die kleinere Fläche des Differentialkolbens steht durch den Canal  $k'$  stets mit dem Druckwasser in Verbindung. Wenn aber der Hebel  $t$  (Fig. 1) an seinem freien Ende gehoben und dadurch der an dessen kürzerem Arm befestigte Vertheilungsschieber  $t'$  abwärts gedrückt wird, so communicirt das Druckwasser nicht nur mit dem Canale  $k'$ , sondern gleichzeitig auch mit dem Canale  $k$ , welcher dasselbe auf die große Fläche des Kolbens resp. auf den großen Deckel des Cylinders  $C$  leitet. Dadurch wird der Cylinder nebst Bohrgestänge etc. nach vorn getrieben und der Bohrer in das Gestein geprefst. Drückt man den Hebel  $t$  dagegen an seinem freien Ende herab, so hebt sich der Schieber, das vor dem Kolben befindliche Wasser geht durch den Canal  $k^2$  (Fig. 4) ins Freie, und das auf die Ringfläche  $o'$  drückende Wasser treibt den Cylinder auf dem Kolben zurück.

Aus den Kolbendurchmessern von 110 resp. 100 mm berechnen sich die Kolbenflächen auf rot. 95 resp. 79 qcm. Die gedrückte Ringfläche  $o'$  enthält demnach  $(95 - 79) = 16$  qcm und die vordere Kolbenfläche mit Abzug der durch das Rohr  $i$  in Anspruch genommenen etwa 3 qcm großen Fläche  $(95 - 3) = 92$  qcm; es wird daher bei einer Spannung des Druckwassers von 150 Atmosphären der Vorschub mit einer Kraft von  $150 \cdot (92 - 16) = 11400$  kg ausgeübt und durch das Gestänge auf den Bohrer übertragen, mithin jede der 5 Schneidekanten mit  $\frac{11400}{5} = 2280$  kg gegen das Gestein geprefst. Ist beispielsweise der lineare Fortschritt des Bohrers im festen Gestein 12 mm pro Minute, so drückt sich die Kante, da die Maschine 6 Umdrehungen pro Minute macht, stets  $\frac{12}{6} = 2$  mm tief in das Gestein hinein; bei 10 mm Länge der Kante und einem Kantenwinkel von ca.  $75^\circ$  liegt der Druck mithin auf einer Fläche von rot.  $7,5 \cdot 10 = 75$  qmm, oder der Druck beträgt



pro qcm =  $\frac{100}{75} \cdot 2280 = 3040$  kg. Die Rückbewegung des Kolbens findet mit einer Kraft von  $150 \cdot 16 = 2400$  kg statt. Es ist also durch Handhabung des Hebels  $t$  die Hin- und Herbewegung der Maschine leicht zu bewerkstelligen.

Die Schneckenwelle ist von Gußstahl, die meisten übrigen Theile von Bronze.

#### 2. Die Spannsäule.

Die Spannsäule  $S$ , deren Construction auf dem Princip einer hydraulischen Presse mit Differentialkolben beruht, ist auf Bl. 31 Fig. 5 und auf Bl. 30 Fig. 1 dargestellt. Dieselbe besteht aus dem Cylinder  $C'$  und dem verschiebbaren, mit einer Vorrichtung zum Einströmen des Druckwassers versehenen Kolben  $K^2$ .

Der Cylinder wird durch ein schmiedeeisernes Rohr von 173 mm äußerem Durchmesser und 8 mm Wandstärke gebildet, welches an dem einen Ende mit einem eingeschraubten, durch mehrere radiale Schrauben gehaltenen Kopf  $a$  verschlossen und durch eine Ledermanschette  $e$  abgedichtet ist. Das andere Ende des Cylinders ist mit einem 90 mm breiten, 16,5 mm starken schmiedeeisernen Ring  $s$  armirt, welcher, warm aufgezo-gen, die Cylinderwand auf eine Länge von 50 mm umschließt. Zur sicheren Befestigung sind 2 Schrauben durch den Ring bis in die Cylinderwand eingepohrt. In dem oberen Theil des Ringes ist eine Stopfbuchse von Bronze  $q$  mittelst Gewindegänge eingeschraubt, unter welcher außerdem eine Ledermanschette zum Abdichten eingelegt ist.

Der gußeiserne Kolben  $K^2$  der Spannsäule ist ein Differentialkolben, und wird die Bewegung desselben durch die zwei im Innern angebrachten 5 mm weiten Röhrrchen bewirkt, welche das Druckwasser entweder vor den Kolben in den Cylinderraum  $C'$ , oder in den ringförmigen Raum  $o^3$  treten lassen. Die Verbindung dieser Röhrrchen mit der Druckleitung wird durch ein dünnes Kupferrohr  $d$  hergestellt und der Dreiweghahn  $p$  bewirkt durch Umstellen das Einströmen des Wassers in die eine oder andere Röhre, je nachdem der Kolben vor- oder rückwärts gehen soll. Durch das Herauspressen des Kolbens spannt sich die Säule zwischen zwei Flächen (Ortsstöße) fest. Die Durchmesser des Kolbens sind 156 resp. 146 mm, die Kolbenflächen berechnen sich daher auf 191 resp. 167 qcm und die gedrückte Ringfläche  $o^3$  auf  $(191 - 167) = 24$  qcm. Das Verspannen der Säule erfolgt daher bei einem Wasserdruck von 150 Atmosphären mit einer Pressung von  $150 \cdot (191 - 24) =$  rot. 25000 kg und das Zurückziehen mit einer Kraft von  $150 \cdot 24 = 3600$  kg; hiernach kann die Säule unverrückbar festgestellt und ebenso auch leicht abgerüstet werden.

Ist die Säule fest gegen die Stollenstöße gespannt, so wird der Stellring  $m$  fest angezogen, damit, im Fall der Druck in der Rohrleitung aufhört, die Säule nicht herabfallen kann.

#### 3. Die Druckrohrleitung.

Die Druckrohrleitung kann als aus 2 Theilen bestehend angesehen werden, nämlich aus einem festliegenden und

einem beweglichen Theil, letzterer wird das Kettenrohr oder der Kettenschlauch genannt.

Das Wichtigste beim Kettenrohr bilden die Gelenke (Bl. 31 Fig. 6 und Bl. 30 Fig. 1). Dieselben sind aus einer Hülse und einem Kegel mit zwischenliegendem 30 cm langem schmiedeeisernen Rohre zusammengesetzt. In der Hülse sind 2 Lederstulpen durch Stopfbuchsen gehalten. Die Kegel, welche in diese Stopfbuchsen geführt werden, sind hohle Kniestücke von Bronze, an deren eingepaßtem Theil vierkantige, durchgehende Löcher von 8 à 20 mm Querschnitt sich befinden. Der Raum zwischen den beiden Stopfbuchsen gestattet bei jeder Drehung des Kegels den Durchgang des Wassers. Die Verbindung zwischen den beweglichen und unbeweglichen Theilen der Rohrleitung ist durch den, einen Seiher enthaltenden Rohrkopf  $K$  (Blatt 30 und Fig. 14 auf Blatt 32) hergestellt, an welchem das dünne, zur Spannsäule führende Kupferrohr  $d$  (Blatt 30) angebracht ist. In diesem Rohrkopfe werden sämtliche, durch das Druckwasser mitgeführte Gegenstände (Steinchen, Holzspäne etc.) durch den Seiher festgehalten.

Der unbewegliche Theil der Rohrleitung besteht aus einem Rohrstrange von 26 mm lichter Weite, dessen einzelne Stücke in verschiedenen Längen durch Flanschen verbunden und durch zwischenliegende Lederringe gedichtet sind, und aus der 52 mm weiten Leitung von 4 m langen Stücken, deren Verbindung durch Muffen mit Links- und Rechts-Gewinde hergestellt und durch zwischengelegte Kupferscheiben gedichtet ist.

Zwischen der schwächeren Rohrleitung vor Ort und der stärkeren ist ein Hahn eingeschaltet, damit die schwächere Leitung beim Abthun der Schüsse weggenommen werden kann. Der Hahn dient zugleich zur Ventilation mittelst Wasserstaubes, und zwar in folgender Weise: Sobald die Schüsse abgethan sind, wird vor dem Hahn ein Blechsieb befestigt und dann bei fortgesetztem starken Pumpen das Wasser als Wasserstaub aus den einzelnen Löchern herausgepreßt. Dieser Wasserstaub ist durch Condensation der Sprenggase außerordentlich wirksam, erzeugt auch eine merkliche Abkühlung des Arbeitsraumes, so daß alsbald eine natürliche Ventilation eintritt.

In der Rohrleitung sind in Entfernungen von ca. 120 m stopfbuchsenartige Dilatationsvorrichtungen (Blatt 32 Fig. 15) angebracht.

#### 4. Die Dampfmaschine nebst den Pumpen.

Die Dampfmaschine (Blatt 32 Fig. 16, 17 und 18) ist eine Zwillingsmaschine, die Cylinder haben einen Durchmesser von 240 mm, der Kolbenhub beträgt ebenfalls 240 mm, die Tourenzahl ca. 85 pro Minute. Die Leistung der Maschine beläuft sich auf ca. 20 Pferdekräfte. Der Dampfkolben ist mit dem Pumpenkolben auf einer Stange befestigt. Beide Pumpen liefern ein Wasserquantum von ca. 150 l pro Minute.

Die Pumpen (Blatt 31 Fig. 7, 8 u. 9) sind doppelt wirkend; die Saugventile sind in Flanschen geschliffen, in welchen die Saugröhren eingelöthet sind. Die Saugröhren, deren Länge 1,6 m beträgt, haben am unteren Ende eine trichterförmige Erweiterung und werden durch ein siebartiges Blech abgeschlossen. Sämmtliche Sauger liegen in einem Reservoir von 3 m Länge, 2 m Breite und 2 m Tiefe. Jede

Pumpe giebt das aufgesaugte Wasser durch die Druckventile und ein gemeinschaftliches in der Mitte der Pumpen aufgeschraubtes Rohr in die Druckleitung. Kurz bevor die beiden Druckrohre der Pumpe sich in einem gußeisernen Gehäuse vereinigen, ist in jedem ein Ventil *o* (Blatt 32 Fig. 18) von 52 mm lichter Weite eingeschaltet, welches den Zweck hat, jede Pumpe für sich allein arbeiten zu lassen, so daß das Wasser der einen Pumpe die Druckventile der anderen Pumpe nicht belasten kann. Von dem Gehäuse aus wird dann das Wasser in die festliegende Rohrleitung und in derselben entlang der Stollensohle bis zur Arbeitsstelle vor Ort geführt. Auch ist an geeigneter Stelle das Verbindungsrohr zum Accumulator, sowie die Leitung zum Regulirventil angebracht.

#### 5. Der Accumulator.

Der Accumulator, auf Blatt 31 Fig. 10 dargestellt, besteht aus 4 Haupttheilen:

- 1) dem Untersatz und Kopf *a* und *b*,
- 2) der Stange *s*,
- 3) dem Gewicht *p*,
- 4) dem Verbindungsgehänge *h*, zwischen Stange und Gewicht.

Der Untersatz ruht auf zwei quer durch das Maschinenhaus gehenden, 2,3 m hoch vom Fußboden gelegenen Balken, welche durch vier, den Bewegungsraum des Gewichtes begrenzende Ständer in je 1 m Entfernung unterstützt sind. Auf dem Untersatz befindet sich der Kopf, die obere Führung der Stange. Das Wasser tritt durch das Rohr *v* in das Innere des Untersatzes ein und drückt von unten gegen den Ansatz der Stange.

Das durch einen Stein gebildete Gewicht repräsentirt mit Stange und Gehänge zusammen einen Druck von 100 Atmosphären, welcher jedoch durch weitere Belastung mit gußeisernen Platten beliebig erhöht werden kann. Wird nun die Spannung in der Rohrleitung höher als 100 Atmosphären, so preßt das Wasser die Stange in die Höhe, bis der Ansatz derselben über die Dichtung *m* tritt; sobald dies geschehen, geht das Wasser durch das Abgangsrohr *o* wieder nach dem Reservoir zurück; auf diese Weise regulirt sich der Druck immer von selbst. Außerdem dient zur Regulirung noch ein Ventil, welches beim Stande des Maschinisten, der das Dampfventil bewegt, rechts zur Hand an der vorhin erwähnten Rohrleitung angebracht ist. Dieses Regulirventil erfordert die ganze Aufmerksamkeit des Maschinisten, namentlich beim Angehen der Maschine; dasselbe muß vorerst geöffnet werden, damit der sich entwickelnde Druck in der Rohrleitung abgelassen wird, um die Maschine erst auf die nothwendige Tourenzahl, sowie einen regelmäßigen Gang zu bringen. Während des Betriebes ist es ebenfalls nöthig, durch dieses Ventil den Druck zu reguliren, damit der Accumulator nicht unnöthig den starken Erschütterungen ausgesetzt wird, welche mit dem Ablassen des Wassers durch das Rohr *o* verbunden sind.

Die geringste Veränderung oder Störung in dem Betriebe der Bohrmaschine vor Ort ist sofort an der Bewegung des Accumulators zu bemerken, wodurch eine ausreichende Verständigung des Maschinisten von der Arbeitsstelle aus erzielt wird.

Auf Blatt 29 ist in Fig. 11, 12, 13, 14 das am Ochsenkopf-Tunnel eingerichtete Maschinenhaus dargestellt.

Das zum Bohren nöthige Wasser wurde durch Canäle vom Tunnel und dem Voreinschnitt aus nach einem unweit des Maschinengebäudes liegenden Sammelteiche *i* (Fig. 15) geleitet und von hier, durch Kiesschüttungen gereinigt, aus dem nebenliegenden Pumpenschachte nach dem Reservoir *e* (Fig. 11) gepumpt. Damit nicht durch unnöthiges Hin- und Hertransportiren zuviel Zeit verloren ginge, war nahe beim Maschinenhause (Fig. 15) eine Versuchsstation (kleiner Stollen) zur Abnahme der Bohrmaschinen, bevor dieselben nach stattgehabter Reparatur in den Tunnel eingeführt wurden, errichtet, da sich Fehler an den Bohrmaschinen häufig erst zeigen, nachdem dieselben einige Minuten in Betrieb gewesen sind. In der Versuchsstation wurden verschiedene Gebirgsarten der Umgegend mit Cement eingemauert, um die Leistung der Maschinen in allen solchen Gebirgen, welche im Stollen vorkommen, zu erproben.

#### Handhabung der Bohrmaschine.

Blatt 30 zeigt die aufgestellte, durch die Spannsäule befestigte Bohrmaschine mit allen Theilen, welche zur Inangangsetzung nöthig sind. Es bezeichnet darin:

*a* Bohrer, *b* Gestänge, *n* Gestängekopf, *C* Cylinder über dem Vorschubkolben, *Q* Schnecke, *M* Wassersäulen-Maschine, *S* Spannsäule, *K*<sup>2</sup> Kolben derselben, *m* Hülse zur Aufnahme des Kettenrohres *W*, *b* Ventil für die Wassersäulen-Maschinen, *h* Hahn für das Zuleitungsrohr *d'* zu dem Vorschubcylinder, *t* Hebel für den Vertheilungsschieber, *d* Zuleitungsrohr zur Spannsäule, *k* Rohrkopf mit dem Seiher, *e* Druckrohrleitung.

Nach dem Abthun und Abräumen der Schüsse werden die gewonnenen Felsmassen zurückgeworfen und über dieselben hin die Bohrapparate vor Ort transportirt. Sodann wird die Spannsäule aufgestellt, durch das Kupferrohr mit dem Rohrkopf verbunden und durch Einlassen des Druckwassers gespannt. Hiernach wird die Bohrmaschine aufgelegt, in die Richtung gebracht, durch die beiden auf der Spannsäule beweglichen Ringe mit Schrauben festgestellt und durch das Kettenrohr mit der Druckrohrleitung verbunden, worauf der Bohrer vermittelst der einzelnen Gestängestücke dicht an das Gestein geführt wird. Sind dann noch die Schläuche für das abgehende Wasser gehörig angebracht, so öffnet man erst das Ventil *b* und läßt die Wassersäulen-Maschinen arbeiten, hiernach den Hahn *h* und den Vertheilungsschieber, wodurch der Vorschub bewirkt wird, und es beginnt dann die Arbeit des Bohrens, bei welcher der betreffende Arbeiter je nach der Umdrehungsgeschwindigkeit des Bohrers und der Festigkeit des Gesteins den Vorschub durch theilweises Oeffnen und Schließen des Hahnes regeln muß.

#### Arbeitsleistung.

In der nachfolgenden Tabelle A sind die erzielten sehr günstigen Resultate des Arbeitsfortschritts bei den vorgefundenen außerordentlich festen Gesteinen und zwar für Handbetrieb und für Maschinenbetrieb zur Anschauung gebracht.

#### Sohlenstollen-Handbohrbetrieb.

Bei Feststellung der Accordsätze ist die Annahme zu Grunde gelegt, daß ein tüchtiger Häuer 3 *M.* im Durchschnitt pro Schicht von 8 bis 12 Stunden verdienen muß. Bei den anfänglich gezahlten Accordpreisen variierte der

Tabelle A.

Station		Aufgefahrene Länge lfd. m	Durchschnittliche Tagesleistung		Gebirgsart.
von	bis		bei Hand-Bohrarbeiten lfd. m	bei Maschinen-Bohrarbeiten lfd. m	
12 + 20 m	15 + 36 m	316	0,70	—	Kohlensandstein, weniger fest.
15 + 36 m	16 + 45 m	109	0,40	1,4	Fester Felsitporphyr.
16 + 45 m	17 + 37 m	92	1,3	2,35	Sandstein mit Porphyrconglomeraten abwechselnd, ziemlich weich.
17 + 37 m	17 + 88 m	51	—	1,0	Porphyrconglomerate.
17 + 88 m	17 + 98 m	10	—	1,5	Porphyrconglomerate mit Lösungen (thoniges Bindemittel).
17 + 98 m	18 + 62 m	64	—	0,8	Feste Porphyrconglomerate ohne Lösungen, mit Kieselschieferbrocken.
18 + 62 m	21 + 70 m	308	0,5	—	Wie vor.
21 + 70 m	23 + 32 m	162	0,7	—	Feinkörnige rothe Porphyrconglomerate.
23 + 32 m	26 + 35 m	303	1,0	—	Graue Conglomerate mit thonigem Bindemittel.
26 + 35 m	28 + 10 m	175	0,5	—	Fester Kohlensandstein.

Durchschnittsverdienst wegen der verschieden zusammengestellten Arbeitergruppen (Italiener, Tyroler, Tunnelarbeiter aus Oberschlesien, Arbeiter von den nahegelegenen Kohlengruben etc.) außerordentlich, weshalb behufs Feststellung eines richtigen Gedingepreises die umfassendsten Versuche über die Leistungsfähigkeit der Bohrarbeiter gemacht werden mußten.

Bei Feststellung des Gedingepreises wurde als Normal-Durchschnittslohn 3 M. pro Schicht zu Grunde gelegt, und beträgt alsdann die Ausgabe pro Schicht bei zweimännischem Bohren 6 M. Bei einer 8-stündigen Schicht wird zweimal abgeschossen und dadurch die Arbeitszeit wegen der nöthigen Ventilation und der gesetzlichen Wartezeit während des Abthuns der Schüsse um 1 Stunde verringert, es verbleiben mithin 7 Stunden Arbeitszeit, welche mit 6 M. in Rechnung zu stellen sind.

In dieser Zeit wird die Arbeit des Bohrens, das Räumen der Löcher von Bohrmehl, das Wechseln der Bohrer, Besetzen der Schüsse, Abtreiben nach dem Schiefsen, Abräumen und Beiseitewerfen der hereingesprengten Gesteinsmassen etc. verrichtet. Die erforderliche Zeit zu diesen letztgenannten Arbeiten steht im geraden Verhältniß zu der Gesamtlänge der in einer Schicht gebohrten Löcher und die letztere wieder in demselben Verhältniß zu dem im betreffenden Gestein geleisteten linearen Fortschritt des Bohrens pro Minute. Aus den hier gemachten Erfahrungen ergab sich, daß auf eine Minute Zeit des wirklichen Bohrens 1 1/2 Minuten für die oben genannten Arbeiten zu rech-

nen sind. Die wirkliche Bohrminute erfordert also eigentlich 2 1/2 Minuten Arbeitszeit. Da nun, wie oben angegeben, die Minute wirklicher Arbeitszeit  $\frac{6 \text{ M.}}{7 \cdot 60} = 0,0143 \text{ M.}$  kostet, so macht dies für die eigentliche Bohrminute  $2,5 \cdot 0,0143 = \text{rot. } 0,04 \text{ M.}$

Um einen richtigen und angemessenen Gedingepreis für das Ausbrechen des Stollens zu erhalten, sind zu den Kosten für die Bohrarbeit etc. noch diejenigen Beträge hinzuzurechnen, welche für Beschaffung des erforderlichen Sprengmaterials verausgabt werden müssen. Für Gezähe und Geräte war ein Zuschlag nicht zu machen, da dieselben von der Bauverwaltung geliefert und unterhalten wurden. Bezeichnet nun

- n die Gesamtlänge der für einen cbm Ausbruch nöthigen Bohrlöcher,
- m den bei den einzelnen Gesteinsarten durch verschiedene Beobachtungen ermittelten linearen Bohrfortschritt pro Minute,
- a die Kosten für Sprengmaterial, welche durch Beobachtungen für 1 cbm Ausbruch ermittelt wurden,
- P den Gedingepreis pro cbm Ausbruch,

so ist: 
$$P = \left( \frac{n}{m} \cdot 0,04 + a \right) \text{ M.}$$

Hiernach ergeben sich die in Tabelle B zusammengestellten Gedingepreise pr. cbm Ausbruch des Sohlenstollens bei 6,25 bis 8,4 qm Fläche des Ortsstolzes.

Tabelle B.

Gesteinsart.	Gesamtlänge der pr. cbm nöthigen Bohrlöcher in Metern	Linearer Bohrfortschritt pro Minute in Metern	Kosten der Bohrzeit	Kosten des pr. cbm Ausbruch nöthigen Sprengmaterials	Berechneter Gedingepreis in M.
	n	m	$\frac{n}{m} \cdot 0,04$	a	
1. Weniger fester Sandstein . . . . .	1,0	0,075	rot. 0,5	4,5	5,00
2. Fester Sandstein . . . . .	2,5	0,040	2,5	5,0	7,50
3. Felsitporphyr . . . . .	3,5	0,028	5,0	7,0	12,00
4. Derselbe ohne Lösungen . . . . .	4,5	0,028	rot. 6,5	7,5	14,00
5. Porphyrconglomerat . . . . .	4,5	0,025	rot. 7,0	7,0	14,00
6. Porphyrconglomerat ohne Lösungen, mit Kieselschieferbrocken . . . . .	5,5	0,025	rot. 9,0	7,0	16,00

Die Durchschnittsergebnisse, welche während des Betriebes der Arbeiten gemacht sind, bestätigen die Richtigkeit

der Annahmen bei Aufstellung des Gedingepreises, wie die nachfolgende Tabelle C erweist.

Tabelle C.

Laufende Nr.	Beschreibung der Gesteinsarten	Gedingepreis pr. cbm Stollen in $\mathcal{M}$	Gesamtlänge der pr. cbm Ausbruch nöthigen Bohrlöcher in m	Linearer Bohrfortschritt pro Minute in m	Hiernach kostet 1 cbm an Bohrarbeit bei 0,04 $\mathcal{M}$ pr. Min. Bohrzeit	Pro cbm waren an Sprengmaterial nöthig in kg	Hiernach kostet 1 cbm an Sprengmaterial bei 3 $\mathcal{M}$ p. kg Sprengmat.	Hiernach be-rechnen sich die Gesamtkosten pro cbm in $\mathcal{M}$	Bemerkungen.
			$n$	$m$	$\frac{n}{m} \cdot 0,04$	$a$	$P$		
1	Weniger fester Sandstein.	5,00	1,0	0,075	0,53	1,5	4,5	5,03	Die Differenzen zwischen dem in der ersten Rubrik festgesetzten Gedingepreis und den in der letzten Rubrik berechneten wirklichen Gesamtkosten sind auf geringere Arbeitszeit bei außerordentlicher Nässe vor Ort, bei lfd. Nr. 9 aber namentlich darauf zurückzuführen, daß die Italiener gegen andere Arbeiter bei demselben Gestein einen größeren linearen Fortschritt erzielten.
2	Fester Sandstein mit Lösungen	7,50	2,5	0,040	2,50	1,6	4,8	7,30	
3	Festes Porphyrconglomerat mit thonigem Bindemittel ohne Lösungen	7,50	3,5	0,050	2,80	1,6	4,8	7,60	
4	Wie vor mit starkem Wasserdrang	10,00	3,5	0,050	2,80	1,7	5,1	7,90	
5	Felsitporphyr mit Lösungen	12,00	4,0	0,028	5,72	2,0	6,0	11,72	
6	Felsitporphyr ohne Lösungen und Klüfte	14,00	4,5	0,028	6,43	2,3	6,9	13,33	
7	Porphyrconglomerat fast ohne Lösungen (thoniges Bindemittel)	14,00	4,3	0,025	6,88	2,4	7,2	14,08	
8	Porphyrconglomerat mit Kieseischiefer und Quarzbrocken, sehr fest, ohne Lösungen	16,00	5,7	0,025	9,12	2,4	7,2	16,32	
9	Felsitporphyr mit starkem Wasserdrang	22,00	4,5	0,028	6,43	2,5	7,5	13,93	
10	Porphyrconglomerat fast ohne Lösungen (thoniges Bindemittel) beim Schachtarbeiten	18,00	7,5	0,040	7,50	3,3	9,9	17,40	

Die Annahmen, welche der Ermittlung der Gedingepreise zu Grunde gelegt wurden, finden auch ihre Bestätigung bei den vorgenommenen Vollaussbrucharbeiten, deren

Resultate hier beispielsweise unter Bezugnahme auf die nach folgenden Erläuterungen erwähnt sein mögen.

