

Biblioteka Główna i OINT
Politechniki Wrocławskiej



100100234235

Dobol. nr

~~F 344~~

10/3 10.

Wolka

A 405 III

H^o

~~gr~~



ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESEN.

HERAUSGEGEBEN

IM

MINISTERIUM DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN.

BEGUTACHTUNGS-AUSSCHUSS:

P. SPIEKER, O. BAENSCH, H. OBERBECK, O. LORENZ, DR. H. ZIMMERMANN,
OBER-BAUDIRECTOR. WIRKL. GEH. OBERBAURATH. GEH. OBERBAURATH. GEH. BAURATH. GEH. BAURATH.

SCHRIFTFLEITER:

OTTO SARRAZIN UND OSKAR HOSSFELD.

JAHRGANG XLII.

MIT LXXIII TAFELN IN FOLIO UND VIELEN IN DEN TEXT
EINGEDRUCKTEN HOLZSCHNITTEN.

1911.1702.



632

Abgegeben

von der

Bücherei

der Kgl. Technischen Hochschule Danzig.

BERLIN 1892.

VERLAG VON WILHELM ERNST & SOHN
(VORMALS ERNST & KORN)
WILHELMSTRASSE 90.



ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESEN.

HERAUSGEBER

IN

MINISTERIUM DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN.

BERATUNGSGEBER

F. SPIEKER, O. BAENSCH, H. OBERBECK, O. LORENZ, Dr. H. NIMMERMAN.

VERLAGSSTELLE: BERLIN, SOHOE-STRASSE 10. DRUCKSTELLE: BERLIN, SOHOE-STRASSE 10.

Alle Rechte vorbehalten.

SCHRIFTFÜHRER

OTTO SARAZIN UND OSKAR HOSSELD.

JAHRGANG XLII.

MIT LXXIII TAFELN IN FOLIO UND VIEREN IN DEM TEXT
EINGEDRUCKTE HOLZSCHNITTE



Abgedruckt
Berlin 1907
Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn
Unter den Eichen 87

Inhalt des zweiundvierzigsten Jahrgangs.

A. Landbau.

	Zeichnung Bl. - Nr.	Text Seite		Zeichnung Bl. - Nr.	Text Seite
Neubau des Königl. Regierungsgebäudes in Münster i. W., von Kreis-Bauinspector Niermann in Münster	1 — 3	1	Die eiserne Kuppel über der Haupthalle des neuen Empfangsgebäudes in Halle a. S., von Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector König in Halle a. S.	38 — 40	217
Innere Einrichtung des neuen physiologischen Instituts in Marburg, von Kreis-Bauinspector Zöllfel in Celle	16 — 18	23	Das Dienstgebäude der Königl. Bayerischen Gesandtschaft in Berlin, von den Architekten Kyllmann und Heyden in Berlin	46 u. 46 A	301
Wasserthurm in Mannheim, von Architekt Halmhuber in Stuttgart und Ingenieur Smreker in Mannheim	30, 31	141	Das Neue Allgemeine Krankenhaus in Hamburg-Eppendorf, nach amtl. Quellen von Baudirector C. J. Ch. Zimmermann und Bauinspector F. Ruppel in Hamburg	49 — 55	339 u. 469
Wohn- und Geschäftshaus der Berliner Electricitäts-Werke und der Allgemeinen Electricitäts-Gesellschaft in Berlin, von den Architekten Cremer u. Wolfenstein in Berlin	32, 33	145	Der Bühnenhaus-Umbau im Königl. Schauspielhause in Berlin, von den Regierungsbaumeistern Heydemann in Berlin und Kasch in Harburg	64 — 67	483
Die Landes-Irrenanstalt in Landsberg a. W., von Landes-Bauinspector Peveling in Eberswalde	34 — 36	147			

B. Wasser-, Maschinen-, Wege- und Eisenbahnbau.

	Zeichnung Bl. - Nr.	Text Seite		Zeichnung Bl. - Nr.	Text Seite
Der Dünendurchbruch der Weichsel bei Neufähr i. J. 1840 und die Entwicklung der neuen Weichselmündung bei Neufähr von 1840 bis 1890, von Wasser-Bauinspector Lierau in Danzig	19 — 22	29	Die Sperrung der künstlichen Wasserstraßen, von Baurath Doell in Saarburg i. L.	—	263
Die Entwicklung des Bahnhofes Hagen in W., von Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Berthold in Hagen	23, 24	39	Gewölbte Brücken in Coepenick, von Wasser-Bauinspector G. Tolkmitt in Coepenick	56, 57	355
Der Bau des Milseburg-Tunnels der Nebenbahn Fulda-Tann, von Regierungsbaumeister L. Oberschulte in Magdeburg	25 — 29	47	Der neue Wasserweg nach Rotterdam und die Leistungen der Bagger bei seiner Herstellung, von Regierungsbaumeister W. Paul in Erfurt	58 — 60	371
Bahnhof Ruhrort	37	207	Umbau der Bühnenmaschinerie im Königl. Schauspielhause in Berlin, von Regierungsbaumeister E. Kasch in Harburg	64 — 67	495
Die Canalisation von Neapel, von Baurath H. Keller in Rom	41 — 44	231	Vorrichtungen für die Unterhaltung und Prüfung der neuen Weichselbrücke bei Dirschau, von Regierungs- und Baurath Mehrtens in Bromberg	68 u. 69	511
Die Bewegungen der Eisenbahnschienen und deren Verbindung mit den Holzschwellen, von Eisenbahn-Bauinspector Bräuning in Cöslin	45	247	Der Viaduct und die Personenaufzüge in Weehawken bei New-York, vom Regierungsbaumeister Roths Schuh in Berlin	70	517

C. Kunstgeschichte und Archäologie.

	Zeichnung Bl. - Nr.	Text Seite		Zeichnung Bl. - Nr.	Text Seite
Cistercienserkirchen des 13. Jahrhunderts in der Provinz Rom. I. Fossanova und Casamari, von den Architekten F. O. Schulze und S. Kristenson in Rom	4 — 6	7	Karl Friedrich Schinkel in seinem Verhältniß zur gothischen Baukunst, von Pfarrer Joh. Krätschell in Weisensee	—	159
Die Holzarchitektur der Stadt Braunschweig, von dem Herzogl. Kreis-Bauinspector Hans Pfeifer in Braunschweig	7 — 15	13 u. 457	Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Gothik, von Dr. Cornelius Gurlitt in Charlottenburg	47 u. 48	305

D. Bauwissenschaftliche Abhandlungen.

	Zeichnung Bl. - Nr.	Text Seite		Zeichnung Bl. - Nr.	Text Seite
Die Theorie der gewölbten Bögen, mit besonderer Rücksicht auf den versteifenden Einfluß der Untermauerung und Ueberschüttung, von Land-Bauinspector H. Gnuschke in Berlin	—	73	Berechnung und zweckmäßige Bauweise gemauerter Schleusen und Trockendocks, von dem Marine-Hafen-Bauinspector L. Brennecke in Kiel	71 u. 72	523
Verfahren zur Berechnung der Schwimmdocks, von Professor Dr. Ph. Forchheimer in Aachen	—	275	Oertliche Vertheilung des Grundwassers in der Umgebung von Hamburg und Altona, von Wilhelm Krebs in Berlin	63	545
Beitrag zur Theorie versteifter Bogenbrücken, von Th. Rehbock in Berlin	—	287	Einfache Darstellung der Trägheits- und Centrifugalmomente von Flächen, nebst Ermittlung der Spannungsvertheilung und des Kernes bei unsymmetrischen Querschnitten, von R. Land, Professor an der Kaiserl. ottomanischen Civilingenieurschule in Constantinopel	—	549
Die Widerstände bei der Bewegung der Drehschütze und Drosselklappen, von Wasser-Bauinspector Lieckfeldt in Lingen	—	385	Eiserne Dachbinder mit Holzstreben und eisernem Spannwerk, von Regierungsbaumeister Marloh in Bromberg	—	565
Grundwasser-Beobachtungen im unterelbischen Gebiet, von Wilhelm Krebs in Berlin	61 — 63	407			
Ueber Berechnung der Führungsgerüste von Gasbehältern, von Professor J. Melan in Brünn	—	417			

E. Anderweitige Mittheilungen.

	Text Seite		Text Seite
Verzeichniß der im preussischen Staate und bei Behörden des deutschen Reiches angestellten Baubeamten. (Am 10. December 1891.)	105	Verzeichniß der Mitglieder der Akademie des Bauwesens. (Am 1. December 1891.)	137

Statistische Nachweisungen.

	Seite		Seite
Statistische Nachweisungen, betreffend die Anlage-, Unterhaltungs- und Betriebskosten der seit dem Jahre 1875 in preussischen Staatsbauten ausgeführten Central-Heizungs- und Lüftungs-Anlagen. Im Auftrage des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten zusammengestellt von Geh. Baurath Lorenz und Land-Bauinspector Wiethoff in Berlin	1	aus dem Gebiete des Hochbaues, bearbeitet im Auftrage des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten	39
Statistische Nachweisungen, betreffend die im Jahre 1890 vollendeten und abgerechneten preussischen Staatsbauten		Statistische Nachweisungen, betreffend die in den Jahren 1886 bis einschließlich 1889 vollendeten und abgerechneten preussischen Staatsbauten aus dem Gebiete des Hochbaues, bearbeitet im Auftrage des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten. (Schluß folgt.)	89

ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESEN



HERAUSGEGEBEN
IM
MINISTERIUM DER OFFENTLICHEN ARBEITEN.

BEGUTACHTUNGS-AUSSCHUSS:

O. BAENSCH, H. OBERBECK, O. LORENZ, DR. H. ZIMMERMANN,
WIRKL. GEH. OBERBAURATH. GEH. OBERBAURATH. GEH. BAURATH. GEH. BAURATH.

SCHRIFTFLEITER:

OTTO SARRAZIN UND OSKAR HOSSFELD.

JAHRGANG XLII.

1892.

HEFT I BIS III.

INHALT:


	Seite		Seite
Neubau des Königl. Regierungsgebäudes in Münster i. W., mit Zeichnungen auf Blatt 1 bis 3 im Atlas, von Kreis-Bauinspector Niermann in Münster	1	Der Bau des Milseburg-Tunnels der Nebenbahn Fulda-Tann, mit Zeichnungen auf Blatt 25 bis 29 im Atlas, von Regierungs-Baumeister L. Oberschulte in Magdeburg	47
Cistercienserkirchen des 13. Jahrhunderts in der Provinz Rom. I. Fossanova und Casamari, mit Zeichnungen auf Blatt 4 bis 6 im Atlas, von den Architekten F. O. Schulze und S. Kristenson in Rom	7	Die Theorie der gewölbten Bögen, mit besonderer Rücksicht auf den versteifenden Einfluss der Uebermauerung und Ueberschüttung, von Land-Bauinspector H. Gnuschke in Berlin	73
Die Holzarchitektur der Stadt Braunschweig, mit Zeichnungen auf Blatt 7 bis 15 im Atlas, von dem Herzogl. Kreis-Bauinspector Hans Pfeifer in Braunschweig (Fortsetzung folgt)	13	Verzeichniß der im preussischen Staate und bei Behörden des deutschen Reiches angestellten Baubeamten. (Am 10. December 1891.)	105
Die innere Einrichtung des neuen physiologischen Instituts in Marburg, mit Zeichnungen auf Blatt 16 bis 18 im Atlas, von Kreis-Bauinspector Zülffel in Celle	23	Verzeichniß der Mitglieder der Akademie des Bauwesens. (Am 1. December 1891.)	
Der Dünendurchbruch der Weichsel bei Neufähr im Jahre 1840 und die Entwicklung der neuen Weichselmündung bei Neufähr von 1840 bis 1890, mit Zeichnungen auf Blatt 19 bis 22 im Atlas, von Wasser-Bauinspector Lierau in Danzig	29	Statistische Nachweisungen, betreffend die Anlage-, Unterhaltungs- und Betriebskosten der seit dem Jahre 1875 in preussischen Staatsbauten ausgeführten Central-Heizungs- und Lüftungs-Anlagen. Im Auftrage des Ministers der öffentlichen Arbeiten zusammengestellt von Geh. Baurath Lorenz und Land-Bauinspector Wiethoff in Berlin. (Schluß folgt)	1
Die Entwicklung des Bahnhofes Hagen i. W., mit Zeichnungen auf Blatt 23 und 24 im Atlas, von Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Berthold in Hagen	39		

Für den Buchbinder.

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

BERLIN 1892.
VERLAG VON WILHELM ERNST & SOHN
(FORMALS ERNST & KORN)
WILHELMSTRASSE 90.



 In diesem Heft befindet sich eine Beilage der Herren **Hurwitz & Co., Berlin** betr. **Tachograph.**

Neubau des Königl. Regierungsgebäudes in Münster i. W.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 1 bis 3 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Das neue Regierungsgebäude in Münster ist auf der Stelle des alten in den Jahren 1886 bis 1890 erbaut. Seit 1813, nach dem Ende der französischen Herrschaft, hat die Regierung in dem alten Hause ihren Sitz gehabt. Ueber das alte Regierungsgebäude hat der Vorsitzende des Vereins für Geschichts- und Alterthumskunde Westfalens, Domcapitular Dr. Tibus, folgende geschichtliche Nachrichten mitgetheilt.

„Die erste Erwähnung findet das Gebäude in einer Urkunde Bischof Eberhards von Diest vom 10. Juli 1280.

Der Bischof schließt diese Urkunde mit den Worten: „*Acta sunt haec Monasterii coram nobis in domo nostra iuxta cappellam beati Michaelis sita.*“ Das Gebäude wird hier als „*domus*“ bezeichnet, während in älteren Urkunden, zuletzt noch im Jahre 1263, die frühere bischöfliche Wohnung — sie lag auf dem Domplatz nordwestlich vom Dom — *palatium* oder *aula* genannt wird. Das fragliche Gebäude war also im Jahre 1280 noch ein einfaches Wohngebäude. Der Bischof muß es in oder kurz vor dem Jahre 1280 vom



Regierungsgebäude in Münster. Ansicht vom Michaelis-Platz.

Domcapitel erworben haben und brauchte es wohl nur als Absteigequartier, da er, seitdem die Stadt sich in den Besitz ihrer Befestigungen gesetzt hatte, gewöhnlich draussen auf einem der Landschlösser residirte. Uebrigens war das Haus mit einem festen Thurme versehen, in welchen der genannte Bischof, als er am 10. November 1299 vom Grafen von Tecklenburg überfallen wurde, sich rettete, während seine Diener getödtet wurden. — Unter Bischof Florenz von Wevelinghofen (1364 bis 1379) wurde das Haus neu gebaut und mit Stallungen versehen. Bischof Otto von Hoya (1392 bis 1429) erweiterte es durch eine „*aula*“, und Bischof Heinrich von Moers liefs „seinen Hoff binnen Munster“ zu einem „*kostlich Huiss maken*“. — Zur Zeit der Wirren in Münster nach der Wahl Bischof Walrams von Moers (1450) haben die Städtischen den Hof als Caserne gebraucht und unter den Verwüstungen, welche die Wie-

dertäufer im Jahre 1534 in der Stadt anrichteten, wird auch folgende erwähnt: „Item meynes gnedigen Herren Wapen vor syner fürstlichen Gnaden Porten is affgehauen und man hefft up syner Gnaden Hoff alle Spise und Harnesch gebracht und, we des bedervede, mocht dar wat von haben.“ Nach der Wiedertäuferzeit wurde das Gebäude Sitz der bischöflichen Behörden, gewöhnlich Kanzlei genannt. In den Sälen desselben haben auch die Gesandten des Westfälischen Friedens ihre Berathungen gehalten. Auch die Stände des Münsterlandes pflegten dort zu tagen. Während der französischen Herrschaft hatte das Tribunal daselbst seinen Sitz aufgeschlagen und vor dem Gebäude die Guillotine aufgefplant.“ —

Mehr als 500 Jahre hat somit das Haus gestanden. Den Anforderungen aber, die an die Diensträume der Regierung und des mit derselben verbundenen Katasteramtes

sowie des Bezirksausschusses zu stellen waren, genügte es nicht. Der Neubau wurde deshalb beschlossen, und eine Dienstwohnung für den Regierungs-Präsidenten, dem bisher eine solche nicht zur Verfügung gestanden hatte, in demselben vorgesehen. Nach Berücksichtigung aller Verhältnisse wurde der unter Oberleitung des früh verstorbenen Ober-Baudirectors, damaligen Geheimen Bauraths Endell ausgearbeitete Entwurf vom Landtage genehmigt. Die Regierung wurde während des Baues in dem früheren Kreisgerichtsgebäude untergebracht, welches mit einem Aufwand von 20 000 *M* zur Aufnahme eingerichtet worden war.

Der Bau ist so zur Ausführung gebracht, wie er im Centralblatt der Bauverwaltung, Jahrgang 1887, Seite 386, bei seiner Inangriffnahme beschrieben ist. Die äußere Erscheinung sowohl wie der innere Ausbau sind dort zutreffend geschildert. Es erübrigt noch, an dieser Stelle über die Bauausführung und über Einzelheiten der Ausstattung einiges hervorzuheben.

Die Ausführung wurde, wie erwähnt, im Frühjahr 1886 eingeleitet, und die Vorarbeiten wurden so gefördert, daß im September desselben Jahres der alte Bau abgebrochen und der Neubau begonnen werden konnte. Ende 1887 waren die Mauern bis zum Hauptgesims aufgeführt; da aber trat in dem günstigen Fortschreiten der Arbeiten eine Verzögerung ein durch verspätete Anlieferung und Aufstellung des eisernen Dachgerüsts. Seine statische Berechnung und deren Prüfung hatten mehr Zeit in Anspruch genommen als vorherzusehen war, und sich bis zum Jahre 1888 hingezogen. Da überdies die Frist der Anlieferung des Daches nicht genau innegehalten wurde, so konnten der innere Ausbau und die Einrichtung der Centralheizung im letztgenannten Jahre nicht mehr ausgeführt werden. Zwar war, um die Maurerarbeiten bei Beginn des Baujahres nicht ganz ins Stocken gerathen zu lassen, die Ausführung der Gewölbe unter einem Nothdache erfolgt, aber trotzdem gelang es 1888, nur den Rohbau und die Dacheindeckung fertig zu stellen. Im Jahre darauf wurde der innere Ausbau vollendet, und im Frühjahr 1890 konnte das Gebäude bezogen werden.

Die Beheizung der Geschäftsräume wird vornehmlich durch warmes Wasser bewirkt; nur die im ausgebauten Dachgeschofs des linken Hinterflügels belegenen Räume für die Kanzlei und die Druckerei haben eiserne Oefen. Zwei Kessel, die nahezu im Mittelpunkte des Gebäudes im Keller rechts vom Haupteingange aufgestellt sind, erwärmen das Wasser bis auf 90 Grad. Es sind Flammrohrkessel mit Vorfeuerung gewählt von zusammen 60 qm Heiz- und 1,5 qm Rostfläche. Die Heizfläche ist so reichlich bemessen, daß erforderlichen Falles ein Kessel genügt; ein Aushülfe-Kessel ist also entbehrlich. Für thunlichste Rauchverbrennung ist durch Einführung von frischer, vorgewärmter Luft an der Feuerbrücke gesorgt.

Um zu große Rohrabmessungen zu vermeiden, gehen zwei Steigerohre von je 140 mm Durchmesser bis auf den Dachboden, vereinigen sich dort und tragen am höchsten Punkte das Expansionsgefäß. Vom Schwimmer des letzteren geht eine Anzeigevorrichtung bis zum Keller. Die Schieber zu den Steige- und Rücklaufrohren sind mit einer Vorrichtung versehen, durch welche der Heizer erkennen kann, ob jene geöffnet oder geschlossen sind. Steige- und Fallrohre

liegen in offenen Mauerschlitzen, die in den besseren Zimmern durch aufgeschraubte Eisenbleche geschlossen sind. Die Fallrohre sind doppelt angeordnet: als Zuleitungsrohre zweigen sie von den auf dem Dachboden befindlichen Vertheilungsrohren ab und verjüngen sich nach unten, als Rücklaufrohre führen sie zu dem unteren Hauptsammler und werden je nach der Aufnahme von Oefen nach unten weiter. Besondere Rücklaufrohre sind für jeden Flügel und zwei für den Mittelbau angeordnet, die zu dem Ventilstocke führen und hier durch eine Drosselklappe geregelt werden können. Dadurch ist die Möglichkeit gegeben, je nach Windwechsel usw. eine Regelung des Wärmezuflusses für jeden einzelnen Flügel einzuführen. Vom Ventilstocke geht dann eine gemeinsame Rücklaufleitung zu den Kesseln. Als Heizkörper sind für die Sitzungssäle und die Zimmer der Räte Cylinderöfen, für die übrigen Amtszimmer Registeröfen und für das Katasterarchiv kleine Register in den Fensternischen gewählt. Die säulenartigen Warmwasseröfen bestehen aus einem schmiedeeisernen, dampfdicht genietetem und hart gelötheten Cylinder von 3,5 mm Blechstärke mit eingietetem 16 mm starken Böden. In letztere sind schmiedeeiserne, patentgeschweißte Röhren von 70 bis 120 mm Durchmesser und 3 bis 3,5 mm Wandstärke eingezogen und eingewalzt. Der registerartige Warmwasserofen besteht aus einer Anzahl schmiedeeiserner, geschweißter Doppelröhren von 3,5 mm Wandstärke mit dampfdicht aufgepresstem gusseisernen Capitell und Sockel. Die Dienstwohnungen haben Ofenheizung.

Besondere Lüftungsvorrichtungen sind nicht ausgeführt; nur in den Sitzungssälen und in dem Saale der Präsidentenwohnung dienen zur Abführung der verbrauchten Luft in den Wänden angelegte, nach dem Dachraume geführte Luftschachte. Der Dachraum wird durch große Luftabsauger entlüftet. Für den eingebauten, fensterlosen Schatzraum hingegen stellte sich die Nothwendigkeit einer kräftigen Luftzu- und -Abführung heraus, damit die Werthpapiere nicht feucht und stockig werden. Es wurde deshalb über Fußbodenhöhe eine Oeffnung nach der Kasse und an der gegenüberliegenden Wand in Deckenhöhe eine Oeffnung nach einem mit einem Bunsenbrenner versehenen Schornsteinrohre angelegt. Endlich sind nach Bedarf in einigen Räumen die Oberflügel der Fenster mit stellbaren Glasscheiben versehen.

Die steilen Dachflächen sind mit westfälischem Schiefer auf Schalung und Pappunterlage gedeckt, die Dachkehlen ausgeschiefert. Die Plattform über dem ausgebauten Dachgeschofs des rechten Flügels hat Bleideckung erhalten. Sämtliche Decken sind feuersicher hergestellt. Die Kellerräume, die Registraturen und ein großer Theil der Diensträume haben preussische, die Räume des Katasterarchivs böhmische Kappen, die Vorderzimmer des Erdgeschosses weitgespannte korbogenartige Gewölbe mit Stichkappen erhalten; dagegen sind die Flure in allen Geschossen mit halbkreisförmigen, durch Gurte getheilten Tonnengewölben mit Stichkappen über den Fenstern und, wo es angängig war, mit Kreuzgewölben überdeckt. Die Sitzungssäle, der Festsaal des Präsidenten und das Haupttreppenhaus wurden mit Stampfbetondecken zwischen Eisenträgern versehen; die Staffstucktafeln der reich verzierten Stuckdecken wurden zunächst mit verzinktem Eisendraht an den Trägern aufgehängt, dann die Felderdeckel aufgebracht und unter sich mit Gips verbunden. Auf diese

Gipsformen wurde eine Lage Gips und Kalkbrei vermischt mit Kieselsteinen aufgebracht und hierauf der Stampfbeton hergestellt, sodafs eine enge Verbindung der unteren Schale mit dem Beton hergestellt ist. Auferdem greifen Schlingen von verzinktem Eisendraht, die mit den Gipsschalen fest verbunden sind, in die Betonmasse ein. — Die Ausführung der geraden Decken in den Zimmern der Präsidentenwohnung und in den Dienstzimmern der obersten Beamten erfolgte in der Weise, dafs zunächst als Zwischendecke zwischen den eisernen Trägern ein um etwa 6 cm durchhängendes verzinktes Drahtgewebe mit Strohlehmabdeckung, und nach Erhärtung des Strohlehms unter den Trägern eine feuersichere Rabitzdecke angebracht wurden. Die Zwischendecke ist später mit Schlackensand bis 10 cm über Trägeroberkante ausgefüllt worden.

Zu den Fußböden der Wohnungs- und Arbeitsräume hat theils Kiefern- theils Eichenholz in verschiedener Behandlungsweise Anwendung gefunden; die Sitzungssäle des Bezirksausschusses und der zweiten Abtheilung erhielten Linoleumbelag auf Tannendielung. Auch ein Versuch mit Buchenholz ist gemacht worden. Ein Raum wurde mit Riemchen dieses Holzes gedieilt. Infolge der Feuchtigkeit, die bei der Beheizung des Gebäudes sich von den Gewölben dem Fußboden mittheilte, trat jedoch starkes Verwerfen der Riemchen ein, sodafs der Fußboden aufgenommen und nach Ausscheiden der unbrauchbaren Riemchen neu verlegt werden mußte. Da das Buchenholz wegen seiner zahlreichen Gefäßgänge begierig Feuchtigkeit aufsaugt und abgiebt, und somit schwindet und sich wirft, so wird man immer die Verhältnisse der Räume, in denen es verlegt werden soll, vorsichtig in Betracht zu ziehen haben. — Die besseren Flure sind mit Terrazzo, die übrigen mit Thonplattenbelag versehen. Der Dachfußboden besteht aus einer Betonabgleichung über den gemauerten Kappen, der Keller endlich hat Betonboden erhalten.

Der Dachraum des Vorderbaues soll die zurückgelegten Acten aufnehmen; ihre Gestelle stehen zur Vertheilung des Druckes auf eine größere Fläche auf Längsschwellen. Ueber den weitgespannten Trägern des westlichen Vorderflügels sind überdies mit Cementbeton betragene Schwemmsteinkappen zwischen Eisenträgern hergestellt.

Die Vorhallen, Flure und Treppenhäuser sind mit Wachsfarbe gestrichen, die Dienstzimmer tapeziert; in den Sitzungssälen sind die Wände unterhalb der Tapezierung mit Holz gefäfelt worden, im PlenarsitzungsSaale ist an Stelle der Tapete gemustertes Flachsgewebe getreten. Die Stuckdecken sind sämtlich in Wachsfarbe bemalt, die übrigen Decken in Leimfarbe gestrichen.

Die drei Nebentreppen sind freitragend aus westfälischem Sandstein mit einfachen schmiedeeisernen Geländern hergestellt. Die mit reichem geschmiedeten Geländer versehene Haupttreppe ruht auf Kreuzgewölben, die von Säulen getragen werden; ihre Stufen bestehen aus Trachyt, ihre Wangen aus Baumberger Kalkstein, der wegen seiner leichten Bearbeitungsfähigkeit zu den inneren Werksteinarbeiten verwendet worden ist. Die Treppe in der Präsidentenwohnung ist freitragend mit aufgesetzter Wange hergestellt und macht mit ihrer geschwungenen Form einen leichten, gefälligen Eindruck.

Die innere Einrichtung des Gebäudes zeigt keine von dem sonst Ueblichen abweichende Anordnung. Zu erwähnen wäre, dafs der Sitzungssaal des Bezirksausschusses durch eine Schranke in zwei Theile, einen etwas erhöhten für die Ausschufsmitglieder und einen niedriger liegenden für die Parteien, getheilt ist. Aufer dem mit seiner Langseite nahe an die Schranke gerückten Sitzungstische sind zwei kleinere Tische, der eine für den Amtsschreiber, der andere für Karten und Verhandlungsgegenstände, ferner zwei Pulte für die Anwälte und das erforderliche Gestühl beschafft. Die für das Katasterarchiv beschafften Kartenschränke haben nicht zweiflügelige Thüren der gewöhnlichen Art erhalten, sondern um wagerechte Achsen drehbare Klappen für jede Kartenmappe; die Benutzung der Schränke ist dadurch insofern eine leichtere geworden, als der Gang zwischen den Schränken durch die kleinen Klappen nicht beengt wird. In dem neben dem Schatzraum befindlichen Zahlzimmer ist der Raum für das Publicum durch den Zahlstisch und eine auf und neben demselben angebrachte Vergitterung abgetheilt. Die Fenster wurden durch Gitter und eiserne Plattenläden gesichert. Der Schatzraum läfst sich mittels einer diebes- und feuersicheren Geldschrankthür verschließen. In die Wände, welche in Klinkern und Cementmörtel gemauert sind, sind ringsum in jede Schicht Flacheisen von 4 : 40 mm Stärke, abwechselnd flachkantig und hochkantig, 13 cm von der Innenfläche ab eingelegt. Die Beleuchtung erfolgt durch einen beweglichen Gasarm aus dem Zahlzimmer.