Tabelle D.

Laufende Nr.	Beschreibung der Gesteinsarten.	Gedingepreis pr. cbm Vollaussbruch in $\mathcal{M}$	Gesamtlänge der pr. cbm Ausbruch nöthigen Bohrlöcher in m	Linearer Bohrfortschritt pro Minute in m	Hiernach kostet 1 cbm an Bohrarbeit bei 0,04 $\mathcal{M}$ pr. Min. Bohrzeit	Pro cbm waren an Sprengmaterial nöthig in kg	Hiernach kostet 1 cbm an Sprengmaterial bei 3 $\mathcal{M}$ p. kg Sprengmat.	Hiernach be-rechnen sich die Gesamtkosten pro cbm in $\mathcal{M}$ incl. 3,5 $\mathcal{M}$ Verzimmerrungskosten	Bemerkungen.
			$n$	$m$	$\frac{n}{m} \cdot 0,04$	$a$	$P$		
1	Weniger fester Sandstein.	6,50	1,0	0,075	0,53	0,6	1,80	5,83	Bei Gebirge pos. 1—3 reicht der constante Factor von 3,5 $\mathcal{M}$ für Verzimierung nicht aus, da hier die letztere viel sorgfältiger ausgeführt werden muß und deshalb mehr Zeit erfordert.
2	Fester Sandstein mit Lösungen	8,00	2,0	0,040	2,00	0,8	2,40	7,90	
3	Festes Porphyrconglomerat mit thonigem Bindemittel ohne Lösungen.	8,00	2,4	0,050	1,92	0,7	2,10	7,52	
4	Felsitporphyr mit Lösungen	10,00	2,5	0,028	3,57	1,3	3,90	10,97	
5	Felsitporphyr ohne Lösungen und Klüfte	12,00	3,0	0,028	4,29	1,5	4,50	12,29	
6	Porphyrconglomerat fast ohne Lösungen (thoniges Bindemittel)	12,00	3,2	0,025	5,12	1,3	3,90	12,52	
7	Porphyrconglomerat mit Kieseischiefer u. Quarzbrocken, sehr fest, ohne Lösungen.	13,00	4,5	0,025	7,20	1,3	3,90	14,60	

Wenn auch die Schichten in den Vollaussbrüchen 12-stündig verfahren werden, so kann der constante Factor von 0,04  $\mathcal{M}$  für die Minute Bohrzeit doch auch hier als maafsgebend angenommen werden, da bei 12-stündigen Schichten nicht allein öfters gesprengt, sondern auch ein Verlust an Arbeitszeit durch die nöthigen Mahlzeiten herbeigeführt wird, außerdem aber der häufig sehr beschwerliche Stand bei der Arbeit die Leistung erheblich beein-

trächtigt. Ausser der in Rechnung zu bringenden Bohrzeit und den Kosten für Sprengmaterial muß bei den Vollaussbrüchen ein Zusatz für die Verzimierung hinzugefügt werden, welcher sich für die hierorts eingeführte Verzimierung wie folgt berechnet: Bei einem Vollaussbruch von 10 m Länge werden 4 Gespärre mit 8 Wandruthen eingebaut, und erfordert diese Arbeit incl. Aufbringen der provisorischen Verzimierung auf die Hilfslager, Ergänzen der Stollenzimme-

zung bei vorrückendem Schwellenvorbruch, sowie aller sonstigen Nebenarbeiten 230 Schichten à 3  $\mathcal{M}$  = 690  $\mathcal{M}$ . Rechnet man nach Abzug des First- und Sohlenstollens auf 10 m Länge noch 200 cbm Vollaussbruch, so kommt auf 1 cbm Vollaussbruch ein Zuschlag von  $\frac{690}{200} = \text{rot. } 3,5 \mathcal{M}$ .

#### Sohlenstollen-Maschinenbetrieb.

Wenn schon nach den gemachten Versuchen bei dem milden Gestein am Pfaffenberg-Tunnel und auch im Sonnenstein-Tunnel (Kalk und Dolomit) ein Druck von 70 bis 100 Atmosphären genügte, um die Brandt'sche Bohrmaschine ohne grössere Störungen in Betrieb zu erhalten, so zeigte sich hier bei dem sehr festen Gestein, daß die motorische Anlage, welche eigentlich nur eine provisorische war, den Anforderungen nicht entsprach; ebenso erwiesen sich die zwei übernommenen Bohrmaschinen für das harte Gestein wegen der öfters vorzunehmenden Reparaturen nicht als ausreichend. Es wurden deshalb neue Doppelpumpen beschafft,

um mit einem Druck von 100 bis 150 Atmosphären, welchen das zu durchörternde Gestein erforderte, arbeiten zu können. Sodann wurde aus den beiden Dampfmaschinen eine Zwillingmaschine mit einem gemeinschaftlichen Schwungrad hergestellt, ferner noch eine Spannsäule, eine dritte Bohrmaschine, sowie verschiedene Reservetheile beschafft.

In Folge der vielen nothwendigen Reparaturen und Abänderungen an der Maschine konnten die ersten Bohrarbeiten nur als Versuche betrachtet werden; es haben jedoch schon diese Versuche das Bohrsystem in Bezug auf den Arbeitsfortschritt in recht vorteilhaftem Lichte erscheinen lassen.

Das bei diesen Versuchsbohrungen durchörterte Gestein wechselte bald, und der regelrechte Bohrbetrieb fand nunmehr in Sandstein und feinkörnigen Conglomeraten mit günstigen Resultaten bezüglich des Arbeitsfortschrittes statt, wie dies aus der folgenden vergleichenden Tabelle E zu ersehen ist.

Tabelle E.

Laufende Nr.	Nähere Bezeichnung.	Pfaffenberg-Tunnel	Sonnenstein-Tunnel		Ochsenkopf-Tunnel				Versuchs-Station	
		Fester feinkörniger Sandstein	Fester dichter Kalkstein	Fester dichter Kalkstein	Dichter Felsitporphyr	Feinkörniges Porphyrconglomerat (thon. Bindemittel)	Grobkörniger Sandstein	Porphyrconglomerate mit Kiesel-schieferbrocken	Feinkörniger Sandstein	Grobkörniger Gra-nit von Striegau
1	Bohrerdurchmesser in Millimetern . . . . .	60	80	80	80	80	80	80	80	80
2	Wasserpressung in Atmosphären . . . . .	60	85	80	90	110	85	150	100	150
3	Anzahl der Doppelhube der Pumpen . . . . .	—	—	—	102	100	50	80	75	80
4	Anzahl der Umdrehungen der Bohrmaschine pro Minute . . . . .	—	—	—	5,2	5,5	5,5	5,0	5,7	5,0
5	Linearer Fortschritt pr. Minute in Millimetern	45	43	30	23	30	34	12	40	11

In dieser Tabelle ist der lineare Fortschritt pro Minute in feinkörnigem Sandstein am Pfaffenberg-Tunnel auf 45 mm und an der Versuchsstation des Ochsenkopf-Tunnels auf 40 mm angegeben. Da jedoch der Durchmesser der Bohrer am Pfaffenberg-Tunnel nur 60 mm, am Ochsenkopf-Tunnel aber 80 mm betrug, die Querschnittsflächen der beiden Bohrer bei 10 mm Wandstärke sich demnach wie 1570 : 2198 verhalten, so ergibt sich aus der Reduction der linearen Bohrfortschrittsresultate auf denselben Bohrdurchmesser von 60 mm für den Ochsenkopf-Tunnel ein linearer Fortschritt von  $40 \cdot \frac{2198}{1570} = 56 \text{ mm}$  pro Minute gegenüber dem Fortschritt von 45 mm am Pfaffenberg-Tunnel.

Nach Durchörterung der genannten Gesteine folgten nach einer 6-monatlichen Betriebsperiode Conglomerate mit Quarzbrocken der verschiedensten Färbungen, namentlich schwarze Kiesel-schieferbrocken, und hatten hier die Zähne des Bohrers bei einem bis zu 150 Atmosphären reichenden Druck sehr verschiedene Gesteinhärten zu durchgehen. In einem derartigen grobkörnigen Conglomerate stehen häufig sämtliche Zähne zeitweise im weichen Gebirge, wobei der Vorschub ein ziemlich beträchtlicher sein muß, in dem nächsten Momente jedoch treffen einzelne Zähne des Bohrers auf schwarze Kiesel-schieferbrocken, deren Härte für den besten Stahl fast unüberwindlich ist. Der Druck kann nicht so rasch durch Regulirung mittelst der Hähne vermindert werden, wie der Vorschub beim Eingreifen in den Kiesel-schiefer stattfindet; dies wirkt auf die Bohrmaschine in höchst nach-

theiliger Weise zurück und führt leicht den Bruch des Bohrers oder des Gestänges herbei. Der Kiesel-schiefer läßt sich nämlich eher durch einen wuchtigen Stoß oder Schlag, wenn auch mit stumpfem Bohrer zertrümmern, als daß er das Eindringen des besten Stahls durch continuirlichen Druck zuläßt. Bei den Bohrarbeiten in den Conglomeraten kam es vor, daß zur Herstellung eines Loches von 1 m Tiefe ca. 40 Bohrschärfen gebraucht wurden, wodurch der Bohrer, da bei dem jedesmaligen Schleifen ca. 5 mm abgeschliffen wurden, im Ganzen um 0,2 m abgenutzt worden ist. Bei Abbohrung von 1 lfd. m Gestein wurde also gleichzeitig 0,2 lfd. m Gußstahlbohrer im Gewicht von rot. 3,5 kg verbraucht. In der letzten Zeit wurden Versuche mit Chromstahlbohrern (von Amerika bezogen) gemacht, allein auch diese konnten dem Gestein nicht widerstehen.

Der in Tabelle F gegebene Vergleich zwischen Handarbeit und Maschinenarbeit bei dem dichten, festen, für den Bohrmaschinenbetrieb günstigen Felsitporphyr, sowie dem

Tabelle F.

Lfd. Nr.	Bezeichnung der Felsarten	Linearer Fortschritt pro Minute	
		bei Handbetrieb	bei Maschinenbetrieb
1	Fester dichter Felsitporphyr . . .	25 mm	23 mm
2	Festes Conglomerat mit Kiesel-schieferbrocken etc.	28 mm	12 mm

ad 2 aufgeführten, für den Maschinenbetrieb ungünstigen Gestein läßt die Ansicht, daß der Bohrbetrieb mit Brandt'schen Bohrmaschinen nur bei Gesteinen von dichter gleichmäßiger Structur geeignet ist, als zutreffend erscheinen.

Nach dieser Tabelle nimmt also die Leistung des Maschinenbetriebes bei derartigen Conglomeraten wesentlich ab, wohingegen dieselben bei Handbohrarbeit, welche durch Stoß und Schlag wirkt, noch zunimmt.

Nach einer Veröffentlichung in einer besonderen Abhandlung über das Brandt'sche Bohrsystem von Herrn Niedler giebt derselbe den Bedarf an Zeit für die Manipulationen mit der Bohrmaschine wie folgt an:

1) für Aufstellen der Spannsäule und Aufsetzen der Bohrmaschine . . . .	20 Minuten
2) für Wechseln des Gestänges . . . .	3 -
3) für Abreißen der Bohrmaschine und der Spannsäule . . . . .	10 -
Summa	33 Minuten.

Wenn auch im Allgemeinen diese Zeitangaben bei gleichmäßigem Gestein als zutreffend bezeichnet werden können, so waren doch die Resultate namentlich in Betreff der für das Wechseln des Gestänges nothwendigen Zeiträume aus den oben angeführten Gründen bei den verschiedenartigen Gesteinen des Ochsenkopf-Tunnels sehr abweichend: bei dichtem Porphy sehr günstig, dagegen bei den Gesteinen von ungleichartiger Structur sehr ungünstig. Dies gilt besonders von den Conglomeraten mit Einlagerungen von größeren oder kleineren Kieselschieferbrocken.

Wenn auch der Fortschritt im Vortrieb des Sohlenstollens bei Maschinenbetrieb ein größerer war, als beim Handbetrieb, so waren doch die darauf verwendeten Kosten incl. der bedeutenden Reparaturen, wie später in Tabelle H nachgewiesen werden wird, so enorm, daß deswegen der Bohrbetrieb eingestellt wurde. Es erschien dies umsomehr gerechtfertigt, als inzwischen der zur Erzielung einer guten Ventilation nachträglich für erforderlich erachtete und in der Mitte des Tunnels projectirte Ventilationsschacht bereits abgeteuft war. Hierdurch waren zwei neue Angriffspunkte gewonnen, eine nachtheilige Verzögerung des Durchschlages stand demnach nicht mehr zu befürchten. Bei Fortsetzung des Betriebes wäre außerdem auch ein neuer stärkerer Motor nöthig gewesen, um den bei solchem Gestein erforderlichen hohen Druck von 150 bis 200 Atmosphären erzeugen zu können.

Der Betrieb des Stollenortes vermittelt Bohrmaschine geschah in folgender Weise. Bei festem, dichtem Porphy, welcher auch mit nassen Abgängen und Klüften durchzogen war, wurden 5 Löcher in die Stollenbrust gebohrt, und zwar nach Blatt 29 Fig. 17 je zwei oben und unten und ein Einbruchloch in der Mitte. Dieselben wurden, je nachdem das Gestein warf, 0,8 bis 1,0 m tief gebohrt, besonders tief das Einbruchloch in der Mitte. Die Zündschnur wurde in solchen Längen angebracht, daß das Sprengen in dem Einbruchloch zuerst und, nachdem hierdurch die Spannung im Gebirge verringert war, gleich hinterher in den übrigen Löchern erfolgte. Mit dieser einmaligen Sprengoperation wurde ein Fortschritt des ganzen Stollens, dessen Querschnitt rot. 7 qm betrug, von 0,5 bis 0,8 lfd. m erzielt. Ob die Schüsse oben oder unten zuerst abgethan werden müssen, kann nur von den betreffenden Arbeitern je nach den ört-

lichen Verhältnissen, dem Verhalten der Klüfte etc. bestimmt werden; kommen gar keine Klüfte vor, so daß das Gestein stark im Zwange steht, so müssen mehr Löcher gebohrt werden, und hat sich das Bedürfnis im festen Porphyconglomerat auf 8 Löcher gesteigert, um das Herausschießen des ganzen Stollenquerschnitts möglich zu machen. Die Herstellung so vieler Bohrlöcher erwies sich indessen als so kostspielig und zeitraubend, daß zu einem andern Verfahren übergegangen wurde. Es wurden nämlich nur 5 Löcher gebohrt, diese jedoch am Ende mit einer größeren Sprengkammer versehen, wodurch der Wirkungsgrad der einzelnen Schüsse wesentlich gehoben wurde. Dieses Erweiterungsverfahren erforderte weniger Zeit, als zur Bohrung von 3 weiteren Bohrlöchern nothwendig gewesen wäre.

Die Erweiterung des Bohrloches wurde dadurch bewirkt, daß nach Herstellung desselben durch den gewöhnlichen Brandt'schen Bohrer der in Fig. 18 Blatt 29 und im Detail auf Blatt 30 dargestellte Bohrkopf auf das Gestänge geschraubt und in das Loch eingeführt wurde; das hintere Ende des Bohrloches wird durch denselben bis auf eine Erweiterung von 140 mm ausgefraist, und dadurch, wie Fig. 19 auf Blatt 29 und die Ansicht Fig. 1 auf Blatt 30 zeigt, eine kegelförmige Kammer hergestellt, deren breiteste Basis das Ende des Bohrloches ist.

Dieser Bohrkopf wird zusammengesetzt aus einer Hülse *A* (Blatt 29 Fig. 18), welche 40 mm von einem Ende entfernt die rechtwinkligen Oeffnungen *a* zur Aufnahme der Messer hat; am anderen Ende ist dieselbe durch ein eingeschraubtes Stück, auf welchem sich die Knaggen *K* zur Uebertragung der rotirenden Bewegung finden, geschlossen. In dieser Hülse bewegt sich der Kern *B*, in welchem 3, resp. 2 oder 1 ansteigende Nuthen eingefraist sind. Diese Nuthen geben den Messern die nothwendige Steigung zur allmäligen Erweiterung der Kammer. Der Kopf *b* des Kernes *B* wird durch den Wasserdruck an das Gestein geprefst; durch die zu gleicher Zeit stattfindende rotirende Bewegung werden die Messer continuirlich heraus gedrückt und schaben durch die vordere und obere Kante das Gestein ringförmig heraus. Der Kern mit 3 Messern wird zuerst angewandt, derselbe erweitert das Loch auf 100 mm (Fig. 20 Blatt 29); hierauf wird mit dem Kern zu 2 Messern die Erweiterung auf 120 mm, und endlich mit 1 Messer auf 140 mm bewerkstelligt (Fig. 21 u. 22 Blatt 29). Die Erweiterung der Bohrlöcher bis auf 140 mm kann nicht mit 2 oder 3 Messern vorgenommen werden, weil die Nuthen an Tiefe mit dem Ausschub der Messer zunehmen müssen und demgemäß bei einer größeren Anzahl von Messern der Kern *B* zu sehr geschwächt werden würde. Je nach Härte des Gesteins kann die Operation auch von Anfang an mit 1 Messer oder 2 Messern vorgenommen werden. Ist nun die Hülse bis an den Kopf *b* vorgeschoben, so wird die Maschine mit Bohrgestänge und Hülse *A* zurückgezogen, der Kern *B* jedoch durch die Feder *F* fortwährend angepresst; die Messer, welche die rückgängige Bewegung mitmachen, werden durch das Abfallen der Nuthen radial zusammengezogen, wodurch das Herausziehen des ganzen Bohrkopfes aus dem Bohrloch nach beendeter Arbeit leicht ermöglicht wird. Zur Durchleitung des Spülwassers nach den Messern und zur genauen Führung der Feder *F* ist das Rohr *E* mit Scheibe *D* und Zapfen *H* eingelegt. Da das mit dem Brandt'schen Bohrer

80 mm weit gebohrte Loch nur etwa  $\frac{1}{3}$  Flächeninhalt des mit dem neu construirten Bohrkopf auf 140 mm erweiterten Loches hat, so ist die Wirkung der Gase bei letzterem bedeutend größer als bei den gewöhnlichen Bohrlöchern. Aehnliche Beobachtungen haben auch Herr Ingenieur Brandt veranlaßt, das Bohrloch-Caliber, welches bei den Versuchsarbeiten zuerst mit 40 mm zur Anwendung kam, am Sonnenstein-Tunnel gleich auf 80 mm zu bringen. Die Sprengwirkung nimmt mit der Querschnittsfläche der Sprengkammer zu, und zwar einmal im gleichen Verhältniß mit dieser Fläche, weil die Angriffsfläche vergrößert wird, dann aber auch, weil die Ladung tiefer im Bohrloch sitzt und demgemäß der Grundkreis des Sprengkegels wächst. So wird bei erweiterten Löchern nach Maafgabe von Fig. 17 und 17a, Blatt 29, die Stollenbrust schon bei Anwendung von 5 Löchern vollständig ausgebrochen, während 8 Löcher ohne Erweiterung diese Wirkung noch nicht hervorbringen, wie die Figuren 23 und 23a auf Blatt 29 ersehen lassen. Die bei der Bauausführung gemachten Erfahrungen haben diese Annahme bestätigt. Daß dies Verfahren sich aber auch in Bezug auf den Kostenpunkt empfiehlt, geht aus Nachfolgendem hervor:

Die Herstellung eines Bohrloches von 1 m Tiefe im Porphyrconglomerat erfordert an Zeit im Durchschnitt 100 Minuten, die Herstellung der Erweiterung eines Bohrloches

30 Minuten, mithin sind zur Herstellung von 8 Bohrlöchern à 1 m Tiefe bei der alten Methode im Ganzen 800 Minuten erforderlich, während zur Herstellung von 5 gleich tiefen Bohrlöchern mit Bohrlochserweiterung nur  $5 \cdot 100 + 5 \cdot 30 = 650$  Minuten erforderlich werden. Wird bei jedem Angriff die Schlepperzeit zu 180 Minuten und der Fortschritt nach jeder Attaque zu 0,6 m angenommen, so beträgt der tägliche Stollenfortschritt im Vortrieb des Sohlenstollens bei Anlage von 8 gewöhnlichen Bohrlöchern  $\frac{24 \cdot 60}{800 + 180} \cdot 0,6 = 0,38$  lfd. m und bei Anlage von 5 Bohrlöchern mit Erweiterungen  $\frac{24 \cdot 60}{650 + 180} \cdot 0,6 = 1,04$  lfd. m, also 0,16 lfd. m mehr. Der Stollenfortschritt stellt sich aber dadurch noch höher, daß die Schußwirkung bei den Bohrlöchern mit Erweiterung, wie bereits nachgewiesen, eine viel intensivere ist und erfahrungsmäßig keine Büchsen, wie bei den gewöhnlichen Bohrlöchern, stehen bleiben.

Der Fortschritt nach jeder Attaque kann deshalb bei dem neuen Verfahren zu 0,8 lfd. m angenommen werden, wodurch sich die Tagesleistung in den sehr festen Conglomeraten auf rot. 1,40 lfd. m erhöht.

Nachstehende Tabelle G enthält Resultate des Maschinen-Betriebes im Ochsenkopf-Tunnel in Betreff der darauf verwendeten Zeit etc.

Tabelle G.

Laufende Nr.	Gebirgsart.	Anzahl der				Durchschnittstiefe der Bohrlöcher	Durchbohrte Strecke	Aufgefahrene Strecke	Es kommen auf den lfd. m Sohlenstollen			Tagesleistung	Linearer Fortschritt d. Bohrers pr. Min.
		Angriffe	Bohrstunden	Schlepperstunden	Bohrlöcher				Bohrstunden	Schlepperstunden	Bohrlöcher		
1	Fester Felsitporphyr	36	324	87	164	0,97	35,0	24,8	13,1	3,5	6,6	1,4	23
2	Sandstein mit Thonschieferschichten	19	104	53	56	1,28	24,2	20,4	5,1	2,6	2,7	2,4	40
3	Festes Porphyrconglomerat (thoniges Bindemittel) mit Lösungen	25	206	55	141	0,95	23,8	16,0	12,9	3,4	8,8	1,5	15
4	Wie vor ohne Lösungen	20	224	70	127	0,93	18,6	12,6	17,8	5,6	10,1	1,0	15
5	Sandstein mit abwechselnden Conglomeratschichten	15	88	41	57	1,13	17,0	14,8	5,9	2,8	3,9	2,1	2,5
6	Festes Porphyrconglomerat mit Sandsteinknollen	34	327	87	148	1,08	37,0	28,0	11,7	3,1	5,3	1,6	25
7	Feinkörniges Conglomerat	4	32	13	20	1,07	4,3	3,5	9,1	3,7	5,7	1,7	30
8	Grobkörniges Conglomerat mit Quarz- und Kiesel-schieferbrocken, sehr fest, ohne Lösungen etc.	13	236	41	88	0,90	11,7	9,2	25,7	4,5	9,6	0,8	12

Nachstehende Tabelle H giebt einen Vergleich über die tägliche Leistung und Kosten des Brandt'schen Bohr-

Maschinenbetriebes gegen Hand-Bohrbetrieb bei Auffahren des Sohlenstollens.

Tabelle H.

Laufende Nr.	Beschreibung des Gesteins	Täglicher Stollenfortschritt		Kosten pro cbm bei Handbetrieb	Kosten pro cbm bei Maschinenbetrieb	Mithin bei Maschinenbetrieb gegen Handbetrieb	
		bei Handbetrieb	bei Maschinenbetrieb			Mehrleistung pro Tag	Mehrkosten pro cbm dagegen
1	Fester Felsitporphyr ohne Lösungen	0,40	1,40	14,00	19,02	250	36
2	Sandstein mit Thonschieferschichten (weniger fester Sandstein)	1,30	2,35	5,00	11,33	81	127
3	Festes Porphyrconglomerat mit Lösungen (thoniges Bindemittel)	0,80	1,50	12,00	17,75	88	48
4	Wie vor ohne Lösungen	0,70	1,00	14,00	26,63	43	90
5	Festes Porphyrconglomerat mit größeren Porphyrconglomerat und Sandsteinknollen	0,70	1,60	14,00	16,64	129	19
6	Feinkörniges Conglomerat	0,80	1,70	12,00	15,66	113	31
7	Grobkörniges Conglomerat mit Quarz- und Kiesel-schieferbrocken	0,50	0,80	16,00	33,28	60	108

Die in der Tabelle H genannten Preise bei Hand-Bohrarbeit sind die Gedingpreise pro cbm incl. Sprengmaterialien.

Die daselbst angegebenen Preise pro cbm für die Maschinen-Bohrarbeit berechnen sich wie folgt:

Die täglichen Kosten während des Bohrbetriebes betragen:

- 1) An Arbeitslohn zur Bedienung der Bohrmaschinen . . . . . 42 M.
  - 2) An Bedienung der Dampfmaschine und an Kesselreparatur der Bohrmaschinen etc. . . . . 30 -
  - 3) An Kohlen . . . . . 15 -
  - 4) An Sprengmaterial . . . . . 65 -
  - 5) An Schmiere und Geleucht . . . . . 8 -
  - 6) An Gezähe und Geräthen, sowie sonstige Nebenausgaben . . . . . 20 -
- Summa 180 M.,

mithin bei einem Stollenquerschnitt von 6,76 qm und einer Tagesleistung

$$\begin{aligned} \text{von } 1,40 \text{ m} &= \frac{180}{1,40 \cdot 6,76} = 19,02 \text{ M.} \\ - 2,35 \text{ m} &= \frac{180}{2,35 \cdot 6,76} = 11,33 \text{ -} \\ - 1,50 \text{ m} &= \frac{180}{1,50 \cdot 6,76} = 17,75 \text{ -} \\ - 1,00 \text{ m} &= \frac{180}{1,00 \cdot 6,76} = 26,63 \text{ -} \\ - 1,60 \text{ m} &= \frac{180}{1,60 \cdot 6,76} = 16,64 \text{ -} \\ - 1,70 \text{ m} &= \frac{180}{1,70 \cdot 6,76} = 15,66 \text{ -} \end{aligned}$$

$$\text{von } 0,80 \text{ m} = \frac{180}{0,80 \cdot 6,76} = 33,28 \text{ M.}$$

Installationskosten sind hierbei nicht gerechnet.

Die wirklichen Kosten der Maschinen-Bohrarbeiten incl. Installation stellen sich bei dem stattgefundenen Sohlenstollen-Betrieb von 150 m Länge wie folgt:

- a. Herstellung des Arbeitsplatzes, des Maschinenhauses, der Druckrohrleitung und der Ventilation, so wie Aufstellung der Maschine . . . . . 5813 M.
  - b. Miethen an den Betriebsfonds für Benutzung des Dampfkessels . . . . . 660 -
  - c. Ankauf von 2 Stück Brandt'schen Bohrmaschinen, Dampfpumpen, Accumulator etc. zu 27000 M., unter Berücksichtigung, daß nahezu die Hälfte durch Verkauf gedeckt werden wird, . . . . . 13950 -
  - d. Für eine Bohrmaschine und Ersatzstücke 6587 M., zur Hälfte gerechnet, . . . . . 3294 -
  - e. An Fracht, Zoll etc. . . . . 2370 -
- Summa 26087 M.

Hieraus ergeben sich bei einer Länge des Stollens von 150 m und einem Querschnitt desselben von 6,76 qm die Kosten der Installation zu  $\frac{26087}{150 \cdot 6,76} = 25,72 \text{ M. pro cbm.}$

Würde der Stollen, wie ursprünglich beabsichtigt war, auf 600 m Länge aufgeföhren sein, so hätten sich diese Kosten auf  $\frac{26087}{600 \cdot 6,76} = 6,43 \text{ M. pro cbm}$  ermäßigt. In der nachstehenden Tabelle I sind die Installationskosten für beide Fälle den in Tabelle H ermittelten Kosten zugesetzt.

Tabelle J.

Laufende Nr.	Beschreibung des Gesteins.	Bei Handbetrieb	Bei Maschinenbetrieb							
		Kosten pro cbm	Unter Annahme von 150 lfd. m Stollenlänge				Unter Annahme von 600 lfd. m Stollenlänge			
			Kosten pro cbm			Mehrkosten pro cbm gegen Handbetrieb in %	Kosten pro cbm			Mehrkosten pro cbm gegen Handbetrieb in %
			nach Tabelle H	für Installation	zusammen		nach Tabelle H	für Installation	zusammen	
M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	M.	
1	Fester Felsitporphyr ohne Lösungen . . . . .	14,00	19,02	25,72	44,74	220	19,02	6,43	25,45	82
2	Sandstein mit Thonschiefer-schichten (weniger fester Sandstein) . . . . .	5,00	11,33	25,72	37,05	641	11,33	6,43	17,76	255
3	Festes Porphyrconglomerat (thoniges Bindemittel) . . . . .	12,00	17,75	25,72	43,47	262	17,75	6,43	24,18	102
4	Wie vor ohne Lösungen . . . . .	14,00	26,63	25,72	52,35	274	26,63	6,43	33,06	136
5	Festes Porphyrconglomerat mit größeren Porphyr- und Sandsteinknollen . . . . .	14,00	16,64	25,72	42,36	203	16,64	6,43	23,07	65
6	Feinkörniges Conglomerat . . . . .	12,00	15,66	25,72	41,38	245	15,66	6,43	22,09	84
7	Grobkörniges Conglomerat mit Quarz- und Kieselschieferbrocken . . . . .	16,00	33,28	25,72	59,00	269	33,28	6,43	39,71	148

Hierbei dürfte zu erwähnen sein, daß sich die Kosten pro cbm Stollenausbruch bei der Maschinen-Bohrarbeit wesentlich niedriger gestellt hätten, wenn die häufigen Betriebsstörungen, welche anfangs durch Reparaturen, besonders an den motorischen Anlagen hervorgerufen worden sind, hätten vermieden werden können. Um eine Vergleichung

des Brandt'schen Bohrsystems mit dem Luftcompressions-Bohrsystem von Ferroux anzustellen, diene die Angabe, daß bei den Durchfahrungsarbeiten im Cochemer Tunnel folgende Tagesleistung erzielt wurde:

- 1) in rothem festen Thonschiefer mit abwechselnden Schichten von quarzitähnlichem Grauwackensandstein 2,8 m

2) in festem Quarz als Gangmasse in den Grauwackenschichten . . . . . 2,0 m

3) in blauen Thonschieferschichten mit dünnen Lagen von Sandsteinschichten . . . . . 3,3 -

Diese Gesteine sind in Bezug auf Vornahme der Bohrarbeiten, sowie in Bezug auf die Leistung des Sprengmaterials zu vergleichen mit den im Ochsenkopf vorkommenden Gesteinen, und zwar ad 1) mit Porphyrconglomeraten, in welchen abwechselnde Lagen von Kohlsandstein vorkommen, und in welchen die Durchschnittsleistung der Brandt'schen Bohrmaschine 1,6 m betrug; ad 2) mit festem Felsitporphyr, in welchem die Leistung 1,4 m, und ad 3) mit rothem Sandstein und abwechselnden Thonschieferschichten, worin die Durchschnittsleistung 2,3 m betrug.

Hiernach ergeben sich folgende Verhältniszahlen:

Tabelle K.

Lfd. Nr.	Gesteinsart.	Brandt'sches Bohrsystem	Luftcompressions-Bohrmaschinen-system Ferroux	Mithin Mehrleistung in %
		Täglicher Fortschritt	Fortschritt	
1	Porphyrconglomerate mit Lagen von Sandstein . . . . .	1,6	2,8	75
2	Fester Felsitporphyr . . . . .	1,4	2,0	43
3	Kohlsandstein mit Thonschieferschichten . . . . .	2,3	3,3	43

Wenn hiernach auch die Leistungsfähigkeit der Luftcompressions-Bohrmaschinen, welche in jeder Gesteinsart anwendbar sind, größer ist, als die der Brandt'schen Bohrmaschine, so wird dies doch nur mit einem unverhältnismäßig größeren Kostenaufwande erreicht. Bei Anlage von sehr langen Tunnels, wo es weniger auf Kosten, sondern auf bedeutende Zeitersparnis ankommt, dürfte es keinem Zweifel unterliegen, daß am besten nur Luftcompressions-Bohrmaschinen in Anwendung zu bringen wären, wohingegen bei kleineren Tunnels, in welchen ein nicht zu festes Gestein von dichter gleichförmiger Structur durchfahren wird, und bei einer für Handbetrieb nicht genügend lang bemessenen Bauzeit das Brandt'sche Bohrsystem wegen der im Vergleich mit anderen Bohrmaschinen-Anlagen geringen Beschaffungskosten und wegen seiner Einfachheit jedenfalls zu empfehlen sein dürfte. Entsprechen auch die mit der Brandt'schen Bohrmaschine hier erzielten Resultate nicht ganz den Erwartungen, welche man gehegt hatte, so erscheint doch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß ihre Leistungsfähigkeit durch kleine Modificationen, namentlich in den Bohrern, noch erheblich erhöht werden könnte.

#### Arbeitsdisposition und Bauausführung.

Die Arbeitsdisposition war derart, daß der Sohlenstollen, wie schon erwähnt, von 2 resp. 4 Oertern aus und der Firststollen den Fortschritten des Sohlenstollens entsprechend mit Aufbrüchen versehen und von diesen aus nach beiden Seiten aufgeföhren wurde.

Der Vollaussbruch begann auf jeder Seite mit drei verschiedenen Arbeitsstellen, und zwar so, daß einzelne Stücke von 8 bis 10 m Länge nach der Reihe herausgebrochen wurden. War in einem Stücke das Gewölbe geschlossen, so war in dem nächstfolgenden die Mauerung bis zur halben Höhe fertiggestellt, das nächste Stück war voll ausgebrochen, das folgende desgl. bis zur Schwellenhöhe, und im nächsten wurde das Bogenort angefangen. Nur bei dem druckreichen

Gebirge auf der östlichen Seite wurden in Entfernungen von 30 m neue Arbeitsstellen von je 10 m Länge eingerichtet, in welchen erst dann ein zweiter Vollaussbruch in Angriff genommen wurde, wenn das vorhergehende Stück in der Ausmauerung seiner Vollendung entgegen ging. Dieses Verfahren ist deshalb beobachtet worden, um zu lang aufgeschlossene Firste des etwa vorkommenden gefährlichen Druckes wegen zu vermeiden.

#### Die Auszimmerung.

Die Auszimmerung geschah in der ersten Zeit bei zerklüftetem Gebirge durch den bei den Bauten in Rheinland und Westfalen üblichen Schwellenbau, welcher eine Combination des österreichischen Sparrenbaues mit dem englischen System ist.

Die Kronbalken werden vorerst durch provisorische Bolzen auf das Gebirge oder auf zwei Hilfslager abgebohrt, und dann Raum für die Gespärre gemacht, deren jedes aus einer ganzen Schwelle und zwei kräftigen Sohlenständern besteht. Sobald diese Gespärre in 1 bis 2 m Entfernung von einander errichtet sind, werden die Kronbalken darauf abgebohrt und die Hilfslager herausgenommen, um für das folgende Stück zur Verwendung zu kommen. Bei Auszimmerung des Vollaussbruchs in den Porphyrconglomeraten, — ein Gestein, von welchem sich nach einiger Zeit Schalen ablösen, die durch Auszimmerung gehalten werden müssen, — ist eine einfachere und doch solide Zimmerung eingeföhrt worden, welche in Fig. 4 und 5 auf Blatt 28 veranschaulicht ist.

Der Firststollen, welcher unverbaut blieb, wurde in der Sohle bis zur Linie *ab* (Fig. 6 Blatt 28) erweitert, darauf wurden die 10 m langen Hilfslager *cc* gelegt und auf diese die ersten Kronbalken abgebohrt. Nachdem alsdann das Bogenort bis Linie *ab* herausgebrochen war, wurden die Kronbalken, je nach Bedürfnis 3 bis 6, gelegt und ebenfalls auf die Hilfslager abgebohrt. Der untere Theil des Vollaussbruchs konnte jetzt, sobald die Hilfslager nur auf beiden Enden festes Auflager hatten, nach allen Seiten mit großen Schüssen kräftig in Angriff genommen werden, ohne daß die Zimmerung hinderlich gewesen wäre. Die Ständer *dd* wurden dann, sobald der Vollaussbruch ziemlich hergestellt war, oder während der Arbeit, je nach Bedürfnis 1 bis 3 m weit von einander entfernt, zur Unterstützung der Langhölzer unter denselben aufgestellt. Daß bei dieser Zimmerung wenig Holz gebraucht, auch an Raum sehr gespart wird und, je nachdem das Bedürfnis eintreten sollte, zu jeder Zeit beliebige Verstärkungen angebracht werden können, ist leicht zu ersehen. Auch bei druckhaften Stellen ist das System mit Erfolg angewendet worden. Die Ersparung gegen den vorhin genannten Schwellenbau stellt sich bei einem 10 m langen Vollaussbruch auf 30 bis 35 Einbauschichten und ca. 4 cbm Holz. Wenn auch die eigentliche Ersparung des Holzes, da dasselbe doch mehrmals gebraucht wird, nur auf  $\frac{1}{4}$  des obigen Betrages angenommen werden kann, so beträgt dieselbe doch im Ganzen bei einem 10 m langen Stücke ca. 100 bis 120  $\mathcal{M}$ .

Die Auszimmerung des Luftschaftes, welcher eine lichte Weite von 3 à 3 m, also einen Querschnitt von 9 qm hat, geschah, wie in Fig. 7 u. 8 auf Blatt 28 dargestellt ist, durch einfache Schrotzimmerung. Die Gevierte, 0,25 m

stark, liegen in einer Entfernung von 1 m über einander und sind durch einfache Bolzen von Rundholz unterstützt; jedes dritte Holz ruht auf zwei in die Stöße eingebühten Tragstempeln.

#### Die Ausmauerung.

Die Mauerung wurde je nach Erfordernis nach den auf Blatt 28 Fig. 9 und 10 dargestellten Profilen in verlängertem Cementmörtel und bei besonders nassen Stellen in reinem Cementmörtel ausgeführt. Das Abdecken der nassen Stücke geschah mit Cement, auf welchen Zinkblechplatten gelegt wurden, um das Ab- und das Ausspülen des Cements zu verhüten. Wegen des sehr stark zerklüfteten Gebirges mußte der ganze Tunnel ausgemauert werden.

#### Die Förderung.

Die Förderung der Ausbruchsmassen wurde durch schmalspurige Kippwryns bewirkt, und war auf der westlichen Seite zum Transport derselben nach der Dammschüttung eine kleine Locomotive thätig.

Die Förderung auf dem Luftschacht geschah durch eine Dampfmaschine; dieselbe hatte zugleich ein Vorgelege für die Wasserhaltung mittelst zweier Druckpumpen von 130 mm Durchmesser, und ein Vorgelege zum Betriebe des Ventilators. Zur Leistung sämtlicher genannten Arbeiten genügte ein Motor von 15 Pferdekräften.

#### Ventilation.

Behufs Ventilation der Baustellen arbeiteten auf dem Luftschacht und der westlichen Seite, da hier Dampfmaschinen vorhanden waren, größere Ventilatoren mit 750 mm Flügeldurchmesser; dieselben wurden nur dazu benutzt, um gute Luft nach der Arbeitsstelle zu pressen, da das Ausaugen der schlechten Luft keinen erheblichen Erfolg hatte. Auf der östlichen Seite wurden die Ventilatoren durch Menschenkraft betrieben.

Die Windleitung war aus gewöhnlichen Eisenblechrohren von 20 cm Durchmesser mit Ueberschubmuffen von 23 cm Durchmesser hergestellt. Die Dichtung geschah mit Lehm und zwar aus dem Grunde, weil die 1 bis 1,5 m über Tunnelsohle angebrachte Windleitung vor dem Abschießen an den einzelnen Arbeitsstellen beseitigt und dann sofort wieder hergestellt werden mußte, zu welcher Operation die Lehmichtung am geeignetsten erschien, da sie in der kürzesten Zeit sich von neuem fertigen ließ. Diese Art der Windleitung hat sich sehr gut bewährt und ist mit den geringsten Kosten auszuführen. Außerdem wurde auf der östlichen Seite beim Sohlenstollenbetrieb die bei Beschreibung der Brandt'schen Bohrmaschine erwähnte Ventilation durch Wasserstaub angewandt, und auch beibehalten, als der Bohrbetrieb eingestellt war, indem die Rohrleitung mit einer gewöhnlichen Dampfpumpe (System Taug) verbunden wurde. Nach erfolgtem Durchschlag trat eine energische natürliche Ventilation durch den abgeteuften Ventilationschacht ein, und ist daher die mechanische Ventilation von diesem Zeitpunkt ab eingestellt worden.

Sämtliche bergmännische Arbeiten wurden in Regie betrieben und an kleine Arbeiterpartien in Accord gegeben. Für die Hauptarbeit, den Vortrieb des Sohlenstollens etc., wurden nur die besten und gediegensten Häuer genommen. Durch den gegenseitigen Wettstreit der verschiedenen Parteien sind die größtmöglichen Leistungen erzielt, da die

ungeschickten und weniger fleißigen Arbeiter durch die eigenen Mitarbeiter entfernt wurden.

#### Versuche mit Hand-Bohrmaschinen.

Zum Schluß sei noch bemerkt, daß bei den Tunnelarbeiten außer den Versuchen für die Beleuchtung der Tunnelstrecken auch Versuche mit Hand-Bohrmaschinen angestellt worden sind, und zwar mit der pneumatischen Hand-Bohrmaschine von Jordan, Son & Meihé, sowie mit der Resca'schen Hand-Bohrmaschine. Mit ersterer wurde ein Effect gleich der für den Hand-Bohrbetrieb angegebenen Leistung erzielt; die Betriebsunkosten stellten sich jedoch höher, weil zur Bedienung der Maschine 3 Mann, zur Hand-Bohrarbeit dagegen nur 2 Mann erforderlich sind, und wurde aus diesem Grunde von der Einführung dieser Maschine Abstand genommen. Mit der Resca'schen Bohrmaschine haben ausgedehnte Versuche stattgefunden, welche schließlich zur Verwendung der Maschine in dem First- und Sohlenstollen des Köhlerberg-Tunnels geführt haben. Hierbei muß erwähnt werden, daß diese Bohrmaschine nur da mit Erfolg Anwendung finden kann, wo ein Gestein von gleichmäßiger, feinerer Structur und geringerer Härte zu durchhört ist. Conglomerate und grobkörnige Gesteine von ungleicher Structur und größerer Härte, sowie mehr weiche, mit Wasser durchzogene Gesteine lassen die Benutzung dieser Bohrmaschine nicht zu, einmal, weil dieselbe an und für sich zu schwach construirt ist, dann aber, weil die Bohrer besonders an der Bohrspitze zu schwach sind und härteren Gesteinen keinen Widerstand leisten können. Bei stärkerer Construction der Maschine würde dieselbe für Handbetrieb zu schwerfällig und nicht handlich genug sein. Bei weichen Gesteinen dagegen, wie z. B. Mergel und Mergelsandstein, füllt sich das Bohrloch mit lehmartigem Bohrmehl, so daß das Herausziehen der Bohrer zeitraubend ist und besondere Schwierigkeiten verursacht. Ferner ist bei ungleichmäßiger Schichtung des Gebirges beobachtet worden, daß der Bohrer, sobald er eine weichere Schicht durchfahren hatte und eine festere anschnitt, schief ging, wodurch das Herausbringen desselben bisweilen unmöglich wurde. Diese Umstände haben die Verwendung der Bohrmaschine nicht überall gestattet, und nur das Gestein auf der östlichen Seite des Köhlerberg-Tunnels ließ die Inbetriebsetzung der Resca'schen Bohrmaschine mit Erfolg zu. Es wurden hier in dem Stollen in 24 Stunden 1,2 bis 1,3 lfd. m aufgeföhren, während beim Handbohrbetrieb nur ein Maximalfortschritt von 1,0 bis 1,1 lfd. m erzielt werden konnte.

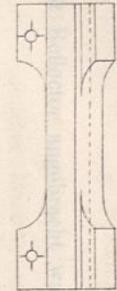
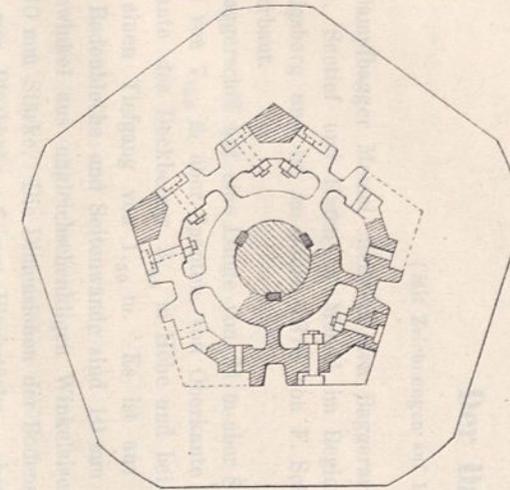
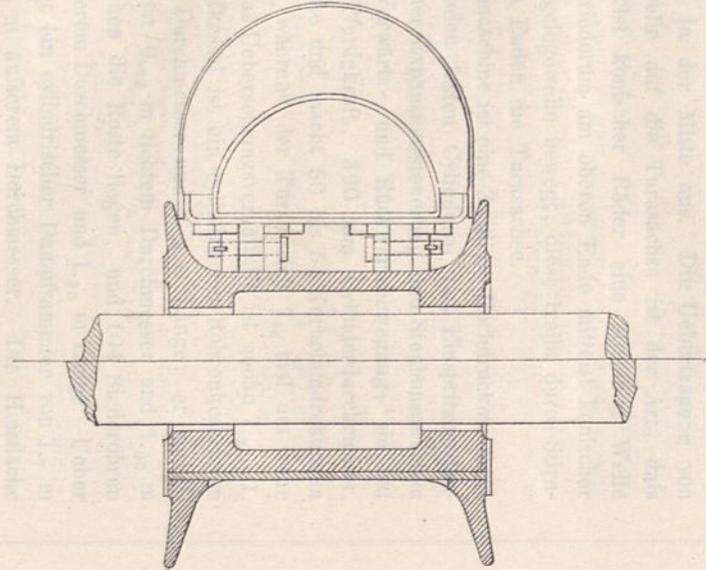
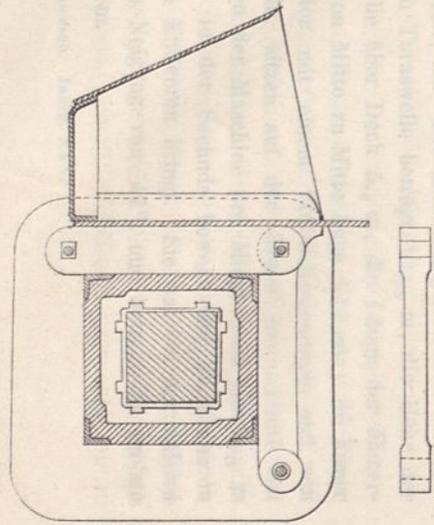
Durch Veränderungen in einzelnen Details, besonders in dem Getriebe, durch Verstärkung desselben und der Bohrer dürfte die Leistungsfähigkeit der Resca'schen Bohrmaschine wesentlich erhöht werden können.

#### Beleuchtung.

Bezüglich der Beleuchtung der Tunnelstrecken sei bemerkt, daß die angestellten Versuche zum Theil günstige Resultate ergaben.

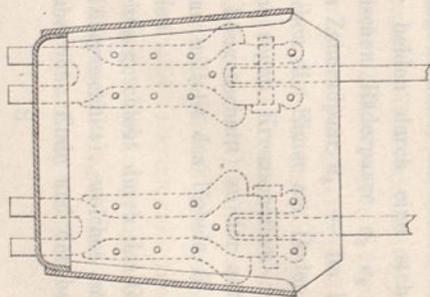
Die Lampen mit Doppelreflectoren, welche in Entfernungen von 50 m in der Mitte des Tunnelprofils aufgehängt worden sind, haben die Strecke genügend erleuchtet und die Benutzung des Grubenlichtes unter Umständen überflüssig gemacht. Besonders günstig muß die Beleuchtung der in der Mauerung begriffenen Ringe, bei welchen an jedem

Details.