Die Beleuchtungskörper für die Flure, Treppen und den Sitzungssaal des Bezirksausschusses sind von schwarz lackirtem Schmiedeeisen mit Verzierungen von Kupfer, die Kronleuchter im Sitzungssaale und im Zimmer des Präsidenten dagegen von Bronze. Für die Registraturen sind einfache Hängearme beschafft. Die Oberlichter der Haupteingänge und die Fenster der Haupttreppenhäuser haben eine Verglasung von Cathedralglas in einfacher Musterung erhalten.

Zur Erleichterung des Verkehrs sind Handbetrieb-Aufzüge angebracht, und zwar im östlichen Flügel ein Actenaufzug von 0,55 : 0,75 m Lichtweite und 16,30 m Hubhöhe vom tiefen Erdgeschofs bis zum ausgebauten Dachgeschofs zur Verbindung aller Stockwerke untereinander; im Katasterarchiv ein Mappenaufzug von 1,14 : 0,80 m Lichtweite und 3,90 m Hubhöhe zu dem darüber befindlichen Zeichensaal, endlich ein Speisenaufzug von 0,58 m Lichtweite im Geviert und 4 m Hubhöhe zur Verbindung der Wohnung des Präsidenten im ersten Stock mit der im zweiten Stock belegenen Küche.

Die Gesamt-Baukosten betragen rund 552 000 \mathcal{M} , von denen 55 000 auf Nebenanlagen und innere Einrichtung entfallen. Die eigentlichen Neubaukosten des Gebäudes betragen mithin rund 497 000 \mathcal{M} , wobei sich die Baukosten für 1 qm bebauter Grundfläche auf 398 \mathcal{M} und für 1 cbm umbauten Raumes, von Kellersohle bis Oberkante Hauptgesims gerechnet, auf 19,85 \mathcal{M} stellen. Die besondere Bauleitung war anfangs dem Regierungs-Baumeister Hesse, im letzten Jahre dem Regierungs-Baumeister Butz übertragen, welcher vom Beginn des Baues an bei demselben beschäftigt und namentlich mit seiner künstlerischen Gestaltung betraut gewesen war. Die Oberleitung lag zuerst in den Händen des Kreis-Bauinspectors Balzer, sodann in denen des Unterzeichneten.

Niermann.

Cistercienserkirchen des 13. Jahrhunderts in der Provinz Rom.

I. Fossanova und Casamari.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 4 bis 6 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Wer die große, von der alten Volskerstadt Velitrae (Velletri) meerwärts gegen Terracina am Gebirge entlang führende Strafse wandert oder von Frusinum, dem heutigen Frosinone, her die Fahrgelegenheit nach Piperno benutzt, erreicht von da nach weiteren 6 km einsamen, nur zum Theil am dichten Eichenwald sich hinziehenden Weges, in die Niederung eintretend, am rechten Ufer des Amaseno die alte Abtei von Fossanova. Vergnügungsreisende pilgern wohl nie die Strafse, wagen sich in jene ziemlich unwirthliche, nicht immer ganz sichere und wegen der Nähe der pontinischen Sümpfe nicht gerade in gutem Geruch stehende Gegend nicht, und erst die neue, von Velletri nach Terracina im Bau begriffene Bahn dürfte sie dem Verkehr und der Forschung mehr erschließen. Bis ans Meer hin erstreckt sich da unten vor uns die öde, sumpfige Ebene, im Rücken steigen die Wälder auf, und links oben über der Bergschlucht thront das alte Raubnest Sonnino, während das zur Rechten liegende Piperno, von der Waldung gedeckt, unsern Blicken sich entzieht.

Der Name Fossanova stammt von dem Canale, den man hier zur Bequemlichkeit der zwischen Rom und der neapolitanischen Küste Reisenden neben dem zu Seiten der aufgedämmten Via Appia schon vordem in alter Zeit angelegten Graben neu (fossa-nova) gebaut hatte. Wie Strabo erzählt, befuhr man diesen, wahrscheinlich bei der von C. Cethegus veranstalteten Austrocknung der Sümpfe geschaffenen alten, tiefen Canal zur Nacht, um am folgenden Morgen bei anbrechender Sonne an der Via Appia sich zu finden; — von da ab benutzte man die Strafse selbst zur Weiterreise bis zur Urbs, und auch der neue Graben oder Canal war für die üblichen flachen, wegen ihrer Form „Sandalen“ genannten Barken fahrbar; man landete an dem vom Censor Appius Claudius hier angelegten Forum, auf dessen Resten sich später die Abtei erheben sollte, die sich in den Geschichten bald als monasterium oder coenobium Fossanova, bald als Badia del Foro Appio verzeichnet findet.¹⁾ Bis hierher, zum Forum Appii — ac tres tabernas — sollen auch die damals in Rom wohnenden Christenbrüder dem von Syracus über Regio und Puzzoli herüberkommenden heiligen Paulus entgegen gegangen sein²⁾ und sich in den dort angesiedelten Osterien verköstigt haben.

Das älteste Kloster, dessen Gründung in das 6. Jahrhundert und die Zeit des heiligen Benedict zurückfällt, hatte hier eine dem S. Salvatore von Milet geweihte Kirche, die in ihrer

1) Siehe T. Valle, *la Regia et Antica Piperno*, Napoli 1637, wie die *Monografia del monumento nazionale di Fossanova*, Fermo 1882 von Giulio Paccasassi, die alle jene bezüglichen älteren Daten zusammenfaßt.

2) Apostelgeschichte, Cap. 28, in den Uebersetzungen „bis gen Appifer und Tretabern“.

Kleinheit sich aber bald als zu eng und unzureichend erwies, sodafs man eine andere baute und diese der S. Potenziana zusprach. Im Jahre 1135 ging der inzwischen in den Kriegen am Ende des 11. und Anfang des 12. Jahrhunderts arg heimgesuchte und geplünderte Besitz durch Innocenz II. als Geschenk in die Hände des dem Papste befreundeten heiligen Bernhard über, damit er den Convent wieder in Stand setze und mit seinen Cisterciensermönchen bevölkere. Kaiser Friedrich Barbarossa soll der Ueberlieferung nach um 1179 dem Kloster reiche Geschenke gemacht haben und brachte es so in die Lage einen viel monumentaleren Kirchenbau vornehmen zu können, wobei indessen die älteren Theile möglichst geschont wurden. Ein Mosaik über dem Eingange soll noch bis gegen 1600 hin den Namen des Gründers und die Jahreszahl angegeben haben.³⁾ Heute sind noch Reste eines Mosaiks über dem Kirchenportal zu sehen und eine über dem großen Radfenster eingesetzte Zackenbildung gilt als Krone und Erinnerungszeichen an die kaiserliche Freigebigkeit; doch ist eine Inschrift nicht mehr vorhanden (s. Bl. 4).

Die neue Kirche, der Jungfrau Maria geweiht, wurde wohl 1196 consecrirt und der Hauptaltar 1208 eingesegnet durch den Papst Innocenz III.,⁴⁾ der sich mit starker Bedeckung hierher begeben hatte, im Refectorium speiste, den ganzen Tag (19./6.) mit den Mönchen zubrachte und von da mit seinem Hofstaat die Reise nach Castello S. Lorenzo fortsetzte. Durch Schenkungen von Grundeigenthum erweiterte sich der Besitz immer mehr, und sollen damals im Kloster wie den anliegenden Factoreien und Hospizen mehr denn 800 Mönche Unterkunft gefunden haben; andere Schriftsteller geben allerdings nur eine Zahl von 100 und mehr an. Die schreckliche Pest von

1348 entvölkert auch Fossanova, das im 15. Jahrhundert zur Ordenspfründe wird, 1795 unter dem unglücklichen Pius VI. an die Trappisten von Casamari übergeht, unter Napoleon I. aber bald darauf den Weg aller andern Kirchengüter mitmacht: Geräumt, geschlossen, die Güter verkauft, dient es lange nur noch den Büffelheerden als Stall, dem Raubgesindel als Schlupfwinkel, bis es nach verschiedenem Besitzwechsel endlich 1826 durch Leo XII. zurückerworben und den Karthäusermönchen von Trisulti (bei Collepardo) übergeben wird, die im folgenden Januar 1827 davon Besitz ergreifen. Von diesen werden Kirche und Kloster wenigstens soweit im Stand gehalten, bis die Neuordnung der Dinge in Italien 1874 die Abtei zusammen mit den Klöstern von Casamari, Madonna della Quercia, Grottaferrata u. a. m. als National-Eigenthum erklärt, und entsprechende Sum-

3) Valle, *la città nova di Piperno*, Napoli 1646, nach Valenti — Magnoni mit dem Wortlaut: *Fridericus I. Imperator — Semper Augustus — hoc opus fieri fecit.*

4) Ughelli, *Chronicon Fossae Novae*.



gez. F. O. Schulze.

Abb. 1. Fossanova.

Kreuzgang. Vorbau beim Refectorium.

men zur Erhaltung desselben seitens des Unterrichts-Ministeriums ausgesetzt werden.

Die Kirche bildet ein lateinisches Kreuz mit drei Schiffen und rechtwinkligem Chorschluss (vgl. Bl. 4 u. 5); die größte Längenausdehnung des Innern beträgt über 65 m, die des Querschiffes 29 m, die Breite des Mittelschiffes $8\frac{1}{2}$ m, die der Seitenschiffe $3\frac{1}{2}$ m; sieben kreuzförmige Pfeiler mit vorgelegten Halbsäulen (Abb. 2) tragen jederseits die Kreuzgewölbe, und

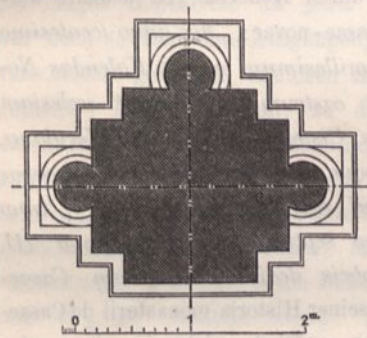
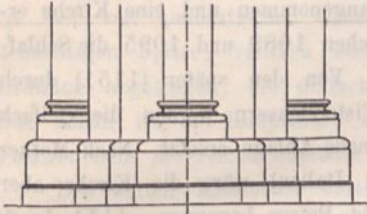


Abb. 2. Fossanova.
Sockel der Kirchenschiffpfeiler.

der Kämpfersims der ebenso wie die Seitenschiffbögen auf Halbsäulen aufsitzen Arcadenbögen kröpft sich, wie der Gurt über den letzteren, um Pfeiler und Halbsäulen herum, die am Widerlager des Mittelschiffgewölbes mit der Kämpferplatte des Halbsäulencapitells endigen. Den Druck der Kreuzgewölbe nehmen am Lang- und Querhaus, wie an den Seitenlangmauern und hinten, Strebpfeiler mit Abdachungen auf. Ueber dem Kreuzungspunkt der Schiffe erhebt sich in überragendem Achteck (mit vier kurzen und vier längeren Sporen) der zweigeschossige, durch große zweitheilige Fenster durchbrochene Vierungsturm, dessen ganze Anlage durch eine breite Rundöffnung im Gewölbe sichtbar wird; auf das steile Kegeldach der Thurmgewölbe setzt sich die Laterne auf, die wieder mit Kegeldach schließt und mit einem Kreuze gekrönt ist. Am Querhaus setzen sich zu Seiten des Chorschlusses je zwei viereckige Capellen an, deren Rundfenster jetzt vermauert sind. Die Front zeigt unten noch die Spuren einer (hier geplanten oder schon wieder untergegangenen) Vorhalle mit ihren Spitzbögen und den Ansätzen der Gurte und Rippen mit den Halbsäulen darunter, ganz so, wie im Innern; in dem breiten Mittelschild steht das dreifach eingestufte, mit sechs Falzsäulchen gegliederte, schöne Spitzbogenportal mit einer halben Rosette in dem durch Mosaikschmuck belebten Feld; der Flachgiebelabschluss zwängt sich etwas mühsam in den Schildbogen hinein. Darüber das durch eine Zwölfpfahnabende und 24 Zwergsäulchen mit sich kreuzenden Rundbögen gebildete, mächtige und durch einen kräftigen Rahmen gehaltene Radfenster. Der Chorgiebel zeigt im Untertheil drei zusammengekuppelte, auch im Innern durch die gleiche Pfeiler- und Säulenarchitektur ausgesprochene, jetzt gleichfalls zugemauerte Rundbogenfenster, über denen oben ein breiteres, wohl später verändertes folgt, mit eingesetztem Achtpfahn. Der Giebel des nördlichen Kreuzarmes hat dagegen unten ein rundbogiges Portal mit Feldeinsatz und darüber wieder die dreitheilige Fensteranordnung (so auch am Südgiebel), nur dass hier das Mittelfenster im Spitzbogen aufgeht. Manches mag an allen diesen Theilen noch vom ehemaligen älteren Bau her stammen, und in den Einzelheiten verrathen sich entschieden noch die longobardischen und wieder nordischen, normannischen Einflüsse; die Giebel schließen überall mehr flach und zeigen die eigene

Simsbildung der in den Zwischenweiten hohlgeschnittenen doppelten Consolenreihe.

Der Vierungsturm der Kirche hat noch seine besonderen Schicksale durchgemacht. Mehrfach vom Blitzstrahl getroffen, wird er nach dem letzten Schaden von 1595 unter Clemens VIII. durch den Abt Cardinal Pietro Aldobrandini wiederhergestellt; noch 1877 trifft ihn das gleiche Misgeschick,

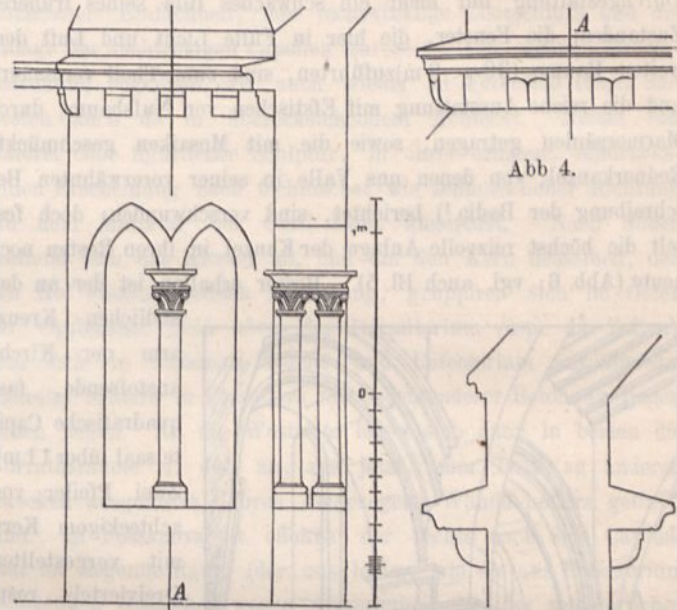


Abb. 3—5. Fossanova.

Einzelheiten des Vierungthurmes nach der Wiederherstellung.

doch ist er auch jetzt wieder in der alten Form neu erstanden, nur im oberen Theile durch eine mehr erhöhte Laterne ersetzt. Die Wiederherstellungsarbeiten leitete im Auftrage des Unterrichts-Ministeriums der Architekt Prof. Raffaele Ojetti.¹⁾ Eine Schnecken- und Treppen führt in der Mauerdicke des rechten Strebpfeilers der Front über die Gewölbe weg nach dem Thurme, der die Glocken trägt.

An die Kirche stößt gegen Süden hinaus der reizvolle Kreuzgang, ein Rechteck von über 23 : 18 m einschließend, um das sich von Haupträumen der Capitelsaal, das Refectarium und die Capelle der hl. Jungfrau gruppieren. Die Mitte dieses Klosterhofes oder -Gartens²⁾ schmückte ehemals eine jetzt leider völlig zerstörte, durch Marmorarbeit und Bronzezierath nicht minder wie durch das reiche Spiel der Wasser ausgezeichnete Brunnenanlage.³⁾ Der Kreuzgang hat einen einfacheren, älteren Theil mit Rundbogen (Bl. 5) und anschließend die lange, jetzt freilich schon durch Pfeiler vermauerte Reihe ebenso doppelt gestellter Säulchen, die sich durch die mannigfach ausgebildeten Schäfte und reiche, immer wechselnde, aber immer sorgfältige Aus-

1) Demselben soll hier nochmals der aufrichtigste Dank für seine bereitwillige Unterstützung unserer Arbeit ausgesprochen werden. Namentlich verdanken wir ihm die Ueberlassung des Grundplanes von Casamari und einen reichen Schatz von Notizen, welche über die genannten Kirchen in der bei Gelegenheit der Turiner Ausstellung von 1884 veröffentlichten „mostra della città di Roma“ erschienen sind. Unsere Schnitte und Ansicht bringen den Zustand des Thurmes vor 1877, die Einzelheiten Abb. 3—5 die Wiederherstellung der Laterne. Für die Darstellungen sind zum Theil Photographieen mit benutzt worden.

2) von dem Mothes in seiner „Baukunst des Mittelalters in Italien“ II, 693 eine perspectivische, doch zum Theil auf Willkürlichkeiten beruhende Farbentafel giebt.

3) Beschreibung. Valle, la città nova di Piperno, lib. II, 109.

bildung ihrer Capitelle auszeichnen. Dieser Theil zeigt Spitzbögen und in der Mitte, vor dem Eingang zum Refectorium, baut sich ein rechteckiger Pavillon vor von $4\frac{1}{2}:5$ m Seite, mit Doppelbögen, steilem Kegeldach und Laterne, wohl vordem noch mit Brunnschale zum Waschen nach den Mahlzeiten ausgestattet — auch dieser laut Inschrift 1600 durch den vorerwähnten Cardinal Aldobrandini erneuert (Abb. 1; vgl. auch Bl. 5). Das Refectorium selbst bietet in seiner einfacheren Durchgestaltung nur mehr ein schwaches Bild seines früheren Zustandes; die Fenster, die hier in Fülle Licht und Luft dem weiten Raume (30×9 m) zuführten, sind zum Theil vermauert, und die reiche Ausstattung mit Efstischen von Nufsbaum, durch Marmorsäulen getragen, sowie die mit Mosaiken geschmückte Rednerkanzel, von denen uns Valle in seiner vorerwähnten Beschreibung der Badia¹⁾ berichtet, sind verschwunden; doch fesselt die höchst reizvolle Anlage der Kanzel in ihren Resten noch heute (Abb. 6; vgl. auch Bl. 5). Besser erhalten ist der an den

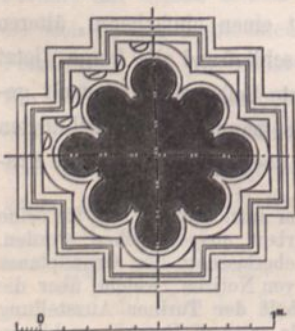


gez. F. O. Schulze.

Abb. 6. Fossanova.
Refectorium mit Resten der Kanzel.

südlichen Kreuzarm der Kirche anstossende, fast quadratische Capitelsaal (über 11 m). Zwei Pfeiler von achteckigem Kern mit vorgestellten Dreiviertel- resp. Halbsäulchen (Abb. 7) nehmen inmitten die sechs in ihren Ausmassen ungleichen Kreuzgewölbe auf. Die Gurte sind reich gegliedert, ebenso schön die Schlufssteinrosetten, welche die Rippen aufnehmen; die Fenster noch romanisch. Neben dem Capitelsaal führt ein

Ausgang nach den äusseren Gärten (vorher zu den Schlafsälen), auf den vermeintlichen alten Friedhof, zu den Resten der ursprünglichen Kirche von S. Potenziana und der hier vereinzelt stehenden ehemaligen Foresteria des Conventes, in welcher sich die Capelle des heiligen Tommaso d'Aquino befindet, der hier 1274 im Alter von 50 Jahren starb; Bernini hat den Tod des Heiligen in einem Basrelief verewigt. Weiter hinaus, gleichfalls losgelöst von den andern Gebäuden, liegen noch die Reste der infermeria (valetudinarium), von der noch neun Bögen aufrecht stehen.

Abb. 7. Fossanova.
Grundriss der Pfeiler im Capitelsaale.

1) Cap. XI, S. 110.

Ganz dieselbe Anordnung zeigt die wohlerhaltene, wenn auch schlichtere Kirche von S. Maria Maggiore in Ferentino,²⁾ und was von ihr gilt bezüglich der Verwandtschaft mit Fossanova, ist in viel breiterem Masse auch über die Abteikirche von S. Giovanni e Paolo in Casamari zu sagen, die in der Nähe von Veroli liegt, an der Strafe von Frosinone, auf Isola zu, in einer rings von Hügeln und Bergen eingeschlossenen, fruchtbaren Ebene (Bl. 6). Hier hatten schon um 1036 Priester und Einwohner des benachbarten Veroli eine Colonie angelegt, Form und Regeln der Benedictiner angenommen und eine Kirche erbaut; Abt Agostino legte zwischen 1088 und 1095 die Schlafsäle und den Klosterhof an. Von den später (1151) durch Eugen III. hier eingesetzten Cisterciensern werden die vielfach zerstörten Bauten durch eine neue Anlage ersetzt. Nach Mothes (Baukunst des Mittelalters in Italien) wäre die Kirche aber schon spätestens 1123 von Abt Petrus begonnen, 1151 durch Eugen III. eingeweiht, 1217 durch Honorius III. dedicirt worden. So auch im Chronicon Fossae-novae: „hoc anno (centesimo quinquagesimo primo supra millesimum quarto Kalendas Novembris) Eugenius Papa ivit castrum & dedicavit ecclesiam monasterii Casaemarii ordinis Cisterciensis in agro Verulano, & reversus est ligniam: ejusque consecrationi inter episcopos Leo Verulanae ecclesiae praesul interfuit“ und weiter: „Anno millesimo ducesimo decimo septimo Honorius Papa III. decimoseptimo Kalendas Octobris dedicavit ecclesiam Casaemarii...“: Rondinini, der in seiner Historia monasterii de Casaemario, 1707, dieselben Stellen anführt, giebt in einem der folgenden Capitel nach einem alten Codex die Nachricht „Anno domini millesimo ducesimotertio, epacta sexta, indictione sexta currente, pridie nonas Maii, Pontificatus domni Innocentii Papae III. anno sexto positus est lapis primarius in nova basilica Casaemarii per manus domni Geraldii etc.“ Die Verwirrung in diesen Angaben beruht wohl einfach darauf, dafs sich die Consecrirung von 1151 auf die frühere, kleinere Anlage bezieht (Casaemarii basilica vetus ab Eugenius III. in honorem Deiparae consecrata 1151), wie die von 1217 mit der Grundsteinlegung von 1203 auf die jetzt noch bestehende (ab Honorio III. novo opere aedificata iterum dedicatur 1217. Rondinini). Und Honorius hatte schon als Cardinal Cercius Savelli grosse Summen zum Bau gegeben — quum Cardinalem ageret titulo sanctorum Johannis & Pauli.

Das später in Verwahrlosung gerathene Kloster wird im 18. Jahrhundert zur Commende erhoben, und der erste Pfründeninhaber hier ist der durch Martin V. (Otto Colonna — die felicitas temporum suorum) bestätigte Cardinal Prospero Colonna. Cardinal Franco Barberini liess 1620 eine Wiederherstellung vornehmen. Auf die Cistercienser folgte dann 1717 auch hier der Trappistenorden, und seit 1874 ist Casamari, wie schon erwähnt, zum Nationalmonument erklärt.

Das Innere ist wieder eine dreischiffige Anlage in Form eines lateinischen Kreuzes, mit kurzem Querschiff, geradem Chorschlufs und je zwei rechteckigen Seitencapellen. Die Gesamtlänge beträgt an $58\frac{1}{2}$ m, die des Querhauses an 32 m bei 8 m Breite; das Mittelschiff misst über 9 m, die Seitenschiffe nicht ganz 5 m. Die Pfeilerbildung ist vollkommen wie in Fossanova:

2) dem alten, durch seine kyklopischen Mauern bekannten Ferentinum, vor Frosinone, an der Bahnlinie Rom-Neapel. Wir behalten uns vor, auf den interessanten Bau in einem zweiten Aufsatze zurückzukommen.

sieben Spitzbogenarcaden von je 5 m Weite bis zur Vierung, hier ein Rechteck von 10:8 m; das Querhaus greift nur um je eine Seitenschiffbreite hinaus, die Capellen zu Seiten des Chores haben nur eine sehr mäfsige Tiefe; an Stelle des früher isolirt stehenden Altars jetzt ein grosses, modernes Tabernakel von buntem Marmor, von Clemens XI. der Kirche geschenkt. Ueber dem um Pfeiler und Säulen gekröpften, über den Arcadenbögen hinlaufenden Gurt sitzen kleine Rundbogen-nischen, darüber die hohen Spitzbogenfenster. Der Thurm ist hier von quadratischer Grundform und endigt mit einer achtseitigen Spitze; vielfach beschädigt, ist er bis auf eine Ordnung abgetragen, die einfache, zweitheilige Fenster zeigt. Sehr schön ist die Hauptthür: doppelt eingestuft mit je zwei Falzsäulchen, die reiche Capitelle tragen.

Den weiten Klosterhof umziehen breite, bedeckte Gänge. Wegen Baufähigkeit durch Pfeiler verbaut, zeigt er jetzt statt der langen Bogenreihe an jeder der an 20 m langen Seiten nur noch (aufer den Ausgängen) vier grosse Fenster, durch verschieden gestaltete Säulchen in je zwei Rundbogenöffnungen getheilt. Der Capitelsaal, zu dem man im östlichen Gange durch eine breite Spitzbogenöffnung zwischen mächtigen Fenstern auf mehreren Stufen herabsteigt, bildet ein Quadrat von 12 m Seite und theilt sich in drei Schiffe. Die spitzzugehenden Kreuzgewölbe (neun Felder) ruhen, ähnlich wie in Fossanova, auf Säulenbündeln, welche durch Bunde getheilt sind und auch hier sehr elegante Capitelle zeigen. (Die Wiederholung des Motivs als Wandconsole, wobei sich der Säulenschaft bricht (Bl. 6), wirkt weniger angenehm.) Die breiten Spitzbogenfenster sind aufsen wieder doppelt abgestuft, und Falzsäulchen eingestellt, das Innere durch Wand- und Mittelsäulchen in zwei kleinere Oeffnungen getheilt, über denen ein übereck gestelltes Viereck die Fläche durchbricht. Die Construction ist auch hier, wie in Fossanova, durchweg aus Travertin (pietra palombina) der Gegend, der fester ist als jener, welcher bei Tivoli gebrochen wird, und auch Glanz annimmt.

Liegt der Rest der Baulichkeiten auch leider in Verfall, so läfst sich daraus doch klar Anordnung und Ausdehnung der ganzen Anlage ersehen, ein neues interessantes und wohl wenig bekanntes Beispiel der klösterlichen Spitzbogen-Architektur des Cistercienser-Ordens aus dem 13. Jahrhundert.

Was insbesondere das Hauptgebäude, die Kirche, von der von Fossanova unterscheidet, ist die breite Treppenanlage, die

zu ihr im Westen emporführt zu dem hier noch vorhandenen Porticus von einem mittleren Rundbogen und zwei seitlichen Spitzbögen. Die ganze Front ist einfach und schlicht, ohne weiteren Schmuck (als das Portal), oben in ein flaches Giebel-feld mit Schlitzfenstern endigend, darunter ein kleines Rundfenster mit Sechspafs und zwei seitliche spitzbogige Oeffnungen. Gemeinsam sind aber beiden neben dem von den Cisterciensern bevorzugten Anbau in der Ebene die in Grundrifs wie Aufbau herrschende Einfachheit, der rechtwinklige Chorschluss und die Anlage der rechteckigen Capellen zur Seite. Der eigenen Thurmanordnung begegnen wir auch wieder in Ferentino (nach den Resten auch da in übereckstehendem Achteck). Nichts von Malerei oder figürlicher Sculptur, in ihrer ernsten, eindrucksvollen Erscheinung nach technischer wie schmucklicher Richtung hin dem Material der Oertlichkeit angepafst. Nach Süden schliesst sich das Kloster an, und um den Kern desselben, den den Hof einschliessenden Kreuzgang, gruppieren sich im Osten der Capitelsaal (und oben das Dormitorium resp. die Zellen), dem sich in Casamari Küche und Refectorium anschliessen, während letztere in Fossanova mit bedeutenderer Betonung gegen Süden liegen. An die Westseite legen sich dann in beiden die Vorrathsräume u. dgl. an, die jetzt, zum Theil zu anderen Zwecken ausgenützt, durch eingezogene Wände anders getheilt sind. In Fossanova ist offenbar der rechts nach dem Capitelsaal zu liegende Raum (der uns leider, wie die ans Refectorium grenzenden Gemächer wegen Abwesenheit der der sommerlichen Hitze in kühlere und gesündere Gegenden entflohenen Brüder verschlossen war) die frühere Sacristei, der Zugang zu ihr wohl vermauert. Casamari zeichnet sich auferdem noch durch seinen monumentalen Haupteingang in die Abtei aus.

Demselben Typus gehören weiter, neben der schon genannten Kirche von Ferentino, die leider in der Wiederherstellung vielfach verdorbene von San Martino bei Viterbo und die von Valvisciola bei Velletri an; doch auch in Viterbo selbst finden wir neben zahlreichen, dem gleichen Typus angehörenden Palästen, Privathäusern u. a. m. in dem aus 1243 stammenden Kloster von S. Maria de' Gradi ein anderes Beispiel der vorgeführten Anlagen, wie der Einfluss der Spitzbogenarchitektur der Cistercienser nicht minder auch in den Kathedralen von Piperno und Anagni sich geltend macht.