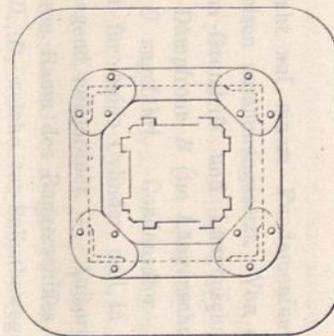


Oberer Turas und Eimer.

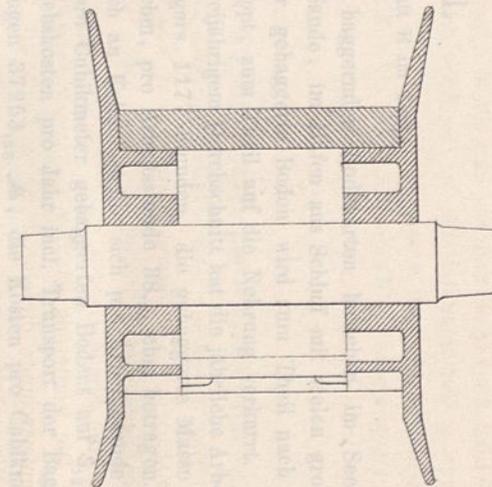
Grundriss.



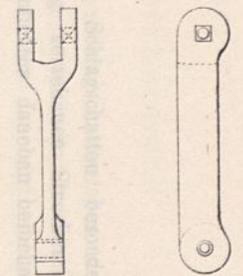
Seitenansicht.



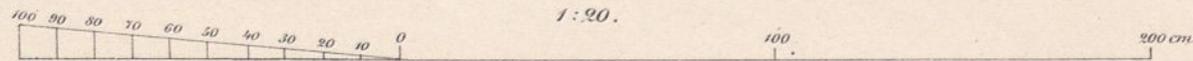
Unterer Turas.



Verlängerungsglied



der Kette.



Stofs eine Lampe mit Reflector angebracht war, bezeichnet werden.

Die mit elektrischem Licht angestellten Versuche führten zu keinem günstigen Resultat, da, abgesehen von

dem Kostenpunkt, die Schlagschatten besonders in den mit starker Zimmerung versehenen Strecken so intensiv waren, daß die Grubenlichter daneben beibehalten werden mußten.

## Der Dampfbagger Memel.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 33 im Atlas und auf Blatt E im Text.)

Der Dampfbagger Memel dient zu den Baggerarbeiten im Seegatt, Seetief und Hafen zu Memel im Regierungsbezirk Königsberg und ist im Jahre 1876 von F. Schichau in Elbing erbaut.

Das Baggergeschiff hat eine Länge von 31 m über Steven, eine Breite von 7,53 m über Spanten, von Oberkante Boden bis Unterkante des Deckbelags 3,55 m Höhe und bei voller Belastung einen Tiefgang von 1,30 m. Es ist aus Eisen construirt; Bodenbleche und Seitenwände sind 10 mm stark, die Spantenwinkel aus ungleichschenkligen Winkeleisen von 80 · 55 · 10 mm Stärke. Die Dimensionen der Bodenstücke sind: 290 mm Blechhöhe, 6 mm Blechstärke, oben mit Winkeleisen à 60 · 60 · 10 mm verstärkt. Die mittlere Entfernung von Spant zu Spant beträgt 550 mm.

Auch das Turasgerüst ist aus Eisen construirt. — Der Bagger schüttet in der Mitte aus. Die Uebertragung von der Maschinenwelle auf die Turasachse ist der Art, daß erstere vermittelt konischer Räder eine stehende Welle dreht, welche wiederum am oberen Ende mittelst konischer Räder eine Vorgelegewelle bewegt; diese treibt durch Stirnräder an beiden Enden die Turasachse.

Die Dampfmaschine ist eine Zwillings-Hochdruckmaschine mit schrägliegenden festen Cylindern, mit Einspritzcondensator, Meyer'scher Expansionssteuerung und Stephenson'schen Coulißen für Vorwärts- und Rückwärtsbewegung; sie hat 40 nominelle Pferdekraft, 390 mm Cylinderdurchmesser, 630 mm Hubhöhe und macht 50 bis 54 Kurbelumdrehungen in der Minute, während der Turas sich 7,5 mal um seine Achse dreht. Das Uebersetzungsverhältniß ist genau 7,25 : 1.

Der Dampfkessel ist ein cylindrischer Röhrenkessel von 2,45 m lichtigem Durchmesser und 2,50 m Länge; er enthält 2 Feuerrohre von 0,73 m lichtigem Durchmesser und 1,90 m Länge, in welchen die Roste liegen, und 104 Siederöhren von 70 mm innerem Durchmesser und 1,95 m Länge. Ueber dem Kessel liegt ein cylindrischer Dampfsammler von 1,7 m Länge und 0,8 m äußerem Durchmesser. Die Heizfläche des Dampfkessels beträgt 64 qm, die Rostfläche 2,44 qm, der Dampfüberdruck 5 Atmosphären.

Der Bagger hat nur eine Eimerleiter, welche ebenfalls aus Eisen construirt ist. Die Entfernung zwischen der oberen und unteren Turaswelle beträgt 19,55 m, die Höhe der oberen Turaswelle über Deck 5,6 m, die Länge der Eimerkettengelenke von Mitte zu Mitte Auge 575 mm; 36 Eimer von Eisen, jeder mit einem Verbindungsgelenk und von 0,16 cbm Inhalt, sitzen auf der Eimerkette, welche bei 54 Umdrehungen der Maschine pro Minute sich mit 0,29 m Geschwindigkeit in der Secunde bewegt und 15 Eimer in der Minute zum Entleeren bringt. Sie hat bei der tiefsten Baggerung eine Neigung von 47°, und beträgt die größte Baggertiefe 7,0 m.

Die zu baggernden Bodenarten bestehen im Seegatt aus feinem Sande, im Hafen aus Schluff mit vielen großen Steinen. Der gebaggerte Boden wird zum Theil nach See hinausgeschleppt, zum Theil auf die Nehrung verkarrt.

Nach zweijährigem Durchschnitt hat die jährliche Arbeitszeit des Baggers 1177 Stunden, die gebaggerte Masse pro Jahr 45830 cbm, pro Arbeitsstunde 38,94 cbm betragen. — Der Verbrauch an Kohlen stellte sich pro Arbeitsstunde auf 124,45 kg, pro Cubikmeter gebaggerten Bodens auf 3,2 kg. — Die Betriebskosten pro Jahr incl. Transport der Baggermassen betragen 37253,39 *M.*, die Kosten pro Cubikmeter gebaggerten Bodens 0,81 *M.* — Die Anschaffungskosten sind auf 187400 *M.* zu stehen gekommen.

Zum Bagger gehören 8 Stück mit Bodenklappen und Klappenwinden versehene Prahme, jeder 50 cbm fassend und von 2 Mann bedient.

Die Besatzung des Baggers besteht aus 1 Baggermeister, 1 Steuermann und 1 Feuerwärter, sämmtlich fest angestellt, außerdem noch aus 3 Matrosen, 2 Heizern und 1 Maschinengehilfen, welche in  $\frac{1}{2}$  Tagelohn stehen.

Zur Erläuterung der Zeichnungen dürfte Folgendes noch zu bemerken sein:

Die Dampfmaschine ruht auf einem Fundamentunterbau, von Blech und Winkeleisen zusammengesetzt. Von dem Kessel *A* (auf Blatt 33 im Grundriß und Längenschnitt) wird der Dampf durch das Dampfrohr *B* (im Längenschnitt) den beiden Cylindern *C*, *C* zugeführt. Condensator und Luftpumpe sind gemeinsam für beide Cylinder und in der Mitte zwischen denselben liegend angeordnet. — Außerdem befinden sich in dem hinteren Raum des Baggergeschiffes die beiden kleinen Maschinen *D*, *D*, welche zur Selbstbewegung des Fahrzeuges dienen und zwei Propellerschrauben *E*, *E* (im Längenschnitt) von 1,4 m Durchmesser und 1,2 m Steigung in Bewegung setzen, die dem Bagger eine Geschwindigkeit von 5 bis 6 Knoten ertheilen. Die Maschinen *D* sind stehende Hochdruckmaschinen ohne Condensation, mit je zwei Dampfzylindern.

Die Uebertragung der Bewegung von der Schwungradwelle *F* (im Grundriß und Längenschnitt) zur oberen Turaswelle geschieht mittelst der beiden durch eine stehende Welle *a*<sub>1</sub> verbundenen konischen Räderpaare *a*<sub>2</sub> *a*<sub>2</sub> (im Querschnitt), sowie durch das Zahnradpaar *a*<sub>3</sub>. — Im Falle plötzlichen Widerstandes, welchen die Eimer am Boden finden, dient zur Sicherheit eine sogen. Kreuzscheiben- (Oldham'sche) Kuppelung *G* (im Längenschnitt) an der aufsteigenden Welle *a*; dieselbe kann mittelst des Hebels *H* vom Verdeck aus ausgehoben werden.

Das Heben der Baggerleiter geschieht durch das Gangspill *b*<sub>1</sub> (im Grundriß und Längenschnitt), welches seinen Antrieb mittelst einer Schraube ohne Ende und der beiden

auf der Schwungradwelle  $F$  sitzenden konischen Räder  $b_2$   $b_2$ , sowie eines dritten zugehörigen konischen Rades erhält; beide ersteren Räder sitzen lose auf der Schwungradwelle und können durch eine Frictionskuppelung und ein Hebelwerk vom Deck aus abwechselnd eingekuppelt werden.

Zur Seitwärtsbewegung des Baggers dienen die beiden Spille  $e_1$   $e_1$  auf Deck, welche mittelst des konischen Räderpaares  $e_2$  und einer Schraube  $e_3$  (im Längenschnitt) von der Schwungradwelle aus bewegt werden.

Auf derselben Welle sitzt noch ein Spill  $e_4$ , um wel-

ches sich das Hauptanker-Tau wickelt; dasselbe kann nach Bedarf aus- und eingekuppelt werden.

Endlich befindet sich am Vordertheil des Schiffes das Pumpspill  $J$ , welches für das Rücktau bestimmt ist. Dieses Spill läßt sich durch Handbetrieb und auch mittelst der konischen Räderpaare  $d_1$   $d_1$  von der Schwungradwelle aus in Betrieb setzen; eine Kuppelung der horizontalen Welle  $d_2$  gestattet das Aus- und Einrücken dieser Transmission.

Blatt  $E$  giebt die Details von der unteren und oberen Turaswelle sowie von der Construction der Baggereimer.

## Zusammenstellung der bemerkenswertheren Preussischen Staatsbauten, welche im Laufe des Jahres 1878 in der Ausführung begriffen gewesen sind.

(Schluß.)

### B. Aus dem Gebiete des Wasserbaues.

#### I. Seeufer-, Hafen- und Deich-Bauten.

Reg.-Bez. Königsberg.

Im Hafen zu Memel wurde die Uebermauerung des alten Grundwerks gemäß den Anschlägen vom 19. Juli 1876 und 13. Juli 1875 bei der Nordermole auf 27 lfd. m, bei der Südermole auf 150 lfd. m Länge vollendet; bei letzterer wurden außerdem 50 lfd. m der im Anschlage vom 30. April 1877 zu 273000  $\mathcal{M}$  berechneten und auf 150 lfd. m Länge vorgesehenen weiteren Fortsetzung der Uebermauerung hergestellt.

Im Hafen zu Pillau ist der Unterbau der Südermole um 120 lfd. m weiter fortgeführt und hat sonach bis Ende 1878 eine Gesamtlänge von 758 m. erreicht. Der Unterbau der Nordermole wurde vollendet. — Bei dem Bau des Vor- und Petroleum-Hafens ist der Umschließungsdamm bis zum Beginn des projectirten Petroleum-Hafens (Stat. 7,75) vorgeschritten, die nördliche Uferbefestigung des letzteren mit den dahinter liegenden Erdschüttungen fertiggestellt, und durch die Baggerarbeit die gesammte zur Herstellung des Vorhafendammes sowie des Bauhofes verwendete Bodenmasse gewonnen worden. An der inneren Umschließung des Petroleum-Hafens wurden die Gurthölzer der Spundwand zur Sicherung gegen Feuersgefahr bis auf 1 m unter Mittelwasser versenkt. — Behufs Anschüttung und Uferbefestigung des Ballastplatzes (Bauhofes) auf der Südspitze des russischen Dammes wurden die Arbeiten, Mitte Mai begonnen, so weit fortgeführt, daß auf der Südseite eine Uferlänge von 96 m, auf der Westseite eine solche von rot. 240 m fertiggestellt ist. Der Flächeninhalt der Anschüttung beträgt ca. 11700 qm., die Anschlagssumme 722090  $\mathcal{M}$  excl. der Hafen-Bauinspections-Gebäude.

Bei Cranz wurde die zur Befestigung des Ufers aufgeführte Ufermauer westlich um 9 lfd. m verlängert, außerdem das Ufer durch Steinlagen gegen Unterspülung geschützt. Von der 93000  $\mathcal{M}$  betragenden Anschlagssumme sind ca. 4200  $\mathcal{M}$  gespart.

Reg.-Bez. Danzig.

Bei dem Bau des Hafenbassins zu Neufahrwasser gediehen die Baggerarbeiten so weit, daß die südliche Kai-mauer nutzbar gemacht und das Bassin für die Schifffahrt eröffnet werden konnte. Mit dem Abbruch der alten Westmole wurde begonnen. — Bei der Verlängerung der

Nordwestmole erfuhren die zunächst der Mündung des Elbingflusses in das Frische Haff in 1877 fertiggestellten Theile durch den Eisgang der Nogat im März 1878 Beschädigungen, nach welchen sich herausstellte, daß zum Schutz der Mole gegen Eisgang und Wellenschlag eine Hinterfüllung derselben mit Baggererde nach der Haff- (West-) Seite nothwendig sei; es liegt daher die Absicht vor, die Mole in jedem folgenden Jahre nur um so viel zu verlängern, als es gelingt, dieselbe mit Erde zu hinterfüllen. Der zu diesem Zweck von Schichau in Elbing für 83560  $\mathcal{M}$  beschaffte große Pumpenbagger von 40 Pferdekraft ist bereits seit dem 26. August 1878 in Thätigkeit gewesen.

Dünenbauten wurden in den Strecken vom Tupadeler Hochlande bis an die Pommersche Grenze, auf der Insel Hela von Großendorf bis zur Neustädtchen Grenze, zwischen Neufahrwasser und Brösen und auf der Westerplatte ausgeführt. Anschlagss. 15850  $\mathcal{M}$ .

Reg.-Bez. Stettin.

Bei dem 1874 begonnenen Durchstich vom großen Haff nach der Swine wurden die Baggerungen kräftig fortgesetzt. Es sind bis jetzt rot. 3305000 cbm Boden — theils gegraben, theils gebaggert — heraus- und fortgeschafft, und bleiben noch pptr. 275000 cbm Boden auszuheben. — Außerdem sind die beiden Fährhäfen für die Fähranlage bei Caseburg zur Ausführung gekommen.

Reg.-Bez. Cöslin.

Bei dem Rügenwaldermünder Hafen ist der Unterbau der neuen Hafendämme bis Joch 204 der Westmole und Joch 102 der Ostmole, die Uebermauerung der Westmole auf 142,5 m Länge vollendet. Für den Unterbau des westlichen Molenkopfes sind die Rüstungen zu Ende geführt, auch zur Fundirung 26 (ca. 250 Ctr. schwere) Betonblöcke versenkt, nachdem die Baugrube bis auf 7 m unter Mittelwasser vertieft war. Die Ausführung dieser Arbeiten, welche durch unruhige Witterung vielfach verzögert wurde, geschah unter Beihilfe von Tauchern. — Behufs Vertiefung des Vorhafenbassins und Aufbaggerung der Wipper sind von der Portalbrücke aufwärts bis zum Eingang in den früher projectirten Binnenhafen einschließlich der in 1877 ausgeführten Arbeiten 56393 cbm Boden ausgebaggert worden; von da ab bis zur Einfahrt in die oberhalb anzulegenden

Bassins wurde das ganze Profil auf 4 m Tiefe anschlagsmäsig vollendet. Gleichzeitig wurden auf beiden Strecken die Uferbefestigungen und die Treidelstege hergestellt und in letzteren über Entwässerungsgräben in der ersten Strecke eine Brücke von 6 m, in der andern eine solche von 2 m Lichtweite aus Holz erbaut. Vier Dampfbagger und ein Schwahn'scher Handbagger waren in Thätigkeit. — Bei der Anlage des westlichen Bassins des projectirten Binnenhafens konnte, weil sich 2 m unter Terrain größtentheils Lehm und Thon von bedeutender Mächtigkeit zeigte, die Ausschachtung der Baugrube auf 3 resp. 4 m unter Mittelwasser durch Ausgrabung erfolgen. Zur Trockenhaltung der Baugrube diente eine Kreiselpumpe, anfangs mit 13 cm, später mit 26 cm weitem Saugerohr. Nachdem am 24. October das Wasser in das Bassin eingelassen, wurde mit der Baggerung begonnen. Bei den Rammarbeiten zum Pfahlrost und den Spundwänden unter der Kaimauer, welche östlicher Seits bereits ganz, südlich und westlich nur theilweise hinterfüllt ist, haben 25 Kunst- und Zug-, sowie 2 Dampfrahmen Verwendung gefunden.

Bei dem Hafen zu Colbergermünde wurde die Uebermauerung des Banketts am Ostmolenkopf (rot. 480 cbm Granitmauerwerk) im November vollendet.

Reg.-Bez. Stralsund.

Der Bau des Fischerei-Zufuchthafens an der Greifswalder Oie wurde vollendet. Die zur Haltung der Steinpackung dienenden Pfahlreihen wurden durch Gurthölzer und durchgehende eiserne Bolzen verankert und die auf der Steinpackung stehenden Schutzmauern aufgeführt.

Reg.-Bez. Schleswig.

Auf der Insel Sylt konnten die Bühnenbauten am Weststrande wegen Sturmfluthbeschädigungen im Winter 1877/78 nicht, wie erwartet war, in 1878 beendet werden. Von der zu 865000 *M.* veranschlagten, auf 6 Jahre Bauzeit berechneten Fortsetzung der Bühnenbauten wurde ein Werk in den Pfählen fertig gerammt. — Im Uebrigen beschränkten sich die Arbeiten im Regierungs-Bezirk auf Unterhaltung der bestehenden fiscalischen Hafentertorien, Correction- und Baggerungen zur Verbesserung des Fahrwassers. Dieselben waren bei den Häfen zu Husum, Tönning und Glückstadt resp. zu 68200, 34500 und 38600 *M.* veranschlagt.

Landdrostei-Bezirk Stade.

Für den Hafen zu Geestemünde waren die Baggerarbeiten zur Erhaltung der planmäßigen Tiefe zu 118500 *M.* veranschlagt. Die Ausführung hat eine Ersparnis von ca. 10000 *M.* ergeben. — Zur Beleuchtung des Hafens durch Gas in sämtlichen Kairäumen und Anlagen des Hafens, welche auf 352050 *M.* veranschlagt ist, wurde die Ausführung eingeleitet.

Landdrostei-Bezirk Aurich.

Auf Norderney wurde der Bau einer Strandbühne mit 4450 *M.* Ersparnis von der 45300 *M.* betragenden Anschlagssumme vollendet, auf der Insel Borkum das Dünenschutzwerk, bestehend in einer gebogenen Ufermauer aus Sandbeton mit 1 Stein starker Klinkerverblendung, Anschlagss. 18900 *M.*, verlängert, und das hölzerne Pfahlschutzwerk, Anschlagss. 34000 *M.*, umgebaut. Auf Baltrum wurden Köpfe von Strandbühnen am Westrande der Insel durch

Versenkung einer im Mittel 2 m starken Lage von Senkfascinen um die Köpfe herum verstärkt, Anschlagss. 50000 *M.*, ferner Theile des Dünenschutzwerks daselbst verstärkt und erneuert, Anschlagss. 30000 *M.* und 27000 *M.* Aehnliche Arbeiten wurden auf der Insel Spiekerkoog ausgeführt und waren zu 39560 *M.* und 39000 *M.* veranschlagt.

Im Reg.-Bez. Schleswig wurden die früher begonnenen Deichbauten fortgesetzt, die Verstärkung des fiscalischen Süderheverkoogsdeiches im Baukreis Eiderstedt vollendet. Die Ausführung der Steinuferdecke vor dem Kaiser-Wilhelm-Koog, in 1877 sistirt, wurde in 1878 nicht wieder aufgenommen, und ist vorläufig als beendet anzusehen, da erst mehrjährige Beobachtungen ein Urtheil über die Nothwendigkeit der Uferbefestigung bilden sollen. — Die Deichbauten in der Waterneversdorf-Neudorfer Niederung wurden beendet und diejenigen in der Kloster-Niederung sowie in der nördlichen Seeniederung auf Fehmarn wesentlich gefördert, so dafs ihre Vollendung in 1879 sicher zu erwarten ist.

## II. Strombauten.

1. Am Memelstrom im Reg.-Bez. Gumbinnen wurden die Regulierungsarbeiten unterhalb Sokaiten bis Obereisseln aufser der Abpflasterung und Berauhwehung auf 1 km Länge beendet; dagegen wurden in der 9 km langen Strecke von der Kumabucht bis zum Dorfe Splitter auf dem rechten Ufer 7 km, auf dem linken nur 4 km der Länge vollendet, und werden diese Arbeiten erst 1880 zu Ende geführt werden können. Neu begonnen wurde noch im Spätherbst die Regulirung der Strecke von Obereisseln bis zur Kumabucht, nahezu 14 km lang und zu 560000 *M.* veranschlagt, mit dem Ausbau einiger Bühnen bei Obereisseln.

Die Regulirung des Rufsstromes im Reg.-Bezirk Gumbinnen ist auf der Strecke von Ginnischken bis Kloken resp. bei Karzewischken in 1878 beendet; zur Regulirung des Flusses von Tattamischken bis Ruß, der Stromtheilung bei Ruß und der Einengung des Skirwithstromes ist letztere theils durch weiteres Erhöhen der Grundschwelle, theils durch Verschütten des aus dem Atmathstromes zu dessen Verbreiterung und Vertiefung gebaggerten Bodens bewirkt, die Regulirung der Strecke selbst in Angriff genommen und bis auf einige Werke vollendet; auch ist noch mit der Verlegung der Mündung des Leithe-Werkes begonnen. Der Bau wird in der Hauptsache, d. i. in der Anlage der projectirten Werke, 1879 beendet. — Neu begonnen und fast vollendet wurde die zu 14200 *M.* veranschlagte Deckung des rechten Ufers bei Galsdon-Joneiten als Fortsetzung der Regulirung von Ginnischken bis Kloken. Außerdem wurden die Ergänzungsarbeiten zu der bereits stattgehabten Regulirung der 6400 m langen Stromstrecke von Kloken bis Schneiderende eingeleitet, welche zu 168000 *M.* veranschlagt sind und in Ausführung von 28 neuen Bühnen sowie Verlängerung von 27 alten Bühnen bestehen werden.

An der Gilge ist die beabsichtigte Nachregulirung des Stromes von Kallwen bis Skoepen, zu 35000 *M.* veranschlagt, auf 2340 m Länge erfolgt, und die Deckung des rechten abbrüchigen Ufers bei Karlsdorf (Uebergang in den Seckenburger Canal), zu 28000 *M.* veranschlagt, begonnen.

2. Der Pregel wurde durch den in 1878 ausgeführten 19 m breiten Durchstich bei Collm gerade gelegt. Die Dos-

sirungen des Durchstichs von zweifacher Anlage sind unten mit Steinen beschüttet, haben darüber eine Spreutlage und im oberen Theil eine Rasenbekleidung erhalten. Anschlagss. 29000  $\mathcal{M}$ .

Dasselbe geschah an zwei Stellen des Timberflusses mittelst des Durchstichs bei Sussemilken. Die Breite dieses Durchstichs beträgt 16 m, die Anschlagssumme 10800  $\mathcal{M}$ .

Bei der Dange, welche in ihrem unteren Laufe eine Tiefe von 4,4 m und darüber hat, ist dieselbe Tiefe auch oberhalb bis zur Eisenbahnbrücke in einer Sohlenbreite von 24 m hergestellt worden. Von der Anschlagssumme, 57200  $\mathcal{M}$ , sind ca. 12000  $\mathcal{M}$  erspart.