Rom, im December 1890.

Friedr. Otto Schulze.

Die Holzarchitektur der Stadt Braunschweig.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 7 bis 15 im Atlas.)

Von Hans Pfeifer, Herzogl. Kreis-Bauinspector in Braunschweig.

(Alle Rechte vorbehalten.)

Von den alten Fachwerkgebäuden Braunschweigs, welche den inneren Stadttheilen ein so eigenartiges Gepräge verleihen, verschwindet mit jedem Jahre eine so erhebliche Anzahl, dafs der Zeitpunkt nicht mehr fern liegen kann, zu welchem nur noch wenige oder überhaupt keine Zeugen dieser alten, ehrwürdigen Bauweise mehr vorhanden sein werden. Braunschweigs Fachwerkbauten sind aber in mehrfacher Hinsicht von so hervorragendem Werthe, dafs es gerechtfertigt sein dürfte, dieselben durch Wort und Bild der Nachwelt zu erhalten, nachdem der Braunschweiger Orts-Verein für Geschichte und Alterthums-

kunde durch eine Zählung der Bauten den derzeitigen Umfang der alten Bauweise festgestellt hat.

Unter den wenigen Städten Deutschlands, welche ihr mittelalterliches Gepräge in der Bauart der Häuser bewahrt haben, nimmt Braunschweig eine der ersten Stellen ein; insbesondere der Fachwerkbau ist gerade hier zu einer Blüthe und eigenartigen Verzierung gelangt, wie dieselbe nur wenige Städte aufzuweisen haben. Um so auffälliger mufs es erscheinen, dafs der Braunschweiger Fachwerkbau bei den Geschichtsschreibern der Stadt fast gar keine Erwähnung findet, und die Aufmerk-

samkeit, namentlich der Architekten, erst seit der Mitte dieses Jahrhunderts auf denselben gelenkt ist. So war es zuerst Bötticher,¹⁾ der Verfasser der Tektonik der Hellenen, welcher Aufnahmen von den Holzbauten Braunschweigs veröffentlichte, dann Geiwitz²⁾ in seinen „Originellen Bauwerken des Mittelalters“, wie denn auch Essenwein³⁾ und Semper⁴⁾ auf dieselben hingewiesen haben. Auch Lübke gebührt das Verdienst, den deutschen Fachwerkbau und damit auch die Braunschweiger Bauten in die Kunstgeschichte eingeführt zu haben, und in neuester Zeit ist es Lachner, der Director der städtischen Gewerbeschule in Hannover, welcher die Holzarchitektur Braunschweigs zum Studium gemacht hat.⁵⁾ Alle diese Veröffentlichungen gründen sich jedoch offenbar auf nur flüchtige Reiseerinnerungen, und geben daher ein oberflächliches, zum Theil vollständig falsches Bild von den Holzbauten Braunschweigs; diese aber verdienen sowohl ihrer räumlichen Entwicklung und Eintheilung, als ihrer constructiven und decorativen Ausbildung nach ein eingehendes Studium, zu welchem jetzt, bei dem immer mehr sich häufenden Abbruch solcher Gebäude, dem Architekten besondere Veranlassung geboten ist.

1. Die räumliche Entwicklung und Eintheilung.

Die städtischen Wohngebäude sind in ihren Uranfängen auf die Bauernhäuser zurückzuführen, wie sich auch die Stadtbevölkerung vom Lande her ergänzte und der Ackerbürger neben

dem Handwerker und Kaufmanne bis in die jüngsten Jahrhunderte hinein den Hauptbestandtheil der Einwohnerschaft einer Stadt ausmachte. Für den städtischen Hausbau lagen somit die gleichen Bedürfnisse und Bedingungen vor, wie bei dem Bauernhause; bei beiden lag der Schwerpunkt des Gebäudes neben den bescheidenen Gelassen für Menschen und Vieh in den großen Lagerräumen zur Bergung der Ackergeräthe und Ernterträge oder Waren.

Für das braunschweigische Bauernhaus kommen zwei Bauweisen in Betracht, deren Grenze fast mitten durch das langgestreckte Herzogthum hindurchgeht: die niederdeutsch-sächsische und die oberdeutsch-fränkische.⁶⁾ Die Stadt Braunschweig hat schon im frühen Mittelalter mitten auf der Grenze beider Bauweisen gelegen, und noch heute können wir nördlich und östlich der Stadt die sächsische und südlich und westlich die fränkische Bauart in den Dörfern nachweisen. Die oberdeutsche Bauweise kennzeichnet einen höheren Culturzustand und trachtet daher danach die niederdeutsche zu verdrängen. Dieser Kampf hat um Braunschweig seit Jahrhunderten stattgefunden, und es sind dadurch Mischformen entstanden, welche bei dem städtischen Wohnhause besonders zum Ausdruck kommen mußten, da hierbei die Vortheile beider Bauweisen vereinigt wurden und sich die Möglichkeit ergab, Reihenhäuser zu bauen. Den niederdeutsch-sächsischen Typus der Bauernhäuser in der Umgegend Braunschweigs mag der in Abb. 1 dargestellte Plan des dem

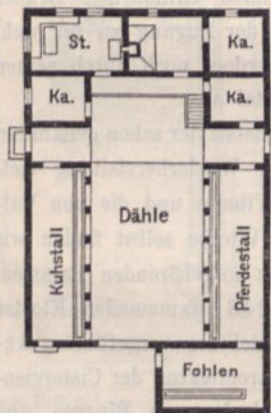


Abb. 1. Gardessen.

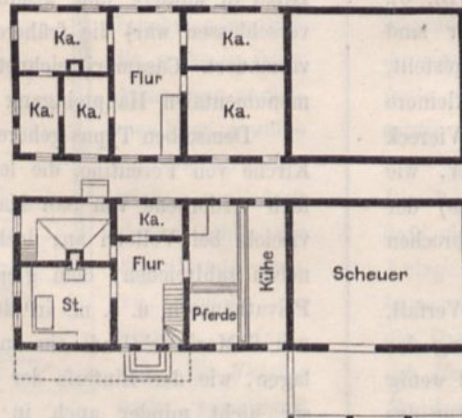


Abb. 2. Engerode.

1 : 400.

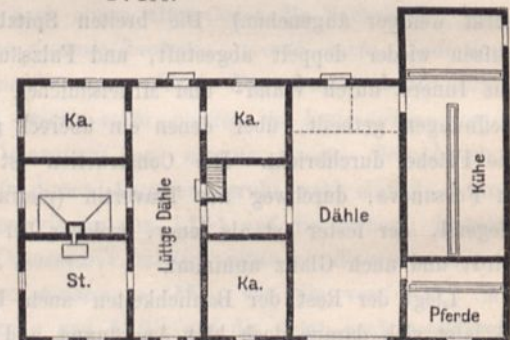


Abb. 3. Klein-Lafferde.

Ende des 17. bzw. dem Anfange des 18. Jahrhunderts angehörigen Steinmannschen Hauses in dem Dorfe Gardessen erläutern,⁷⁾ während die oberdeutsch-fränkische Bauart durch ein in Abb. 2 dargestelltes altes — jetzt abgebrochenes — Bauernhaus aus dem Dorfe Engerode dargelegt wird. In Abb. 3 endlich

ist eine Mischform, ein Halbspännerwohnhaus aus dem Dorfe Klein-Lafferde vom Jahre 1785 zur Darstellung gebracht, welches zweistöckig, mit wenig vorgebautem Obergeschoß, in der Grundrisslage der bewohnbaren Theile für das braunschweigische Stadthaus besonders bemerkenswerth erscheint. Wie bei diesem Gebäude kann man das mittelalterliche Wohnhaus Braunschweigs als ein sächsisches Bauernhaus ansehen, bei welchem die Dähle (in Lafferde die „lüttge Dähle“) nicht der Tiefe, sondern der Quere nach eingebaut ist. Hierdurch ergibt sich von selbst die Stellung des Gebäudes mit der Langfront zur Straße, wie dieselbe bei dem fränkischen Bauernhause üblich ist, und die Möglichkeit, die Grundstücke bis zur Grenze auszunutzen, d. h. Reihenhäuser zu bauen. Giebelhäuser kommen bei den älteren Fachwerkbauten Braunschweigs überhaupt nicht und später nur vereinzelt auf Eckgrundstücken vor.

Wie bei dem fränkischen Wohnsitze verschiedene Häuser in zwei Geschossen übereinander unter einem Dache vereinigt sind, so treffen wir in Braunschweig bei den älteren Gebäuden

1) Bötticher, C., Die Holzarchitektur des Mittelalters. Berlin, Ernst u. Korn.

2) Geiwitz, Originelle Bauwerke des Mittelalters.

3) Essenwein in d. M. d. K. K. C. C. Jahrgang 1858.

4) Semper, Der Stil, Band II, S. 300 ff.

5) Karl Lachner in d. Lützowschen Zeitschr. f. b. K. 1885, S. 53 ff. — Derselbe, Geschichte der Holzbaukunst in Deutschland. Leipzig, Seemann, 1885.

6) Pfeifer, Hans. „Die Dörfer und Bauernhäuser im Herzogthum Braunschweig.“ Vortrag, mitgetheilt in dem Jahresberichte des Architekten- und Ingenieur-Vereins für das Herzogthum Braunschweig. 1886.

7) Der hintere, die Wohnräume enthaltende Theil ist zweistöckig, mit der Jahreszahl 1733 versehen und jünger als der vordere, die Tenne mit den Stallungen enthaltende Theil, welcher dem Jahre 1691 — diese Jahreszahl ist neben dem Namen „Arent Steinmann“ auf dem mit Steinplatten eingefassten Ziehbrunnen angebracht — angehören dürfte. Das Gebäude ist jetzt abgebrochen.

eine ganze Anzahl von Häusern in Bau- und Zierweise gleichartig errichtet, unter einem Dache an. Auch die hofseitigen Galerien, welche vom 16. Jahrhundert an üblich werden (vgl. Bl. 7 Abb. 1), zeigen eine innige Verwandtschaft mit der oberdeutschen Bauweise einiger Dörfer in der Nähe der Stadt. Dagegen ist die große Dähle, welche den Mittelpunkt unseres städtischen Wohnhauses bildet, entschieden in sächsischer Ursprünglichkeit erhalten, wie z. B. die auf Bl. 7 Abb. 2 wiedergegebene, vor einer Reihe von Jahren leider verbaute Dähle beweist.¹⁾ Die Dähle geht, wie bei dem niederdeutschen Bauernhause durch zwei Geschosse hindurch, sodafs das Obergeschofs von ihr aus durch Treppen und Galerien zugänglich ist; über der Dähle befindet sich der Boden — der „Balken“ des sächsischen Bauernhauses — zur Unterbringung der Feldfrüchte oder Waren.

Die Bebauung der städtischen Grundstücke richtete sich nach der Gröfse und Begrenzung derselben. Anfangs dürften dieselben aus bäuerlichen, für sich abgeschlossenen Gehöften²⁾ in geräumiger Ausdehnung bestanden haben, später, als der Grund und Boden werthvoller und von Obrigkeitwegen aufgelassen wurde, werden die Grundstücke schmal und tief. Diese langgestreckten, schmalen Pläne waren in der Regel mit Vorder-, Seiten- und Hintergebäuden bebaut; die Dähle im Vordergebäude bildete die Durchfahrt zum Hofe. Das strafsenseitige Vordergebäude ist das Hauptgebäude und enthielt im Erdgeschofs die große, geräumige Dähle, welche, je nachdem sie in der Mitte des Gebäudes oder auf einer Seite desselben belegen war, an einer oder zwei Seiten die Wohnräume mit der Küche dazwischen, wie bei dem Bauernhause in Lafferde, aufnahm. Bei dem bis zu dem Abbruche im Jahre 1876 in theilweise ursprünglicher Anlage erhaltenen Grundstücke „zur Stadt London“ an der Scharnnstraße Brandvers. Nr. 747, von welchem Bl. 7, Abb. 6 den Grundriß gibt, ist die Lage der Räume noch klar zu erkennen.³⁾ Die Dähle liegt hier in der Mitte; rechter Hand befindet sich strafsenseitig eine kleine Stube, dahinter die Küche, an welche sich hofseitig eine ausgebaute, mit Kamin versehene Stube anschließt. Linker Hand ist strafsenseitig ebenfalls eine Stube mit dem „Schlafgaden“ belegen; die Treppe dahinter führt vom Absatz in den massiven Anbau und weiter zu den Obergeschossen. Dieser massive Bau bildete den ältesten Theil der Anlage, die Kemenate, die Steinkammer oder das Steinhaus, welcher dem ursprünglich offenen, bäurisch-bürgerlichen Hofe als fester Zufluchtsort gedient hat und später den Altersitz ausmachte.⁴⁾ An die Kemenate grenzt ein später eingebauter Stall, welcher im Obergeschofs ein reichvertäfeltes Zimmer aus der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts enthält, und an diesen schließt sich das Brauhaus mit der massiven Braupfanne, welches im Obergeschofs hinter einer Galerie die „Buden“ des Gesindes trägt. Die Buden waren allgemein, so auch hier von einer hölzernen Hofterrasse zugänglich (vgl. Bl. 7, Abb. 1 u. 5). Das

1) Die Abbildung ist nach einer Farbenskizze des Architekturmalers L. Tacke in Braunschweig angefertigt.

2) Hierauf lassen noch einige Straßennamen, wie „Am Ackerhof“, „Grofsenhof“, „Langerhof“ schliessen.

3) Die massive Schürze der beiden Dählgeschosse ist eine spätere Zuthat.

4) Solcher Kemenaten sind noch eine größere Anzahl in Braunschweig erhalten, namentlich auf Eckgrundstücken, wo zwei Straßen sich kreuzen; dieselben reichen zum Theil ihrer Bauart nach bis in das 12. Jahrhundert zurück.

Hintergebäude enthielt die Stallungen mit der Scheuer dazwischen und stand mit einem Thore in alter, massiver Umfassungsmauer mit dem Nachbargrundstücke, ursprünglich vielleicht der zugehörige „Grasgarten“, in Verbindung.

Ein nach der angebrachten Jahreszahl 1543 bebaut, Bl. 7, Abb. 4, 7 u. 7a zur Darstellung gebrachtes Grundstück befindet sich auf der Neuen Knochenhauerstraße Brandvers. Nr. 1662; hier ist die Dähle im Vordergebäude seitlich belegen. Die strafsenseitige Stube liegt links von der Dähle, dahinter der ursprüngliche Herdraum, während die jetzige, hofseitig belegene Küche später in die Dähle eingebaut sein wird; die hofseitige Stube ist vom Treppenabsatz zugänglich, sodafs darunter ein Keller angebracht werden konnte. Die Treppe führt auf eine, die ganze Breitseite der Dähle einnehmende Galerie, welche das obere Dähl- oder Zwischengeschofs mit den Schlafkammern und weitergehend den Boden zugänglich macht. Von den Stuben und Kammern führen Guckfenster auf die Dähle, um das Thun und Treiben auf derselben beobachten zu können. Das Seitengebäude enthält die Gesindestuben, und das Hintergebäude die Kuh- und Pferdeställe.

Die räumliche Eintheilung des mittelalterlichen Bürgerhauses spricht sich auch im Aeufseren klar und deutlich aus. Da die Dähle durch zwei Geschosse hindurchgeht, so sind letztere in der Front zusammengezogen, während die Bodenräume für sich äufserlich kenntlich gemacht sind.

Die Böden sind strafsenseitig gegen die darunter liegenden Wohngeschosse um 50 bis 60 cm vorgekragt, sodafs mit jedem Geschosse ein größerer Lagerraum geschaffen wurde. Hofseitig treten diese Vorbauten bei den älteren Gebäuden nur ganz einzeln und nur dort auf, wo der Hofraum genügend groß war, wie denn auch an schmalen Gassen und Tweeten gewöhnlich nur das untere Bodengeschofs vorgebaut ist. Von der Mitte des 16. Jahrhunderts an verringert sich die Ausladung und tritt nicht nur strafsens- sondern auch hofseitig auf. Dieses Vorbauen hat die mannigfachste Deutung erfahren; es soll entstanden sein, um den Raum der Obergeschosse zu vergrößern, die unter der Vorkragung zurücktretenden Holztheile vor Feuchtigkeit zu schützen und trockene Fußwege dem Hause entlang zu erhalten, um die Stabilität des Gebäudes zu erhöhen, oder lediglich nur, um eine günstigere ästhetische Frontwirkung hervorzurufen. Das Vorkragen dürfte zunächst wohl nur aus praktischen Gründen entstanden sein, wobei die alten, weit ausladenden Fachwerkgebäude Braunschweigs von den jüngeren wohl zu unterscheiden sind. Die Vorkragung der letzteren ist nicht etwa durch Verminderung des Ueberbaues der älteren Gebäude entstanden, sondern sie ist mit den Renaissanceformen und einer veränderten Construction der oberdeutschen Bauweise entlehnt. Die Raumgewinnung durch die Auskrragung der Balken kann nicht bestritten werden, wobei zu berücksichtigen ist, dafs allein nur die Bodengeschosse vorgebaut sind, und dafs es bei den beschränkten Gehöften nahe lag, gerade diese Räume zu vergrößern, um die erheblichen Ertragnisse des Ackerbaues aufspeichern zu können; aber auch der Schutz der gegen die Vorkragung zurücktretenden Holztheile ist vorhanden und kann ebenso gut beabsichtigt gewesen sein, wie der durch die mittels der Aufschieblinge weit ausladenden Dächer hervorgerufene Schutz des Gebäudes und der Fußgänger. Dagegen kann das Bestreben, die Stabilität zu erhöhen, wie Essenwein und Semper annehmen, die Veranlassung zur Auskrragung der Obergeschosse

nicht gewesen sein, da der von diesen angenommene Fall (Abb. 4 u. 5), bei den älteren Fachwerkgebäuden, welche nur einseitig

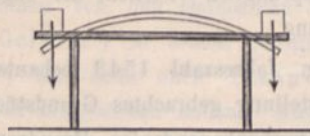


Abb. 4.

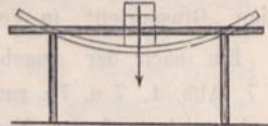


Abb. 5.

ausgekragt sind, nicht zutrifft. Hier tritt vielmehr der in Abb. 6 dargestellte, weit un-

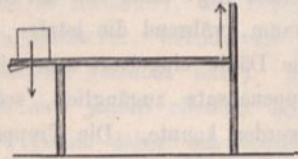


Abb. 6.

günstigere Belastungsfall ein, dafs die Last der einseitigen Vorkragung das hintere Balkenende,

welches mit dem rückseitigen Ständer verzapft ist, zum Verschieben nach oben zwingt, auch wenn ein Gegengewicht in der Mitte des Balkens wirkt. Semper vermuthet das Vorbild der Ueberbauten in den hölzernen Aufsätzen der festen Thürme, wie solche schon zur Römerzeit in Deutschland bestanden; diese Vermuthung wird fast zur Gewifsheit, wenn man nach dieser Richtung hin die älteren Fachwerkbauten Braunschweigs näher betrachtet. „Mein Haus ist meine Burg“ sagt ein altes Sprüchwort, und die Unsicherheit der Zeiten konnte im frühen Mittelalter wohl dahin führen das Haus vertheidigungsmäfsig einzurichten. Daher die Vorbauten der Fachwerkhäuser nur strafsenseitig und in den Obergeschossen, daher die weite Ausladung derselben, die schlichte nur von kleinen Oeffnungen durchbrochene hohe Wand der beiden Wohngeschosse. Von diesem Gesichtspunkte aus wird auch die Entstehung des Treppenfrieses, mit welchem jene alten Holzbauten Braunschweigs fast durchgehends geschmückt sind, erklärlich, wie die Darstellungen Bl. 7, Abb. 8 bis 12 näher erläutern, unter denen sich zum Vergleiche das Bild eines Vertheidigungsthurmes nach Viollet le Duc befindet.¹⁾

2. Die Construction.

Die Construction der älteren Fachwerkgebäude bis zum ersten Viertel des 16. Jahrhunderts weicht von derjenigen der jüngeren wesentlich ab. Im allgemeinen ist die ältere Construction dem Holzmaterial besser angepafst und sorgfältiger ausgeführt, was schon durch die lange, mehr denn vierhundertjährige Dauer dieser Gebäude bewiesen wird.

Die Schwellen der Umfassungswände ruhten auf Mauerwerk von Kalksteinquadern oder auf den wenige Zoll über die Erde geführten, aus Findlingen in unregelmäfsigem Verbands bestehenden Grundmauern.

Zu den Schwellen, Ständern und Balken wurde durchgehends Eichenholz genommen, welches der der Stadt gehörige „Lehrer Wald“ lieferte. Die Wandfache waren ursprünglich mit Zaungeflecht ausgefüllt, welches in der Weise hergestellt wurde, dafs man in kurzen Abständen roh behauene, vierkantige, an den Enden zugeschärfte Latten-Enden in Nuthen zwischen die Riegel spannte und diese dann mit Ellernruthen umflocht (Bl. 8,

Abb. 5); gröfsere Oeffnungen des Geflechts wurden mit kleinen Steinchen ausgefüllt und beide Seiten desselben mit Lehm ausgeworfen und geputzt. Später wurde das Zaungeflecht fast nur für innere Wände benutzt, während die äufseren Wandfache mit gebrannten Steinen in Kalkmörtel in kunstgerechtem Verbands ausgesetzt wurden (Bl. 8, Abb. 6), deren Musterung oft noch lebhaft an das Flechtwerk erinnert. Die Steine — von den Klosterziegelhöfen herrührend und daher von den Maurern „Klostersteine“ genannt — wichen von dem jetzt üblichen Format erheblich ab, sie waren grofs und dick, sowie hart gebrannt und von vorzüglicher Güte. In einzelnen Fällen finden wir die Wandfache strafsenseitig mit starken, den Fachen entsprechend zugeschnittenen eichenen Bohlen ausgefüllt.

Das Dach ist ursprünglich mit Holzschindeln und Stroh gedeckt gewesen, wodurch die häufigen Brände, von welchen Braunschweig im Mittelalter zu leiden hatte, erklärlich werden.²⁾ Am 13. October 1563 erlies der Rath der Stadt ein Verbot gegen die Verwendung dieser leicht entzündlichen Dachdeckungsmaterialien, „weil aber solche sich leicht entzünden und dann wie ein unablässiges und umfressendes Feuer hin- und widerfliegen“. Von dieser Zeit an wurde die Dachdeckung mit Schiefer und Ziegeln allgemein; letztere waren von ∞ -förmiger Gestalt und zum Theil farbig verglast. First und Kehlen wurden mit Hohlsteinen abgedeckt.

Der Fußboden der Dähle bestand aus Kieselstein- oder Plattenpflaster von gebrannten rothen Steinen, mit welchen auch Küche und Stube im Erdgeschofs, wenn dieselbe nicht unterkellert war (Balkenkeller), oft in verschiedenen Mustern ausgelegt waren. Die Durchfahrt war häufig um eine Stufe tiefer angelegt als der übrige Theil der Dähle, um bei dem Wagenverkehr die Hausgenossen nicht zu gefährden. Der Fußboden der Lagerräume war aus starken eichenen Bohlen hergestellt, welche stumpf gegeneinander stofsend auf die Balken genagelt wurden. Die Kammern des Zwischengeschosses waren mit Gipsstrich versehen, die Decken derselben, wie auch diejenigen der Stuben ausgewellert und mit Lehm geputzt.

Die Feueresse war aus Brettern oder Zaungeflecht hergestellt und mit Lehm bekleidet; von dem Beginn des 16. Jahrhunderts etwa an kommen bei gröfsere Fachwerkgebäuden auch Brandgiebel aus Backsteinen und Bruchsteinen vor, welche strafsenseitig weit vorspringen, um ein Uebergleiten des Feuers vom Nachbarhause her zu verhüten (Bl. 7, Abb. 1). Die Feueresse wurde dann als weiter, besteigbarer Schornstein an den massiven Giebel gelegt.

Betrachten wir nun das Gerüst eines älteren, dem 15. Jahrhundert angehörigen Fachwerkgebäudes aus der Karrenführerstrafse, wie solches Bl. 8, Abb. 8, 13 u. 14 abgebildet ist. Die untere Schwelle ruht auf einem niedrigen, nur wenig vortretenden massiven Sockel; in diese Schwelle sind die Ständer, welche strafsenseitig in der Höhe der Dähle in einer Länge durchgehen, eingezapft und mit ein oder zwei Holznägeln befestigt. In ihrem oberen Theile sind die Ständer durch einen Holm mit einander verbunden; der Holm³⁾ wird durch eine etwa 10 cm

1) Dictionnaire raisonné de l'architecture. Tome VI, pag. 131. Vgl. auch daselbst Bd. IV, S. 345 u. 388. Beachtenswerth ist auch, dafs bei einigen Kemenaten Braunschweigs, z. B. bei der abgebrochenen Kemenate auf dem Grundstück Scharnstrafse Nr. 747, dem massiven, thurmartigen Bau ein derart ausladendes, mit dem Treppenhause geschmücktes Fachwerkgeschofs aufgesetzt ist.

2) Feuerpolizei und Feuerhülfe im alten Braunschweig, von Ludwig Hänselmann, Stadt-Archivar in Braunschweig. Braunschw., Friedr. Wagners Hofbuchhandlung, 1878.

3) Dieser Bohlenholm bildet ein nie fehlendes Hauptconstructionsglied der alten Fachwerkgebäude. Die Ansicht Lachners, dafs das Fachwerkhaus des 15. Jahrhunderts nur durch die Balken, als Rahmen, zusammengehalten sei („Der Norddeutsche Holzbau“

starke Bohle gebildet und ist an den Ständerstellen durchlocht, sodafs der obere Zapfen des Ständers die Bohle durchdringt. Der Zapfen hat die Breite des Ständers, ist etwa 6 bis 7 cm stark und endigt in einen weiteren kleineren Zapfen, welcher in ein entsprechendes Zapfenloch des über dem Ständer ruhenden Balkens eingreift (Abb. 14, Bl. 8, bei b). Der Balken ist strafsenseitig (hofwärts nur ausnahmsweise) um 50 bis 60 cm vorgekragt; die Vorkragung wird durch Tragbänder, Büge oder Knaggen gestützt, welche mit einem schrägen Zapfen einerseits in den Ständer, andererseits in den Balken greifen (siehe dieselbe Abb. bei c). Die Setzschwelle des folgenden Geschosses ruht mit der vorderen Kante bündig auf den Balken; die Befestigung ist in der Weise bewirkt, dafs die Schwelle über dem Balken in dem Zapfenloche des Ständers des Obergeschosses ganz durchbohrt ist, das Bohrloch in dem Balken sich fortsetzt und ein $3\frac{1}{2}$ cm im Durchmesser starker Holznagel durch dasselbe getrieben ist (bei a). Wir haben somit an einer Stelle, lothrecht übereinander, eine feste Verbindung von Ständer, Holm, Balken und Schwelle, eine Construction, deren Vorzüglichkeit durch die fast ausschliesslich noch gute Beschaffenheit der Verbindungstheile an den noch erhaltenen alten, vierhundertjährigen Fachwerkgebäuden Braunschweigs bezeugt wird.

War die Zurichtung der Schwelle, welche gewöhnlich halb so breit als hoch ist, aus einem Holze nicht möglich, so wurden die Hölzer durch einfache Ueberblattung, sowohl über als zwischen den Balken, verbunden und die Verbindung durch einen Holznagel zusammengehalten. Ein Aufkammen der Schwelle, wie bei den Fachwerkbauten anderer Städte Deutschlands, kommt in Braunschweig bei den älteren Gebäuden überhaupt nicht und später nur ganz vereinzelt vor. Die Oeffnung zwischen der Schwelle und der zurücktretenden unteren Wand wurde durch eine 8 bis 10 cm starke Füllbohle oder ein schräges Füllbrett — auf Leisten an die Balken genagelt — geschlossen.

Unterhalb der Brüstungsriegel der Bodengeschosse sind zwischen Ständer und Schwelle Winkelbänder eingefügt, welche entweder als volle dreieckige Bohle die Ecke ganz ausfüllen oder aus schmalen Hölzern hergerichtet sind, sodafs die Ecke ausgemauert oder ausgeflochten werden mußte; vereinzelt kommen bei Gebäuden des 16. Jahrhunderts auch vierkantige Füllbohlen vor (z. B. Sonnenstrafse Nr. 6), welche das ganze Fach unter dem Brüstungsriegel ausfüllen und eine Verzierung der ganzen Brüstung gestatteten.) Zwischen den Ständern sind Riegel eingezapft, wodurch den Fachen ein besserer Halt gegeben wurde, letztere auch eine Gröfse erhielten, welche leicht mit Flechtwerk oder Ausmauerung versehen werden konnte. Die Riegel bilden mit den Holmbohlen den Rahmen für die Lichtöffnungen. Den Brüstungsriegeln der vorgekragten Bodengeschosse finden sich strafsenseitig Leisten vorgelegt, welche mit starken, breitköpfigen eisernen Nägeln an die Ständer genagelt sind. Die Riegel sind, wie die Winkelbänder nur untergeordnete Constructionstheile und daher nur halb so stark (dick) als Ständer und Schwellen. Auffällig ist, dafs die älteren Fachgebäude einen seitlichen Verband durch Streben an den Ecken, trotz

S. 2 u. 3, Abb. 1) dürfte wohl auf einem Irrthum beruhen, welcher dadurch entstanden sein wird, dafs später, als die Gebäude mehr zu Wohnzwecken eingerichtet wurden und gröfsere (höhere) Fenster angelegt werden mußten, der Holm bei den meisten alten Gebäuden nachträglich abgeschnitten ist. Das von Lachner Abb. 1 S. 3 abgebildete Fachwerkgerüst ist kaum zu richten und würd sicherhch bei dem geringsten Windstofse auf der Seite liegen.

der hohen Dählgeschosse, nicht besitzen.*) Die Ständer des letzten Bodengeschosse gehen bis zum Dachholm über die letzte Balkenlage hinaus, sodafs sich ein niedriges Kniegeschofs bildet. Die Ständer der Hinterfront gehen, wenn die Bodengeschosse nach dieser Seite nicht auch vorgekragt sind, was vereinzelt vorkommt, in einer Länge von der Schwelle des Erdgeschosses bis zum Dachholm empor; erst in späterer Zeit wird auch die Hinterfront in jedem Geschosse für sich constructiv durch Einfügung von Setzschwellen ausgebildet, eine Anordnung, welche wohl mit durch den Mangel an langen Hölzern, die zu der älteren Construction nöthig waren, hervorgerufen sein wird.

Soweit die Balken nicht durch Vorkragung ein Auflager erhielten, wurden dieselben mit den Enden in die Ständer gezapft und mit Holznägeln befestigt; die Zapfen der letzten Balkenlage gehen ganz durch den Ständer hindurch und werden hart an der äufseren Ständerfläche mit ein oder zwei starken Holzpflocken versehen. Der Balken wirkt somit gleichzeitig auch als Anker oder Zange. Eine Verbindung des Balkens mit dem Ständer wurde dann noch durch Kopfbänder bewirkt, welche an Ständer und Balken angeblattet und mit Holznägeln befestigt wurden. Die Balken finden sich fast stets auf die flache Seite gelegt, bei oft bedeutender Länge des überspannten Raumes; jedoch kommt vereinzelt bei sehr tiefen Gebäuden auch eine Unterträgerung der Balkenlage vor, wobei der Träger durch einen 50 bis 60 cm starken Ständer, welcher wiederum in einer Länge bis zum obersten Balken durchgeht, unterstützt ist.

Das Dach ist namentlich bei den älteren Gebäuden sehr steil und fällt strafs- und rückseitig ab; die Sparren setzen sich mit Nägeln stumpf auf den Dachholm und sind unter einander durch vorgeblattete Balken (Kehlbalken) verbunden; der Längsverband wird meist nur durch Windlatten hergestellt. Zuweilen sind auch besondere Firstsäulen errichtet, welche von der Dachbalkenlage bis zur First in einer Länge durchgehen und in welche sowohl die Träger, als auch die Kehlbalken eingezapft sind (Bl. 8, Abb. 9); diese Säulen sind dann noch durch grofse Andreaskreuze mit einander verbunden, welche unter sich über einander und an Träger und Ständer geblattet sind. Den Sparren finden sich lange Aufschieblinge aufgelegt, welche weit in die Strafe vortreten. An den Ecken ist das Dach gewöhnlich abgewalmt; die Construction des Walms zeigt Bl. 8, Abb. 7.

Nach dem ersten Viertel des 16. Jahrhunderts ändert sich mit der Einführung anderer Zierformen in einzelnen Theilen die Construction des Fachwerkhauses Braunschweigs; die Balken werden in den oberen Stockwerken sowohl strafs- als hofseitig, jedoch nicht mehr so weit als früher, vorgekragt. Durch diese Anordnung fallen auch die Drempelwand im Dache und der Dachholm fort; die Sparren werden unmittelbar auf die Balken verzapft, hart hinter der letzten Schwelle, welche nur die Aufschieblinge trägt (Bl. 8, Abb. 9). Zur Erzielung eines besseren Verbandes der Fache, finden wir jetzt häufig an den Ecken oder in bestimmten Abständen Streben eingelegt, wie solche bei dem oberdeutschen Fachwerkshause üblich sind.

Da die Vorkragung der Balken immerhin noch so erheblich war, dafs eine Unterstützung derselben erforderlich blieb, so finden wir auch bei diesen Gebäuden Tragbänder als Consolen zwischen Balken und Ständer angebracht, wodurch die bisherige

*) Ueber die Entbehrlichkeit der Streben s. Centralblatt d. Bauverwaltung. 1891. S. 141. D. R.

Anordnung, dafs jedesmal der Balken über dem Ständer ruht, beibehalten werden mußte. Nur bei den Eckhäusern finden wir eine abweichende Anordnung. Bei ihnen wird die Auskragung nach der einen Seite durch Stichbalken gebildet, welche in der beschriebenen Weise mit der Holmbohle, dem Ständer und der Schwelle verbunden sind; während nun bei den Reihenhäusern die Ständer in der Ansicht in gleichen Abständen in allen Geschossen aufgestellt enden können, wodurch gleich breite Fache entstehen, müssen bei dem Eckhause infolge der zweiseitigen Vorkragung die Endfache der Unter- und Obergeschosse verschiedene Breiten erhalten. Bei den Gebäuden des 15. Jahrhunderts treten die letzten Ständer des Untergeschosses mit einem geringen Zwischenraume an den Eckständer heran (Bl. 9 Abb. 5 u. 8), wodurch die Obergeschosse annähernd gleich breite Fache erhalten. Der Eckbalken erhält nur ein Tragband, welches diagonal auf den Ständer läuft, entweder den Ständer durchdringend oder auf eine lothrechte Eckbohle sich setzend, wie die Abb. 2 u. 3, Bl. 8 erläutern.) Die Holmbohlen wurden auch häufig an der Ecke überblattet und traten nach beiden Seiten noch ein Stück vor die Wandfläche heraus.

Vom 16. Jahrhundert ab ändert sich diese Anordnung; die Fache der Obergeschosse werden auf der Ecke breiter, der Ausladung entsprechend angelegt, und diejenigen der Untergeschosse annähernd gleich breit hergestellt, und drei Stichbalken stoßen auf der Ecke zusammen, jeder von einer Console getragen, welche alle drei zusammen auf den Eckständer laufen (Bl. 10, Abb. 9, 13 u. 14). Je länger das Gebäude ist, um so näher rücken die drei Stichbalken und Consolen zusammen, sodafs letztere schliesslich als eine breite Eckconsole erscheinen. In einigen Fällen kommt bei Eckgebäuden, z. B. an der Breitenstrasse Nr. 14, die Ausladung nur nach einer Seite vor, sodafs die andere Seite schlicht und bündig erscheint. Die Stockwerkshöhen sind sowohl bei den Wohngelassen, als auch bei den Lagerböden sehr niedrig und betragen nicht viel mehr als 2 m im lichten. Die Oeffnungen der Lagerböden waren mit festen Gitterstäben oder hölzernen Schiebegittern versehen oder mit Fallklappen, welche in einfacher Weise an den Deckenbalken befestigt werden konnten (Bl. 8, Abb. 10). Die Fenster im Erdgeschosse waren durch senkrecht oder wagemrecht bewegliche Schiebeladen, welche mittels eines Durchsteckbolzens befestigt werden konnten, gegen Einbruch gesichert (Abb. 7 u. Bl. 9 Abb. 8); später wurde die Anbringung von in Angeln und Hespern beweglichen Fensterladen allgemein.

Den Zugang zum Hause bildete der grofse Dählthorweg; nur vereinzelt kommen auch kleine Schlupfthüren vor. Die Hausthür befand sich in dem grofsen Dählthorwege und bestand

gemeinlich aus zwei Theilen, wie bei den Heckthüren der Bauernhäuser; der obere, Theil stand tagsüber offen um Licht und Luft auf die Dähle gelangen zu lassen. Ueber dem Thorwegsriegel sind stets Fenster angeordnet, deren Licht die Dähle erhellte.

Auf die Dachböden fiel das Licht durch Luken, welche fast winkelrecht zur Dachneigung angebracht waren und aus viereckigen Rahmen, häufig mit einem Pfosten in der Mitte, bestanden; die Luken konnten durch Fallklappen oder Vorsetzladen geschlossen werden.

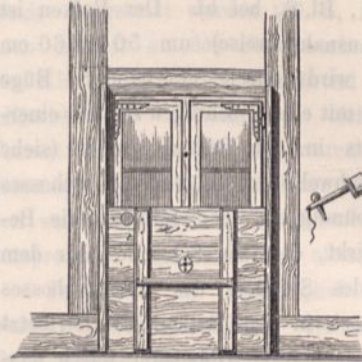


Abb. 7.

Die Windluken der älteren Gebäude bildeten kleine vorspringende Erker und dienten nur dazu, die Waren auf die Lagerböden

oder in die Keller zu schaffen (Bl. 10, Abb. 15 u. 16); später wird die Winderolle in den Giebel der Windluke gelegt, sodafs die Luke, welche in dem ersteren Falle durch Fallklappen geschlossen werden konnte, auch zur Heraufschaffung der Waren auf den Dachboden diente (Bl. 9, Abb. 1 u. 2). Auf dem unteren Dachboden befand sich das Winderad mit dem Windeseil, welches zwischen eisernen Haltern auf dem Radkranze befestigt war; das Zugseil ging, durch kurze Pfeifen geführt, durch alle Lagerböden hindurch bis auf die Dähle, sodafs die Winde von hieraus in Thätigkeit gesetzt werden konnte.

Schliesslich mag noch ein in constructiver Beziehung höchst beachtenswerthes, in seiner Art vielleicht einzig dastehendes Fachwerkgebäude erwähnt werden, wie solches in Bl. 12, Abb. 3, 4 u. 5 dargestellt ist. Das Gebäude ist am Südklint Nr. 22 belegen und nach der Inschrift 1524 erbaut. Es bildet eine abgerundete Ecke, sodafs alle Schwellen und Riegel nach der Rundung gebogen sind. Die Hinterseite des Gebäudes (siehe den Querschnitt) zeigt von der üblichen Bauweise insofern eine Abweichung, als sowohl die beiden unteren (Dähl-) Geschosse, als auch die beiden oberen vorgekragten Geschosse zusammengezogen sind und die Zwischenbalken dieser Stockwerke rückseitig mit Zapfen und Pflöck durch den Ständer gezapft, während die Dachbalken vorgekragt und mit einer Dachpette versehen sind. Die Dähle dieses Gebäudes ist jetzt zugebaut; die Schlupfthür ist noch vorhanden, während der Thorweg durch die Einbauten erkennbar ist.

(Fortsetzung folgt.)

Die innere Einrichtung des neuen physiologischen Instituts in Marburg.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 16 bis 18 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Ueber den Neubau des physiologischen Instituts der Universität Marburg wurde bereits im Jahrgange 1890 dieser Zeitschrift S. 169 f. und S. 281 f., mit Zeichnungen auf Blatt 19 bis 23 im Atlas berichtet, und zwar hat bei der Beschreibung der im Gebäude enthaltenen Räume schon überall da, wo es ohne Störung des Zusammenhanges sich ermöglichen liefs, die Ausrüstung der Räume für ihre Zweckbestimmung Erwähnung

gefunden. Es erübrigt noch, hier die bemerkenswertheren Ausstattungsgegenstände einer näheren Betrachtung zu unterziehen, zumal auf diese Herstellungen sowohl von Seiten der Institutsleitung als auch der Bauverwaltung das grösste Gewicht gelegt und eine auferordentliche Sorgfalt nach den eingehendsten Vorstudien der an anderen Hochschulen getroffenen Einrichtungen aufgewendet wurde. Wenn dabei Abweichungen gegen die bis-

herigen Gepflogenheiten vorgekommen sind, so liegen dieselben weniger in der Lehrweise des zeitigen Institutsleiters als vielmehr in dem Bestreben, den allgemein gestellten Anforderungen der neueren Forschung gerecht zu werden.

Zunächst verdienen die großen, für je zehn Plätze eingerichteten Arbeitstische im chemischen Laboratorium (Bl. 16 u. 17, Abb. 6 bis 9) Beachtung. Sie sind zu beiden Seiten der eisernen, die Decke tragenden Säulen in je drei Abtheilungen angebracht. Dabei wurden der untere Schranktheil, der Obertheil mit den Schubladen und die Platte jedes für sich in der Werkstatt fertig gestellt, selbstredend auch die mit Tafelblei ausgeschlagenen Einwurfeinrichtungen und die Reagensgläsergestelle. Nach Umkleidung der Säulen mit den Bohlen, welche zur Befestigung der für die Mittelpunkte bestimmten Wasserbecken dienen, wurden sämtliche Tischabtheilungen zusammengerückt und die obere Längsfuge durch die Reagensgläsergestelle, die seitliche Fuge durch Bohlen gedeckt, welche den dort angeordneten Wasserbecken zur Befestigung dienen. Die Stöße der Platte vor den mittleren Wasserbecken werden durch Klammern fest zusammengehalten. Zur Erhaltung der Zugänglichkeit der für die Aufnahme der Abfälle unter dem Trichter der Einwürfe aufgestellten Töpfe aus Stein- gutmasse und der Abflüsse der mittleren Wasserbecken haben die vor diesen angeordneten Schrankabtheilungen lose Rückwände erhalten und dienen im übrigen für den allgemeinen Gebrauch zur Aufbewahrung höherer Gestelle. Die Schubladen für lange Glasrohre reichen durch die ganze Breite des zusammengestellten Tisches und sind nur von der Seite herausziehbar, welcher sie zugetheilt sind. Die Reagensgläsergestelle nehmen zwischen ihren unteren Abtheilungen die Gasvertheilungsleitung auf und tragen daselbst die Gashähne, welche durch diese vertiefte Lage für die Apparate und Gestelle nicht hinderlich oder gefährlich werden. Die Wasserrohre liegen unter dem Fußboden und steigen hinter den zur Befestigung der Wasserbecken dienenden Bohlen senkrecht auf. Erforderlichenfalls können daher die Tischabtheilungen abgerückt werden, ohne die Bohlen mit den Becken und die Reagensgläsergestelle mit der Gasleitung zu entfernen.

In ähnlicher Weise sind die Tische an den Fenstern (Bl. 16 u. 17, Abb. 1 u. 2) ausgebildet, doch sind hier die Becken kleiner und in eckiger Form, die Einwürfe vor diesen unter der Tischplatte und die Reagensgläsergestelle ohne Untertheil frei in die Fensternische eingestellt. Die Gaszuleitung liegt hier an den Kanten der Fensterpfeiler und liefert für jeden Platz einen Doppelschlauchhahn. Alle Arbeitslampen sind in einer vom Institutsleiter angegebenen Höhe angebracht, sie haben Milchglasschirm auf festem Rand und Augenschützer von Milchglas erhalten, die Argandbrenner sind regulirbar.

Die Tische zur Aufstellung der Waagen sind aus starkem Eichenholz mit hochkantig eingeschobenen Leisten auf schmiedeeisernen Consolen hergestellt. Steinplatten wurden nicht gewünscht, weil es sich auf denselben weniger angenehm arbeitet und ihre Härte die beim Arbeiten gebrauchten Glassachen gefährdet.

Im Glühräum besteht der Mitteltisch aus einer Steinplatte auf Backsteinunterbau. Die darauf aufgestellten Geislerschen Glühöfen werden durch ein starkes, von der Decke herabgeleitetes Gasrohr versorgt. Ueber dem Tisch hängt ein aus Eisenblech hergestellter, mit Asphaltlack gestrichener Dunstfang von der Decke herab, der mit dem gemauerten Dunstrohre in der Wand durch ein eisernes Rohr verbunden ist. Ein zweiter Tisch

gleicher Construction, jedoch auf eisernen Consolen, ist an der Wand angebracht. Zum Einstellen der Gasometer hat der in diesem Raume befindliche Sandsteinspültrog zur Hälfte wagerechten Boden erhalten, welcher nur durch eingehauene, nach der Mitte sich vereinigende Rinnen abgewässert wird; zum Füllen der Gasometer wurde aufser dem gewöhnlichen Zapfhahn noch ein zweiter, hochgelegener, weiter ausladender Schwenkhahn angebracht. Die Schwefelwasserstoffnische war ursprünglich wie im physiologisch-chemischen Institut in Tübingen gewünscht, doch ist schliesslich eine bei weitem einfachere und wohlbewährte Einrichtung, wie sie auf Bl. 16 u. 17, Abb. 3 bis 5 dargestellt ist, vorgezogen worden.

Der Tisch im Zimmer für Gas- und Quecksilberarbeiten (Bl. 16 u. 17, Abb. 17) mußte besonders fest und mit Vorrichtung zum Sammeln des verschütteten Quecksilbers hergestellt werden. Zu diesem Zwecke besitzt er einen niedrigen Rand und Rinnen in der Fläche, welche sich in der Mitte des Tisches vertiefend vereinigen, sodafs verschüttetes Quecksilber dort in einem untergestellten Gefäß gesammelt wird. Auch hat er eine Vorrichtung zum wagerechten Einstellen der Tischfläche vermittelt Tellerschrauben an den Füßen erhalten, weil der ganze Fußboden des Zimmers mit Fall nach dem allgemeinen Quecksilbersammler gerichtet ist. Der Sammler (Bl. 16 u. 17, Abb. 13) selbst ist aus feinem Sandstein gearbeitet und liegt genau in der Fläche des anschließenden Terrazzofußbodens.

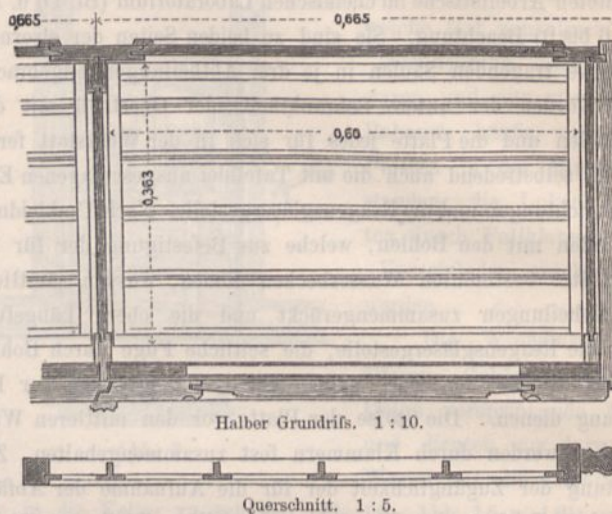
Im optischen Zimmer erfolgt die Verdunkelung der Fenster annähernd vollständig durch Rollvorhänge, welche seitlich in 9 cm tiefen Nuthen laufen und unten in einen ebenso tiefen Falz einfallen; die Vorhänge sind aus möglichst zusammengeschrumpftem Militärmanteltuch, welches mit starker schwarzer Leinwand gefüttert ist, hergestellt. Damit das Tuch nicht aus den Nuthen springt, sind in Abständen von etwa 60 cm Flacheisen eingenäht; das unterste hat zum Auflegen auf die untere Nuth und zur Behinderung gegen Durchschlüpfen am oberen Spalt zwei kurze Winkeleisenstücke erhalten, aufserdem dienen die daselbst nach innen und aufsen der Länge nach angenähten Tuchstreifen zur wirksamen Dichtung am unteren Falz. Im mittleren Fenster ist behufs Einlasses von Sonnenstrahlen ein in den seitlichen Nuthen heraufziehbarer hölzerner Laden angebracht, welcher an seiner oberen Kante das untere Ende des Vorhanges wie beschrieben aufnimmt und mit einer Vorrichtung zur Aufnahme eines Heliostaten versehen ist. Derselbe hat für gewöhnlich seinen Stand hinter der Fensterbrüstung. Die Verdunkelungsvorrichtung im Hörsaal (Bl. 16 u. 17, Abb. 11 u. 12) ist abweichend von den gebräuchlichen Rollvorhangsvorrichtungen durch eiserne Wellblechplatten, welche von unten durch Wasserdruk gehoben werden, hergestellt worden. Die an jeder der drei Seiten des Hörsaales befindlichen drei Fenster werden zugleich geschlossen, indem ein gemeinschaftlicher Träger die für jede Fensterseite nöthigen Platten hebt. Letztere sind zur Verminderung der Reibung beweglich, d. h. am Mittelpunkte der unteren Kante drehbar befestigt. Wegen mangelnder Constructionshöhe wurde der Stempel feststehend und hohl angeordnet und der Cylinder mit Dichtung nach unten an der mittleren Platte und dem Träger befestigt. Zur Sicherung eines besseren Ganges wurden aufserdem, zu beiden Seiten der Mitte, am Träger Gegengewichte angeordnet, die über Rollen geleitet das Hinauf-treiben unterstützen und das zu schnelle Herabgleiten verhindern. Die Platten laufen selbstverständlich in dichtschiefsenden

Nuthen und treffen oben in einen eben solchen Falz. Der Podium-Unterbau und dessen hohe Rückwand mußte durch Anwendung starker Hölzer und Zangen frei vor der ganzen Wandfläche gebildet werden; weil nämlich die Enden der Träger mit dem oberen Ende des Druckcylinders durch Zugstangen zu einem festen Dreieck verbunden sind, konnte nur in den Ecken eine Aussteifung der Wandbekleidung gegen die Umfassungswände stattfinden, um die Bewegbarkeit der zu einem Ganzen verbundenen Anordnung zu sichern. Der obere freie Zwischenraum ist durch Deckel verschlossen, welche beim Aufsteigen der Platten aufgestoßen werden und selbstthätig hintenüber zurückfallen, um beim Herablassen nicht zu hindern. Zur Verhütung von Durchnässungen bei einer Undichtigkeit der Cylinder wurde am Fuße der drei Stempel auf dem Gewölbe ein reichlich großes Becken in Cement hergestellt und jedes mit der Entwässerung unmittelbar verbunden. Für die Handhabung dieser Verdunkelungsvorrichtung ist zur gleichzeitigen Bewegung der Platten aller drei Seiten ein Haupthahn vorhanden, sodann sind drei besondere Hähne in die einzelnen Wasserzuleitungen eingefügt, durch deren Benutzung jede Seite für sich bedient werden kann. Die beschriebene Vorrichtung wurde vom Ingenieur F. Witte in Berlin vorgeschlagen und ausgeführt und hat sich aufs beste bewährt.

Zur Einrichtung des Experimentirtisches, auf Bl. 18 dargestellt, ist zu erwähnen, daß zunächst der Mitte in der Tischplatte zwei mit Deckel glatt verschließbare Oeffnungen sich befinden, als Mündung zweier unter dem Tritt nach der Mauer geführten Abzugsanäle, über welchen stark dampfentwickelnde Versuche unter Glasglocken vorgeführt werden können. Weiter rechts wird nach Abheben der Einlage eine pneumatische Wanne frei, während an der entsprechenden Stelle links Quecksilberschalen sichtbar werden. Letztere stehen in einem herausziehbaren Kasten, nach dessen Entfernung ein Raum in der ganzen Tiefe des Tisches zur Aufstellung des Dieners, welcher bei Thierversuchen behilflich sein muß, gewonnen wird. Zum Aufrichten von hohen Gestellen sind, über die ganze Tischfläche vertheilt, kleine Metallplatten eingelassen, in welche die Gestelle mit ihrem Fuß-Ende eingeschraubt werden können. Am rechten Ende des Tisches ist ein auf dem Gurtbogenmauerwerk des Erdgeschosses ruhender fester Pfeiler mit Sandsteinplatte eingefügt, während links die zur Handhabung der Verdunkelungsvorrichtung dienenden Hähne liegen; diese reichen mit Verlängerungsstange bis zur Tischplatte, wo sie durch kurbelartige Dornschlüssel gedreht werden. Außerdem ist der Tisch reichlich und an allen Stellen leicht erreichbar mit Gas- und Wasserleitung versehen.

Zur Aufstellung des Projectionsapparates gegenüber der Mitte der Tafeln dient ein auf die Tischplatten der drei vorderen Sitzreihen passender, kastenartiger Aufsatz, welcher oben eine wagerechte, 0,50 m breite Fläche bildet. Ursprünglich waren die betroffenen Sitzreihen herausnehmbar hergestellt und die Höhenunterschiede im Fußboden daselbst durch Tritte ausgeglichen, sodafs der genannte Apparat auf einem Stativ Aufstellung finden konnte. Diese Anordnung ist jedoch verlassen und die bequemere und mehr standsichere obige Einrichtung vorgezogen worden. Zum Auffangen der Bilder ist eine mit Oelfarbe glatt und weiß gestrichene Fläche von Malleinwand auf Rahmen gespannt bestimmt, welche sehr leicht an der Wandtafel hinter dem Experimentirtisch eingehakt werden kann. Die Wandtafeln werden an Handhaben, welche über die Fläche

der Tafelrahmen nicht hervorstehen, auf und nieder bewegt, ihre Schwere ist durch Bleigewichte ausgeglichen, welche rechts und links vermittelst Hanfseile an Rollen wirken, jedes Gewicht ist in der seitlichen Tafelverkleidung in besonderer Abtheilung abgetrennt.



Zu Abb. 10, Bl. 16 u. 17; Schränk für mikroskopische Präparate.

Von den Thierstallungen verdienen die Behälter für die operirten Hunde hervorgehoben zu werden (Bl. 16 u. 17, Abb. 14 bis 16). Dieselben sind auf Platten in Tischhöhe aufgesetzt und zum Theil aus Holz mit Ausfütterung aus Zinkblech zu thunlichst genauer Sammlung der Urinmenge, zum Theil auf Sandsteinplatte aus eisernem Gitterwerk hergestellt. Die Scheidewände in den letztgenannten Käfigen sind aus Holzplatten gebildet, welche herausnehmbar sind, sodafs je nach Bedürfnis dem Thiere auch ein größerer Raum zur Verfügung gelassen werden kann.

Für Frösche sind Kästen (Bl. 16 u. 17, Abb. 18) aus starkem Zinkblech mit Holzummantelung auf eisernem Fußgestell, über dem Fußboden etwa 0,17 m hoch, hergestellt. Die Deckel bestehen aus Holzrahmen und sind im übrigen mit verzinktem Drahtflechtwerk versehen. Der untere Raum des Kastens ist mit Wasser gefüllt, in welches eine durchlöcherzte Zinkeinlage mit schiefer Ebene hineinreicht, sodafs den Fröschen das Besteigen der über Wasser befindlichen wagerechten Sitzfläche ermöglicht wird. Das Wasser kann durch einen Ablaufhahn in Höhe des Bodens gänzlich entfernt werden. Zu Einzelbeobachtungen, auch für Schildkröten (Bl. 16 u. 17, Abb. 19), werden kleinere Abtheilungen benutzt, deren eigentliche Bodenfläche sich in flacher umgekehrter Pyramide nach einer Oeffnung in der Mitte abwässert, unter der ein Gefäß zum Auffangen der Flüssigkeiten aufgestellt werden kann, während ein wagerechter, durchlöcherter und herausnehmbarer Boden dem Thiere als Sitz dient.

Nachdem das Institut jetzt fast drei volle Jahre in Benutzung ist und von dem vielseitig arbeitenden Dirigenten ausgiebiger Gebrauch von allen bestehenden Einrichtungen gemacht worden ist, ist es erfreulich erwähnen zu können, daß sich dieselben aufs beste bewährt haben. Es sind noch kurz vor der Fertigstellung einige Nachforderungen erhoben worden, welche sich indes lediglich auf die Beschaffung von Apparaten und Instrumenten erstrecken. Da diese bewilligt worden sind, ist für die gesamte innere Ausrüstung, ausschließlich der Gas- und Wasserleitungen, der Betrag von 60 000 \mathcal{M} nothwendig geworden.

Der Dünendurchbruch der Weichsel bei Neufähr im Jahre 1840 und die Entwicklung der neuen Weichselmündung bei Neufähr von 1840 bis 1890.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 19 bis 22 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Vor dem Jahre 1840 theilte sich der Weichselstrom (von der Abzweigung der Nogat bei Montauerspitze abwärts die „getheilte Weichsel“ genannt) am Danziger Haupte bei Rothebude in zwei Arme, nämlich in die Elbinger Weichsel, welche in das Haff mündet, und in die Danziger Weichsel, welche bei Neufährwasser sich in die Ostsee ergoß. Während die Nogat zu damaliger Zeit ungefähr zwei Drittel der Wassermengen des ungetheilten Stromes aufnahm, theilten sich die beiden letztgenannten Stromarme in das übrig bleibende Drittel zu annähernd gleichen Theilen und waren deshalb auch für die Schifffahrt in annähernd gleicher Weise benutzbar. Diese Vertheilung änderte sich naturgemäß bei Eisgängen, wenn durch vorübergehende oder dauernde Verstopfung eines Armes die anderen entsprechend mehr belastet wurden. Bei Neufährwasser zweigte sich der Hafencanal in westlicher Richtung kurz oberhalb der Mündung ab und war von dem Stromarme durch eine Schiffschleuse abgeschlossen. Die Bedeichung der Danziger Weichsel erstreckte sich linksseitig bis an die Festungswerke der Stadt Danzig, rechtsseitig dagegen nur bis oberhalb des Dorfes Bohnsack, sich hier an die nahe Düne anlehnend. Von hier ab bis zur Mündung war das theilweise nur schmale Uferland zwischen Strom und Dünenkette der Ueberfluthung ausgesetzt.