3. An der Weichsel und ihren Nebenflüssen wurden bei dem Hauptstrome:

a) im Reg.-Bez. Marienwerder behufs Einschränkung des zu weiten Stromprofils 39 Regulierungswerke, und zwar in den drei Wasserbaukreisen Thorn, Culm und Marienwerder resp. 17, 15 und 7 mit den Anschlagssummen 156100  $\mathcal{M}$ , 187200  $\mathcal{M}$  und 62500  $\mathcal{M}$ , neu in Angriff genommen, und sind die Arbeiten im erstgenannten Baukreise sämmtlich, die im zweiten bis auf einen Theil des Parallelwerks Ehrental Nr. 1 ober- und unterhalb der Graudenzer Eisenbahnbrücke vollendet; im Wasserbaukreise Marienwerder werden die Arbeiten erst Ende November 1879 beendet werden. Für Instandsetzung und Vervollständigung schon vorhandener Regulierungswerke waren pro 1878 in den genannten Baukreisen resp. 25000  $\mathcal{M}$ , 70000  $\mathcal{M}$  und 46650  $\mathcal{M}$  berechnet.

b) Im Reg.-Bez. Danzig ist der 1877 begonnene Neubau von 4 Zwischenbuhnen bei Bohnsack vollständig fertiggestellt worden, desgleichen die Wiederherstellung des Uferdeckwerks an der Plehnendorfer Schleuse. — Neu begonnen wurde der Bau von 3 Zwischenbuhnen in dem 7. Baukreise, zu 11800  $\mathcal{M}$  veranschlagt und Mitte November beendet; ferner ebenda die Abpflasterung von 30 Buhnen, zu 19600  $\mathcal{M}$  veranschlagt, von welchen 6 fertiggestellt wurden, und auf der Strecke Dirschau-Rothe Bude Buhnenabpflasterungen für 37600  $\mathcal{M}$ , von welchen bis zum Eintritt des Hochwassers bei 10 Buhnen 1458 qm Pflaster hergestellt wurden. — Bei der Plehnendorfer Schleuse, deren Canal alljährlich während des Eisganges und Hochwassers versandet, und zur Vertiefung des Flußbettes der todten Weichsel unterhalb der Schleuse wurden die pro 1878 zu 23200  $\mathcal{M}$  veranschlagten Baggerarbeiten gegen Ende April begonnen und dabei mittelst eines den örtlichen Bedürfnissen entsprechend construirten Dampfbaggers von 12 Pferdekraft, welcher täglich 160 bis 170 cbm Baggerboden zu heben vermag, bis zum 20. Nov. 34358 cbm. Boden gefördert. — Zur Verbesserung der Vorfluthsverhältnisse in der getheilten Weichsel unterhalb der Abzweigung der Nogat in der Gegend der Alt-Möslander Wachtbude wurde die auf 70000  $\mathcal{M}$  veranschlagte Abtragung des hohen Uferlandes des linksseitigen Aufsendeiches auf 600 m Länge, 100 m Breite und 1 m Tiefe im Juni begonnen, im November beendet. Die 61000 cbm gewonnener Boden sind zur Erhöhung und Verstärkung des linksseitigen Weichseldeiches sowie zur Anlage zweier Traversen daselbst verwendet. — Die gleichfalls in 1878 erfolgte Abtragung der sogen. Klossower Kämpfe am rechten Weichselufer, zu 90000  $\mathcal{M}$  veranschlagt, erstreckte sich über eine Fläche von ca. 13 ha bei 1800 m Länge, und lieferte ca. 128000 cbm Boden.

An der Nogat wurden auf der linken Flußseite zu 32000  $\mathcal{M}$  veranschlagte Deich- und Uferbauten bis auf die Abpflasterung der Böschungen auf den Deichstrecken bei Horsterbusch und Robach, ferner auf der rechten Seite die Instandsetzung der Uferdeckwerke bei Fischerkamp, Anschlagssumme 14000  $\mathcal{M}$ , endlich die Schließung der oberen 3 Einfälle der Nogat, sowie eines Ausfalls bei Jungfer, gleichfalls zu 14000  $\mathcal{M}$  veranschlagt, vollendet.

Die Regulirung des Przmsaflusses, Reg.-Bez. Oppeln, wurde durch ein Correctionswerk fortgesetzt, welches sich stromaufwärts an die regulirte Strecke anschließt. Es besteht aus 4 Parallelwerken mit Anschlußbuhnen und einer größeren Uferabgrabung mit Deckwerk, und ist zu 20000  $\mathcal{M}$  veranschlagt. Stromabwärts wurde das daselbst 50 m breite Flußprofil durch Herstellung von 3 Parallelwerken mit Anschlußbuhnen auf die Normalbreite von 30 m eingeschränkt. Anschlagss. 13000  $\mathcal{M}$ .

Die Canalisirung der Unter-Brahe (Wasserbaukreis Bromberg) wurde im Wesentlichen beendet, so daß für das Frühjahr 1879 die Inbetriebsetzung vorgesehen werden konnte.

4. An der Oder und ihren Nebenflüssen sind am Hauptstrome:

a) im Reg.-Bez. Oppeln ausgeführt: Regulierungsarbeiten unterhalb der Eisenbahnbrücke in Cosel, zwischen Konty und Noline und bei dem Dorfe Thurze im Kreise Ratibor, in den Anschlägen zu resp. 10000, 30000 und 14000  $\mathcal{M}$  berechnet. Die vor 1878 begonnenen Bauten wurden vollendet.

b) Im Reg.-Bez. Breslau sind von den fortgesetzten Arbeiten die in der Strecke vom Kalten Loch bis zum Stoberbach beendet; neu in Angriff genommen wurden Regulierungsarbeiten auf der Strecke vom Geltscher Mühlgraben bis Rattwitz, wo 36 Buhnen, welche 1851 bis 1856 ohne Steinköpfe erbaut und im Laufe der Zeit abgebrochen waren, mit Steinköpfen und Vorlagen für die Anschlagss. von 52000  $\mathcal{M}$  wieder hergestellt werden sollen.

c) In dem Bezirk der Oderstrombau-Verwaltung, von Breslau abwärts bis Schwedt, wurden Regulierungsarbeiten, welche die natürliche Breite des Stromes für Mittel- und Niederwasser der Art einschränken sollen, daß dadurch eine gleichmäßige Wassertiefe in der Schifffahrtsrinne von 1 m bei dem niedrigsten Wasserstande erreicht wird, 1878 neu begonnen auf folgenden Strecken:

bei Auras; vor dem rechtsseitigen Ufer 13 Buhnen, vor dem linksseitigen Ufer 25 Buhnen, Anschlagssumme 112000  $\mathcal{M}$ , von unterhalb Regnitz bis Maltsch; vor dem rechtss. Ufer 27 Buhnen und 4 Schlickfänge, vor dem linkss. Ufer 33 Buhnen und 2 Schlickfänge, 220000  $\mathcal{M}$ ,

am kleinen Ochsenwerder beim Kloster Leubus; vor dem rechtss. Ufer 15 Buhnen, vor dem linkss. Ufer 17 Buhnen und 2 Schlickfänge, 92000  $\mathcal{M}$ ,

von oberhalb der Katzbach bis zum Böberle; vor dem rechtss. Ufer 27 Buhnen und 3 Schlickfänge; vor dem linkss. Ufer 30 Buhnen, 163000  $\mathcal{M}$ ,

bei Tschicherzig; vor dem rechtss. Ufer 99 Strauchbuhnen, vor dem linkss. Ufer 92 dgl. Buhnen, 538000  $\mathcal{M}$ ,

von Crossen bis Neuendorf; vor dem rechtss. Ufer 90 Strauchbuhnen, vor dem linkss. Ufer 89 eben solche Buhnen, 633000  $\mathcal{M}$ ,

von Schönfeld bis Lahmo; vor dem rechtss. Ufer 33 Buhnen, vor dem linkss. Ufer 39 Buhnen, 204000  $\mathcal{M}$ ,

unterhalb Ratzdorf; vor dem rechtss. Ufer 18 Strauchbuhnen mit Steinköpfen und Stromschwellen und 20 Buhnen im Tiefbau mit Stromschwellen, vor dem linksseitigen Ufer desgl. 21 und 21 Buhnen, 192000 *M.*,

unterhalb Cunitz; vor jedem Ufer 33 Buhnen, von denen je 15 Stück Steinköpfe und je 18 Stück beschüttete Köpfe erhalten, 250000 *M.*, und

unterhalb Bellinchen; vor dem rechtss. Ufer 7, vor dem linken Ufer 4 Buhnen mit vierfach abgeböschten und abgeplasterten Köpfen, mit Kopfsinkstücken und Stromschwellen, 112000 *M.*

Aus früheren Jahren fortgesetzte Bauten wurden in 1878 vollendet auf den Strecken: unterhalb Breslau bis zur Breslau-Posener Eisenbahnbrücke; — von der Weistritz-Mündung bis zur sogen. Dammriege; — oberhalb der Leubuser Fähre; — bei Karau; — bei Carolath; unterhalb Loos — und von Lebus bis zum Cüstriner Vorfluths-Canal.

Bei der Regulirung der Warthe wurden im Reg.-Bez. Posen die schon früher begonnenen Arbeiten: bei Marienwalde, am Weissen Berge, bei Tucholle, Obersitzko, Choyno, Jackowo und unterhalb Posen in 1878 beendet. Die in 1878 neu begonnenen Buhnenbauten bei: Kobylamia (Anschlagss. 38000 *M.*), Neumerine (14800 *M.*), Lauske (15000 *M.*), Zirke (10500 *M.*), Hohensee (45500 *M.*) und Puszizykowo (58000 *M.*) werden sämmtlich in 1879 beendet werden. — Von den Regulirungsarbeiten an der Warthe im Reg.-Bez. Frankfurt a/O. sind die aus früheren Jahren fortgesetzten: zwischen Schlangenwerder und Fichtwerder unterhalb Landsberg a/W., und zwischen Borkow und Pollychen oberhalb der Einmündung der Netze in die Warthe, in 1878 vollendet worden, diejenigen bei der sogen. Taubenwiese oberhalb Költchen sowie bei Schnelle Warthe unterhalb Landsberg a/W. so weit gefördert, daß ihre Vollendung 1879 bestimmt zu erwarten ist. — Von den in 1878 erst begonnenen Regulirungsbauten sind diejenigen unterhalb Mornn bis zum Siebenruthensee, auf 3150 m Länge, zu 95000 *M.* veranschlagt. Es sollen am linken Ufer 26, vor dem rechten Ufer 12 neue Buhnen erbaut und dadurch das Mittel- und Kleinwasser in den Stand gesetzt werden, die bei Hochwasser hier herrschenden Versandungen zu beseitigen; auch soll fortschreitender Verwilderung vorgebeugt werden. Zur Regulirung der Warthe bei Költchen sind bei 3900 m Länge der Strecke 22 Buhnen auf dem linken und 32 Buhnen auf dem rechten Ufer projectirt, sämmtlich mit abgeplasterten Steinköpfen. Der Anschlag ist zu 216000 *M.*, die Bauzeit auf 3 Jahre berechnet.

Bei der Netze sind im Reg.-Bez. Bromberg die Vertiefungsarbeiten zwischen der 10. Schleuse und der Lobsonka-Mündung fortgesetzt worden. Neu begonnen wurde die auf ca. 4 Baujahre und 3 500 000 *M.* veranschlagte Schiffbarmachung der oberen Netze auf 88,2 km Länge (excl. der Seen). Es wird dabei im Allgemeinen der jetzige Flußlauf beibehalten; kleine Krümmungen sollen möglichst ganz beseitigt und nur Krümmungen von mindestens 180 m Radius eingeführt werden. Von großen Durchstichen ist derjenige durch die sogen. Hochwasser-Niederung oberhalb Pakosch von ca. 7500 m Länge und ein anderer von 1400 m Länge bei Eichhorst in bestimmte Aussicht genommen. — Im Reg.-Bez. Frankfurt a/O. wurde die 1876 begonnene Regulirung der Netze unterhalb der Drage-Einmündung beendet, im

September eben daselbst aber eine neue Regulirung in Angriff genommen, welche bezweckt, zwei sehr starke Krümmungen mittelst 50 m in der Mittelwasserlinie breiter Durchstiche zu beseitigen. Der obere Durchstich ist 300 m, der untere 230 m lang. Letzterer ist vollendet, die Coupirung des alten Flußbettes daselbst in der Ausführung begriffen, Anschlagss. 105000 *M.* — Bei Vordamm wurde dem stetigen weiteren Abbruch des rechten forstfiscalischen Ufers durch Neubau resp. Vortreiben von Buhnen vorgebeugt. Anschlagssumme 19000 *M.*

5. Bei dem Elbstrom und seinen Nebenflüssen sind bei dem Hauptstrom:

an dem Durchstich zwischen Döbeltitz und Kranichau nur geringfügige Arbeiten (zur Beseitigung fester Thonbänke etc.) ausgeführt worden, da der Abbruch des convexen Ufers noch nicht weit genug vorgeschritten ist, um mit der Deckung des linksseitigen Ufers beginnen zu können.

Von den sonstigen, im Bereiche der Elbstrombau-Verwaltung früher angefangenen Wasserbauten an der Elbe blieben Ende 1878 noch unvollendet:

2 Parallelwerke am Friedrich-Wilhelmsgarten und Stadtmarsch oberhalb Magdeburg, welche etwa zur Hälfte fertig, und voraussichtlich 1880 beendet sein werden; ferner die Vertiefung der Elbe bei Magdeburg durch Felsprengungen, welche in 1878 nur wenig gefördert wurde;

das Deckwerk an den Hohenwarther Bergen, dessen Bau bis Mitte November ruhte, dann aber wieder aufgenommen ist; der Bau der Buhnen und Grundswellen in der Stromstrecke von Carlbau bis Lübars, welcher wegen mangelnder Fonds am 31. October sistirt wurde;

die Regulirung der Strecke von Schnackenburg bis zum Lenzener Neuen Hause, deren Beendigung erst 1879 erzielt, und die Herstellung von normalen Steinköpfen an Lauenburg'schen Buhnen, welche in 1879/80 voraussichtlich vollendet werden wird; endlich

der Buhnenbau ober- und unterhalb der Einmündung der Ilmenau in die Elbe, welcher durch Unterhandlungen wegen Verlegung der Hoopfer Fähre verzögert wurde.

Von den in 1878 neu begonnenen Stromregulirungsbauten an der Elbe blieben zu Ende des Jahres unvollendet:

der Ausbau des linksseitigen concaven Ufers oberhalb Belgern durch Verlängerung von 7 vorhandenen Buhnen, Kiesabgrabung und Schützen des Ufers durch ein Steindeckwerk, Anschlagss. 56000 *M.*,

die Einschränkung der Stromstrecke zwischen Clöden und Wartenburg auf 100 m Normalbreite, 104500 *M.*, sechs Buhnen am Radeldattel-Werder, Loslau gegenüber, 20200 *M.*,

die Buhnenbauten am Ringforthor Ufer, am Pareyer Ufer, am Schönhauser Ufer und bei Lübars, am Sandauer Fährkrüge und am Rennwerder, veranschlagt resp. zu 41100, 43600, 21900, 18200 und 10500 *M.*,

die Regulirung der Strecke zwischen Cumlosen und der Garbe durch den Neubau von 2 Buhnen und die Verlängerung von 11 Buhnen, 46000 *M.*,

die Verlängerung von 8 Buhnen vor dem Mödlicher Werder, 35700 *M.* und von 6 Buhnen vor dem Brandlebener Werder, 40400 *M.*,

welche sämmtlich in 1879 beendet werden sollen; dagegen ist eine Ausdehnung der Bauzeit bis zum Jahre 1880 resp. 1881 erforderlich:

bei dem Neubau resp. der Normalisirung von 3 bzw. 2 Bühnen am Barnitzer Werder, 45900 *M.*,

bei dem Neubau resp. Verlängerung von acht Bühnen am herrschaftlichen Herrenhofer- und Bitter'schen Vorlande, 42700 *M.*, desgl. von 7 Bühnen links neben Bleckede, 29650 *M.*,

bei dem Bau eines Uferdeckwerks oberhalb Avendorf sowie der oberhalb und unterhalb gelegenen 10 Bühnen am Artlenburger Westerwerder und am Avendorfer Werder, 54400 *M.*, endlich

bei dem Bau der Bühne Nr. 1<sup>a</sup> unterhalb Lauenburg, 10700 *M.*, und von Zwischenbühnen am Horneburgsgrund, 36400 *M.*

Angefangen und vollendet in 1878 wurden die folgenden Strombauten an der Elbe:

die vollständige Einschränkung der Stromstrecke zwischen Lössnig und dem Mühlberger Durchstich auf 100 m Normalbreite, 19200 *M.*,

die Sicherung der Bühnen innerhalb der Stromstrecke Pülserda-Torgau durch Grundschwellen, 15120 *M.*,

die Einschränkungen bei Losswig, 37500 *M.*, und bei Iserbecka, 26600 *M.*,

der Bau von 5 Bühnen am Schallehn'schen Werder, 16770 *M.*, und von 6 Bühnen am Maertens-Werder, Lostau gegenüber, 20200 *M.*,

das Parallelwerk bei Magdeburg unterhalb der Strombrücke am Peters- und Jacobsförder, behufs canalartigen Ausbaues des Stromes daselbst, 60950 *M.*,

die Normalisirung von 7 Bühnen am herrschaftlichen Heisterbusch-Werder, 13200 *M.*, und der Neubau von 3 Bühnen unten am Strachauer Werder, 13300 *M.*, schliesslich

der Neubau resp. die Normalisirung von 2 Bühnen links und 2 Bühnen rechts oberhalb Stipelse, 13900 *M.*, und die Verlängerung von 2 Bühnen bei Marschacht, sowie Grundschwellausdeckung bei Elbstorff, 11460 *M.*

In dem Landdrostei-Bezirk Lüneburg wurden der Ban von 2 neuen Correctionsbühnen am rechten Ufer der Süderelbe oberhalb Holsten-Kathe auf Wilhelmsburg vor dem Hamburg'schen Moorwerder-Vorlande, Anschlagss. 41868 *M.*, und von 2 dergl. Bühnen am linksseitigen Ufer der Elbe bei Over, Anschlagss. 49770 *M.*, in 1878 begonnen; die Vollendung erfolgt 1879.

Bei der Havel erstreckten sich die in 1878 vorgenommenen Strombauten auf: Vertiefung des Flußbettes bei Friedrichsthal, Anschlagssumme 13000 *M.*, auf Regulirungen bei Pichelsdorf, 56000 *M.*, und oberhalb des Dorfes Grütz, 37000 *M.*, sämmtlich in 1878 vollendet; ferner auf die Regulirungen unterhalb des Dorfes Bahnitz, 66000 *M.*, unterhalb des Dorfes Molkenberg, 60000 *M.*, und bei dem Dorfe Jederitz, 126000 *M.*, deren Beendigung in 1879 erfolgen wird. Bei der Regulirung der Havel bei Spandau, zu 50000 *M.* veranschlagt, mußte die Vollendung wegen Verhandlungen mit den Adjacenten ausgesetzt werden. Der Durchstich III bei Nedlitz, 240 m lang, 14 m in der Sohle breit, mit vierfacher Anlage und 4 Molen mit abgepflasterten Köpfen an den Mündungen, war zu 49000 *M.* veranschlagt und ist in 1878 fertiggestellt.

Bei der Sprée wurde die Regulirung ihrer Mündung in den Müggelsee bei Rahnsdorf, 1877 begonnen und zu 105000 *M.* veranschlagt, mit ca. 6000 *M.* Ersparung vollendet.

Von den Regulirungsarbeiten an der Saale im Reg.-Bez. Merseburg sind die in früheren Jahren begonnenen in 1878 fortgesetzt, ohne vollendet zu werden. Letzteres ist auch der Fall bei den neu angefangenen Bauten auf der Strecke von der Rofsachbrücke bis zur Groß-Jena'schen Fähre, 1200 m lang und zu 15200 *M.* veranschlagt, sowie am Grochlitzer Felsen bis zu dem Dorfe Schönburg, rot. 2700 m lang und zu 37800 *M.* veranschlagt, bei welchen die Regulirung durch ein continuirliches Bühnensystem mit 40 m, resp. 45 und 50 m Normalweite zwischen den Bühnenköpfen bewirkt werden soll.

6. Im Reg.-Bez. Schleswig sind die Correctionsarbeiten zur Verbesserung des Fahrwassers der Aufsen-Eider fortgesetzt worden. Außerdem wurden behufs Ablenkung des an den Herrenkoogs-Eiderdeich andrängenden Eiderstromes vor ersterem 13 Grundschwellen aus Senkstücken und Senkfashinen hinabgesenkt und hierbei gegen die Anschlagss. von 21693 *M.* ca. 6580 *M.* gespart. — Behufs Herstellung eines 3,8 m tiefen Fahrwassers in der Schlei wurde in 1878 die Durchbaggerung der Landzunge bei Palöv vorgenommen und fast vollendet.

7. An der Weser wurden die in früheren Jahren angefangenen Correctionsbauten, bis auf die Correction im Schnetzer unterhalb Latferde, in 1878 fortgesetzt und, mit Ausnahme der Verbesserung des Fahrwassers bei Latferde, sowie der Stromcorrection am sogen. Kikenstein, Reg.-Bez. Minden, auch vollendet. — Von den in 1878 neu begonnenen Strombauten an der Weser wurden in demselben Jahre zu Ende geführt:

a) in dem Landdrostei-Bezirk Hannover: die Correctionen oberhalb des Schapensiels, Amts Nienburg, bestehend in dem Bau von 27 inclinanten Bühnen behufs Einschränkung der Flußbreite auf 60 m, Anschlagss. 26700 *M.*, desgl. unterhalb des Bärenorts, 16 Bühnen zu gleichem Zweck, 14200 *M.*,

b) in dem Landdrostei-Bezirk Stade: die Correctionen in der Süderbucht, 11750 *M.*, unter dem Badener Hochufer, 11000 *M.*, in der Schliemer Bucht, 20000 *M.*, an der Insel, 13800 *M.*, von Fähr bis zur Frühplate, Linen gegenüber, 30500 *M.*, Bekum gegenüber, 18500 *M.*, und Baggerungen zur Erhaltung resp. Verbesserung des Fahrwassers von Fähr bis Käseburg, zu 30000 *M.* veranschlagt;

c) im Reg.-Bez. Cassel: die Herstellung von 23 resp. 22 Stück Grundschwellen an der Kleinenwieder Dorfschlucht, Anschlagssumme 14000 *M.*, und an der Füllmer-Masch in der Gemarkung Rinteln, 10000 *M.*

Unbeendet blieben im Reg.-Bez. Minden die in 1878 neu begonnenen Weserbauten: in der sogen. Südenbucht bei Veltheim, bestehend in 29 Stück Grundbühnen nebst Ab- und Ausbaggerungen, Anschlagss. 30000 *M.*, und bei der Vlothoer Eisenbahnbrücke, bestehend in Parallelwerken ober- und unterhalb der Brücke, welche das Fahrwasser lediglich unter die linksseitige Brückenöffnung verlegen sollen, Anschlagss. 21400 *M.*

8. Von den Correctionsarbeiten an der Ems wurden die vor Haren in 1878 wieder aufgenommen und, wie die in 1878 im Landdrostei-Bezirk Aurich neu angefangenen Bauten: in der Nähe von Emden (Erhöhung des Westdammes

längs des Emdener Fahrwassers und Vorbau der senkrechten Bühnenkörper an der Geise), Anschlagss. 90000  $\mathcal{M}$ , bei der Eisenbahnbrücke neben Weener, Anschlagss. 31000  $\mathcal{M}$ , und oberhalb der Papenburger Schleuse, Anschlagss. 28000  $\mathcal{M}$ , in demselben Jahre vollendet. — Die im Landdrostei-Bezirk Osnabrück in 1878 neu angefangenen Bauten: Herstellung des Uferschutzes bei Herbrum (ein Grundbett durch den Kolk und vor demselben 3 Bühnen), Anschlagss. 55240  $\mathcal{M}$ , Correction des Fahrwassers bei Werthmann (Anlage von 31 rechts- und 38 linksseitigen Bühnen), Anschlagss. 13900  $\mathcal{M}$ , desgl. gegenüber Bergham, bei dem sogen. verlassenen französischen Durchstich (Anlage von 14 rechts- und 13 linksseitigen Bühnen behufs Einschränkung des Stromprofils auf 40 m und Gewinnung einer Minimalfahrtiefe von 1,0 m unter dem mittleren niedrigsten Sommerwasserstande), Anschlagss. 13155  $\mathcal{M}$ , und die Instandsetzung der Stromcorrectionswerke in der Ems und Hase, welche auf der ca. 90 km langen Strecke ca. 1500 Stromwerke (Bühnen) umfaßt, zu 15485  $\mathcal{M}$  veranschlagt, wurden in Folge des Hochwassers Mitte November eingestellt; ihre Vollendung ist in 1879 zu erwarten.