Die schmalste Stelle befand sich bei dem Dorfe Neufähr. Hier zeigte die Düne, wie aus der mit „1840“ bezeichneten Karte auf Blatt 19 u. 20 ersichtlich, eine ziemlich tiefe, der Stromrichtung ungefähr parallele Einbuchtung mit landwärts sehr steilem Gehänge, was wohl zu der Annahme berechtigt, daß schon früher der Strom bei starker Anspannung gegen die Düne gedrängt wurde und deren Körper geschwächt hat. Der Durchbruch oder richtiger der Einsturz der Düne trat denn auch an dieser Stelle bei dem Eisgange des Jahres 1840 in der Nacht vom 31. Januar zum 1. Februar ein. Da dieses Ereigniß in dunkler Nacht stattfand, so können Augenzeugen über den Hergang nicht berichten. Von allen Ueberlieferungen indessen, welche hierüber bekannt sind, verdienen die Ausführungen des Düneninspectors Krause, welcher mit den dortigen Verhältnissen infolge seines Amtes durchaus vertraut war, die Bruchstelle am Morgen nach dem Unfalle besuchte und von da ab die Veränderungen sorgsam verfolgte, wohl die meiste Beachtung. Die nachstehende Schilderung des eigentlichen Durchbruches und seiner Ursachen schließt sich deshalb im wesentlichen derjenigen des genannten Beamten an, welche in seinem Buche „Der Dünenbau auf den Ostseeküsten Westpreußens“, Berlin, Karl Reimar 1850, enthalten ist.

Bald nach Eintritt des Eisganges in den letzten Tagen des Januar versetzten sich die Nogat und die Elbinger Weichsel an ihren Abzweigungen so dicht mit Eis, daß die nachfolgenden ungewöhnlich großen Eismassen des ungetheilten Stromes nunmehr sämtlich mit dem dazutretenden Hochwasser in die Danziger Weichsel drängten und auch diese von ihrer Mündung aufwärts bis Wefslinken so dicht und stark aufstopften, daß alsbald an dem linksseitigen Deiche bei Wefslinken ein Wasserstand eintrat, welcher die Deichkrone zu überfluthen drohte. Bei dieser Lage der Dinge erfolgte gleich oberhalb des Dorfes

Bohnsack ein Dambruch in die neue Binnennehrung, und gleichzeitig ergossen sich die Hochwasser über das genannte, nicht eingedeichte Dorf, von wo sie sich der Düne zuwendeten und in Neufähr einbrachen. Von hier aus stürzte sich der Hochwasserstrom, den Boden an einzelnen Stellen stark aufwühlend und den Dünenfuß anscheidend, in den engen Fluthraum zwischen der Düne und den Eismassen des Stromes nach den Sandkathen, wo aber das höher liegende Land und ein bis zum Strom reichender Vorschufsdeich sein weiteres Vordringen verhinderten. Die Wassermassen stauten zurück und erreichten an der Durchbruchstelle eine Höhe von etwa 5,60 m.

Nach Krause soll aber der Untergrund der Düne zwischen Kronenhof und den Sandkathen ein sehr durchlässiger sein; er beweist dies daraus, daß vor dem Durchbruche tief gelegene Stellen zwischen der Vordüne und der Hauptdüne stets feucht gewesen sind und sich bei hohen Anschwellungen des Stromes sogar mit Wasser füllten, während sie nach dem Durchbruche infolge der Senkung des Wasserspiegels im Strome beständig trocken lagen und nur durch Regen Feuchtigkeit erhielten. Eine solche tiefe Stelle, Glowwe genannt, befand sich auch hier gleich hinter der hohen Düne, im Schnitt C D und in der Karte von 1840 (Blatt 19 u. 20) mit *a* bezeichnet. Sie war etwa 245 m lang und 75 m breit und lief nach der Vordüne hin in eine von zwei Dünenhügeln begrenzte Schlucht aus, durch welche ein von der hohen Düne herabkommender und mittels eines Dammes durch die Glowwe geleiteter Fußweg aus dem Binnenlande nach dem Seestrande führte. Diese Glowwe lag so tief, daß sie selbst bei niedrigen Wasserständen der Weichsel Feuchtigkeit erhielt, bei hohen Wasserständen aber Wassertiefen von 1 m und darüber zu finden waren.

Bei dem bezeichneten ungewöhnlich hohen Wasserstande von 5,60 m muß ein starkes Durchsickern des Wassers nach dieser Glowwe stattgefunden haben. Hierdurch und durch den Angriff der Strömung auf den Fuß der Düne wurde endlich der Zusammenhang des nur schmalen und aus leicht beweglichem Sande bestehenden Dünenkörpers zerstört, und derselbe stürzte zusammen. Der erste Stoß des durchdringenden Wassers suchte natürlich die niedrigsten Stellen auf und wurde daher zunächst nach dem Fußweg, dann in die Schlucht nach der Vordüne hingewiesen (vgl. auf der Karte von 1840 Blatt 19 u. 20 die punktirten Linien I und II). Die Strömung erweiterte diesen Weg sehr schnell durch Abspülung des die Glowwe seeseitig begrenzenden inselartigen Dünenhügels (vgl. die punktirten Linien III und IV), füllte alsbald alle tiefen Stellen zwischen der hohen Düne und der Vordüne aus und drängte gegen die letztere. Diese wurde zuerst ganz östlich überfluthet und durchbrochen; der Strom schob hier eine mächtige Sandbank in die See. Sehr schnell erweiterte sich indessen der Durchbruch westlich und schon am Morgen des 1. Februar hatte sich das neue Bett bis zur punktirten Linie V ausgedehnt. Am 29. desselben Monats lag der Strom und das westliche Ufer in der Richtung der Linie VI. Von dem Dorfe Neufähr wurden hierbei acht Kätnerhäuser in die See geführt, deren Bewohner sich glücklicherweise vorher in Sicherheit gebracht hatten.

Auf den Bericht der Königlichen Regierung in Danzig sowohl über dieses Ereignis, wie über die genannten Eisbewegungen im unteren Stromlauf entsandte der damalige Finanzminister Graf von Alvensleben, zu dessen Amtsbereich die allgemeine Bauverwaltung gehörte, den Geheimen Ober-Baurath Severin an Ort und Stelle, um von diesen Vorgängen Kenntniss zu nehmen und geeignete Vorschläge über die zu ergreifenden Mafsregeln, insbesondere zur Sicherung der Schifffahrt auf dem Strome, von der Durchbruchstelle nach Danzig zu machen. Herr Severin traf am 14. Februar in Danzig ein, bereiste in Gemeinschaft mit dem dortigen technischen Decernenten der Königlichen Regierung, Regierungs- und Baurath Hartwich, die ganze Stromstrecke, soweit dieselbe zur Beurtheilung der zu treffenden Mafsregeln in Betracht kam, und setzte sich alsbald mit allen Behörden und Körperschaften in Verbindung, deren Interesse an dieser Frage betheilt war. Sehr bald kam er zu der Ueberzeugung, welche schon Hartwich in einem besonderen Gutachten vom 14. Februar 1840 ausgesprochen hatte, dafs die Beibehaltung der neuen Ausmündung bei Neufähr von allergröfster Bedeutung sowohl für die unteren Weichselniederungen, als auch für die Stadt Danzig und die Hafenanlagen bei Neufährwasser sein würde, und empfahl in seinem Bericht an den Finanzminister vom 23. April 1840, in dem er die zu erwartenden Vortheile ausführlich darlegte, die Weichsel abwärts Neufähr abzusperren und die Schifffahrt nach Danzig durch eine entsprechende Schleusenanlage in dieser Absperrung zu vermitteln.

In demselben Berichte wird auch des Entwurfes Erwähnung gethan, welcher im Jahre 1806 von dem Oberlandesbaudirector Eitelwein angeregt, später, 1819, durch den Geh. Regierungsrath Hartmann auf Veranlassung des Geh. Ober-Baurathes Cochius ausgearbeitet worden war und den Zweck hatte, durch eine Stromabkürzung mittels Durchstiches von dem Dorfe Einlage bis zur See die Vortheile für die unteren Niederungen und für die Stadt Danzig zu erreichen, welche der Durchbruch 1840 wirklich herbeiführte.

Der Uebersichtsplan*) vom Jahre 1840 (s. Bl. 21 u. 22) giebt ein Bild dieses Entwurfes und der im Zusammenhange damit

*) Dieser Uebersichtsplan trägt die Ueberschrift:

Hydrographische Karte

von

der örtlichen Lage des Weichselstromes nebst Environs bei Danzig

bezüglich des bei erschwertem Eisgange in der Nacht vom 31. Jan. zum 1. Febr. d. J. bei Neufähr sich ereigneten terrestrischen Phänomens eines

See-Dünen-Durchbruches

nebst anschaulicher Darstellung der neuen wahrscheinlichen Schifffahrts-Bau-Anlagen und mit Hinzufügung des vom Geh. Ober-Bau-Rath Cochius im Jahre 1816 entworfenen Projects zu einem Dünen-Durchstich beim Dorf Schiewenhorst in der neuen Binnen-Nehrung.

Nach eigenen privaten Ansichten entworfen und gezeichnet im Febr. 1840 Vom Kgl. Pr. Wasserbau-Inspector Kofsak.

und ist mit den folgenden „Erläuterungen“ versehen:

1. Vom Theilungs-Punkt der alten und neuen Weichsel von *A* nach allen Krümmungen über *B* bis zur Mündung bei *C* genau 4000 Ruthen oder 2 Meilen pr.
2. Die Breite zwischen den schroffen Dünenwänden circa 150 Ruthen. Die Höhe pptr. 60 F.
3. Von der alten Mündung bei *C* bis zur neuen bei *D* längs dem Seestrande $1\frac{1}{4}$ Meilen.
4. Die Länge des Dünenbruchs von *H* bis *D* 200 R.
5. *E* wahrscheinliche Lage der neuen Schiffs-Kammer-Schleuse.
6. *E* bis *F* neuer Stromschifffahrts-Canal von pptr. 400 Ruthen Länge.
7. Die im Weichsel-Strom eingeschriebenen Zahlen deuten die Tiefen bei mittlerem Wasserstande an.
8. Coupirungs-Deich vom alten Weichseldamm bei *G* tief in die Dünen hinein bei *H*.

geplanten Schifffahrtsverbindungen. Gleichzeitig veranschaulicht derselbe die erste Gestaltung der neuen Ausmündung sowie der ersten Verlandungen; auch ist die Lage der zuerst geplanten Schifffahrtsverbindung infolge des Durchbruches angedeutet.

Die Vorschläge Severins wurden mit der Bedingung genehmigt, die Wahl der Oertlichkeit für die Schleusenanlagen unter Zuziehung der Festungsbehörde vorzunehmen, da es nothwendig sei, sowohl die Schleusenanlage als auch die neue Mündung durch ein Fort zu decken. Als geeignete Lage für ein solches Vertheidigungswerk wurde der der Mündung gegenüberliegende Punkt hinter dem Deiche des Danziger Werders bezeichnet, und zwar deshalb, weil gerade an diesem Punkte der Deich gegen eine Durchstechung von feindlicher Seite geschützt werden müsse, welche geeignet sei, die bei etwaiger Belagerung der Stadt zum Schutze derselben bewirkte Ueberfluthung des Danziger Werders durch Abzug des Wassers nach der Mündung erheblich zu vermindern, und so die sogenannte niedere Festungsfront dem Feinde zugänglich zu machen. Zwar wurde auf Grund späterer Ermittlungen angenommen, dafs die militärische Unterwassersetzung kaum bis hieher reichen würde, eine Durchstechung des Deiches also nicht von grofsem Nachtheil sein könnte; nichts destoweniger wurde ein Vertheidigungswerk gerade auch mit Rücksicht hierauf für unentbehrlich gehalten. Es wurde deshalb beschlossen, an dieser Stelle ein starkes und selbständiges Vertheidigungswerk für etwa 300 bis 400 Mann Besatzung mit unterwölbter staffelförmiger Aufstellung von 8 bis 10 Geschützen zu erbauen und es fünfseitig anzulegen, um nach Norden Mündung und Schleusenanlage, nach Osten und Westen die Deichlinie auf- und abwärts, und nach Süden das Ueberfluthungsgelände bestreichen zu können. Das Werk erhielt den Namen „Fort Neufähr“.

Der Bau zweier Schleusen wurde vorgesehen, und zwar sollte eine hölzerne sofort in Angriff genommen und eine zweite, massive im Laufe des Jahres sobald als möglich hergestellt werden. Die Lage der ersteren wurde unter Berücksichtigung der militärischerseits gestellten Forderungen so gewählt, wie es aus der Karte von 1843 ersichtlich ist; gegrabene Canäle sollten die Verbindung zwischen dem Strome und dem nunmehr abgeschnittenen Arme im Anschlufs an die Schleuse herstellen.

Die Aufstellung der Entwürfe, und die Ausführung derselben wurde einem besonderen Baubeamten, dem damaligen

9. Insularische Dünenand-Ablagerung dicht oberhalb der neuen Weichselmündung *J*.
10. *N* Die eventuell zu demolirende alte Schleuse bei Neufährwasser behufs Gewinnung einer gröfseren Tiefe, die in Continuation bei Danzig vorbei bis zu *F* am neuen Canal einen wichtigen Hafen bildet.
11. Der projectirte Schifffahrts-Canal im Werder *KLM* 3600 Ruthen lang, darin *a* die Ausweich-Plätze.
12. Die projectirte Schleuse *K*.
13. Der Schifffahrts-Canal durch die neue Binnen-Nehrung von *O* bis *P* 910 Ruthen lang.
14. Der projectirte Dünen-Durchstich von *P* bis *Q* 250 R. lang.
15. Die projectirte Deich-Durchschüttung vom linksseitigen Werder-Deiche bei *R* durch die Weichsel über die Nehrung bis tief in die Dünen hinein bei *S*.
16. Die im Jahre 1834 auf 100 Ruthen Breite festgestellte, jedoch hier der schnellern Entwässerung wegen 150 Ruthen breit gezeichnete Deichstrecke oberhalb des Sandweges bei Danzig von *T* bis *U*, welche im möglichsten Falle eines Deichdurchbruches in den obern Strom-Gegenden durchstochen werden und so zur Abführung der Wasserfluthen dienen soll.

nach dem vom Geheimen Ober-Bau-Rath Cochius im Jahre 1816 entworfenen Project.

Wegebaumeister in Lüben, späteren Geh. Admiralitätsrath Pfeffer übertragen. Dieser förderte die Arbeiten derart, daß er am 1. Januar 1841 berichten konnte, die Schifffahrt durch die neue Schleuse könne vor sich gehen, die Oeffnung durch den alten Lauf sei geschlossen und damit der letztere gänzlich abgesperrt. Gleichzeitig empfahl er den Bau der gemauerten Schleuse noch auszusetzen und erst Erfahrungen über die Leistungsfähigkeit der fertigen hölzernen zu sammeln. Die Gesamtkosten der Anlage betragen rund 111040 Rthl. = 333120 *M.*, nämlich

für Aufsicht, Veranschlagung, Höhenmessungen usw.	15057 <i>M.</i>
für die hölzerne Kammerschleuse	179805 „
für das Schleusenmeisterhaus	7344 „
für den Schleusencanal und die Baggerungen in	
der Weichsel	61413 „
für Anlage des Damms und der Absperrungen .	34053 „
für Uferdeckwerke in der Weichsel	16005 „
für Grundentschädigung	19443 „
zusammen	333120 <i>M.</i>

Während der Bauzeit im Sommer 1840 ging der Schiffs- und Traftenverkehr durch den rechtsseitigen Stromarm, dessen Abschluß deshalb erst nach Einstellung des Verkehrs im Herbst in Angriff genommen werden konnte. Trotzdem dieser Arm also während des ganzen Sommers offen stand und der Einführung von Sinkstoffen zugänglich war, haben sich umfangreiche, dem Schiffsverkehr hinderliche Versandungen nicht gezeigt, die bei stärkeren Abwässerungen auftretenden Untiefen konnten immer in kurzer Zeit durch Baggerungen beseitigt werden. Um den Verkehrsbedürfnissen bis zur Herstellung der in Mauerwerk auszuführenden Schleuse zu genügen, hatte die hölzerne Schleuse ziemlich ungewöhnliche Abmessungen erhalten, nämlich 40 Fufs = 12,55 m Breite in den Häuptern und 200 Fufs = 62,80 m Länge der Schleusenammer bei gleicher Breite. Die Erfahrung zeigte, daß diese Einrichtung dem gesamten Verkehrsbedürfnis vollkommen entsprach und den Bau einer gemauerten Schleuse, wenigstens vorläufig, entbehrlich machte. Ein Bericht der Kgl. Regierung an den Finanzminister vom 15. April 1843 wies dies statistisch nach. Auf Grund desselben wurde von dem Bau der massiven Schleuse Abstand genommen.

Mit diesen Anlagen und mit Verlegung des früheren, bei etwaiger Ueberschwemmung des Danziger Werders in Wirksamkeit tretenden Ausfalles unterhalb der Rückforter Schanze (vgl. *U—T* in dem Uebersichtsplane auf Blatt 21 u. 22) nach Wefslin oberhalb der neuen Schleuse, nach Severins Vorschläge, waren die Vortheile des Durchbruches für die Stadt Danzig, für den Hafen Neufährwasser und für alle gewerblichen und Handels-Anlagen an dem abgeschnittenen Stromarme sichergestellt.

Durch den Dünendurchbruch wurde der Lauf der Danziger Weichsel, vom Danziger Haupte, d. i. von der Abzweigung der Elbinger Weichsel abwärts, um nahezu 15 km abgekürzt, womit bei niedrigen Wasserständen im Gesamtgefälle von etwa 0,75 m, bei Hochwasserständen aber von 2,50 m gewonnen wurde. Diese erhebliche Verkürzung und Senkung hatte naturgemäß eine beträchtliche Vermehrung der Stromgeschwindigkeit zur Folge, welche eine allmählich stromauf fortschreitende, mit sehr bedeutenden Uferabbrüchen verbundene Vertiefung des Strombettes herbeiführte. Hierdurch mußte die Elbinger Weichsel an Abzugsfähigkeit einbüßen, sie versiegte allmählich, und das bisher in ihr abfließende Wasser wurde nach und nach der Danziger

Weichsel zugeführt, deren Querschnitt sich zur Aufnahme entsprechend erweiterte. Die zu dieser Räumung in Bewegung gesetzten Erdmassen wurden in die See geführt und bildeten in Verbindung mit den bei Gelegenheit des Dünendurchbruches fortgerissenen Massen der Düne und des Strandes, sowie mit den von den oberen Stromgebieten herabgeführten Sinkstoffen alsbald einen Kranz von Ablagerungen vor und seitlich der neuen Mündung, von deren allmählicher Verschiebung nach der See und von deren vielfach wechselnder Gestaltung die auf Blatt 19 bis 22 beigefügten Peilungskarten ein Bild geben.

Diese Karten, sämtlich in dem Maßstabe 1:15000 angefertigt, sind hier im Maßstabe 1:30000 wiedergegeben. Von einem festen Punkte, der Schleuse in Plehnendorf, sind auf ihnen in je 1 km Entfernung von einander Kreise gezogen, um den allmählichen Fortschritt der Verlandungen seewärts leichter erkennen zu können.

Aus den Darstellungen bis zum Jahre 1852 ist zu ersehen, daß der ausmündende Strom, wenn er auch seine zuerst nördliche Richtung allmählich in eine nordöstliche geändert, doch ziemlich geschlossen, ohne wesentliche Spaltungen in die See tritt. Rechts und links schieben sich die Ablagerungen vor.

Das darauf folgende Jahr 1853 war aber für die untere Weichsel und auch für die Verhältnisse an der Mündung insofern bedeutungsvoll, als in demselben bei Montauerspitze die Nogat hochwasserfrei abgeschlossen und der Pieckler- oder Weichsel-Nogat-Canal bei Pieckel, 4 km unterhalb der Montauerspitze, eröffnet wurde, welcher den Zweck hatte, die Wasservertheilung zwischen Weichsel und Nogat ein für alle Mal festzulegen. Während vordem, wie eingangs erwähnt, die Nogat bedeutend mehr, fast das Doppelte, an Wasser abführte als die getheilte Weichsel unterhalb der Nogat, und damit außerordentlich überlastet wurde, ordneten sich die Verhältnisse nunmehr so, daß bei mittleren Wasserständen die Nogat ungefähr ein Drittel der gesamten Wassermenge aufnahm, und bei höheren Wasserständen ihr nur diejenigen Wassermassen zugewiesen wurden, welche sie in ihren engsten Fluthweiten ohne Gefahr für die Stromdeiche abzuführen vermochte.

Das hiermit der Weichsel unterhalb der Theilung zugewiesene Mehr an Wassermengen mußte sich sowohl in diesem Stromlauf als auch in der Danziger Weichsel durch Erweiterung und Vertiefung des Bettes Platz schaffen. Die geräumten Erdmassen wurden, soweit sie nicht in Bunnenzwischenräumen liegen blieben, wiederum der See zugeführt, und auch die von den oberen Stromgebieten herabkommenden Sinkstoffmengen wurden nunmehr zum größeren Theil nicht mehr in die Nogat, sondern in die getheilte Weichsel usw. und damit in die See bei Neufähr geleitet. Hierdurch nahmen die Verlandungen rasch zu, wuchsen zu Inseln empor und veranlaßten alsbald nachtheilige Spaltungen des ausmündenden Stromes.

Die Karte von 1859 zeigt bereits drei Mündungsarme, zwischen denen sich schon beträchtliche Inselbildungen vollzogen haben. Hier entstanden die ausgedehnten „Oestlichen Haken“, die „Messina-Insel“ (so genannt von einem dort gestrandeten Schiffe „Messina“) und die „Magistrats-Insel“, welche alle drei sich mehr oder weniger mit Pflanzenwuchs bedeckten, und damit an Widerstandsfähigkeit gewannen. Leider fehlen Peilungen aus den Jahren 1859 bis 1868, indessen zeigt die Karte aus 1868, daß die Dreitheilung noch immer vorhanden und daß die Verwilderung der Mündung in starker Zunahme begriffen ist.

Ein noch deutlicheres Bild der Verwilderung giebt die Peilungskarte aus dem Jahre 1871, aus welcher zudem noch die Bildung eines vierten Armes, östlich von der Messina-Insel, zu erkennen ist.

Diese Verhältnisse, welche hin und wieder schon zu leichten Eisversetzungen Veranlassung gegeben hatten, wurden in hohem Grade besorgniserregend, da sämtliche Arme nur geringe Tiefen hatten und gefährbringende Eisversetzungen in denselben bei jedem Eisgange erwartet werden konnten. Es mußte Bedacht darauf genommen werden, die Stromtheilungen zu beseitigen, den Strom mehr zusammenzuhalten, um durch seine Kraft die Mündung zu spülen und gröfsere Tiefen zu schaffen.

Der Anfang hierzu wurde in den Jahren 1873/74 gemacht, in denen der westliche Arm durch zwei Coupirungen geschlossen wurde. Es sollte hierdurch das Wasser von dem Westarm abgehalten und der Nordrinne zugeführt werden, um die Spülung des letzteren zu befördern. Zur Beschleunigung und Verstärkung dieser Wirkung erschien es wünschenswerth, alsbald mit anderweiten geeigneten Bauten vorzugehen.

Im Jahre 1876 schritt man deshalb zur Herstellung eines 825 m langen Parallelwerks, welches den westlichen Arm abschnitt und sich oberhalb an eine Buhne, unterhalb an hohe

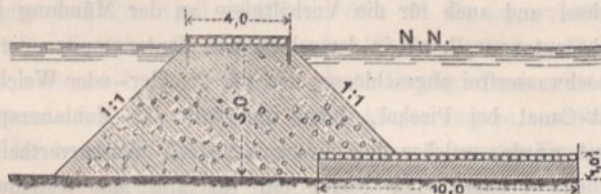


Abb. 1. Schnitt durch das westliche Parallelwerk.
1:300.

Theile der Magistrats-Insel anschloß. Die 4 m breite Krone wurde auf 3,60 m am Pegel zu Plehnendorf, d. i. 0,10 m über M.-W. der Ostsee, gelegt, die Böschungen waren beiderseitig einfach. Zum Schutze gegen Unterspülungen wurden für die Buhne zwei Sinkstücke, für den oberen Theil des Parallelwerks sechs Sinkstücke angeordnet, welche letztere auf etwa 2 m von dem Packwerk überdeckt wurden. Zum Schutz gegen Wellenschlag erhielt die Krone der Buhne und des Werkes eine etwa 0,30 m starke Steinschüttung.

Die Lage dieses Werkes, sowie diejenige der vorerwähnten Absperrungsanlagen ist aus der Karte von 1876 ersichtlich. Diese zeigt noch drei Mündungsarme, von denen der nordöstlich gerichtete der wichtigste ist. Zwischen diesem und dem nordwestlichen Arme hat sich die Messina-Insel breit vorgelegt. Der östliche Arm dagegen scheint zu verlanden. Der Einfluss der Bauten auf die nördliche bzw. nordwestliche Rinne war allerdings nicht zu verkennen, da sich die Tiefen in letzterer nicht allein erhielten, sondern theilweise auch verbesserten. Es gelang jedoch nicht, diese Rinne zum Hauptabflußarm zu machen, vielmehr schien die Eisabführung sich vorzugsweise in der Nordostrinne zu vollziehen.

Die Bedeutung der einzelnen Arme für den Abfluß geht aus der Karte vom Jahre 1881 hervor. Der östliche Arm ist bereits stark verlandet, der nordöstliche ist breit, aber flach, der früher nordwestliche hat eine nördliche Richtung angenommen und ist schmal, jedoch etwas tiefer als der nordöstliche Arm. Der westliche Arm hat sich trotz der inzwischen erfolgten Zerstörung der beiden zuerst angelegten Absperrungen beträchtlich verflacht, und neben der großen Magistrats-Insel sind schon weitere Inselbildungen entstanden.

Die bisher erreichten Erfolge konnten hiernach nur als geringe angesehen werden. Sie zeigten indes deutlich, daß eine Verbesserung nur durch Verfolgung des eingeschlagenen Weges zu erreichen sei, daß also mit der Beseitigung der Stromspaltungen weiter vorgegangen werden müsse. Die Frage, welcher von den beiden überhaupt noch in Betracht kommenden Mündungsarmen sich am besten zur Beibehaltung und Ausbildung zum einheitlichen Lauf eigne, war nach Lage der Verhältnisse nicht mehr schwer zu entscheiden. Durch eine einzige Absperrungsanlage konnte man die beiden östlichen Arme verschließen, und erhielt dann einen geraden, nördlich gerichteten Lauf von der Plehnendorfer Schleuse abwärts. Zwar war derselbe an der Messina-Insel vorläufig noch schmal, man konnte jedoch hoffen, durch geeignete Führungsbauten den leicht beweglichen Sand dieser Insel durch den Strom selbst bald zum Abbruch zu bringen.

In den Jahren 1881/82 wurde deshalb das östliche Parallelwerk erbaut, welches, wie aus den Karten von 1881 und 1883 hervorgeht, sich bei Neufähr an die Düne anschloß, sich über den Strand hinwegzog und noch ungefähr 690 m in das Wasser reichte, wodurch der nordöstliche Arm auf mehr als die Hälfte, der östliche Arm ganz abgeschlossen wurde.

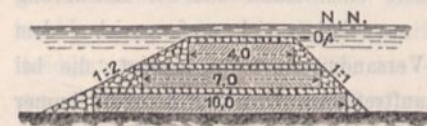


Abb. 2. Oestliches Parallelwerk. 1:300.
(Erste Anlage.)

Der Anschluß an die Düne war erforderlich, um das Werk über den niedrigen Strand hinweg bis zum hochwasserfreien Lande zu führen und den Strom zu verhindern, sich bei etwaigen Eisversetzungen in der Mündung einen neuen Weg zwischen Düne und Parallelwerk zur See zu suchen. Beide Parallelwerke, das früher gebaute westliche, sowie das neuerbaute östliche streckten sich nun ungefähr gleich weit vor, schlossen den Strom ein und leiteten ihn der nördlichen Rinne zu.

Ein einigermaßen kräftiges Hochwasser konnte die Rinne erweitern und vertiefen. Diese Wirkung zeigte sich auch im Jahre 1883, allerdings durch besondere Umstände unterstützt. Eine Eisversetzung, welche sich bei dem Eisgange dieses Jahres in der Mündung bildete, spannte die Wassermassen oberhalb derart an, daß dieselben den unteren Deich der neuen Binnennehrung überflutheten und durchbrachen. Bei der glücklicherweise bald erfolgenden Lösung der Stöpfung stürzten sich die angespannten Wassermassen, geführt durch die beiderseitigen Parallelwerke, mit großer Heftigkeit durch die Nordrinne in die See, brachen die Westspitze der Messina-Insel ab und vertieften die Rinne bis auf 5 m und darüber.

Diese Tiefen waren jedoch nicht von Dauer; die geringen Abwässerungen der beiden darauf folgenden Jahre konnten eine allmähliche Abnahme derselben nicht verhindern, trotzdem man durch den in diesen beiden Jahren ausgeführten Bau von vier

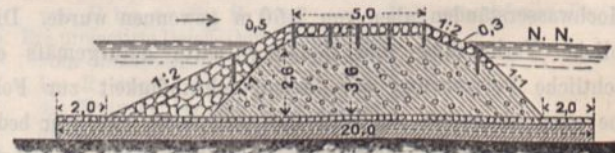


Abb. 3. Durchschnitt einer Buhne. 1:300.

Buhnen auf der Westseite der Rinne eine bessere Führung des Stromes zu bewirken strebte und die Erweiterung der Rinne

durch Baggerungen (1885) zu unterstützen suchte. Bereits im Frühjahr 1886 waren in der Mündung nur noch Tiefen vorhanden, welche kaum 3 m erreichten und wahrscheinlich zu der sehr starken Eisversetzung beim Eisgange desselben Jahres beigetragen haben, indem die mächtigen herabtreibenden Eisfelder hier strandeten und die Mündung schlossen. Die Versetzung pflanzte sich stromaufwärts rasch fort, staute die Wassermassen hoch auf und führte schieflich zu den bekannten Katastrophen in der Danziger Weichsel — dem Durchbruch in die neue Binnenehrung und den Danziger Werder, sowie zu der Zerstörung der Plehnendorfer Schleuse. In der Mündung wurde das östliche Parallelwerk, über welches hin sich Wasser und Eis den Ausgang verschaffte, bis zum Strande gänzlich fortgerissen und das westliche Parallelwerk derartig unterspült, dafs es um mehr als 1 m tief versank.

Nach diesen Vorgängen erwies es sich als unerläflich, den Strom einheitlich noch weiter, bis über die Messina-Insel hinaus, in die See zu führen. Es wurde daher mit den erforderlichen Bauten sofort vorgegangen, und noch in demselben Jahre 1886 die Wiederherstellung des östlichen Parallelwerkes, jedoch in wesentlich stärkerer Construction, sowie die Verlängerung desselben bis zur Messina-Insel in Angriff genommen. Mehrere Absperrungsanlagen im westlichen Arm wurden hergestellt, um das versunkene westliche Parallelwerk zu ersetzen bezw. zu unterstützen.

In dem darauf folgenden Jahre 1887 wurde der Bau des östlichen Parallelwerkes fertiggestellt und im Anschlufs daran begonnen, eine Mole in die See hinaus zu führen, deren Lage und Länge aus der Karte von 1888 zu ersehen ist.

Der Molenbau, welcher bis zur Tiefenlinie von 4 m in die See sich erstreckt, ist noch nicht beendet; zur Zeit ist in ganzer Länge des Werkes das Faschinenfundament hergestellt und letzteres mit grofsen Steinen bedeckt, welche bis über Mittelwasser der See reichen. Dem Parallelwerk sowohl als der Mole hat man eine sanft geschwungene Richtung nach Westen gegeben, indem man annahm, dafs der Strom, welcher etwa in der Nähe der Düne von dem linken nach dem rechten Ufer hinüberschlägt, die Richtung des Werkes beibehalten werde. Umfangreiche Baggerungen in der Stromrinne vorlängs des nach Ausführung der Bauten in den Strom hineinreichenden Theiles der Messina-Insel wurden auferdem vorgenommen, um die Wirkung der Werke zu unterstützen und insbesondere den Abbruch des erwähnten Theiles jener Insel zu befördern.

Unter dem Einflufs dieser Ausführungen haben die ungewöhnlich starken und andauernden Frühjahrshochwasser der Jahre 1888 und 1889 das Bild in und vor der Mündung gänzlich umgestaltet. Die Peilungspläne aus diesen Jahren zeigen, dafs die Barre in der Mündung gänzlich beseitigt und in die See geworfen ist, und dafs an deren Stelle sich grofse Tiefen, bis zu 10 m, entwickelt haben.

Die sehr beträchtlichen Massen der Barre und der vom Strome herabgeführten Sinkstoffe haben sich in eigenthümlicher Weise lang gestreckt vor der Mündung gelagert. Auf dieser Ablagerung sind in der Verlängerung der Mole mindestens 3 m Tiefe in grofser Breite vorhanden, während zwischen der Ablagerung und dem Molenkopfe eine nordöstlich gerichtete kurze Rinne mit bedeutenden Tiefen den Strom mit der See verbindet. Die Spitze der Ablagerung erstreckt sich fast bis zum sechsten Kilometerkreise.

Die Peilung aus dem Jahre 1890 zeigt fast genau dieselbe Gestaltung. Die geringe Frühjahrsabwässerung des Stromes hat eine Veränderung der Lagerung nicht herbeizuführen vermocht, dagegen hat der Wellenschlag der See die vorgestreckte Spitze der Ablagerung abgebrochen und in den westlichen Winkel daneben geführt.

Oestlich von der Mole nimmt die Verlandung zu und schützt den Molenkörper gegen den Angriff der See. Dagegen ist ein wesentlicher Fortschritt der Verlandung zwischen der Messina-Insel, dem östlichen Parallelwerk und den östlichen Sandhaken nicht wahrzunehmen, und auch wohl nicht zu erwarten, da eine

ergiebige Einführung von Sinkstoffen von der Weichsel her durch das Ostwerk, von der See her durch die davor lagernden Sandmassen verhindert wird. Sehr

beträchtlich sind die Sinkstoffmassen, welche der Strom seit dem Dünendurchbruch in die See getragen und vor der Mündung abgelagert hat. Wie an anderer Stelle überschläglich ermittelt worden, sind dieselben auf 108762500 cbm zu veranschlagen. Hieran haben indessen die Erweiterung und Vertiefung der getheilten Weichsel sowohl, als auch der Danziger Weichsel einen sehr wesentlichen Antheil, und es ist beispielsweise berechnet worden, dafs zu den in dem Zeitraum von 1876 bis 1889 vom Strome überhaupt in die See geführten Sinkstoffmassen von etwa 21 755 000 cbm die

Danziger Weichsel

allein, und zwar, wie angenommen werden kann, zum allergröfsten Theil nur infolge der überaus starken Frühjahrsabwässerungen der Jahre 1888 und 1889, ungefähr 9112000 cbm, also annähernd 42 pCt. beigetragen hat.

Für die Herstellung der Regulirungswerke in der Mündung sind bis zum Schlusse des Etatsjahres 1889/90 aufgewendet worden:

für zwei Absperrungen im Westarm 1873/74	36 627,20 <i>M</i>
für das westliche Parallelwerk mit Anschlufsbuhne 1876/77	108 184,49 „
für das östliche Parallelwerk 1881/82	101 175,30 „
für vier Buhnen am linken Ufer der Nordrinne 1884/85 und 1885/86	47 183,37 „
für Wiederherstellung und Verlängerung des östlichen Parallelwerkes, einschließlic der Baggerungen, sowie für den Bau von Absperrungen im Westarm 1886/87	499 919,12 „
für den Molenbau 1887/88 und 1888/89	543 459,54 „
zusammen	1 336 549,02 <i>M</i>

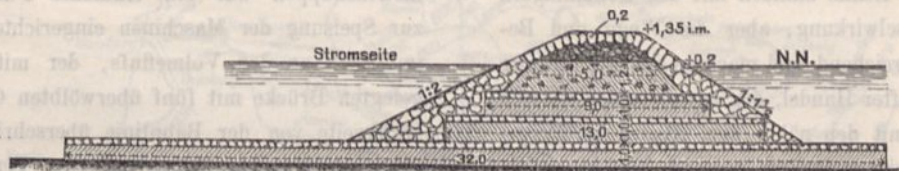


Abb. 4. Jetzige Anlage des östlichen Parallelwerkes. 1 : 300.

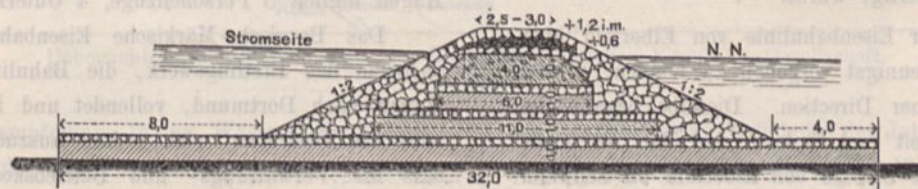


Abb. 5. Durchschnitt durch die Mole. 1 : 300.

Die vorstehende Schilderung hat sich nur auf Actenmaterial des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten und der Königlichen Wasserbauinspection Dirschau stützen können. Die betreffenden Acten der Königlichen Regierung in Danzig sind leider durch Brand im Jahre 1881 vernichtet worden. Zu

den Tiefenplänen wurden Karten des genannten Ministeriums, und vom Jahre 1885 ab Peilungspläne der Weichselstrombauverwaltung benutzt.

Danzig, im August 1890.

Lierau.

Die Entwicklung des Bahnhofes Hagen i. W.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 23 und 24 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Zur Zeit, als die Eisenbahnen in Deutschland sich Eingang verschafften, beschlossen die Einwohner einer bevölkerten Gegend im Bergischen und in der Grafschaft Mark, gestützt auf die Lebensfähigkeit ihres Handels und ihrer Gewerbe, sowie auf den natürlichen Reichthum ihrer Erde, das Kohlengebiet der Ruhr mit dem Thale der Wupper durch ein Schienengleis zu verbinden.

Die Fabrikanlagen der Wupper, die Eisenwerke in den Thälern der Volme, Ennepe, Lenne standen mit den Kohlenlagern der Ruhr bereits in Wechselwirkung, aber die Wege und Beförderungsmittel waren unzureichend und machten die Beförderung kostspielig. Ein schon lebhafter Handel, der zwischen den Städten und Ortschaften der Mark mit den näher dem Rheine im Bergischen zu gelegenen gewerbereichen Städten bestand, liefs erkennen, dafs nach Ausführung eines Schienenweges ein beträchtlicher, lohnender Personenverkehr eintreten werde. Im Jahre 1835 bildete sich infolge dessen in Elberfeld eine Gesellschaft, deren Bestreben dahin ging, eine Bahnverbindung zwischen dieser Stadt und der Stadt Dortmund herzustellen. Erst im Jahre 1843 gestattete der damalige Finanzminister die Bildung einer Actiengesellschaft zu dem angeführten Zwecke, worauf im Jahre 1844 die Allerhöchste Bestätigungsurkunde der Bergisch-Märkischen Eisenbahngesellschaft ausgefertigt wurde.

Um mit dem Bau der Eisenbahnlinie von Elberfeld über Hagen nach Dortmund schleunigst vorgehen zu können, schritt man alsbald zur Wahl einer Direction. Dieselbe begann im März 1845 ihre Wirksamkeit und förderte den Bau der Linie so, dafs die 11,25 km lange Strecke von Elberfeld bis Schwelm am 9. October 1847 und die ganze, 60 km lange Strecke über Hagen bis Dortmund am 20. December 1848 für den Güterverkehr, am 9. März 1849 für den Personenverkehr in einleisiger Anlage eröffnet werden konnte.

Ein anschauliches Bild der allmählichen Erweiterungen, der stetigen Zunahme des Verkehrs und der damit eng zusammenhängenden Hebung des Handels und der Gewerbtätigkeit im Gebiete der Bergisch-Märkischen Eisenbahnen dürfte der im Mittelpunkt derselben gelegene Bahnhof Hagen geben. Es erscheint daher der Mühe werth, die Umgestaltungen und Erweiterungen dieses Bahnhofes in Verbindung mit seinen Verkehrsleistungen vom ersten Entstehen an bis heute zu verfolgen.

Bei Feststellung der Linie Elberfeld-Dortmund wurde der Bahnhof Hagen westlich der gleichnamigen Stadt in der Richtung von Süden nach Norden in einfacher Weise für den beginnenden Verkehr und die vorhandenen bescheidenen Betriebsmittel angelegt. Die Abb. 1 auf Bl. 23 und 24 giebt ein Bild von dem Bestande desselben im Jahre 1850, kurz nach der Eröffnung. Die Erdanschüttungen waren auf das nothwendigste beschränkt. Das Hauptgleis und ein Ueberholungsgleis, je

400 m lang, ein Locomotivschuppengleis mit Drehscheibe, ferner ein Güterschuppen-, ein Wagenaufstellungs- und ein Ausziehgleis nebst 11 Weichen — das waren die gesamten Oberbauanlagen. An Hochbauten waren errichtet: ein massives Empfangsgebäude, ein kleiner Güterschuppen von 100 qm Flächeninhalt und ein Locomotivschuppen für eine Maschine, letztere beiden Gebäude aus Fachwerk. Für den Personenverkehr diente ein Bahnsteig von 200 m Länge. In Verbindung mit dem Locomotivschuppen war ein einfaches Pumpwerk mit Handbetrieb zur Speisung der Maschinen eingerichtet. Der Bahnhof grenzte im Osten an den Volmeflufs, der mittels einer zweigleisig angelegten Brücke mit fünf überwölbten Oeffnungen von je 7,85 m Lichtweite von der Bahnlinie überschritten wurde. Aufser den schon in früherer Zeit angelegten Tenhäffschen Hammerwerken fanden sich damals in der Nähe des Bahnhofes gewerbliche Anlagen nicht vor.

Die Station Hagen hat vom 9. März 1849, dem Tage der Inbetriebnahme der Bahn für den Personenverkehr, bis zum Schlusse desselben Jahres 56972 Personen mit Fahrkarten versehen. Der Gesamtgüterverkehr vom 1. Januar bis 31. December 1849 bestand in 13044 t angekommener und in 4410 t abgefahrener Güter. Es verkehrten um diese Zeit auf Bahnhof Hagen täglich 5 Personenzüge, 4 Güterzüge und 4 Kohlenzüge.

Das Bergisch-Märkische Eisenbahn-Unternehmen zeigte, nachdem das Erstlingswerk, die Bahnlinie von Elberfeld über Hagen nach Dortmund, vollendet und im Betrieb gesetzt war, bald das Bestreben, sich weiter auszudehnen. Man erkannte, dafs die Verwaltungs- und Betriebskosten kurzer Eisenbahnstrecken im Verhältnifs zu ausgedehnteren sich ungünstiger gestalten, dafs bei langen Strecken die Betriebsmittel besser ausgenutzt, die Bediensteten vorteilhafter eingetheilt werden können und die Verkehrsleistungen lohnender werden. Diesen Gesichtspunkten folgend, hat die Bergisch-Märkische Eisenbahn sowohl durch Neubau als durch Erwerb vorhandener, benachbarter Strecken in der Folgezeit in den westlichen Provinzen sich bedeutend ausgedehnt.

Die erste Erweiterung erfuhr das Unternehmen durch den Bau einer Bahnlinie von Dortmund nach Soest. Der Bau wurde 1853 in Angriff genommen und so gefördert, dafs diese Strecke im Jahre 1855 dem Verkehr übergeben werden konnte.

Die Verkehrsleistungen stiegen weiter, als die Bergisch-Märkische Eisenbahn-Gesellschaft sich durch landesherrlich genehmigten Vertrag im Jahre 1857 in den Besitz der im Betriebe befindlichen Bahnlinie Düsseldorf-Elberfeld zu setzen wufste. Hiermit war ein wichtiger Abschnitt in der Geschichte der Gesellschaft erreicht; sie war nun im Besitze der 143 km langen Bahnlinie Düsseldorf-Soest und hatte dadurch den Anschluß an die westfälische Bahn und das mitteldeutsche Eisen-

bahnnetz vollendet. Auf der ganzen Strecke hob sich der Verkehr und die Bahnhofsanlagen mußten mit Rücksicht hierauf angemessen erweitert werden. Abb. 2 läßt die Erweiterung des Bahnhofes Hagen bis zum Jahre 1858 erkennen.

Der erhöhte Verkehr bedingte das häufigere Vorkommen von Zugkreuzungen. Die Güter- und Kohlenzüge wurden länger. Es stellte sich das Bedürfnis heraus, ein drittes Gleis auszubauen und die beiden Hauptgleise über die Volmebrücke hinaus auf 600 m zu verlängern. Außerdem war die Verlängerung des Güterschuppengleises sowie die Neuanlage eines Freiladegleises wegen der großen Zufuhr an Rohmaterialien, wie Kohlen, Erzen, Kalksteinen, nöthig geworden. Zur Aufstellung von Personenzugwagen wurden im Anschluß an die Drehscheibe zwei Wagenschuppengleise hergestellt. Die Zahl der Weichen wurde auf 22 erhöht. Auch die Hochbauten mußten zum Theil erweitert, zum Theil vermehrt werden.

Zunächst ging man mit der nothwendigen Vergrößerung des Güterschuppens vor, der zudem mit einer überdeckten Ladehalle versehen wurde. Der Flächeninhalt desselben betrug nunmehr 400 qm. Der Locomotivschuppen war bereits 1852 für 2 Stände massiv ausgebaut. Wegen des vermehrten Bedarfs an Wasser zur Speisung der Maschinen wurde eine Dampfmaschine in der Wasserstationsanlage hergerichtet. Dann wurde ein Wagenschuppen auf der westlichen Seite des Bahnhofes angelegt, ebenso eine Koks- und eine Materialschuppen. Das Empfangsgebäude konnte im Jahre 1858 bereits mit Gas erleuchtet werden.

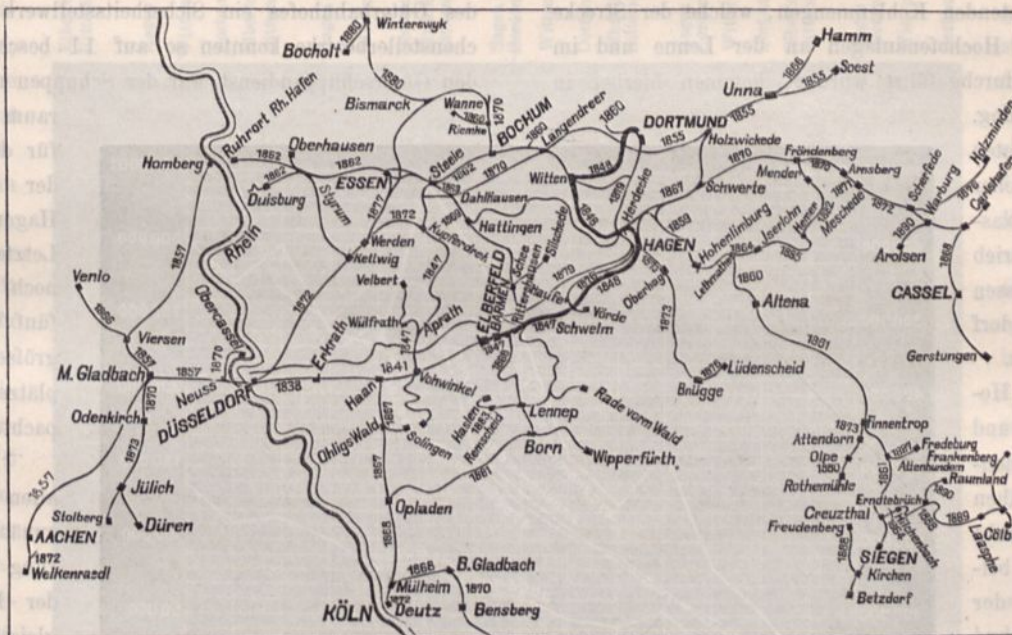
In welchem Maße die Gewerthätigkeit in der Umgegend mit den Erweiterungen der Bahnanlagen zunahm, geht aus dem Umstande hervor, daß bedeutende Werke dicht in der Umgebung des Bahnhofes Hagen entstanden, die mit Gleisanschlüssen versehen wurden; so das Walzwerk von Funke und Elbers, das Stahlwerk Osthaus, das Walzwerk Köppen. Die Einwohnerzahl der Stadt Hagen war seit dem Jahre 1850 von 5300 auf 7600 im Jahre 1858 gestiegen, was auch durch Errichtung von Wohn- und Geschäftshäusern in der Nähe des Bahnhofes sich bemerkbar machte.

Eine neue Erweiterung erfuhr das Bergisch-Märkische Eisenbahn-Unternehmen und mit ihm der Bahnhof Hagen, als seitens der Gewerbetreibenden der Ruhr und der Sieg die Eisenbahnverbindung zwischen den reichen Eisenerzlagern des Siegerlandes und den Steinkohlenlagern an der Ruhr in Anregung gebracht wurde, um eine billige Ueberführung der Erzeugnisse beider Bezirke zu ermöglichen. In der Generalver-

sammlung der Actionäre der Bergisch-Märkischen Eisenbahngesellschaft vom 5. Februar 1856 wurde der Bau der Ruhr-Siegbahn von Hagen nach Siegen beschlossen. Die Bauschwierigkeiten, welche sich der Ausführung dieser Linie entgegenstellten, gestatteten erst im Jahre 1859 die Eröffnung der Theilstrecke Hagen-Letmathe, welcher die Fertigstellung der Verbindungsstrecke Herdecke-Hengstei bei Hagen im Juli 1860 folgte. Die Resttheilstrecke bis Siegen-Betzdorf wurde am 6. August 1861 dem Betriebe übergeben. Hiermit war ein Anschluß an die Linie Deutz-Giefsen erreicht. In demselben Jahre wurde auch das zweite Gleis Elberfeld-Hagen-Dortmund vollendet und in Betrieb genommen.

Die weitere Ausbreitung des Bergisch-Märkischen Unternehmens, welche zum Theil durch Erwerb vorhandener Nachbarlinien, größtentheils jedoch durch den Neubau von Haupt- und Nebenbahnlinien erfolgte, ist aus der beistehenden Uebersichtskarte ersichtlich, in welcher für die einzelnen Strecken die Jahreszahlen der Betriebseröffnungen angegeben sind.

Infolge des erheblich gesteigerten Verkehrs mußten auf Bahnhof Hagen unausgesetzt die Gleisanlagen vermehrt, die Hochbauten erweitert und vielfach versetzt werden. Abb. 3 zeigt



Uebersichtskarte des Bahnnetzes der Bergisch-Märkischen Eisenbahn-Gesellschaft.

den Zustand dieses Bahnhofes im Jahre 1866. Die im Norden liegende Volmebrücke hat bei Einführung der Ruhr-Siegbahn und infolge des zunehmenden Güterverkehrs eine angemessene Verbreiterung erfahren. Personen- und Güterbahnhof sind örtlich noch nicht geschieden. Außer den beiden durchgehenden Hauptgleisen dienen noch zwei Gleise in größerer Ausdehnung theils zur Ueberholung von Zügen, theils zur Verbindung mit den auf der westlichen Seite gelegenen Güterschuppenanlagen, den Locomotiv- und Freiladegleisen. Der gesamte Güterverkehr ist von der östlichen auf die westliche Bahnhofseite verlegt, um die Personenzüge von Siegen in günstiger Weise einführen zu können. Demzufolge müssen aber die Güterzüge aus letztgenannter Richtung die Hauptgleise und die danebenliegenden Gleise kreuzen. Die Ruhr-Siegbahn endigt in einem Kopfgleise mit anschließender Schiebebühne, auf welche auch das Materialschuppengleis ausmündet.

Die Hochbauten des Bahnhofes Hagen waren bis zum Jahre 1866 zum Theil umgebaut und erweitert, zum Theil waren neue hinzugetreten. Ein massiver Güterschuppen von 600 qm Flächeninhalt war neu errichtet. Für die vermehrte Anzahl der Locomotiven war der vorhandene Schuppen für 2 Stände um weitere 4 Stände erweitert, und ein neuer Locomotivschuppen

für 6 Stände in der Nähe desselben hergestellt. Eine zwischen beiden Locomotivschuppen eingebaute Drehscheibe vermittelte den Verkehr der Maschinen. Auf der südlichen Seite war ein Wagenschuppen erbaut; der frühere hatte den Locomotivschuppen weichen müssen. Das Empfangsgebäude war durch zwei an die Nord- und Südseite desselben angebaute Flügel erweitert und der Mitteltheil im Innern umgebaut, da die Größe der bisherigen Warteräume für Hagen als einer nunmehrigen Durch- und Uebergangsstation nicht mehr genügte. Die Fahrkartenausgabe und Gepäckabfertigung, wie die Telegraphendiensträume waren vergrößert worden. Auch hatten in den oberen Stockwerken, der nothwendigen Vermehrung der Beamten entsprechend, neue Dienstwohnungen angelegt werden müssen.

Die günstigen Wirkungen, welche man von den neu eröffneten Bahnlinien mit ihren zahlreichen Gleisanschlüssen für die Hebung des Verkehrs der ältern Linien erwartete, blieben nicht aus. Die bedeutenden Kohlenmengen, welche der Strecke nach Siegen für die Hochofenanlagen an der Lenne und im Siegenschen Gebiete durchgeführt wurden, kommen hierbei in erster Linie zur Geltung.

Als Rückladung dienten die Erze aus dem Siegener Lande und aus dem Nassauischen für den Betrieb der an den Anschlüssen der Linie Soest-Düsseldorf entstandenen Hochofen.

Um ein Bild der Hebung des Verkehrs und dem damit eng zusammenhängenden Emporblühen von Handel und Gewerbe zu geben, ist in der beistehenden Abbildung der Gesamt-Personen- und Güterverkehr des Bahnhofes Hagen vom Jahre 1849 bis 1888 ziffermäßig zum Ausdruck gebracht. Auch die in der auf S. 45/46

folgenden Abbildung gegebenen Theildarstellungen der graphischen Fahrpläne aus dem Jahre 1851, 1865, 1871, 1876, 1890 lassen einen Schluss auf die Verkehrsbewegungen ziehen.

Abb. 4 giebt ein Bild der Bahnhofsanlagen des Jahres 1876, nachdem im Jahre 1873 die 24 km lange Bahnstrecke durch das Volmethal von Hagen nach Brügge, und 1876 die 9 km lange Strecke Hagen-Haufe ausgebaut und dem Verkehr übergeben worden war. Es wurden hierdurch dem Eisenbahnverkehr zwei Thäler erschlossen, in welchen sich eine Anzahl größerer und kleinerer gewerblicher Anlagen für Herstellung von Eisenwaren befanden. Andererseits wurde dadurch die Menge der auf dem Bahnhof Hagen ankommenden Güter, wie vorstehende Abb. zeigt, erheblich verringert, indem den Bahnhöfen der beiden Strecken nach Brügge und Haufe viele Güter auf der Eisenbahn zugeführt werden konnten, für welche früher der Bahnhof Hagen Ankunftsstation war. Die durch Inbetriebsetzung neuer Bahnlinien veränderten Verkehrsverhältnisse bedingten für den Bahnhof Hagen zunächst eine vollständige räumliche Trennung des Güterbahnhofes vom Personenbahnhof. Der vorhandene

Bahnhof wurde in den Jahren 1867 bis 1875 als Personenbahnhof weiter ausgebaut und ein neuer Güterbahnhof in größerem Umfange hergestellt, sodafs der Güterverkehr, ausschließlich des nicht unbedeutenden Eilgutverkehrs, bereits am Ende des Jahres 1869 vom Personenverkehr getrennt werden konnte.

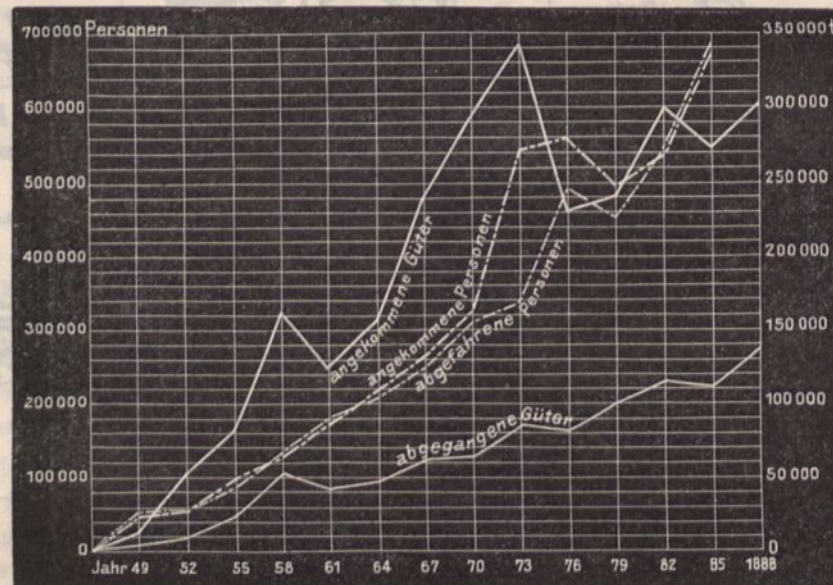
Der neu angelegte Güterbahnhof erhielt seine Lage nach Vollendung des Umbaues nordöstlich vom Personenbahnhof. Es war eine ausreichende Anzahl von Gleisen für Ein- und Ausfahrt, Aufstellung der Güterzüge, Stückgut- und Wagenladungsverkehr, so wie für den Verschubdienst vorgesehen. Eine breite, bei Dunkelheit gut erleuchtete und gepflasterte Zufuhrstraße, zugleich dem Ueberladeverkehr dienend, war dem Bedürfnis entsprechend angelegt. Die zahlreich vorhandenen Weichen wurden von einzelnen Punkten aus durch Gestängeleitungen bedient, die spitzbefahrenen Eingangswweichen mit den bezüglichen Einfahrtssignalen in Abhängigkeit gebracht, und im südlichen Theile des Güterbahnhofes ein Sicherheitsstellwerk erbaut. Die Weichenstellerbezirke konnten so auf 11 beschränkt werden. Für den Güterschuppendienst war der Schuppen mit 800 qm Flächenraum und einer Ladehalle

für das Rollfuhrwesen an der Hauptverkehrsstraße Hagen-Herdecke errichtet. Letztere Straße kreuzte noch in Schienenhöhe die fünf Verkehrsgleise. Eine größere Anzahl Lagerplätze konnte bereits verpachtet werden.