9. Am Rhein und seinen Nebenflüssen sind in 1878 folgende Strombauten in der Ausführung begriffen gewesen:

a) am Hauptstrom:

im Reg.-Bez. Wiesbaden der Ausbau des Schiersteiner Hafens, 1874 begonnen und zu 240000  $\mathcal{M}$  veranschlagt, bei welchem im verflossenen Jahre im Ganzen ca. 26270  $\mathcal{M}$  zu Ausbaggerungen und zur Verlegung der Ausmündung des Schiersteiner Baches aus dem Hafen in die unterhalb desselben gelegene Alluvion verwendet wurden; ferner der Ausbau der fiscalischen Alluvion bei Geisenheim, 1875 begonnen und zu 30000  $\mathcal{M}$  veranschlagt, welcher wegen des anhaltend hohen Wasserstandes im Rhein nur wenig gefördert werden konnte. Neu angefangen wurden Regulirungsbauten von Bieberich bis Rüdesheim, hauptsächlich in Baggerungen im Rheingau, Regulirung von Uferwerken etc. bestehend und zu 95000  $\mathcal{M}$  veranschlagt; dieselben sollten bis zum April 1879 beendet werden.

Im Bereiche der Rheinstrombau-Verwaltung wurde in 1878 nur die Fortsetzung resp. Beendigung der Stromregulirung vor dem linksseitigen Rheinufer an der Volsengatt-Insel bei Kleeken, Anschlagss. 155000  $\mathcal{M}$ , neu angefangen. Die Bauanlage bildet den Abschluß des großen Stromregulirungswerkes an der Einmündung des Spoy-Canals in den Rhein bei Kleeken, unmittelbar an der Holländischen Grenze, behufs Einschränkung des Stromes auf die Normalbreite, und besteht aus Parallelwerk und zwei Bühnen in der am Niederrhein üblichen Construction mit Senkfaschinen und Kieskern bis +1,0 m, Packwerk bis +2,0 m, zum Aufsenschutz mit Senksteinen beworfen und darüber Kiesschüttung mit Pflastermantel. Der Bau wurde durch Hochwasser mehrfach unterbrochen und wesentlich verzögert, er wird etwa zum April 1880 vollendet sein. — Von den fortgesetzten Bauten wurden die 1874 begonnenen Stromregulirungen bei Hittorf, Anschlagss. 203000  $\mathcal{M}$ , und von Baumberg über den sogen. Kirberger Ort hinweg bis unterhalb Zons, Anschlagss. 48000  $\mathcal{M}$ , vollendet. — So weit geführt, dafs die Beendigung in 1879 vorgesehen werden konnte, wurden die Regulirungsbauten am sogen. Krummenwerth bei Andernach, begonnen 1874, Anschlagss. 96000  $\mathcal{M}$ ; von der Ausmündung des alten Flürenschen Canals bis bei Lippmann unterhalb Wesel, begonnen

im Juli 1877, Anschlagss. 40000  $\mathcal{M}$ , und dicht oberhalb des Hönnepeler Schaardeiches durch Anlage von Bühnen vor dem linksseitigen Ufer, begonnen im September 1875, Anschlagss. 107000  $\mathcal{M}$ ; ferner die Ausbildung der Stromspaltung am sogen. Ehrenthaler Werth behufs Verbesserung der Schiffbarkeit der dortigen Stromstrecke, beg. 1875, Anschlagss. 96000 + 80000  $\mathcal{M}$ , sowie die Leinpfadsbauten in einem Ufer-Einriß oberhalb Werrich, beg. am 1. Septbr. 1877, Anschlagss. 24000  $\mathcal{M}$ , und vor dem Vynenschen Gatt, vor den Köpfen der Strombeschränkungswerke entlang, Novbr. 1876 begonnen und zu 85000  $\mathcal{M}$  veranschlagt. Ein Jahr später dürfte beendet werden: der Bau eines Sicherheitshafens dicht unterhalb St. Goar, Ende 1877 begonnen und zu 158000  $\mathcal{M}$  veranschlagt, welcher Raum für etwa 60 Schiffe bieten wird. — Als Arbeiten, deren Betrieb lediglich vom Wasserstande abhängt, sind schliesslich die Felsensprengungen in der Stromstrecke von Bingen bis St. Goar; auf 80000  $\mathcal{M}$  veranschlagt, zu erwähnen; bei diesen sind in 1878 abgeräumt worden in Sa. 139,9 cbm Gestein von Bohrungen, die bereits im Vorjahre stattgefunden hatten, und 1084,94 cbm Gestein, von neuen Bohrungen herrührend, bei denen die Gesamttiefe aller Bohrlöcher 745,83 m betragen hat.

b) An der Lahn, im Reg.-Bez. Wiesbaden, wurden die sei 1876 auf der 105 km langen Strecke ausgeführten Baggerungen zur Vertiefung der Flufssohle, der Schleusencanäle und Canal-mündungen, zu 24000  $\mathcal{M}$  veranschlagt, vollendet, der Ausbau des Leinpfades bei Nassau und oberhalb Vilmar, zu 12700 und 27800  $\mathcal{M}$  veranschlagt, im Juli begonnen.

c) Am Main ist die 1877 in Angriff genommene Verbesserung der Fahrinne durch Einengung des Flusses in der Gemarkung Frankfurt und durch Vertiefung bei Höchst fast vollendet. Für das Project einer Main-Canalisation wurde das Nivellement des Mains und die Terrain-Aufnahme ausgeführt; die gesammten Vorarbeiten zu genanntem Zweck sind auf 10000  $\mathcal{M}$  veranschlagt. — Die Unterhaltung des Mains von der Hessischen Grenze bei Offenbach bis zur Grenze von Kostheim erforderte in dem Etatsjahr 1878/79 22000  $\mathcal{M}$ .

d) An der Mosel wurde deren Schiffbarmachung bei Lehenhof und Taubengrün, 1875 in Angriff genommen, und die Regulirung des Flusses von der alten Moselbrücke bei Coblenz abwärts bis zur Einmündung in den Rhein, zu 170000  $\mathcal{M}$  veranschlagt und 1876 begonnen, weiter fortgesetzt, die Regulirung der Moselfahrt bei Wintrich und die Räumung des Hafens bei Cues (durch Coupirung eines alten Moselarmes im J. 1842 entstanden), beide 1877 begonnen und zu 10000 resp. 29000  $\mathcal{M}$  veranschlagt, in 1878 fertiggestellt; neu angefangen wurden: der Ausbau und die Erhöhung einer 1250 m langen Leinpfadsstrecke auf dem linken Moselufer zwischen der Kyllmündung und dem Eisenhüttenwerke Quint, Anschlagss. 14400  $\mathcal{M}$ , der Bau eines Leinpfades zwischen Köwenich und Mullay, 49000  $\mathcal{M}$ , eines Parallelwerkes nebst Erhöhung des Leinpfades bei Eller, 14500  $\mathcal{M}$ , der Ausbau des Sommerleinpfades vor dem Dorfe Dieblich, 37000  $\mathcal{M}$ , und der Neubau des Sommerleinpfades am linken Moselufer unmittelbar an der Einmündung in den Rhein. Die Regulirung des Flusses bei Beilstein, Anschlagss. 10900  $\mathcal{M}$ , wurde angefangen und fertiggestellt.

e) Bei der Ruhr ist die Vertiefung des Nord- und Südhafens im Mai beendet und die Regulirung und Befesti-

gung des rechtsseitigen Flufsuferes gegenüber dem Kaiserhafen zu Ruhrort, Anschlagss. 30000  $\mathcal{M}$ , im Decbr. begonnen.

f) An der Saar ist

$\alpha$ ) in der Haltung Wehrden behufs Flußregulierung mit den Felsräumungs-Arbeiten, welche durch Hochwasser und Ueberfluthungen sehr verzögert und unterbrochen wurden, im Schutz von Fangedämmen fortgefahren, und sind dieselben Mitte September beendet worden. In 1878 wurden 620 m Fangedämme gebaut und in ihrem Schutze ca. 1500 cbm Erde etc. und etwa eben soviel Felsen gefördert, außerdem durch Dampf- und Handbagger noch 2300 cbm Masse, welche ca. 500 cbm Felsen enthielt, die durch Sprengen unter Wasser gelöst wurden. Ferner wurden zu Böschungen, Ueberläufen etc. ca. 1500 qm Pflaster ausgeführt, etwa 2200 cbm Schlacken und Vorwurfssteine verwandt und rot. 8000 qm Rasenbelag gefertigt. Die noch auszuführenden Nacharbeiten zur Vollendung der ganzen Haltung dürften im Sommer 1879 beendet werden können.

$\beta$ ) in der Haltung Bous hatte der Fortgang der Arbeiten aus gleichen Ursachen zu leiden. Von den 8 noch herzustellenden Baugruben, à 100 bis 120 m lang, konnten nur 5 ganz und eine zur Hälfte ausgeschachtet werden. Im Schutze der in Länge von ca. 1300 m zur Ausführung gekommenen Fangedämme wurden rot. 5000 cbm Erde etc. und 7200 cbm Felsen gefördert. Die ausgeschachteten Massen sind fast ausschließlich zur Leinpfadregulierung und Terrain-aushöhung verwandt. Der Leinpfad ist beinahe vollständig ausgebaut und bekieset und die Befestigung des rechtsseitigen Ufers unter Benutzung der gewonnenen festeren Felsmassen zum großen Theil fertiggestellt. Zur Regulierung der Ufer kamen 7 Buhnen am linken und rechten Ufer unterhalb der Hostenbacher Brücke zur Ausführung, und wurden zur Befestigung neu regulirter Flächen rot. 6000 qm Rasenbelag und 1700 qm Buhnen- und Böschungspflaster gefertigt.

$\gamma$ ) in der Haltung Ens Dorf wurden die Flußregulierungsarbeiten, auf 211000  $\mathcal{M}$  veranschlagt, Anfang Juni begonnen. Dieselben erstrecken sich auf den 6250 m langen Flußlauf (von Stat. 107<sup>+50</sup> bis zum Einlauf des Schleusenwerks bei Ens Dorf) und umfassen: 1) die Vertiefung des Flußbettes an denjenigen Stellen, wo der durch das Nadelwehr bei Ens Dorf zu bewirkende Stau zur Erreichung einer Wassertiefe von 2 m nicht genügt, 2) auf Umbau und Erhöhung der vorhandenen Buhnen bis zur Höhe des Stauwasserspiegels, resp. 30 cm darüber, 3) auf Regulierung resp. Ausschüttung und Befestigung der Ufer, endlich 4) auf Regulierung und Bekiesung des Leinpfades. — Es sind bereits ad 1) in 5 Baugruben mit einer Gesamtfangedammslänge von rot. 800 m 4000 cbm Kies und 2700 cbm Felsen gefördert und zur Herstellung der Fahrtiefe ca. 6000 cbm Kies gebaggert und eingebaut; ad 2) 45 Stück Buhnen mit ca. 1800 qm Pflasterung umgebaut resp. neu angelegt; ad 3) ca. 38000 cbm Boden vom Ens Dorfer Schleusencanal hinauf transportirt und ausgeschüttet, zur Deckung ca. 4800 qm Böschungs- und 3800 qm ebenes Pflaster gefertigt, endlich Uferdeckungen mit Steinschrotten resp. Schlacken auf ca. 800 m Länge hergestellt; ad 4) ist die Leinpfadsregulierung auf ca. 1800 m Länge erfolgt. — Die Vollendung des ganzen Werkes ist Ende 1879 zu erwarten.

$\delta$ ) Außerdem wurden Regulierungsarbeiten am rechtsseitigen Ufer der canalisirten Saar auf der 6410 m langen

Strecke von der Landesgrenze bei Güdigen bis zur Schwimmschule oberhalb Saarbrücken ausgeführt, welche zu 26000  $\mathcal{M}$  veranschlagt waren und hauptsächlich in Herstellung einer Schlackenschüttung zum Schutze des Uferfußes bestanden; schließlic wurden auf der freien Flußstrecke von Ens Dorf bis zur Einmündung der Saar in die Mosel bei Conz Befestigungen des linken Ufers, Anschlagss. 13600  $\mathcal{M}$ , bis auf einige kleine Nacharbeiten vollendet.

g) Bei der Lippe, und zwar an deren Mündung in den sogen. Alten Rhein bei Wesel, wurde die Verlängerung der linksseitig dort vorhandenen Mole um 310 m zugleich mit dem Neubau einer Buhne am rechten Ufer des Alten Rhein und der Verkürzung zweier gegenüberliegender alten Buhnen im Juli begonnen. Der Bau ist zu 75000  $\mathcal{M}$  veranschlagt und bezweckt die Verbesserung des Fahrwassers, in welchem die vor dem Kopfe der Mole stets von Neuem sich bildenden Sandablagerungen bisher meistens so weit in das Bett der Lippe resp. in dessen stromabwärts zu denkende Verlängerung sich hinein erstreckten, daß selbst leicht beladene Fahrzeuge zeitweise dort nicht fortkommen konnten.

### III. Canalbauten.

Im Reg.-Bez. Königsberg kamen die Arbeiten am König-Wilhelm-Canal zu Schmelz bei Memel behufs Einrichtung eines Theils des Hafensbassins zur Aufnahme und Lagerung von Holzflößen sowie als Bauhafen, zum Abschluss.

Im Reg.-Bez. Gumbinnen wurde die Deckung des linken Ufers des Seckenburger Canals durch Steinrevetements resp. gewöhnliche Faschinen-Packwerke mit Bespreitung von grünen Weiden ausgeführt. Anschlagss. 14490  $\mathcal{M}$ .

Im Reg.-Bez. Potsdam ist der Bau der Schifffahrtsstraße von Rheinsberg resp. Flecken Zechlin nach dem Pälitzsee in 1878 so weit fortgeführt worden, als es die Differenzen mit Mecklenburg wegen des Canalanschlusses gestattet haben, ferner die Verbesserung der Wasserstraße Pinnow-Hennigsdorf bis auf kleine Uferbefestigungen fertiggestellt. Der Oranienburger Canal wurde zwischen der Oranienburger und Pinnower Schleuse auf 4500 m Länge um ca. 0,2 m vertieft und auf 525 m Länge mit Deckwerk versehen. Anschlagss. 18300  $\mathcal{M}$ .

Im Reg.-Bez. Bromberg wurde die Vertiefung des Speisecanals beendet, die der Scheitelstrecke des Bromberger Canals zwischen der 8. und 9. Schleuse fortgesetzt, jedoch nur mit Handbaggern, weil der betr. Dampfbagger zu den Canalisierungsarbeiten der Unterbrahe abgegeben werden mußte. — Die Befestigung der Ufer der Scheitelstrecke des Canals im sogen. langen Trödel ist so weit vorgeschritten, daß etwa  $\frac{2}{3}$  der Uferwerke vollständig hergestellt sind. — Bei der Ende 1877 begonnenen Regulierung des Schleusengefälles auf der Brahetreppe des Bromberger Canals wurden die nöthigen Erhöhungen der Ufer- und Schleusenmauern größtentheils hergestellt. — Schließlic wurden zur Befestigung der Ufer an den Untercanalen der 11. Schleuse Bohlwerke errichtet, welche noch mit Faschinenpackungen und Steinverschüttungen zu sichern sind. Anschlagssumme 11000  $\mathcal{M}$ .

Im Reg.-Bez. Schleswig wurde in dem Lütjenconstadter Moor behufs Entwässerung und Torfabfuhr der Bau eines Canales mit Schleuse begonnen; ersterer ist fertig, die

Schleuse der Vollendung nahe geführt. Anschlagss. 23300  $\mathcal{M}$ , Nachanschlag 3650  $\mathcal{M}$ .

Im Landdrostei-Bezirk Aurich ist bei dem Abelitz-Victorbur-Tannenhausener Moor-Canalbau der Ausbau der noch fehlenden 1075 m Strecke in der ersten Hälfte in den Erdarbeiten, in der zweiten Hälfte nur in der Austorfung nahezu vollendet; ferner sind 4 Wendestellen und eine größere Anzahl von Durchlässen angelegt, sowie der Bau einer hölzernen Brücke über das Utwerdumer Tief beendet. — Bei der Weiterführung des Hauptcanals in Nordgeorgsfehn sind bis Ende 1878 899 m Canal und sämtliche Gräben zur Austrocknung und Comprimirung des Hochmoors im ganzen Bereich der Baustrecke vollständig fertig ausgehoben; weitere 350 m Canal sind im Bau begriffen. — Neu angefangen und beendet wurde die Weiterführung des Hauptcanals in Südergeorgsfehn um 450 m Länge. Anschlagss. 14000  $\mathcal{M}$ . Behufs Verminderung der Kosten ist die Canalstrecke in erheblich geringerer Sohlenbreite als die vorhergehende Strecke hergestellt (im Laufe der ersten 100 m von 8,4 m Breite allmählig auf 6 m sich einschränkend); die Stabilität des Bodens ermöglichte eine Anlage der Böschungen von 1 : 1 $\frac{1}{2}$ .

Im Reg.-Bez. Wiesbaden wurde die 1877 begonnene Regulirung und Verlängerung des Untercanals, sowie die Anlage von Ausweichen im Obercanal der Schleuse bei Ahl, Anschlagss. 7000 und 12400  $\mathcal{M}$ , weiter fortgesetzt, auch die Vollendung der letzteren, besonders zu 15000  $\mathcal{M}$  veranschlagt, in 1878 bewirkt. Begonnen und beendet wurde ferner die Erbauung zweier Ausweichen im Obercanal der Schleuse bei Limburg, Anschlagss. 25800  $\mathcal{M}$ , welche theils für die Passage der Schiffe, theils als Ein- und Ausladestellen, dann aber auch als Winterhafen dienen sollen.

Im Reg.-Bez. Trier wurden die aus dem Vorjahre rückständigen Regulirungs- und Pflasterarbeiten etc. an dem Bau des Schleusencanals in den Haltungen Wehrden und Bous fertiggestellt, und erübrigte bei ersterem nur noch die projectirte Verlängerung des Richtwerks an der Mündung unterhalb der Saarbrücke bei Wehrden, deren Ausführung durch den bedeutenden Rückstau der in dem angrenzenden Theil der Haltung Bous errichteten Fangedämme verhindert worden war. — Bei dem, Ende März begonnenen Bau des Schleusencanals nebst anschließender Uferregulirung in der Haltung Enseldorf, Anschlagss. 128000  $\mathcal{M}$ , blieben für 1879 nur noch auszuführen: die Regulirung der Schleuseninsel, ein Theil der linksseitigen Uferabgrabung unterhalb des Wehres, Baggerungen im Einlauf des Obergrabens, etc. Die sämtlichen ausgeschachteten Massen (ca. 47000 cbm), mit Ausnahme von ca. 3000 cbm am Auslauf des Untergrabens, welche mittelst Dampfbagger gefördert wurden, konnten im Trockenem gelöst werden.

#### IV. Ufermauern, Bohlwerke.

Im Reg.-B. Königsberg wurde am rechten Dange-Ufer bei Labiau unterhalb der Eisenbahnbrücke ein ca. 236 m langes Bohlwerk errichtet; an der Anschlagss. von 73000  $\mathcal{M}$  werden etwa 18000  $\mathcal{M}$  erspart werden.

Im Reg.-Bez. Danzig im Hafen zu Neufahrwasser war die neue Kaimauer an der nördlichen Seite des Hafencanals in der Nähe des 4ten Kochhauses einerseits durch Ueberlastung, andererseits durch bedeutende Vertie-

fungen vor derselben, welche tief gehende Schraubendampfer veranlaßt hatten, stark ausgewichen, so daß der Abbruch derselben auf 72,5 m Länge und die nachträgliche Verankerung des Rostes angeordnet werden mußte. Abbruch und Wiederaufbau sind auf 58000  $\mathcal{M}$  veranschlagt. Der Bau ist im September begonnen, und sind der Fangedamm hergestellt, das ganze Mauerwerk abgetragen, und die Verankerungspfähle gerammt.

In Berlin ist der Bau der Ufermauer auf dem rechten Ufer der Spree zwischen der Marschallsbrücke und Unterbaumsbrücke im August beendet. Die Kosten stellen sich bei einer mittleren Höhenlage der Abdeckplatten der Mauer von + 3,86 m am Pegel pro lfd. m auf rot. 507  $\mathcal{M}$  — Neu angefangen wurden: 1) der Bau einer Ufermauer und Regulirung der Spree auf deren linkem Ufer der vorbezeichneten Strecke. Anschlagss. 95600  $\mathcal{M}$ . Die Mauer ist auf die genehmigte Länge von 110 m bis auf rot. 3 m am Pegel im aufgehenden Mauerwerk, d. i. zu etwa  $\frac{2}{3}$  fertig; sie ruht auf Betonfundirung, besteht in den unteren Schichten aus Rüdersdorfer Kalkstein, in den oberen aus Ziegelstein, beide mit Porta-Sandstein-Verblendung. Abdeckplatten, Stufen und Podestplatten der parallel der Vorderwand in die Ufermauer hineingelegten Treppen werden aus schlesischem Granit hergestellt; 2) der Bau einer Ufermauer an der Cantianstraße zwischen der Nationalgalerie und der Stadteisenbahnbrücke; dieselbe ist 85 m lang und erhält Sandsteinverblendung. Anschlagss. 64400  $\mathcal{M}$ . Die Betonirungsarbeiten wurden beendet; 3) der Bau einer 24 m langen Ufermauer am rechten Spreeufer dicht unterhalb der neuen Unterbaumsbrücke, in Ziegeln mit Rathenower Verblendsteinen, auf Betonfundirung. Anschlagss. 19500  $\mathcal{M}$ . Der Bau ist im Ganzen zu etwa  $\frac{1}{9}$  fertiggestellt worden.

Im Reg.-Bez. Stettin wurde die Verlängerung der Bohlwand auf der Westseite der Swine unterhalb des Bauhafens zu Swinemünde im December vollendet. Neu angefangen und beendet wurden, unter Beibehaltung der gleichen Construction wie bei der vorbenannten Bohlwand: die Verlängerung des Bohlwerks an der Südostseite der grünen Fläche zu Swinemünde um 60 m, Anschlagssumme 19800  $\mathcal{M}$  (330  $\mathcal{M}$  à lfd. m), und der Bau eines neuen Bohlwerks daselbst, zwischen dem Fährhafen und dem Bauhofshafen, auf der linken Seite der Swine, 166 m lang. Anschlagssumme 56200  $\mathcal{M}$  (338,5  $\mathcal{M}$  à lfd. m).

Im Reg.-Bez. Cöslin wurde der Bau der 200 m langen Kaimauer am Winterhafen des Stolpmünder Hafens vollständig beendet; Pflasterungen und Tiefbaggerung des Hafens auf 4 m Tiefe blieben für 1879. — Neu angefangen wurde die Fortsetzung des i. J. 1877 begonnenen Bohlwerksbaues im Rügenwaldermünder Hafen vor dem Hemptenmacherischen Grundstück, auf 53,1 m Länge zu 14500  $\mathcal{M}$  veranschlagt. Beide Theile wurden in 1878 vollendet, und sind resp. 2000 und 3800  $\mathcal{M}$  dabei erspart worden. — Im Hafen zu Colbergmünde wurde der 1877 angefangene und zu 16000  $\mathcal{M}$  veranschlagte Bohlwerksbau Sect. II im Juni 1878 zu Ende geführt, nicht so die Bohlwerksbauten Sect. V (östliche) und Sect. III (westl. Hafenseite), welche zu 38000 und 10000  $\mathcal{M}$  veranschlagt sind und im August resp. September neu angefangen wurden.

Im Reg.-Bez. Schleswig wurde der Neubau von 17,25 lfd. m massiver Hafenmauer am Friedrichstädter Ha-

fen, Baukreis Eiderstedt, auf einem Pfahlunterbau fundirt, aus hartgebrannten Mauersteinen mit Klinkerverblendung ausgeführt. Anschlagss. 10700  $\mathcal{M}$ .

In dem Landdrostei-Bezirk Anrich endlich fand die Erneuerung des oberen abgängigen Theils des Bohlwerks an der Südseite des Dockvorhafens zu Leer statt, welche unter Beibehaltung der noch gut erhaltenen Spundwand bis auf Kleinigkeiten beendet wurde. An der Anschlagss. von 19000  $\mathcal{M}$  sind ca. 2500  $\mathcal{M}$  erspart worden, welche zur Herstellung neuer Duc d'Alben im Dockbassin verwendet werden sollen.