Die Umgestaltung des alten Bahnhofes bestand zunächst in der Vermehrung und Verlängerung der Haupt- und Nebengleise, in dem Neubau eines vergrößerten Empfangsgebäudes und der Anlage eines umfangreichen Bahnsteigs mit Schutzhallen für die umsteigenden Reisenden. Es erwiesen sich ferner für den vermehrten Betriebsdienst als nothwendig ein ringförmiger Locomotivschuppen mit Drehscheibe für weitere 11 Stände, eine Wasserstation mit Nebenwerkstätte, eine Kohlenladebühne, sowie zwei Locomotivdrehscheiben für die zu beiden Seiten des Empfangsgebäudes in Kopfgleisen an besonderen Zungenbahnsteigen auslaufenden Linien von Siegen, Cassel und Brügge. Hierzu kam die Anlage von 2 Weichen- und Signal-Sicherungsstellwerken in thurmartigen Gebäuden.

Für den Personen- und durchgehenden Güterverkehr wurden 3 Hauptgleise angelegt, von welchen das erste, zwischen Bahnsteig und Empfangsgebäude liegend, den Verkehr in der Richtung von Elberfeld und Haufe nach Dortmund und Soest, das 2. und 3. Gleis, jenseit des Bahnsteigs gelegen, den Verkehr von Dortmund, von Hamm, Soest nach Elberfeld aufnahm. Der Zwischenbahnsteig wurde durch einen Tunnel unter dem ersten Hauptgleise zugänglich gemacht. In der Nähe des Empfangsgebäudes wurde für den selbständigen Eilgutverkehr ein massiver Schuppen mit Verladerampe hergestellt.

Für den Personen- und durchgehenden Güterverkehr wurden 3 Hauptgleise angelegt, von welchen das erste, zwischen Bahnsteig und Empfangsgebäude liegend, den Verkehr in der Richtung von Elberfeld und Haufe nach Dortmund und Soest, das 2. und 3. Gleis, jenseit des Bahnsteigs gelegen, den Verkehr von Dortmund, von Hamm, Soest nach Elberfeld aufnahm. Der Zwischenbahnsteig wurde durch einen Tunnel unter dem ersten Hauptgleise zugänglich gemacht. In der Nähe des Empfangsgebäudes wurde für den selbständigen Eilgutverkehr ein massiver Schuppen mit Verladerampe hergestellt.



Darstellung des Gesamt-Personen- u. Güter-Verkehrs auf Bahnhof Hagen von 1849—1888 (nach den Jahresberichten).

Die gewerblichen Anlagen hatten sich inzwischen auf der nordwestlichen Seite des Bahnhofes vermehrt und ebenso die Gleisanschlüsse. Es seien hier nur erwähnt die Eisenbahnwagenfabrik Westfalia, die Actiengesellschaften für Eisenbahnmaterial, die Fabrikanlagen von Erkenzweig u. Schwemann, Funke u. Elbers. Auf der südöstlichen Bahnhofseite dagegen hatten die Einwohner Hagens, deren Zahl 1876 bereits 20 000 betrug, sich dicht herangebaut und dem Fremdenverkehr durch Anlage von Gasthäusern reichlich Rechnung getragen.

Ungeachtet die Bergisch-Märkische Eisenbahn im Bahnhof Hagen nunmehr den Verkehr aus 8 Richtungen aufnahm, war

von der früheren rheinischen Eisenbahngesellschaft, die sich im Ruhrkohlengebiete bereits erheblich ausbreitet hatte, der Entschluss gefasst worden, Dortmund durch eine

zweite Bahnlinie mit Elberfeld-Düsseldorf und darüber hinaus in Verbindung zu bringen, wobei die Berührung der gewerblichen Stadt Hagen nicht aus dem Auge gelassen wurde. Die Strecke Dortmund-Hörde rh. wurde bereits am 12. September 1875 dem Verkehr übergeben, und der Bau der Strecke von hier aus über Hagen-Elberfeld bis Düsseldorf so gefördert, dass der Betrieb auf der ganzen Strecke am 15. September 1879 eröffnet werden konnte. Für die Stadt Hagen wurde ein besonderer Bahnhof in der Nähe des Bergisch-Märki-

schen angelegt. Auch dieser Bahnhof wurde mit den neu errichteten gewerblichen Anlagen in den Nachbarorten Hagens, Eckesey und Altenhagen, durch besondere Gleisanschlüsse verbunden.

Im Jahre 1880 erfolgte die Verstaatlichung der rheinischen, im Jahre 1882 die der Bergisch-Märkischen Eisenbahn; 1883 ging die Verwaltung der rheinischen Bahn auf die Königliche Eisenbahn-Direction in Elberfeld über.

Die anhaltende Steigerung des Verkehrs bedingte, dass auch auf dem Bahnhof Hagen rh. eine besondere Stations- und Güterverwaltung verblieb, und zwischen beiden Bahnhöfen eine Gleisverbindung für die Ueberführung sowohl des Personen- als auch des Güterverkehrs hergestellt werden musste. Abb. 5 gibt ein Bild von den Gesamtbahnhofsanlagen bei Hagen zu Anfang des Jahres 1890. Die in der Zwischenzeit vorgenommenen Umgestaltungen bestanden für den Güterbahnhof Hagen

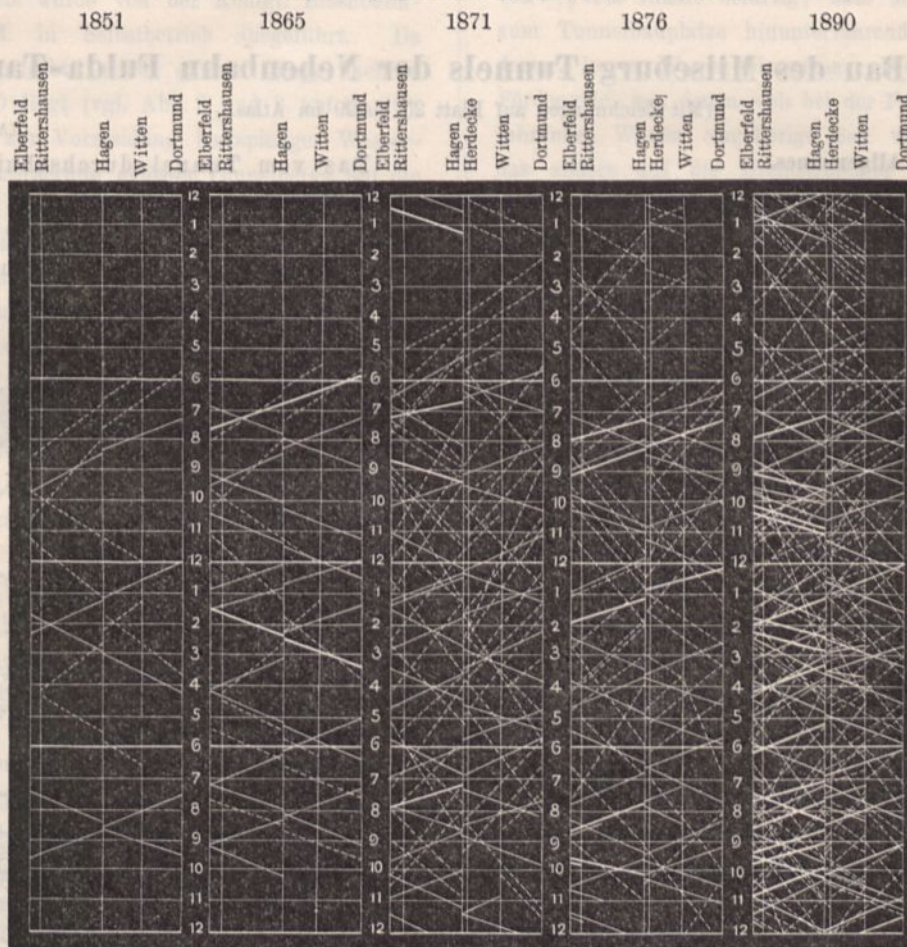
in der theilweisen Verlegung und Vermehrung der Gleise für die Ein- und Ausfahrt und die Aufstellung der Güterzüge, sowie für den Verschubdienst; ferner in dem Ausbau eines längeren Ueberführungsgleises im nördlichen Bahnhofstheile für die Vermittlung des Güterverkehrs zwischen den früher rheinischen Strecken und der Bergisch-Märkischen Bahn. Auch die Einrichtungen für den Güterschuppenverkehr mit den dazu gehörigen Gleisen erfuhren eine bedeutende Erweiterung; ebenso wurden die zu verpachtenden Lagerplätze und Schuppen beträchtlich vergrößert. Endlich stellte sich der Bau einer fünften Drehscheibe und die Ausführung eines neuen Sicherungsstellwerks als nothwendig heraus.

Die Hebung des Verkehrs gestattete auch nicht länger den Uebergang der Provincialstraßen Hagen-Herdecke in Schienenhöhe. Dieselbe wurde mittels einer 30 m weiten Ueberführung mit eisernem Ueberbau über die sechs durchlaufenden Gleise hinweg geleitet.

Der Personenbahnhof Hagen erfuhr seit 1876 seine Umgestaltungen ohne wesentliche Aenderung des Umfanges hauptsächlich durch Vermehrung der Gleise. Ermöglicht wurde dies zum Theil durch die Beseitigung oder Verlegung vorhandener Bauwerke. So verschwanden die beiden symmetrisch gelegenen Locomotivschuppen mit zwischenliegender Drehscheibe. Ersatz wurde durch den

Neubau eines Schuppens auf dem rheinischen Bahnhofe Hagen geschaffen. Die durchgehenden Hauptgleise wurden auf vier vermehrt und deren Zugänglichkeit für die Reisenden durch Anlage eines neuen Bahnsteigs zwischen dem 3. und 4. Gleise und durch Anlage eines zweiten Personentunnels, sowie durch Verlängerung des bereits bestehenden ermöglicht. Jenseit der vier Hauptgleise war die Anzahl der Gleise für den Rangierdienst, für die Aufstellung von Reserve-Personenwagen sowie für die Bedienung der verschiedenen Anschlüsse angemessen erweitert. Zur Sicherung der Ein- und Ausfahrten von Elberfeld, Brügge und Haufe-Voerde wurde ein drittes Sicherungsstellwerk errichtet. Es wurde ferner zur Beseitigung der Verkehrsstörungen die Provincialstrasse Hagen-Haspe, welche bis dahin im südlichen Bahnhofstheile in Schienenhöhe lag, mittels einer Unterführung unter den Gleisen hindurchgeführt und der zu den Tenhäffschen Hämmern führende

Theildarstellung der graphischen Fahrpläne aus den Jahren:



Es bedeuten: die starken Linien: Schnellzug, die dünnen, ausgezogenen Linien: Personenzug, die punktirten Linien: Güterzug.

Fußweg durch eine eiserne Fußgängerüberführung über den Bahnhof hinweg geleitet.

Die Stadt Hagen hielt mit dem Wachsen des Eisenbahnverkehrs durch Vermehrung der gewerblichen Anlagen gleichen Schritt; sie zählte 1889 schon 34000 Einwohner. Zu den vorhandenen Gleisanschlüssen kamen mit dem Anwachsen der Fabriken in der Nähe der Bahnhofsanlagen neue hinzu und die vorhandenen wurden zweckmäßig erweitert. Zu den neueren Gleisanschlüssen gehört auch ein solcher an die seitens der Stadt neuerbaute, musterhafte Vieh- und Schlachthausanlage im Süden des Bahnhofes.

Ein Vergleich der Darstellungen der Bahnhofsanlagen Hagens und der erzielten Verkehrsleistungen in den angeführten Entwicklungsjahren erscheint geeignet, die bedeutenden Erfolge, die das aus kleinen Anfängen hervorgegangene Bergisch-Märkische Eisenbahn-Unternehmen auf einem großen, reichen Gebiete vaterländischer Gewerthätigkeit errungen hat, in klares Licht zu stellen und zugleich zu zeigen, welche schwierigen, aber auch fruchtbringenden Aufgaben mit der Uebernahme des Unternehmens durch den Staat der Staatseisenbahnverwaltung zugefallen sind.

Hagen, im Mai 1890.

Berthold.

Der Bau des Milseburg-Tunnels der Nebenbahn Fulda-Tann.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 25 bis 29 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

I. Allgemeines.

Den Namen Milseburg-Tunnel erhielt der im Zuge der Nebenbahn Fulda-Hilders-Tann in den Jahren 1887 bis 89 gebaute Tunnel von dem in unmittelbarer Nähe befindlichen schönsten und eigenartigsten Berge des Röhngebirges, dem 850 m hohen Milseburg-Berge.

Die Nebenbahn Fulda-Tann zweigt 5 km nördlich von Fulda von der Hauptbahn Fulda-Bebra ab (Abb. 1 Bl. 25), senkt sich mit einem Gefälle von 1 : 50 in das Thal der Haune und verfolgt dieses und von der Haltestelle Wiesen ab das Bieberthal mit starken Steigungen (meistens 1 : 50) bis zum Dorfe Schackau. Von hier aus war eine Fortsetzung der Bahn nach dem Ulsterthale nur unter Einlegung eines längeren Tunnels in die Wasserscheide zwischen Fulda und Ulster bzw. Werra möglich; es konnte sich daher nur darum handeln, durch eine geeignete Linienführung den Tunnel möglichst abzukürzen. Zu diesem Zwecke wurde zunächst eine 5 km lange Schleife mit Steigung 1 : 50 eingelegt und diese Steigung durch den ganzen Tunnel bis zum Ostportal beibehalten. Es gelang hierdurch, die Länge des Tunnels auf 1150 m einzuschränken. Eine gerade Weiterführung der Bahnlinie am Dorfe Schackau rechts vorbei würde einen Tunnel von mindestens 3 km Länge erforderlich gemacht haben. Der geringen Bedeutung der ganzen Bahnlinie entsprechend, ist der Tunnel nur eingleisig angelegt. Der gewählte Querschnitt ist nebenstehend dargestellt.

Bei dem erheblichen Höhenunterschiede der beiden Tunnelingänge (23 m) und der hohen Lage des Tunnels (533 m über N. N. am Osteingange) war vorauszusehen, daß ein ganz bedeutender Luftzug entstehen und dadurch die Gefahr des Aufrierens des Mauerwerks in bedenklichem Maße eintreten würde. Es wurden deshalb die ersten 250 m (vom Westeingange aus gerechnet) in eine Krümmung von 450 m Halbmesser gelegt, indem man meinte, daß sich die Stärke des Luftzuges durch den fortwährenden Anprall an das Mauerwerk wesentlich vermindern würde. Dem entgegen ist aber doch bei ungünstiger Windrichtung ein sehr starker Zug im Tunnel vorhanden. Während des Baues nach erfolgtem Durchschlag wurde der Tunnel am West- und später am Osteingange zur Abhaltung des Luftzuges durch eine Bretterwand verschlossen, sowohl zum Schutze des Mauerwerks, als auch besonders zum Schutze der Arbeiter, die ohne diese Maßregel beständig Erkältungen ausgesetzt gewesen wären.

Das vom Tunnel durchschnittenen Gebirge gehört der Triasformation an. Es entfallen, von West nach Ost gerechnet, 179 m auf Wellenkalk, 700 m auf Röhth und 279 m auf Buntsandstein. Einzelne durchschnittene Basaltgänge sind

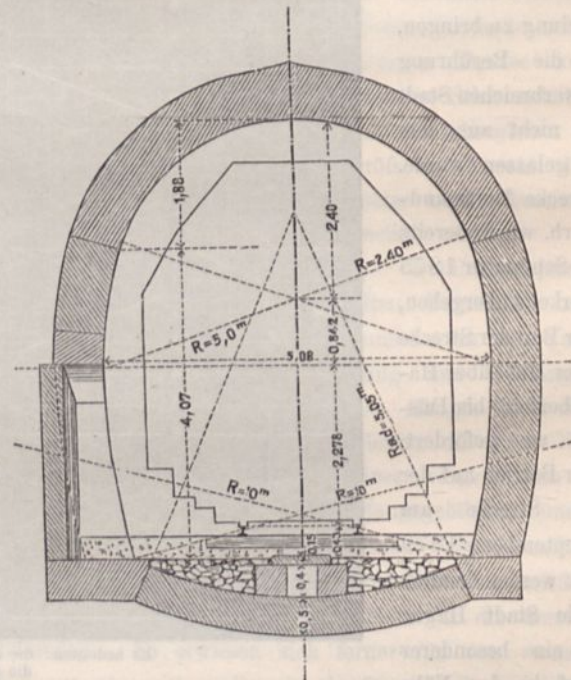


Abb. 1. Querschnitt des Milseburg-Tunnels.

nicht von Bedeutung; der stärkste Gang war 6 m, der schwächste 0,12 m dick. Das durchfahrene Gebirge kann im allgemeinen als für den Tunnelbau günstig bezeichnet werden, obwohl namentlich im Röhth an manchen Stellen mit recht starkem Drucke gekämpft werden mußte. Das vorliegende Röhth hatte die unangenehme und besonders beim Tunnelbau gefährliche Eigenschaft, bei Zutritt von Wasser und Luft in kurzer Zeit zu verwittern und sich vollständig aufzulösen, wodurch infolge der eintretenden Ausdehnung ein unwiderstehlicher Druck entstand. So ist es während des Baues vorgekommen, daß der voreilende Sohlenstollen in der Röhthstrecke zunächst kaum ausgebaut zu werden brauchte, dann aber nach einiger Zeit derartig starken Druck bekam, daß die kräftigsten Holzbaue brachen und mehrfaches Auffirsten des Stollens erforderlich wurde. Dieser mißlichen Eigenschaft des Röhth ist durch Einziehen von Sohlengewölben in der ganzen Länge der Röhthstrecke Rechnung ge-

tragen, ein zwar theures, aber gründliches Mittel, um Luft und Wasser abzuhalten und dadurch einer Auflösung des Röth vorzubeugen.

Auch in dem theilweise recht weichen Buntsandstein wurde mehr oder weniger starker Druck verspürt, jedoch unterschied sich diese Gebirgsart dadurch günstig vom Röth, dafs sie von vorn herein ihr wahres Gesicht zeigte und nicht nachträglich starken Druck ausübte an Stellen, die anfänglich für vollkommen sicher gehalten wurden.

II. Ausführung des Tunnels.

a) Einrichtung der Betriebsanlagen.

Der Bau des Tunnels wurde von der Königl. Eisenbahn-Direction Frankfurt a/M. in Selbstbetrieb ausgeführt. Da der Tunnel, wie oben bemerkt, seiner ganzen Länge nach in einer Neigung von 1 : 50 liegt (vgl. Abb. 2 und 3 auf Bl. 25), so wurde der Baubetrieb zur Vermeidung kostspieliger Wasserhaltung und erschwerter Förderung gelöster Tunnelberge auf die unten liegende Westseite des Tunnels beschränkt, und da der zum Tunnelbauplatze führende Wald- bzw. Wiesenweg zur Beförderung von Tunnelbaumaterialien völlig unbrauchbar war, so handelte es sich beim Beginne des Baues zunächst darum, eine brauchbare Zufuhrstrafse zu gewinnen. Dies wurde recht zweckmässig durch Herstellung einer schmalspurigen Materialbahn von 90 cm Spurweite erreicht. Dieselbe war 2,5 km lang, folgte auf 2,3 km der eigentlichen Bahn und zweigte dann ab, um mit einem Gefälle von 1 : 30 den Anschluss an die Chaussee von Elters nach Fulda zu gewinnen. Im Endpunkte war ein geräumiger Lagerplatz, zum bequemeren Laden über die Gleise rampenartig erhöht, mit zwei genügend langen Ladegleisen eingerichtet. Die Herstellung der Materialbahn wurde nach Möglichkeit beschleunigt; die in der Hauptbahnstrecke liegenden Dämme wurden zwar in richtiger Höhe, jedoch nur 2,5 m breit ausgeschüttet. So gelang es, die Bahn gleichzeitig mit dem zur Aufstellung des Maschinengebäudes, des Bureaus usw. erforderlichen Platze, dem eigentlichen Tunnelbauplatze, der wagrecht angelegt war (Abb. 4 auf Bl. 25), fertigzustellen. Von den auf diesem vorhandenen Gleisen dienten die Gleise I zur Aufstellung der aus dem Tunnel kommenden Schuttwagen, II zur Aufstellung der von der Kippe geholten leeren Schuttwagen, III bis VI zu den Verschiebewegungen; der Zweck der übrigen Gleise ist aus Abb. 4 ohne weiteres ersichtlich. Als sehr günstig erwies sich, dafs das Planum des Tunnelbauplatzes 2 m tiefer lag, als dasjenige der Bahn am Tunneleingang; dadurch war ermöglicht, das 100 m lange Gleis vom Portal bis zur Abzweigung zum Tunnelbauplatz als Ablaufgleis zu benutzen und die aus dem Tunnel kommenden Schutt-, Stein- und Mörtelwagen ohne weitere Hülfe an ihre Aufstellungsorte laufen zu lassen. In Gleis VII war eine Centesimalwaage zum Wiegen der vom Lagerplatz heraufgeholt Bau- und Betriebsstoffe eingelegt. Dieses Gleis hatte aufserdem die schätzenswerthe Eigenschaft, eine Drehscheibe zu ersetzen, da durch dasselbe ein Gleisdreieck geschaffen war, welches das Drehen einzelner Wagen und ganzer Züge gestattete. Nach dem Wiegen wurden die Förderwagen in das 2,5 m erhöht liegende Gleis VIII gedrückt und dort in die bezüglichen Räume entladen.

Gleis IX führt unter das Sturzgerüst der Bremsberg-Anlage. Wegen des in der Gegend herrschenden Mangels an guten Bausteinen war die Bauverwaltung lange Zeit in Ver-

legenheit, woher die zur Tunnelmauerung erforderlichen Steine (rund 20 000 cbm) zu nehmen seien, bis der Landesgeologe, Hr. Berg-Ingenieur Frantzen aus Meiningen, einer der genauesten Kenner der geologischen Verhältnisse der Rhön, der Verwaltung das Vorkommen einer abbauwürdigen, mehrere Meter starken Muschelkalkschicht auf dem südlich am Tunnelbauplatz, etwa 70 m höher gelegenen Berge nachwies. Da die Abfuhr der Steine mittels Landfuhrwerks grofse Schwierigkeiten bereitete, so entschlofs sich die Verwaltung zur Ausführung einer Bremsberg-Anlage, wie sie in Abb. 1 bis 8 auf Bl. 26 dargestellt ist. Dieselbe hat sich sehr gut bewährt und allen Anforderungen vollauf genügt. Die Förderung geschah mit Stahlmuldenkippern von $\frac{1}{2}$ cbm Inhalt derartig, dafs der im Steinbruch beladene, zum Tunnelbauplatze hinunterfahrende Wagen den hier entladenen, leeren Wagen hinaufzog. Die Wagen hatten getrennte Förderseile, von denen sich bei der Förderung das dem hinunterfahrenden Wagen angehörige Seil von der Bremsstrommel ab-, das andere auf die Bremsstrommel aufwickelte. Um in der starken Steigung des Bremsberges (1 : 2,9) beim Hinunterfahren ein Ueberkippen der Förderwagen zu vermeiden, war der Kasten mittels untergesteckter Holzkeile schief auf das Gestell gesetzt. Die Förderseile waren 13 mm stark und bestanden aus Stahldrähten (7 Litzen von je 7 Drähten). Die Seile liefen auf Führungsrollen von weichem Eisen, um die Abnutzung thunlichst einzuschränken. Zum Drehen der Muldenkipper waren sowohl im Steinbruch, als auch auf dem Fördergerüst je zwei Drehscheiben aus Gufsstahl angelegt. Alles übrige ergibt sich aus den Abbildungen.

Zur Reinigung des in der Nähe des Tunnels gewonnenen feinen und sehr unreinen Sandes wurde die umstehend dargestellte Sandwäsche eingerichtet. Der obere Boden des inneren Kastens bestand aus einem Sieb mit 1 mm grofsen und 5 mm von einander entfernten Oeffnungen und war 10 cm über dem unteren Boden angebracht. Das aus dem letzteren mit ungefähr 4 m Druckhöhe ausströmende Wasser trat gleichmässig durch das Sieb in den mit dem unreinen Sand gefüllten Kasten und flofs mit den von den Sandkörnchen abgspülten leichten Schmutztheilen über den Rand des Kastens ab, während die schweren Sandkörnchen im letzteren zurückblieben. War das überfliefsende Wasser genügend klar geworden, so wurde die Wasserzuflufsleitung geschlossen, die Abflufsleitung geöffnet. Der im Kasten zurückbleibende gereinigte Sand wurde alsdann mittels Schaufeln aus ihm entfernt. Die Einrichtung hat sich gut bewährt, die Gröfse des angewendeten Reinigungskastens genügte, um den für die Tunnelmauerung erforderlichen Sand (höchstens 20 cbm täglich) zu reinigen. Um die Reinigung auch im Winter vornehmen zu können, ist es nöthig, den Sandlagerplatz und die Sandwäsche unter Dach zu bringen, um ein Gefrieren des Sandes zu verhindern.

Die Mörtelbereitung wurde in dem auf Bl. 26 in Abb. 9 als Mörtelbereitungsboden bezeichneten Raum vorgenommen. Nachdem der Kalk durch die Klappe in den Raum *a* gekippt war, wurde er auf der 60 cm höher liegenden Fläche *b* gedämpft. Die vorschriftsmässige Zusammensetzung des Mörtels erreichte man durch Anwendung von kleinen, auf Gleisen von 40 cm Spur laufenden Mörtelwagen, deren Kasten im Verhältnifs von 1 : 2 (Kalk : Sand) getheilt war (Abb. 10—12 auf Bl. 26). In die Abtheilung für Kalk schüttete man noch eine bestimmte Menge Cement, sodafs die Wagen die Stoffe in vorschriftsmässigem

Verhältnifs (1 Cement, 4 Kalk und 10 Sand) enthielten. Ihre Vermischung auf nassem Wege erfolgte in einer Mörtelmaschine, die aus einer wagerecht liegenden Eisenschale mit Rührwerk bestand. Der fertige Mörtel lief in die vor dem Auslauf aufgestellten Mörtelwagen, welche mit der Tunnellocomotive an die einzelnen Arbeitsstellen im Tunnel gedrückt wurden. Da die Erfahrung zeigte, dafs der bei Beendigung der Schicht um 6 Uhr abends übrig bleibende Mörtel bei der nach 12 Stunden beginnenden neuen Schicht bereits wesentlich abgebunden hatte, also zur Mauerung kaum noch zu verwenden war, so wurde bald von der nassen Mischung Abstand genommen und nur eine

trockene Mischung an die Arbeitsstelle gebracht, woselbst alsdann die eigentliche Mörtelbereitung erfolgte. Ein Restbestand an Mörtel mußte bei Beendigung der Schicht in den einzelnen Arbeitsstellen vorhanden sein, weil sonst die neu anführende Schicht vor Ankunft von neuem Mörtelmaterial, also immerhin 1½ bis 2 Stunden nicht hätte arbeiten können.