#### V. Schleusen, Wehre.

Im Reg.-Bez. Königsberg ist der in 1876 begonnene Bau der fünften geneigten Ebene des Oberländischen Canals bei Neu-Kufsfeld auch in 1878 weiter geführt, jedoch nicht in dem ursprünglich angenommenen Umfange, weil einerseits die durch die Damnbrüche der Nogat veranlaßten Ueberschwemmungen während mehrerer Monate Störungen bei den Erdarbeiten verursachten, andererseits der Beginn der Bauarbeiten sich dadurch verzögerte, daß Umänderungen der Projecte nothwendig wurden, deren Genehmigung erst abgewartet werden mußte.

Im Reg.-Bez. Gumbinnen wurde der in 1877 begonnene Bau der Kammerschleuse zu Guszianka vollendet.

In Berlin wurde der Erweiterungsbau der Gerinne an den ehemaligen Werderschen Mühlen zum Zweck der Ableitung des bisher durch den Königsgraben geführten Theils des Spreewassers in Angriff genommen. Anschlagss. 320000  $\mathcal{M}$ . Die Arbeiten erstrecken sich auf eine Verbreiterung und Vertiefung des alten Gerinnes, sowie auf die Ueberdeckung desselben durch eine Blechträgerconstruction von rot. 12 m Spannweite und 30 m Länge. Dem entsprechend ist auch das Stauwerk selbst und so auszubauen, daß durch dasselbe keine nennenswerthe Verengung des Hochwasserprofils mehr eintritt. Der Umbau des unteren Theils der Gerinne wurde am 15. October begonnen und ist vom Unterwasser bis an das Stauwerk heran unter Anwendung elektrischer Beleuchtung zu Ende geführt.

In dem Reg.-Bez. Potsdam kamen die aus früheren Jahren fortgesetzten Schleusenbauten sämmtlich zur Vollendung; desgleichen die Schleusen- und Wehrbauten bei Karlsdorf und Brahnau, zur Canalisirung der Unterbrahe im Reg.-Bez. Bromberg gehörig.

Im Reg.-Bez. Breslau wurde der Umbau des Brieger Oberwehres, 1877 begonnen und zu 92000  $\mathcal{M}$  veranschlagt, fortgesetzt. Die 0,6 starke Pflasterung des Wehres in Cementmörtel wurde vollendet; es blieb nur noch das Sichsetzen der Steinschüttung hinter dem Abschufsboden abzuwarten und dieselbe danach zu verstärken.

Im Reg.-Bez. Merseburg wurde die Unstrutschleuse bei Freyburg, wie alle alten Unstrutschleusen eine Deichschleuse, unter Beibehaltung des noch guten Fundamentes und des gewölbten Kammerbodens, als massive Kastenschleuse, in den Häuptern 5,65 m weit und in den mit einer Neigung von 1:5 aufgeführten Kammermauern 40,6 m lang, aus Sandstein mit Bruchsteinhintermauerung in Roman- resp. Portlandcement und mit Holzthoren neu ausgebaut. Es werden sich gegen die Anschlagss. von 82000  $\mathcal{M}$  voraussichtlich 10000  $\mathcal{M}$  Ersparnis ergeben.

In dem Landdrostei-Bezirk Hannover erforderte die ausgeführte Haupt-Reparatur der Freischleuse im unteren Wehre bei Hameln eine Ueberschreitung der auf 11500  $\mathcal{M}$  berechneten Anschlagss. um 2000  $\mathcal{M}$ .

In dem Landdrostei-Bezirk Hildesheim kam der Bau der Schiffsschleuse in der Werra bei Hann. Münden, nachdem die Baugruben und Betonfundamente in 1877 hergestellt waren, zur Ausführung. Am Schlufs des Jahres waren die Schleuse bis auf die noch rückständigen Laufbrücken und die Schützenwinden der Thore, ferner das Nadelwehr, die Futtermauer oberhalb der Schleuse und die Hinterfüllungsarbeiten vollendet; noch auszuführen blieben das steinerne Streichwehr und theilweis die Regulirung der Werraufer.

Bei dem Bau einer neuen größeren Schleuse für den Hafen zu Harburg, Landdrostei-Bezirk Lüneburg, Ende 1875 begonnen, wurde das Mauerwerk bis auf 1 m über Harburger Null fertiggestellt, gleichzeitig der Vorhafen ausgeschachtet und daselbst ein Bohlwerk, 220 m lang, errichtet. Zwei mit dem Schleusenbau in Verbindung stehende neue Fähr Rampen der Harburg-Wilhelmsburger Fähranstalt sind bis auf die Abpflasterung vollendet.

In dem Landdrostei-Bezirk Osnabrück wurde der Umbau des hölzernen Ems-Wehres zu Hanekenfähr weiter fortgesetzt, und zwar der zweite Theil der Ausführung, nämlich der Umbau der Freifluth am rechten Ufer, vollendet. Nachdem der erste Theil, d. i. die linksseitige Hälfte des Ueberfalles, in den Jahren 1876 und 77 gänzlich fertiggestellt worden war, soll als dritter Theil der Bauausführung die zweite Hälfte des Ueberfalles in 1879 in Angriff genommen werden. — Als Umlauf von 3 m lichter Weite um den rechten Uferpfeiler des vorbenannten Ems-Wehres kam für die Anschlagss. von 21000  $\mathcal{M}$  die Anlage eines Fischpasses zur Ausführung, welcher in seinem oberen, auf dem Lande liegenden Theile massiv aus Bruchsteinmauerwerk mit Sandsteinplatten-Abdeckung, die Sperren aus Quadern, im untern, in das Wasser reichenden Theile aus Eichenholz erbaut ist. Durch 9 massive und 5 hölzerne Sperren werden 13 à 3 m breite und 3 m lange Bassins abgetheilt, durch welche das Wasser terrassenförmig mit 0,25 m Gefälle von Bassin zu Bassin herabfällt. In den Sperren befinden sich abwechselnd auf der rechten und linken Seite oben Oeffnungen von 40 cm Breite und 30 cm Tiefe; die Fische können somit sowohl über die Sperren hinwegspringen, als auch durch die Oeffnungen schwimmen. Die Oberkante der obersten Sperre liegt 7 cm unter dem Wehrrücken; steigt das Oberwasser stark, so wird oberhalb der Sperre eine als Klappe construirte Hilfssperre herabgelassen, wodurch das Wasser noch um weitere 25 cm aufgestaut werden kann. Am oberen Ende kann der Fischpaß mittelst eines durch Schützen verschließbaren Grieswerkes ganz geschlossen werden.

Im Reg.-Bez. Münster wurde die Ems-Canalschleuse zu Benslage, welche in einem Seitencanal liegt und derart von Mittelhochwasser überfluthet wurde, daß die Schifffahrt aufhören mußte, in den Kammerwänden um 1,5 m erhöht. Anschlagss. 20000  $\mathcal{M}$ .

Im Reg.-Bez. Trier kam bei der Canalisirung der Saar in der Haltung Enseldorf der Bau der Schleuse und des Nadelwehres zur Ausführung. Die Schleuse entspricht sowohl in ihren Hauptdimensionen wie auch in der Detailan-

ordnung durchweg derjenigen bei Bous und ist zu 131000  $\mathcal{M}$  veranschlagt. Der Bau wurde soweit gefördert, daß die Schleuse bei geeigneten Wasserständen von Schiffen passiert werden kann, und wird im Sommer 1879 vollendet. — Dasselbe wird bezüglich des Nadelwehres der Fall sein, welches ebenfalls in der Gesamtanlage wie in sämtlichen Details und der Ausführung den gleichen Bauwerken der Haltungen Wehrden und Bous entspricht; es ist zu 105000  $\mathcal{M}$  veranschlagt. In 1878 wurde der rechtsseitige Wehrrücken mit Land- und Mittelpfeiler, sowie auch der linksseitige Landpfeiler fertiggestellt.

#### VI. Brücken.

Im Reg.-Bez. Frankfurt a/O. ist der Neubau der Brücken über die Warthe bei Cüstrin mit den damit im Zusammenhange stehenden Bauwerken so weit gefördert, daß die ganze Anlage im Spätsommer 1879 wird dem Verkehr übergeben werden können. — Bei Schwedt wurde die Instandsetzung der Oderbrücke und der 6 Oderfluthbrücken im Niederkränig-Schwedter Oderarm begonnen und im Wesentlichen auch vollendet. Der Anschlag, im Betrage von 19000  $\mathcal{M}$ , wird um ca. 1000  $\mathcal{M}$  überschritten werden.

Im Reg.-Bez. Posen wurde im Juni der Bau einer Brücke über den Obra-Canal auf der Czempin-Storchener Landstraße bei Grynyn begonnen. Dieselbe hat 2 Oeffnungen von 22 m Lichtweite, massive Pfeiler und schmiedeeisernen Oberbau mit Fachwerkträgern, deren obere Gurtungen gekrümmt sind. An der Anschlagss. von 32300  $\mathcal{M}$  werden ca. 3000  $\mathcal{M}$  erspart werden.

Im Reg.-Bez. Bromberg sind bei dem fortgesetzten Bau der Brücke über die Netze bei Czarnikau in 1878 die Pfeiler gemauert, und sollte der eiserne Oberbau in den ersten Monaten von 1879 fertiggestellt sein. — Die Brücke über die Netze bei Weifsenhöhe, eine einfache Jochbrücke, von Holz erbaut und 103,4 m lang, wurde in dem incl. Portalklappe 57,7 m langen Theil, welcher vom Fiscus zu unterhalten ist, für die Anschlagssumme von 13300  $\mathcal{M}$  umgebaut. — In Kronthal bei Krone a/B. ist die bisher ganz hölzerne Brücke über die Brahe derart umgebaut, daß nunmehr bei 3 Oeffnungen von 9,3 m Weite die Pfeiler aus Granitsteinen, auf Betonfundirung, der Oberbau aus verdoppelten, verzahnten Balkenträgern mit 5,5 m breiter Fahrbahn und erhöhten, 1 m breiten Fußgängerwegen hergestellt sind. Wegen der Mehrkosten der Fundirung wird der Anschlag (90000  $\mathcal{M}$ ) um ca. 10000  $\mathcal{M}$  überschritten.

In dem Reg.-Bez. Magdeburg wurde der Bau der beiden Brücken über den Plauer Canal bei Hagen und bei Cade vollendet, ebenso der neu angefangene Bau der Brücke über denselben Canal bei Rofsdorf, von gleicher Dimension und Construction, und zu 48750  $\mathcal{M}$  veranschlagt.

Im Reg.-Bez. Merseburg wurde die alte hölzerne, rot. 105 m lange Saalebrücke in Weifsenfels behufs Herstellung 1,75 m breiter Trottoire durch Anbringung von schmiedeeisernen Consolen mit darüber gestreckten  $\square$  Trägern an jeder Seite um 60 cm verbreitert. Der Anschlag, 17700  $\mathcal{M}$ , ist um rot. 2300  $\mathcal{M}$  überschritten. — Bei der Torgauer Elbbrücke wurden zur Erweiterung der Schiffahrts-Oeffnung zwei mit Sprengwerken versehene Brücken-Oeffnungen unter Beseitigung des Mittelpfeilers und mit Zuhilfenahme einer

Interimsbrücke in eine einzige, 49,4 m weite Oeffnung mit eisernem Oberbau (Schwedler-Träger) umgebaut. An der Anschlagss. von 80000  $\mathcal{M}$  sind ca. 10000  $\mathcal{M}$  erspart.

In dem Reg.-Bez. Düsseldorf wurde der Unterbau einer neuen Drehbrücke im Zuge der Ruhrort-Duisburger Chaussee zu Ruhrort bis Hochwasserhöhe ausgeführt; derselbe wird im Frühjahr 1879 vollendet.

#### VII. Dampfschiffe, Fähranlagen.

Für die Elbstrombau-Verwaltung in Magdeburg ist ein neu erbautes Dampfboot, Hermes, welches zu 63000  $\mathcal{M}$  veranschlagt war, aber rot. 30000  $\mathcal{M}$  mehr kosten wird, Mitte November angeliefert worden. Dasselbe ist ein Rad-dampfer und dient als Bugsir- und Bereisungsboot. Die Schiffslänge in der Wasserlinie beträgt 45,6 m, die Breite auf dem Nullspant 5,2 m, die Höhe in der Axe von Unterkante Boden bis Oberkante der Beplankung 2,346 m, der Maximaltiefgang bei vollständigem Inventar und completer Ausrüstung 0,695 m, die Geschwindigkeit ohne Anhang auf der Thalfahrt 5,5 m pro Secunde. Die Maschine mit Condensation und variabler Expansion, nach Woolf'schem System, hat bei 0,5 Füllung im Hochdruckcylinder bei 5 Atmosphären Ueberdruck und 27 Touren pro Minute durchschnittlich 120 indicirte Pferdekräfte. Der Schiffskessel ist ein Feuerbuchsensessel mit 2 Flammröhren und 142 rückkehrenden Heizröhren. Der Kohlenverbrauch pro Stunde und Pferdekraft beträgt rot. 1,75 kg.

Die Dampffähr-Anlage bei Tönning im Reg.-Bez. Schleswig ist einschließlic einiger zu den in der vorjährigen Zusammenstellung bezeichneten Bauobjecten noch nachträglich hinzugekommenen Arbeiten, als: Herstellung von zwei freistehenden Eisbrechern und Bau eines Wartehauses nebst Expeditionslocal, beide auf der Tönninger Seite, ferner Nachverankerung des Bohlwerks auf der Carolinenkoogs-Seite, welche in Folge einer am östlichen Ende der Bohlwerksanlage stattgefundenen Vertiefung und dadurch entstandener Beschädigung nothwendig geworden — bis auf die bewegliche eiserne Brücke, welche indeß auch schon nahezu fertiggestellt wurde, vollendet worden. Wegen der vorstehend angegebenen Mehr-Arbeiten hat eine Nachbewilligung von 20000 und 12000  $\mathcal{M}$  eintreten müssen.

Für die Fähranstalt zum Traject der Süderelbe im Zuge der Harburg-Hamburger Chaussee bei Harburg in dem Landdrostei-Bezirk Lüneburg wurde der Bau einer neuen eisernen Ziehfähre, Anschlagss. 18000  $\mathcal{M}$ , ausgeführt. Die Fähre ist 16 m lang, in der Mitte 6 m breit, daselbst inwendig 1,06 m tief; sie besteht aus 6,5 resp. 8 mm starken Eisenblechen und hat eine Tragkraft von 18000 kg.

Ein neuer eiserner Ponton zum Anlegen der Dampffähre in demselben Traject kostete 19000  $\mathcal{M}$ . Derselbe ist 11,05 m lang, 9,6 m breit, in der Mitte 2,02 m, vorn 1,84 m, hinten 1,26 m tief und aus 8 resp. 10 mm starken Eisenplatten construiert. Die Fahrbahn auf dem Verdeck besteht aus gutem Eichenholz.

Schließlic wurden zu Ruhrort, Reg.-Bez. Düsseldorf, drei Transportschiffe angeschafft. Dieselben sind aus Eisen, 18 m lang, 4 m breit, 0,80 m hoch und haben 28750 kg Ladefähigkeit. Anschlagss. 15600  $\mathcal{M}$

### VIII. Dampfbagger und Prahme.

Im Reg.-Bez. Posen, im 12. Baukreise, welcher die Warthe von der russischen Grenze bis Owinsk enthält, wurden ein Dampfbagger und 6 Moderprahme, ganz von Eisen, der Bagger mit einer Maschine von 15 Pferdekräften und mit Vorrichtung zum Selbstfortbewegen, aus der Fabrik von Wulf in Bromberg angeliefert. Wegen Ergänzungslieferungen ist der Anschlag, im Betrag von 54000  $\mathcal{M}$ , um ca. 4000  $\mathcal{M}$  überschritten.

Im Landdrostei-Bezirk Hannover wurde für den Baukreis Hoya im November der Dampfbagger „Hoya“, von den Maschinenfabrikanten Gebr. Schultz in Mainz erbaut, angeschafft und hinsichtlich seiner Leistungsfähigkeit geprüft. Derselbe kostet 44000  $\mathcal{M}$ , jeder der dazugehörigen 12 Baggerkähne, welche zu gleichen Theilen in Hameln, Bodenwerder und Uffeln angefertigt sind, 525  $\mathcal{M}$ .

Im Reg.-Bez. Marienwerder erforderte der Neubau von 3 eisernen Klappprahmen, jeder 20 m lang, 4,4 m breit, 1,25 m hoch, die Summe von 16560  $\mathcal{M}$ .

Von der Elbstrombau-Verwaltung wurden zwei neue eisenbordige Schleppkähne (Nr. VI und VII) Mitte Juni in Betrieb gesetzt. Dieselben haben eine obere Länge von 50 m, eine obere Breite von 7 m, im Boden 47 m Länge, 6,3 m Breite, und nur 1,4 m verticale Höhe, um die Kähne beim Kiessieben direct unter die Schüttrinne der Dampfbagger legen zu können, sowie um das Laden und Löschen von Baumaterialien thunlichst zu erleichtern. Der Boden besteht aus 8 cm starkem Tannenholz, die Borde aus Eisenblech von 5 mm Stärke, die Spanten aus 50 · 80 · 8 mm starken Winkeleisen. Die in Verbindung mit steifen Holzduchten zur Versteifung des Fahrzeuges angebrachten 8 Schottwände sind aus 3 mm starkem Blech hergestellt. Die Anschaffungskosten haben rot. 26000  $\mathcal{M}$  betragen.

### IX. Vorrichtungen zum Bau, zur Reparatur und Bedienung von Schiffsgeläsen.

In Spandau, Reg.-Bez. Potsdam, fand die Aufstellung eines eisernen, in Gitterwerk construirten drehbaren Mastenkrahnes von 7500 kg Tragfähigkeit statt. Der Unterbau ist auf 12 eingerammten 12 m langen Pfählen ausgeführt; ebenso ist die aus Holzwerk mit Bretterverschalung und Pappdach hergestellte Krahnmeisterbude fundamentirt. Einschließlich einer durch verholzte Pfähle in der Spree gebildeten Leitwand hat die Ausführung rot. 12900  $\mathcal{M}$  erfordert.

In Frankfurt a/O. wurde ein Krahn zum Legen und Strecken der Schiffsmasten oberhalb der neuen Warthebrücke errichtet und dabei ein hölzerner Leinpfad von 150 m Länge hergestellt. Der aus Eisen construirte Krahn steht am linken Ufer auf einem gemauerten Pfeiler von 10 m Länge und 4 m Breite, welcher von zwei, durch Ueberwölbung verbundenen Brunnen getragen wird, und ist für Lasten von 4000 kg eingerichtet. Die Ausführungskosten sind etwa 20 pCt. geringer ausgefallen als der mit 58000  $\mathcal{M}$  abschließende Anschlag.

### X. Hochbauten.

#### a) Leuchtfeuer-Etablissements.

Im Reg.-Bez. Schleswig wurde der Bau eines Leuchtfeuer-Etablissements zu Dahmshöved, Baukreis Ploen-Oldenburg, (Leuchthurm mit umgebautem Wärter- und einem Stallgebäude) auf 108000  $\mathcal{M}$  veranschlagt, eingeleitet, der-

selbe konnte aber nicht begonnen werden, da das gesetzliche Enteignungsverfahren, welches bezüglich des für den Bau erforderlichen Landes eingeleitet werden mußte, noch nicht beendet war.

#### b) Andere Signal-Apparate.

Auf Arcona, Reg.-Bez. Stralsund, ist eine Nebelsignal-Station neu errichtet worden. Die Gebäude (Maschinenhaus zu 13500  $\mathcal{M}$ , Wärterhaus zu 18000  $\mathcal{M}$  veranschlagt) sind im Ziegelrohbau mit Holzcementdach ausgeführt. Der Apparat, eine Sirene 1. Classe, von Gebr. Brown in Newyork, wird durch eine calorische Maschine betrieben und kostet incl. letzterer 60000  $\mathcal{M}$ .

Ein gleiches Nebelsignal ist bei dem Leuchtfeuer Marienleuchte auf Fehmarn, Reg.-Bez. Schleswig, in der Ausführung begriffen. Anschlagss. 66200  $\mathcal{M}$ . Das Maschinengebäude ist vollendet.

Mit einem eben solchen Nebelsignal, Sirene 1. Classe, ist das äußere Eider-Feuerschiff ausgerüstet worden und liegt damit schon seit Juli 1878 auf der Station. Die Kosten für Lieferung und Aufstellung des Apparates haben rot. 48700  $\mathcal{M}$  betragen.

#### c) Amtsgebäude.

Zu Swinemünde, Reg.-Bez. Stettin, wurde der Neubau eines Schifffahrts-Amts-Gebäudes begonnen und unter Dach gebracht, die Vollendung des Baues war zum August 1879 vorgesehen. Das Gebäude ist massiv, enthält über gewölbtem Keller 2 Geschosse von 4,2 und 3,4 m lichter Höhe, im Erdgeschofs vorn die Räume für das Schifffahrtsamt, das Seemannsamt und das Lootsenwesen, an der Hinterseite die Hafengebäude-Kasse, den Sitzungssaal der Schifffahrts-Commission nebst Vorzimmer, das Strandamt und Räume für die Hafenzollverwaltung und die Revierlootsen. Im ersten Stock ist die rechte Hälfte zu zwei Dienstwohnungen bestimmt, die linke Hälfte enthält Räume für meteorologische Instrumente sowie für Lazarethgegenstände, zwei Commissionszimmer für den Amtsvorsteher, Zeichenstube, Plankammer und Raum für reponirte Acten. Ueber der Mitte des Gebäudes erhebt sich ein mit Plattform und Balustrade geschlossener, viereckiger massiver Thurm von 4,32 m Seite und 24,2 m Höhe. — Das Gebäude wird in einfachen Formen des Renaissance-Styls ausgeführt, hat einen Sockel aus Granit, ein Hauptgesims aus Rackwitzer Sandstein und ist mit Zink auf Leisten eingedeckt. Zum äußeren Abputz des Mauerwerks ist verlängerter Cementmörtel verwandt worden. Die Anschlagssumme beträgt 174400  $\mathcal{M}$  (245,6  $\mathcal{M}$  à qm).

#### d) Beamten-Wohngebäude.

Vollendet wurden, schon früher begonnen: das Wohnhaus des Nahrungsaufsehers zu Neutief, Reg.-Bez. Königsberg, das Dienstwohngebäude für den zweiten Assistenten beim Leuchtfeuer zu Bülk, Reg.-Bez. Schleswig, das Schleusenwärtergehöft in der Haltung Wehrden, Reg.-Bez. Trier, und

das Dienst-Etablissement für einen Wasserbauaufseher und Schleusenmeister in der Haltung Bous, ebendasselbst.

In 1878 wurden neu angefangen:

1) der Neubau des Hafengebäudeinspections-Gebäudes auf der Südspitze des russischen Damms zu Pillau, Reg.-Bez. Königsberg. Die Fundamente sind bis 0,2 m über

der zukünftigen Terrainhöhe in Granitmauerwerk ausgeführt, die Umfassungswände bei der freien Lage des Gebäudes mit einer 7 cm breiten Luftisolirschiicht und mit einem Abputz aus verlängertem Cementmörtel versehen. Das Dach ist mit Schiefer auf Schalung eingedeckt. Das Gebäude enthält im Erdgeschofs des Hauptgebäudes 4 Wohnzimmer, Küche, Speise- und Mädchenkammer und damit im Zusammenhange Arbeitszimmer, 2 Büreaus und Utensilienraum im Seitenflügel; 3 Giebelstuben befinden sich im Dachgeschofs. Die Baukosten sind zu 52000 *M.* (135 *M.* à qm) veranschlagt.

2) der Neubau des Bnschwärter-Etablissements Kanitzken, Reg.-Bez. Marienwerder, Anschlagss. 11700 *M.* Es enthält eine Wohnung von 2 Stuben, Küche, Speisekammer etc. und wird massiv, unter Steinpappdach auf wasserfreier Aufschüttung erbaut.

3) der Neubau des Schleusenwärtergehöftes der Ensdorfer Haltung, Reg.-Bez. Trier, welcher von derselben Anlage im Grundriß und Aufbau ist, wie das entsprechende Etablissement der Haltung Wehrden. Anschlagss. 22500 *M.*

### Hagen-Stiftung. Nachricht für 1878.

Stiftungscapital. Dasselbe besteht in zwei auf einem Grundstücke haftenden Hypotheken von 24000 *M.* und 6000 *M.*, zusammen 30000 *M.*, sowie in einem Baarbestande von 9 *M.* 20 *ſ.*, welcher Seitens eines Ungenannten durch Vermittelung der Redaction der hiesigen Baugewerks-Zeitung an die Stiftung überwiesen ist.

Verwendung der Zinsen. In der Zeit vom 1. April 1878 bis Ende März 1879 sind an zwei Studirende der Königlichen technischen Hochschule hierselbst 900 *M.* statutenmäßig in Vierteljahrsraten zu 150 *M.* gezahlt.

## L i t e r a t u r .

Fluth und Ebbe und die Wirkungen des Windes auf den Meeresspiegel. Von Hugo Lentz, Wasserbau-Inspector in Cuxhaven. Hamburg. O. Meißner. 1879. 8<sup>o</sup>.

In der 1. Auflage seines „Seeufer- und Hafenbau“ (1863) sagt G. Hagen (Bd. I p. 115): „Alle Versuche, die man seither gemacht hat, die Dimensionen der Erscheinung (Ebbe und Fluth) aus den allgemeinen Gesetzen der Mechanik und aus den astronomischen und geodätischen Messungs-Resultaten herzuleiten, haben noch keinen Erfolg gehabt.“ Die theoretischen Tiden wurden auf Grund der Newton'schen Voraussetzung, daß die Erde ein rings mit Wasser bedecktes Sphäroid sei, entweder nach Bernouilli oder nach Laplace berechnet. Die Bemühungen hervorragender Gelehrter (Lubbock, Whewell u. a.), die thatsächlichen Erscheinungen, welche fast überall durchaus andere sind, wie die Theorie ergeben würde, aus den localen Eigenthümlichkeiten des Beobachtungsorts als gesetzmäßige Ausnahmen einer allgemein gültigen Regel zu erklären, sind gänzlich gescheitert. Der Verfasser folgert daraus, daß es unzulässig sei, jene Hypothese einer Tiden-Theorie zur Basis zu geben. „Man wird für irgendwelche, irgendwo auf der Erde befindliche, geschlossene Wassermassen die Form ihrer Oberfläche im Zustande des Gleichgewichts, für verschiedene Stellungen von Sonne und Mond zur Erde, zu ermitteln haben. Die Form der Oberfläche dieser Wassermassen muß in Folge des Gesetzes der Schwere von derjenigen einer Kugelfläche abweichen und zwar in verschiedenem Maasse abweichen, je nach ihrer Belegenheit auf der Erde, nach dem Mondesalter und nach der Tages- und Jahreszeit. Die Berechnung dieser Formen wird gewiegten Mathematikern nicht unmöglich sein, und es ist wahrscheinlich, daß die Bekanntschaft mit denselben förderliche Schlüsse

über die Art und den Ort der Entstehung der Fluthwellen, sowie über die in der Natur so verschiedenartigen Wirkungen von Sonne und Mond gestatten wird.“ Außer dieser exacteren mathematischen Grundlage eines zukünftigen Lehrgebäudes verlangt der Verfasser als weiteres Material 1) Untersuchungen über die Tiden an einzelnen Uferstellen, wie sie von Thomson bereits für mehrere Orte in muster-gültiger Weise vorgenommen wurden, 2) Beobachtungen der Veränderungen, welchen die Fluthwelle während ihres Fortschreitens von einer Stelle zur anderen unterworfen ist. „Am vollkommensten eignete sich für diesen Zweck ein langer, schmaler, nur auf einer Seite mit dem offenen Meere in Verbindung stehender Meeresarm von gleichmäßiger oder gleichmäßig abnehmender Breite und Tiefe, in den eine Fluthwelle von beträchtlicher Höhe einläuft.“ Es mag hier bemerkt werden, daß Franzius im XV. Cap. des Wasserbau-Handbuchs, allerdings mit unvollständigem Material, für Elbe und Weser Darstellungen der Fluthwellenlinien versucht hat. Eingehendere Beobachtungen dieser Art würden gleichzeitig zur Aufstellung einer in jeder Hinsicht befriedigenden Wellentheorie führen.

Wenn auch das Schlußergebnis des hochinteressanten Werkes eine Negation der zur Zeit allgemein angenommenen und vom Verfasser selbst noch 1873 in höchst anschaulicher Weise entwickelten Theorie der Tiden ist, so befriedigt dasselbe doch ungemein durch die sachgemäße, jeder Polemik ferne Kritik, die kundige, umfassende Zusammenstellung der bis jetzt vorliegenden Beobachtungen und die geistvollen Hinweise auf die zukünftige Gestaltung der Lehre von Ebbe und Fluth.

Hoffentlich wirken die vom Verfasser gegebenen Anregungen in seinem Sinne auf weitere Kreise. Dann wird

von diesem Werk eine neue Epoche jener wichtigen Lehredatiren.

#### Studien über ausgeführte Ingenieurbauwerke.

I. Excursionsbericht der Hörer der Ingenieurwissenschaften am Polyt. Inst. zu Prag. Unter Leitung des Prof. Steiner zusammengestellt. Prag. Dominicus. 1879. 8°.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß wissenschaftliche Excursionen nur dann Anspruch auf jenes Epitheton erheben können, wenn die Bauwerke nicht nur besehen, nicht nur flüchtig skizzirt, sondern wirklich aufgenommen werden. Eine Zusammenstellung der Reisetudien und Veröffentlichung für die Theilnehmer der Studienreise ist immer für das große Publikum in den meisten Fällen zu empfehlen. Herr Professor Steiner bedarf daher der *captatio benevolentiae* „an den freundlichen Leser“ kaum, welche er dem auf 40 Seiten Text und 13 autographirten Tafeln niedergelegten Resultat einer Excursion seiner Zuhörer in das Salzkammergut vorausschickt. „Technisches“ enthält manches Interessante aus dem Gebiete des Wasser- und Eisenbahnbaues. Vor allem verdienen die Angaben über Traftanlagen im Traun-, Weissenbach- und Enns-Gebiet Erwähnung, dann auch die Notizen über Bahnbauten der Strecke Pilsen-Plattling, am Traunsee und im Ennsthal, besonders Bahnhof Hieflau. Sehr zu bedauern ist die fast durchweg mangelhafte Ausführung der Zeichnungen, nicht zum geringsten Theil durch das der klaren Darstellung wenig förderliche Streben der Studirenden verursacht, statt technischer Skizzen „hübsche Bildchen“ zu malen, deren autographische Wiedergabe (z. B. Tafel 3) doch mindestens zwecklos ist.

Der Käuferkreis solcher Monographien ist naturgemäß eng begrenzt, ihr Leserkreis, wenn durch die Docenten den Zuhörern die Lektüre empfohlen wird, hoffentlich ein bedeutender, was aus zweierlei Gründen sehr zu wünschen wäre. Einmal, weil derartige Publikationen der Loslösung des Lehrstoffes von dem praktischen Leben entgegenarbeiten, den Gesichtskreis des Lernenden erweitern und den Lehrer verhindern, in Schematismus zu verfallen, zum anderen, weil das gute Beispiel fleißiger Aufnahmen zur Nacheiferung anregt und einen Zweig unserer technischen Pädagogik fördert, der bis jetzt noch viel zu wenig entwickelt ist.

#### Handbuch für den praktischen Maschinen-Constructeur. Herausgegeben von W. H. Uhländ. 1. u. 2. Lieferung. Leipzig. Baumgärtner. 4°.

Die Zahl der Handbücher für das Ingenieurwesen ist nicht gering, und der Maschinenbau hat am wenigsten Veranlassung sich zu beklagen. Trotzdem kann dem in den beiden ersten Lieferungen vorliegenden Werke die Berechtigung der Existenz keineswegs abgesprochen, ja es muß mit Freuden begrüßt werden. Abzuwägen, wo die Grenze zwischen Nachschlagebuch und Lehrbuch liegt, einerseits, auf der anderen Seite, die Gefahr zu vermeiden, einen simplen Rechenknecht zu produciren, das ist für den Herausgeber eines Compendiums *Scylla* und *Charybdis*. Soweit die beiden ersten Lieferungen ein Urtheil zulassen, scheint diese Grundfrage glücklich gelöst, und das neue Handbuch stellt sich damit auf ein richtigeres Niveau als seine Vorgänger. In

anderer Weise bietet dem Redacteur eines Sammelwerks allzugroßer Eifer der Mitarbeiter manche Schwierigkeit — die Gleichmäßigkeit der Bearbeitung, deren Mangel z. B. am Deutschen Bauhandbuch in hohem Grade zu bedauern ist, scheint ebenfalls bei dem Uhländ'schen Unternehmen gewahrt zu sein. Das ganze Werk soll in 4 Bände zerfallen, welche gleichzeitig erscheinen; jede 4 Bogen starke Lieferung, deren 25 in Aussicht genommen sind, bringt je 1 Bogen jeden Bandes. Der 1. Band umfaßt den eigentlichen Maschinenbau (Maschinentheile, Transmissionen, Bewegungsmechanismen, Motoren, Regulatoren, Pumpen und Gebläse), der 3. Band Hüttenwesen, Maschinenfabrikation und Technologie, der 2. Band die wichtigsten Angaben aus dem Gebiete des Ingenieurwesens, der Bauconstructionslehre und des Schiffbaues, der 4. Band endlich die mathematischen und naturwissenschaftlichen Hilfs-Disciplinen. In den beiden vorliegenden Heften sind behandelt: vom 1. Band Nieten, Schrauben, Keile und Ringverbindungen, vom 2. Band Hochbaufundirungen, Mauern und Wände, Decken und Träger, vom 3. Band Roheisen- und Bessemerstahlfabrikation, Schweiß- und Puddelöfen, Hammerwerke und Walzstraßen, vom 4. Band 1 Productentafel und die übliche Tafel der Potenzen, Wurzeln u. s. w. Jede Lieferung enthält über 100 Holzschnitte und 2 Photolithographien. Der Preis beträgt, etwas reichlich bemessen, 3 *M.*

#### Ueber Selbstkosten und Tarifbildung der Deutschen Eisenbahnen. Von A. Schübler. Stuttgart. Verlag von Paul Neff. 1879.

Dieses Thema hat in letzter Zeit vielfache Besprechungen hervorgerufen, und namentlich sind die „comparativen Berechnungen der Kosten der Personen- und Gütertransporte auf den Eisenbahnen“ von Garke mehrfach Gegenstand des Angriffes gewesen. Auch der Verfasser der vorliegenden Schrift wendet sich gegen die Garke'sche Berechnungsweise und will, theilweise gestützt auf die Abhandlung von Launhardt „Ueber die Betriebskosten der Eisenbahnen in ihrer Abhängigkeit von den Steigungs- und Krümmungsverhältnissen der Bahn“ eine mehr systematische Gruppierung der Betriebsausgaben und dadurch allgemein gültige Resultate herleiten; von der Launhardt'schen Berechnung weicht der Verfasser insofern ab, als er die von jenem bei der Untersuchung außer Acht gelassenen Generalkosten, sowie die Expeditions- und Stationskosten neben den übrigen Ausgaben, Kosten des Bahntransports und des Streckendienstes, überhaupt also sämtliche Kosten des Bahnbetriebes in Rechnung ziehen will.

Der Verfasser stützt seine Untersuchung auf die Statistik des preussischen Staatsbahnnetzes vom Jahre 1874 und unterscheidet, wie in der allgemeinen deutschen Eisenbahnstatistik, bei den Ausgaben des Betriebes

##### A. Streckendienst, und zwar

1. Bahnunterhaltung und Bahnaufsicht auf der freien Strecke (einschließlich der durchgehenden Hauptgeleise der Stationen, aber ausschließlich der Schienenabnutzung),
2. Abnutzung der Schienen der Hauptgeleise,
3. Wagendienst (einschließlich der Kosten des Zugpersonals und eines entsprechenden Antheils an den Kosten der Reparaturwerkstätten),

4. Kosten der Zugkraft auf der Strecke (einschließlich der Bewegung der Locomotiven von und zu den Drehscheiben und Remisen, Unterhaltung der letzteren und eines entsprechenden Antheils an den Kosten der Reparaturwerkstätten).

B. Bahnhofsdienst.

1. Unterhaltung und Beaufsichtigung der Stationen, (ausschließlich der Bauanlagen für den Locomotiv- und Wagendienst und ausschließlich der Nebengeleise).
2. Locomotivdienst auf den Stationen, Rangiren der Züge, Unterhaltung der Nebengeleise.
3. Expeditionsdienst.

C. Allgemeine Verwaltung oder Generalkosten, welche natürlich auf sämtliche Ausgaben des Strecken- und Stationsdienstes zu vertheilen sind.

Dieser Eintheilung gemäß werden darauf die Betriebsausgaben, die Anlagekosten und demnächst die sämtlichen Ausgaben der preussischen Staatsbahnen im Jahre 1874 gesondert, und dabei eine 5 procentige Verzinsung des Anlagecapitals zu Grunde gelegt. Diesen in 3 Tabellen aufgestellten Ausgaben sind in einer vierten Tabelle die sämtlichen Transporte des genannten Bahnnetzes im Jahre 1874 gegenübergestellt und darnach für die einzelnen Abtheilungen der Betriebsausgaben eine Vertheilung der Selbstkosten nach den Transportmassen vorgenommen. Von den Kosten der Transportbahn werden die Kosten der Bahnbewachung nach der Zahl der Zugkilometer der Personen-, reinen und gemischten Güterzüge, die übrigen Kosten (Bahnunterhaltung, Bahnverwaltung, Zinsen des Anlagecapitals) zunächst auf Personen- und Schnellzüge einerseits, und auf reine und gemischte Güterzüge andererseits nach Verhältniß der Roh-einnahmen, demnächst aber für jede der beiden Zugattungen nach Maaßgabe der Brutto-Tonnenkilometer vertheilt.

Bezüglich der Tarifbildung empfiehlt der Verfasser besonders die Anwendung von Zonentarifen, da diese die Vortheile der Differentialtarife zu sichern geeignet seien, ohne deren Nachtheile beizubehalten. Um die Zonentarife auf sämtliche Transporte und zwar auf Bahnnetze mit verschiedenen Tarifsätzen übertragen und gleichzeitig bei dem Uebergange zweier Zonen alle Ungleichheiten vermeiden zu können, müsse man die mit der Entfernung wachsende Preisermäßigung abgesondert rechnen und von dem nach beliebigen Einheitssätzen berechneten Frachtbetrage in Abzug bringen. Hierdurch und durch die Einführung der virtuellen Länge hält der Verfasser die nöthigen Angaben zur Tarifrung für zusammenfaßbar in einem einzigen Tarifbuche für ganz Deutschland, so daß Jedermann mit Hilfe einer beizufügenden Eisenbahnkarte seine Frachtbeträge selbst ausrechnen kann.

Das Werk ist als ein neuer und werthvoller Beitrag für die Literatur, betreffend die Ermittlung der Selbstkosten und Tarifbildung, zu bezeichnen und allen Fachmännern zum eingehenden Studium zu empfehlen.

Ideen zum Locomotivbau mit besonderer Berücksichtigung der Eisenbahnen in Oesterreich. Von Rudolf Graf Czernin. Prag. 1879. Verlag von H. Dominicus.

Der Verfasser der kleinen Schrift klagt darüber, daß trotz der vielen Erfahrungen auf dem Gebiete des Locomotivbaues

gerade auf diesem Felde der Eisenbahntechnik noch immer ein principienloses Umhertappen nach Principien stattfindet. Diese Klage, welcher der Verfasser durch diese Schrift Abhilfe schaffen will, mag für österreichische Verhältnisse begründet sein, in Preußen ist durch die vom Ministerium herausgegebenen Normalien für Betriebsmittel ein großer und wichtiger Schritt zur Erreichung bestimmter Constructionssysteme gethan worden.

Der Verfasser bespricht die einzelnen Theile der Locomotive und beginnt mit dem Locomotivkessel, für welchen der Feuerrohrkessel von Anfang an bis jetzt in Anwendung geblieben ist. In der Ausdehnung der Feuerfläche sei nicht immer richtig verfahren worden, es sei vergessen worden, daß eine große Heizfläche noch nicht eine gute sein müsse; nach den praktischen Erfahrungen erweise es sich als gut, eine Rohrlänge von 3,5 m als Maximum für die größten Kessel festzuhalten; was darüber sei, gehöre mehr oder weniger unter die Rubrik „todtes Gewicht“. Der Verfasser giebt selbst eine Construction an, die er mit dem Namen „combinirter Feuer- und Siederrohrkessel“ bezeichnet, und glaubt damit das Problem gelöst zu haben, einen Locomotivkessel zu construiren, der, ohne die Rohrlänge über das günstigste Maaß auszudehnen, eine nicht nur relativ sehr wirksame, sondern auch absolut bedeutende Heizfläche zu bieten vermag.

Hierauf bespricht der Verfasser einige Constructionsdetails an Locomotiven; die Anordnung des Schieberkastens unterhalb des Cylinders, um die Wasseransammlung in diesen Theilen unschädlich zu machen, wird empfohlen; bezüglich der Umsteuerung wird gerathen, wie fast bei allen belgischen Locomotiven geschehen sei, eine Combination des Steuerhebels und der Schraube anzuordnen; als günstigstes Maaß für die Pleuelstange wird die 7- bis 8fache Kurbellänge bezeichnet.

Sodann werden die Locomotiven darnach betrachtet, ob sie für Schnell-, Personen- und Güterzüge, für Bergfahrten oder zum Rangiren bestimmt sind; der Verfasser sagt mit Recht, daß es heiße, in dem lobenswerthen Streben nach Einförmigkeit des Locomotivbaues zu weit gehen, wenn zuweilen das Problem aufgestellt werde, eine Locomotive zu construiren, die mit gleichem Vortheil allen Anforderungen entspräche. Zwei Momente seien es, hinsichtlich welcher die Leistung der Locomotive beansprucht werde, die Zugkraft und die Geschwindigkeit; man könne zwar jede kräftige Maschine mit hoher Geschwindigkeit fahren, aber die Sicherheit der Fahrt stehe damit nicht immer im Einklang. Als die gefährlichsten und am meisten vorkommenden Störungen im Laufe der Locomotive werden das sogenannte „Nicken“ und das „Schlingern“ bezeichnet. Für die Personen- und Schnellzugslocomotive seien folgende Bedingungen aufzustellen: ein im Verhältniß zur Länge des Fahrzeuges weiter Radstand, Lagerung einer Achse unter oder hinter der Feuerbüchse, ein gut Dampf bildender, möglichst leichter Kessel; Innencylinder, die Lagerung der gekröpften Achse in Doppelrahmen sei zu empfehlen, und die Räder zwischen 1,5 und 2 m hoch zu bemessen. Für Gütermaschinen wird eine Normalconstruction empfohlen, deren Kessel 118 qm wirksame Heizfläche hat, die Maschinenlast auf drei gekuppelte Achsen vertheilt, von denen die mittlere Triebachse 450 mm vor der Feuerkiste, die hintere Kuppelachse

unter dem Büchsenmittel in einer Einziehung des Aschenfalls gelagert ist, die Cylinder außenliegend, der Radstand  $1,7$  und  $1,6 = 3,3$  m bei  $1,2$  m Raddurchmesser. Für Rangirzwecke wird die zweiachsige Tendermaschine besonders empfohlen. Am Schluss des Werkes beschreibt der Verfasser die auf der österreichischen Staatsbahn für Personenzüge angewendeten modificirten Engerth-Maschinen. Von letzteren und den für die verschiedenen Zwecke empfohlenen Normaltypen sind anschauliche Linearzeichnungen beigefügt.

Das Werkchen ist anziehend geschrieben und wird manchem Fachmann erwünschte Fingerzeige geben, auch da, wo Normalien für Maschinen noch nicht bestehen, für die Aufstellung derartiger Normalien förderlich sein.

**Theorie des Fachwerks, von A. Foepppl, Ingenieur und Oberlehrer. Leipzig, A. Felix. 1880. 8°.**

Der Verfasser, dessen Specialveröffentlichungen aus dem hier in allgemeiner Weise behandelten Gebiet die gebührende Anerkennung wohl überall fanden, sagt in der Vorrede, daß er „bei der Bearbeitung des Buches, unbekümmert um die praktische Verwendung der betrachteten Systeme, nur die Vervollkommnung der Theorie im Auge“ gehabt habe. Von diesem Standpunkt aus verdient das Werk in hohem Grade Beachtung, da es als erster Versuch erscheint, eine Theorie des Fachwerks ohne vorzugsweise Berücksichtigung der praktischen Verwendung in umfassender Weise aufzustellen. Es würde zu weit führen, auf die interessanten Einzelheiten näher einzugehen; besonders hervorzuheben sind die Angaben über schiefe Auflagerung, über Träger mit absichtlich aufgebrachten subsidiären Lasten und über die imaginären Gelenke, sowie die Untersuchung der Druckflächen, da gerade hierin die charakteristischen Merkmale eines Buches am deutlichsten sich aussprechen, das weniger für die Gegenwart als für die Zukunft arbeitet, das seinen Werth weniger in der positiven Leistung hat als in der Anregung zu weiteren Studien, in den Fingerzeigen auf Wege, die bis jetzt wenig betreten sind, jedoch vielleicht rascher und sicherer zum Ziele führen als der übliche Pfad, den die Gewohnheit ungern verläßt.

Wer in dem Werke eine eingehende Abhandlung über die zur Zeit üblichen Fachwerkssysteme sucht, wird enttäuscht sein; als Lehrbuch für den Anfänger dürfte es eher schädlich als nützlich wirken. Den vom Verfasser angestrebten Zweck, zu der Weiterentwicklung der exacten Theorie einen gediegenen Beitrag zu liefern, erfüllt es dagegen durchaus.

Neben den vorstehend besprochenen Werken sind bei der Redaction noch eingegangen:

Fäcal-Reservoir mit Absorptions-Vorrichtung und fester Entleerungsleitung, von Eugen Schleh, Civil-Ingen. in Cöln-Ehrenfeld. Eigenverlag. 1879.

Material zur Projectirung von Schlachthäusern, zusammengestellt von Georg Osthoff, Stadtbaumeister in Oldenburg. Oldenburg. Schulz'sche Buchhandlung und Hof-Buchdruckerei. 1879. Pr. 80  $\delta$ .

Das städtische Wohnhaus der Zukunft oder wie sollen wir bauen und auf welche Weise ventiliren und heizen? bearbeitet von Heinr. Meiners. Mit 21 Holzschnitten. 2. Aufl. Stuttgart. Verl. v. Konrad Wittwer. 1880. Pr. 3,50  $\mathcal{M}$ .

Die Federvieh-Ställe in ihrer Anlage und inneren Einrichtung. Von Arch. u. Ingen. Ludw. Klasen in Wien. Mit 28 Holzschnitten. Verl. v. Karl Scholtze in Leipzig. Pr. 2  $\mathcal{M}$ .

Theorie und Praxis der Ventilation und Heizung. Von Dr. Adolf Wolpert, Professor an der K. Industrieschule in Kaiserslautern. 2. Aufl. Principien der Ventilation und Luftheizung 1. Hälfte. Braunschweig. C. A. Schwetschke u. Sohn. 1879. Pr. 7  $\mathcal{M}$  50  $\delta$ .

Eine neue Schulbank. Von Dr. Herm. Hippauf, K. Kreis-Schul-Inspector zu Ostrowo. Selbstverlag des Verfs.

Baupolizei-Ordnung für die Stadt Halle a/S. nebst anderen, theils allgemein gesetzlichen, theils localpolizeilichen Bestimmungen. Halle a/S. Verl. von Ludw. Hofstetter. 1879. Pr. 1  $\mathcal{M}$  50  $\delta$ .

Die subjective Perspective und die horizontalen Curvaturen des dorischen Styls. Studie von Dr. Guido Hauck, Professor an der K. techn. Hochschule zu Berlin. 2 Figurentafeln. Festschrift zur 50jähr. Jubelfeier der techn. Hochschule zu Stuttgart. Stuttgart. Verl. von Konr. Wittwer. Pr. 5  $\mathcal{M}$ .

Der Bodensee und die Tieferlegung seiner Hochwasserstände. Hydrologische Studie, auf Grund der Verhandlungen der internationalen technischen Commission für die Regulirung der Bodensee-Wasserstände von 1873—78 bearbeitet von Max Honsell, Baurath, Mitglied der Großherzogl. Badischen Ober-Direction des Wasser- und Straßensbaues. Mit 11 Atlastafeln. Stuttgart. Verl. von Konrad Wittwer. 1879.

Das Stützensystem. Patent C. Müller in Magdeburg. Eiserner Eisenbahn-Oberbau. 2 Tafeln. Magdeburg bei Feodor Schmitt. 1879.

Locomotive mit Etagenwagen „System Kraufs“. München bei E. Mühlthaler. 1879. Mit 1 Photographie.

Tables of metric measures and their english equivalents, by G. M. Borns. London. Charles Gilbert. 1879.

Taschenbuch der Schweizerischen Baupreise (des Jahres 1879) nebst Anhang. Bearbeitet von Alex. Koch, Architekt in Zürich. 2 Tafeln. Zürich. Verlag von Cäsar Schmidt. 1880. Pr. 2  $\mathcal{M}$  80  $\delta$ .