Die Maschinenanlage bestand aus zwei alten Locomotiv-Dampfkesseln mit 7 Atm. Dampfdruck, zwei alten Surgeon-Trocken-Luftpressen (Compressoren) mit Verbund-Dampfmaschinen und einer Schieber-Luftpresse, Patent Burckhard u. Weifs (vgl. Abb. 13 u. 14 Bl. 26). Zur Erzeugung der Pressluft für die

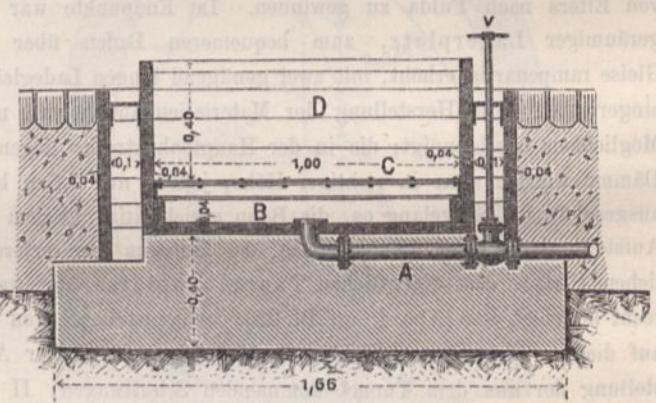
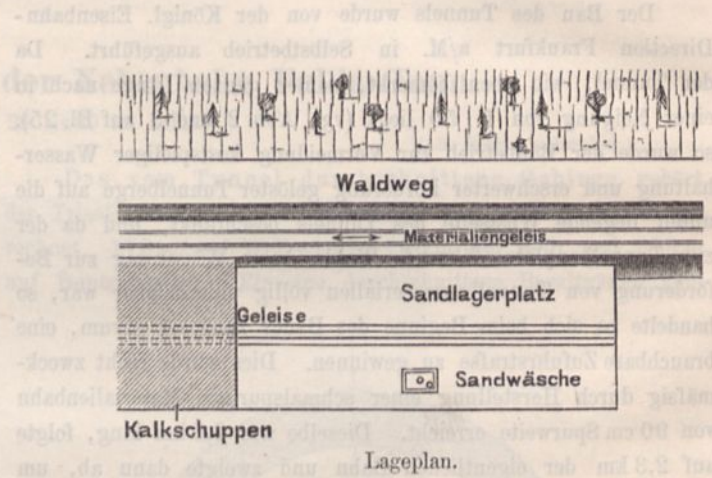
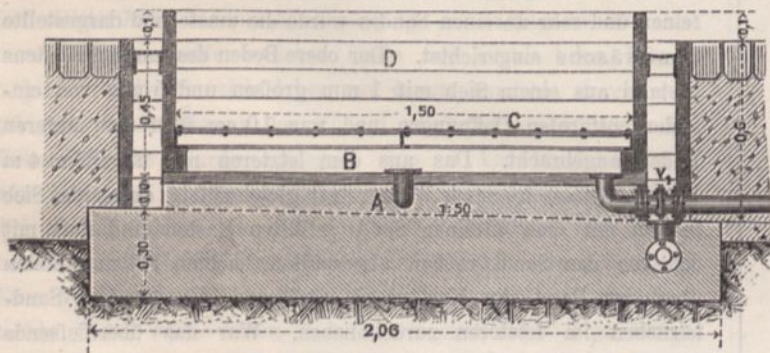
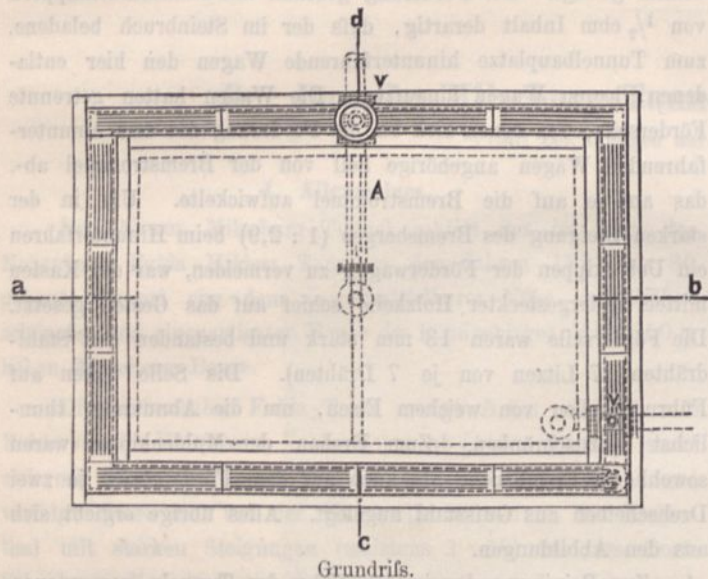


Abb. 2. Sandwäsche am Milseburg-Tunnel.*)

Bohrmaschinen im Sohlenstollen und für die Schmiedefener wurde ausschließlich die Schieber-Luftpresse benutzt. Die gepresste Luft wurde zunächst in einen Sammelbehälter und von dort mittels einer 80 mm weiten Leitung aus gezogenen Röhren zu den Bohrmaschinen vor den Ort des Sohlenstollens geführt. Der Behälter hatte ein Ventil, welches bei einem Luftdruck von mehr als 6 Atm. ablies, wodurch ein übermäßiger Druck in der Leitung verhindert wurde. Es war jedoch später außerdem noch ein Druckmesser (Manometer) angebracht worden, um zu jeder Zeit die Stärke des Luftdruckes genau sehen zu können. Dies war insofern von großer Wichtigkeit, als zum Betrieb der Bohrmaschinen ein Druck von 4 Atm. genügte und daher natürlich der Druck auch nur auf 4 Atm. gehalten wurde, was ohne Druckmesser nicht möglich war. Die Schieber-Luftpresse hat sich recht gut bewährt, nur muß zum Schmieren kein gewöhnliches, sondern gutes Mineral-Oel mit hohem Entflammungspunkte

(etwa 300°) genommen werden, da sich sonst, sobald der Luftdruck über 4 Atm. steigt, das Oel entzündet, wodurch arge Mifsstände eintreten. Bei einer Entzündung des Oeles während einer Bohrschicht wurde nicht allein durch die entsetzlich riechende Luft die Arbeit im ganzen Tunnel unmöglich gemacht, sondern das verbrannte Oel hatte sich auch im Schieberkasten am Luftcylinder der Luftpresse derartig in Krusten festgesetzt, dafs es nur schwer wieder entfernt werden konnte; die kleineren Theile im Schieberkasten, namentlich die Spiralfedern über dem Schieberdeckel, waren unbrauchbar geworden. Bei der patentirten Trocken-Luftpresse von Burckhard u. Weifs wird der schädliche Raum hinter dem Kolben im Luftcylinder vermieden. Sobald der Kolben am Ende des Cylinders angekommen ist, entweicht die noch dahinter befindliche gepresste Luft durch die kleine Oeffnung a im Schieber auf die andere Seite des Kolbens. Es ist dadurch ein sofortiges Ansaugen von Luft beim Zurückgehen des Kolbens erreicht. Bei den Luftpressen alter Bauart muß sich erst die gepresste Luft hinter dem Kolben ausgedehnt

*) Vgl. Centralblatt der Bauverwaltung. Jahrg. 1888 S. 429.

haben, ehe ein Ansaugen neuer Luft stattfindet. Von den beiden übrigen Luftpressen wurden nur die Dampfmaschinen benutzt, und zwar trieb die Dampfmaschine der Luftpresse II mittels Uebertragung die zwei für die elektrische Beleuchtung des Platzes und des Tunnels dienenden Dynamomaschinen, die der Luftpresse III, ebenfalls mittels einer Uebertragung, die Arbeitsmaschinen: eine Wandbohrmaschine, eine Drehbank, eine Kreissäge, einen Schleifstein und die Mörtelmaschine. Die beiden Triebwellen waren so eingerichtet, daß sie gekuppelt werden konnten, sodafs auch eine Luftpresse die sämtlichen Arbeiten verrichten konnte, was bei einem Schadhafwerden einer der beiden Dampfmaschinen von großer Wichtigkeit war. Es sei hier bereits bemerkt, daß sich die Verwendung der Dampfmaschine an den alten Luftpressen als Triebkraft für die Dynamomaschinen wegen des unregelmäßigen Ganges schlecht eignete. Die Voltmeter zeigten stets derartige Schwankungen der Stärke des elektrischen Stromes, daß ein Arbeiten bei Glühlampenlicht im Bureau wegen des fortwährenden Schwankens der Lichtstärke sehr anstrengend war. Die Versuche, einen regelmäßigeren Gang der Maschinen zu erzielen durch Einschaltung eines Büfsschen Reglers, der mit einer Drosselklappe im Dampfzuleitungsrohr in Verbindung stand, schlugen fehl.

Von den beiden Dampfkesseln war immer nur einer im Betrieb und zwar jedesmal acht Wochen ununterbrochen. Durch das demnächstige Wechseln wurde eine Ueberanstrengung des Kessels vermieden und eine gründliche innere und äußere Reinigung und Prüfung ermöglicht. Zur Speisung der Kessel mit Wasser konnten günstigerweise zwei Quellen benutzt werden, die durch allerdings ziemlich lange Leitungen in den hinter dem Maschinenhause stehenden Wasserbehälter geleitet wurden (vgl. Bl. 25, Abb. 4).

Mit den Kesseln stand auch durch eine Leitung die Vorrichtung zum Aufthauen des Dynamits in Verbindung. Die Dynamitpatronen befanden sich in einem doppelwandigen Blechkasten und wurden durch das zwischen den Wandungen befindliche, durch Dämpfe aus den Kesseln erwärmte Wasser aufgethaut. Da es unter Umständen, beispielsweise beim Leckwerden der Wandungen des Blechkastens und bei Unachtsamkeit der bedienenden Person, sehr gefährlich werden kann, wenn die Erwärmung des Wassers durch den Dampfstrahl im Blechkasten selbst erfolgt, so wurde sie zur größeren Sicherheit in einem Fasse vorgenommen, das hier auf 40° R. erwärmte Wasser in den Blechkasten geleitet und auf diese Weise jeder Gefahr vorgebeugt.

Sämtliche Förderungen innerhalb und außerhalb des Tunnels wurden zunächst durch eine, später durch zwei von der Maschinenfabrik Jung u. Staimer in Jungenthal bei Kirchen a. d. Sieg für den Tunnel besonders gebaute Locomotiven von 90 cm Spurweite geleistet. Die Locomotiven wogen leer 6800 kg und entwickelten bei einem Normal-Dampfdruck von 15 Atm. eine nutzbare Zugkraft von 1026 kg. Zur Ermöglichung der Einfahrt in den nur 2,20 m hohen Stollen waren sie sehr niedrig gebaut und mit umklappbarem Schornstein versehen. Bei umgeklapptem Schornstein betrug die Höhe 1,95 m. Dem großen Uebelstande der Trübung und Verpestung der gesamten Luft im Tunnel durch die ausgestoßenen Wasserdämpfe und die Rauchgase war bei den Locomotiven durch eine höchst einfache, von Hrn. Eisenbahn-Director Oestreich in Frankfurt a/M. erdachte Vorrichtung wirksam begegnet. Wie in Abb. 15 u. 16 Bl. 26

dargestellt, befand sich im Schornstein eine Klappe A und am Vereinigungspunkte der beiden Auspuffrohre ein Ventil B. Beide Theile standen mit einander durch Hebel und mit dem umlegbaren Schornstein durch ein Zahnrad in Verbindung. Sobald der Schornstein umgelegt wurde, schlossen sich Schornstein und Auspuffrohr, und Rauchgase sowohl wie der verbrauchte Dampf wurden am Ausströmen verhindert. Der Wasserdampf strömte in einen Wasserbehälter unter der Locomotive, in dem er niedergeschlagen wurde. Die Rauchgase gingen in einen an dem Kopf der Locomotive befindlichen, mit Kalkmilch gefüllten Behälter und wurden nach der Reinigung von schädlichen (Kohlenoxyd-) Gasen aus diesem mit Hilfe einer Luftpumpe einer alten Westthinghouse-Bremse, nachdem sie erst noch durch ein Filter gegangen waren, abgesaugt und unter der Locomotive, als nunmehr unschädlich, wieder ausgeblasen. Es ist natürlich, daß durch das Nichtbeschicken der Feuerung während der Fahrt im Tunnel sowie durch den Abschluß der Luft die Dampfspannung und damit die Leistungsfähigkeit der Locomotiven ziemlich schnell abnahm; dennoch war es möglich, mit der auf 15 Atm. Dampfdruck geprüften Locomotive 4 mit Steinen beladene Bauwagen (etwa 10 cbm Steine) 1 km weit in den Tunnel hineinzudrücken. Hierbei ging die Dampfspannung von 15 Atm. auf etwa 5 bis 6 Atm. herunter; das Feuer war schwach, jedoch niemals vollständig erloschen. Das Wasser in dem Behälter wurde durch die eingeströmten Wasserdämpfe allerdings bis zum Sieden erhitzt und mußte allemal ersetzt werden. Da die Wiederherstellung normaler Dampfspannung jedoch geraume Zeit beanspruchte und Wasser genügend vorhanden war, so fiel dies nicht ins Gewicht. Während die Tunnellocomotive sich zur neuen Fahrt vorbereitete, was etwa 20 Minuten beanspruchte, wurde durch die zweite Locomotive der neue Tunnelzug geordnet und fertiggestellt.

Das Ansaugen der Rauchgase durch die Luftpumpe stellte man sehr bald ganz ein, da zu viel Dampf verbraucht und dadurch die Leistungsfähigkeit der Locomotive zu sehr verringert wurde. Man begnügte sich damit, die Klappe im Schornstein zu schliessen und die Rauchgase in der Rauchkammer zu sammeln; da während der Tunnelfahrt nicht gefeuert und die Fahrt stets mit hellem Feuer angetreten wurde, so entwickelten sich nur wenig Rauchgase. Es konnte dabei zwar nicht verhindert werden, daß ein Theil der Gase am Führerstand ausströmte, doch geschah dies in einem so geringen Mafse, daß es im Tunnel nicht als eine Belästigung empfunden wurde.

Für die Unterkunft der Arbeiter während der Mittagspausen und vor dem Einfahren war (für Bergleute und Maurer getrennt) hinreichend durch Arbeiterbuden aus Fachwerk gesorgt.

b) Der Bau selbst.

Beim Bau des Tunnels ist ohne Unterbrechung die belgische Bauweise mit voreilem Sohlenstollen zur Anwendung gekommen. Diese kennzeichnet sich bekanntlich dadurch, daß zunächst auf eine größere Länge des Tunnels die obere Hälfte des Tunnelquerschnitts, die Calotte oder die Bogenausweitung, ausgebrochen, das Gewölbe eingespannt und nachher die untere Hälfte des Tunnelquerschnitts ausgebrochen, das Gewölbe unterfangen und dann das Widerlagsmauerwerk ausgeführt wird.

Vor dem Beginn des Baues wurde ein sogenannter „idealer Arbeitsplan“ aufgestellt und zwar unter Zugrundelegung der

beim Bau des Marienthaler Tunnels im Westerwald (Altenkirchen-Au) gemachten Erfahrungen. Auf Blatt 27 ist der ideale, sowie der zur Ausführung gekommene Arbeitsplan dargestellt. An der Hand dieses Arbeitsplanes soll die weitere Besprechung des Baues in der Reihenfolge der vorgenommenen Arbeiten, wie sie in der beistehenden Abbildung 3 durch Zahlen und deren beige stellte Erklärung angedeutet ist, erfolgen.

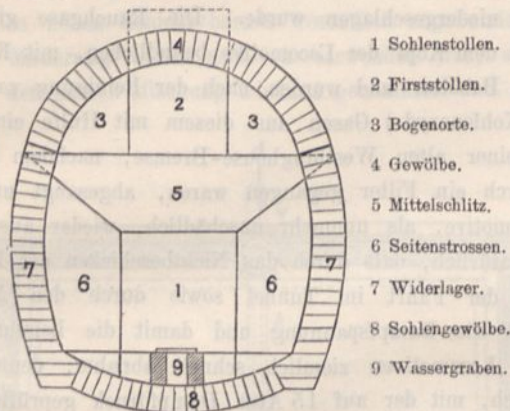


Abb. 3. Reihenfolge der vorgenommenen Arbeiten.

1. Sohlenstollen (Abb. 1 u. 6, Bl. 28).

Der Querschnitt des Sohlenstollens (Abb. 1 Bl. 28) wurde so bemessen, daß die zum Bau des Tunnels beschafften Locomotiven mit umgelegtem Schornstein den Stollen befahren konnten. Da der Bauangriff bei den vorliegenden Verhältnissen nur von der Westseite erfolgen konnte, so war man gezwungen, für den Sohlenstollen Maschinenbohrung anzuwenden, wenn der Tunnelbau mit den übrigen Bahnarbeiten gleichen Schritt halten sollte. Während bei Handbohrung ein Monatsfortschritt von 30 m angenommen werden kann, wurde für die Maschinenbohrung im Arbeitsplan bereits die ziemlich hohe Leistung von 80 m monatlich vorausgesetzt. Wie aus der nachstehenden Liste der Monatsleistungen ersichtlich, ist diese Annahme noch wesentlich überschritten. Es betrug der Arbeitsfortschritt

bei Handbohrung:

vom 1. bis 30. Septbr. 1887	—	30,0 m	in 25 Arbeitstagen,
„ 1. „ 14. Octbr. „	—	12,8 m	„ 12 „

bei Maschinenbohrung:

„ 15. „ 31. Octbr. 1887	—	32,2 m	„ 13 „
„ 1. „ 30. Novbr. „	—	75,0 m	„ 25 „
„ 1. „ 31. Decbr. „	—	79,0 m	„ 25 „
„ 1. „ 31. Januar 1888	—	90,0 m	„ 25 ^{1/2} „
„ 1. „ 29. Februar „	—	88,0 m	„ 24 ^{1/2} „
„ 1. „ 31. März „	—	96,0 m	„ 25 ^{1/2} „
„ 1. „ 30. April „	—	81,0 m	„ 25 „
„ 1. „ 31. Mai „	—	87,0 m	„ 23 „
„ 1. „ 30. Juni „	—	110,0 m	„ 25 „
„ 1. „ 31. Juli „	—	105,0 m	„ 26 „
„ 1. „ 31. August „	—	64,0 m	„ 26 „
„ 1. „ 30. Septbr. „	—	73,0 m	„ 25 „
„ 1. „ 23. Octbr. „	—	54,0 m	„ 20 „

bei Handbohrung bezw. ohne jede Sprengung vorgetrieben:

vom 24. Oct. bis 30. Nov. 1888	—	28,0 m	in 30 Arbeitstagen
zusammen 1105,0 m in 375 ^{1/2} Arbeitstagen			
für Maschinenbohrung 1034,2 m in 308 ^{1/2} Arbeitstagen.			

Die noch übrig bleibenden 45 m Stollen wurden in den Monaten December 88 und Januar und Februar 89 mit mehr oder weniger großen Unterbrechungen mittels Handbohrung und theilweise ohne jede Sprengung aufgeföhren. (s. Arbeitsplan Bl. 27.)

Am 23. October 1888 mußte die Maschinenbohrung eingestellt werden, weil das Gebirge (Buntsandstein) wegen seiner weichen Beschaffenheit sich nicht mehr dazu eignete. Erhebliche Quellen hatten an dieser Stelle den Buntsandstein derart aufgelöst, daß er stellenweise als Schlamm zwischen den Fugen der Verpfählung hindurchdrang. Da man nicht wissen konnte, wie weit die schlechte Stelle sich erstreckte, so entschloß man sich, zunächst mit einem kleinern Stollenquerschnitt vorzugehen und durch Entziehen des Wassers das Gebirge standfähiger zu machen. Gleichzeitig wurde 28 m weiter vorwärts mit dem Abteufen eines Schachtes begonnen, um sobald wie möglich den Durchschlag und damit einen zweiten Ausgang zu erzielen, da mittlerweile weiter rückwärts in der Röhstrecke das Gebirge so drückend wurde, daß ein Zusammenbruch zu befürchten war. Der Zusammenstoß von Stollen und Schacht erfolgte am 30. November 1888; die Messung ergab, daß die Richtung der Tunnelachse haarscharf mit der oberirdisch abgesteckten Linie übereinstimmte. Die Höhe des Gebirges betrug am Schacht noch 18 m, eine Höhe, bei der im allgemeinen die Kosten für ein Meter Tunnel und Einschnitt sich ziemlich gleich sein werden. Die Verwaltung glaubte jedoch, den Tunnel zweckmäßig noch 45 m bis zu einer Einschnittshöhe von 14 m weiter fortföhren zu sollen, weil bei der Art des vorliegenden Gebirges und dem ungünstigen Einfallen der Schichten erhebliche Rutschungen im Voreinschnitt zu befürchten waren. Der Tunnel wäre voraussichtlich noch weiter ausgedehnt worden, wenn nicht die noch übrig bleibenden Erdmassen des Voreinschnittes für die Dämme Verwendung hätten finden müssen.

Zur Maschinenbohrung wurde die von der Duisburger Maschinenbau-Aktiengesellschaft gebaute Gesteinsbohrmaschine Patent Jäger D. R. P. 9915 benutzt (Abb. 12—14 Bl. 28). Diese vorzüglich arbeitenden Maschinen sind im wesentlichen eine Nachbildung der Fröhlich'schen Maschinen, unterscheiden sich jedoch vortheilhaft von diesen (wenigstens den älteren) durch ein erheblich geringeres Gewicht (85 kg einschl. Bohrschuh) und durch die Anbringung einer Vorrichtung hinter dem vorderen Cylinderdeckel, durch welche verhindert wird, daß der Kolben den Cylinderdeckel durchschlägt, wenn etwa der Hub durch Unachtsamkeit des bedienenden Arbeiters oder durch Eindringen des Bohrers in eine Kluft so lang wird, daß der Kolben den anderen Cylinderdeckel beröhren würde. In diesem Falle wird der Kolben in seiner Bewegung durch Einfallen einer Sperrklinke aufgehalten, die sich hinter den Vordertheil des Kolbens (*a* in Abb. 12) legt. Auf die Sperrklinke drückt unausgesetzt der Kolben im kleinen Luftcylinderchen *b*, welches letzteres seine Druckluft durch eine enge Leitung aus dem Schieberkasten erhält. Die Auslösung des Kolbens wird in dieser Lage mittels eines Zeigers am hinteren Cylinderdeckel bewirkt, mit dem die Sperrklinke durch eine Stange verbunden ist.*) Die aus der Bohrmaschine ausströmende verbrauchte Luft dient zur Lüftung des Ortes

*) Bei der neuerdings der Firma patentirten Bohrmaschine (D. R. P. 47660) fällt die ganze Vorrichtung zum Aufhalten des Kolbens (Luftcylinderchen, Sperrklinke, Zeiger usw.) fort, dasselbe wird statt dessen durch die unmittelbare Einwirkung der verdichteten Luft bewirkt. Im übrigen ist die Maschine unverändert geblieben.

während der Bohrschicht. Zum Betriebe der Bohrmaschine war eine Druckluft von 6 Atm. Spannung vorgesehen, doch genügte stets ein Druck von $3\frac{1}{2}$ bis 4 Atm. Die Stöße der Maschine sind nicht sehr stark, erfolgen aber sehr schnell hinter einander, etwa 500 bis 600 Stöße in der Minute. Ein Uebelstand an der Maschine war die ungenügende Verbindung des Schlittens *c* mit der Vorschubspindel *d* durch den Lagerbügel *e* (Abb. 13). Durch die Stöße der Maschine wurde wegen der einseitigen Befestigung der Lagerbügel und dadurch auch die Vorschubspindel stark auf Biegung beansprucht; Lagerbügel und Vorschubspindel brachen dadurch bisweilen ab, ersterer sogar recht häufig. Um dem Uebelstande abzuweichen, wurde für den Lagerbügel sehr starkes und sehniges Schmiedeeisen verwendet. Aber auch selbst dann kamen noch Brüche vor. Es würde sich empfehlen, den Lagerbügel an beiden Seiten des Schlittens zu befestigen, weil dadurch die schlimme Beanspruchung auf Biegung fast ganz aufgehoben ist. Für die Arbeit waren sechs Bohrmaschinen beschafft; von diesen waren immer nur zwei im Betriebe; eine dritte Maschine wurde stets zur Auswechslung einer etwa schadhaft gewordenen in Bereitschaft gehalten. Die arbeitenden Maschinen waren an hydraulischen Bohrsäulen befestigt. Die Bohrer bestanden aus bestem Stahl und waren nach der **Z**-Form ausgebildet; die Weite der damit hergestellten Bohrlöcher betrug 45 mm. Länge und Anzahl der Bohrlöcher richtete sich nach dem jeweilig vorliegenden Gebirge.

Die am Orte des Sohlenstollens beschäftigte Mannschaft bestand aus 1 Partieführer, 4 Bergleuten zur Bedienung der Bohrmaschinen, 3 Zimmerhäuern zur Herstellung der Stollenbaue und 7 Schleppern zum Fortschaffen der losgeschossenen Tunnelberge. Die Dauer der Schicht betrug 12 Stunden; der Schichtwechsel fand abends um 6 Uhr und morgens um 6 Uhr statt. Bei der Wahl der Abschleppungsart der Tunnelberge ging man von dem Grundsatz aus, den Stollenort möglichst schnell von den losgeschossenen Massen zu befreien, damit wieder mit der Bohrschicht begonnen werden konnte, weil hiervon der Stollenfortschritt wesentlich abhängt. Um dieses zu erreichen, wurden dicht vor Ort auf etwa 10 m Länge und in der ganzen Stollenbreite 6 mm starke eiserne Platten gelegt, sodafs beim Abschufs die Berge auf diese Platten fielen. An letztere schlofs sich ein Gleis mit drei Schienen für 50 und 90 cm Spur. Die Förderung der Berge geschah mit zwei eisernen Muldenkippern von 50 cm Spurweite. Während der eine Muldenkipper beladen wurde, fuhr der andere beladen etwa 50 bis 100 m weit fort und kippte seine Ladung neben das Gleis in den Stollen. Das Ausweichen der beiden Kipper geschah auf den Platten vor Ort. Die Kipper fafsten 0,5 cbm lose Masse. Das Fortfahren, Auskippen und Zurückfahren erforderte weniger Zeit als das Beladen eines Kippers, es war also ein ständiges Laden ermöglicht. Das Einschaufeln der Berge war durch die unterliegenden Eisenplatten wesentlich erleichtert. Um die Leute nicht über Gebühr anzustrengen, waren 3 Abtheilungen von je 2 Mann mit dem Forträumen der Tunnelberge beauftragt, sodafs stets 2 Mann aufluden, 2 Mann abfuhren und 2 Mann ruhten. Der siebente Schlepper hatte für Reinhaltung des Geleises an der Entladestelle zu sorgen. Nachdem die ganzen Berge in dieser Weise abgeschleppt waren, konnte sofort mit der Bohrschicht wieder begonnen werden. Während der Bohrschicht wurden von den Zimmerhäuern die neuen Stollenbaue eingezogen und von den Schleppern die abgeschleppten Stollenmassen in die zu dem

Zwecke mittlerweile herbeigefahrenen, 90 cm spurigen Tunnelbauwagen geladen. Der einzige Vorwurf, der dieser Anordnung gemacht werden kann, ist der, dafs die Tunnelberge doppelt bewegt werden. In Anbetracht des Umstandes aber, dafs hierdurch keine Zeit verloren geht, da das Verladen der Stollenmassen in die Bauwagen nicht so lange dauert, wie die Bohrschicht, sowie ferner, dafs dadurch keine Unkosten verursacht werden, weil die Schlepper in der Zeit doch nichts weiteres zu thun haben, dürfte dieser Vorwurf wenig von Bedeutung sein. War das Gebirge schlecht, so wurde vor Wiederbeginn der Bohrschicht der Ort erst durch Einziehen von sogenannten „Nothbauen“ vorläufig gesichert; dies veranlafste natürlich jedesmal einen erheblichen Aufenthalt.

Die Dauer der Bohr- und Schleppschichten war je nach dem vorliegenden Gebirge wesentlich verschieden; im Mittel wurden innerhalb 24 Stunden 3 Bohr- und 3 Schleppschichten erreicht. Der größte Tagesfortschritt fand am 18. Juni 1888 statt und betrug 6,4 m; der mittlere Tagesfortschritt bei Maschinenbohrung läfst sich aus der gegebenen Uebersicht ermitteln, er stellt sich auf 3,35 m. — An Sprengmaterialien wurden im Sohlenstollen während der Maschinenbohrung 8974 kg Gel. Dynamit, 1400 Ringe Zündschnur von 8 m Länge und 8000 Stück Sprengkapseln verbraucht, mithin für 1 lfd. m Stollen 8,7 kg Gel. Dynamit, 1,35 Ringe = 10,8 m Zündschnur und 8 Stück Sprengkapseln. Die Arbeit im Sohlenstollen war an die Mannschaft unter Zugrundelegung eines zusammengesetzten Systems verdingen. Es erhielt jeder Arbeiter zunächst für 1 lfd. m Sohlenstollen eine Prämie von 1 *ℳ*; außerdem waren der Leistungsfähigkeit der Arbeiter entsprechend Tagelöhne festgesetzt, die sich zwischen 1,50 *ℳ* (Partieführer), 1 *ℳ* (Bergmann), 0,75 *ℳ* (Zimmerhauer) und 0,50 *ℳ* (Schlepper) bewegten. Die Kosten für Sprengmaterialien waren in die Verdingung nicht einbegriffen, ebenso wurden alle übrigen Materialien und sämtliche Arbeitsgeräte kostenlos gestellt bis auf die Lampe und das Lampenöl. Es kostete demnach unter Zugrundelegung des Durchschnitts-Fortschrittes von 3,35 m für den Tag 1 lfd. m Sohlenstollen an reinem Arbeitslohn:

	Prämie für 1 lfd. m	Tagelohn für 1 Tag u. Meter
2 Partieführer	2 <i>ℳ</i>	0,90 <i>ℳ</i>
2 · 4 = 8 Bergleute für die Bedienung der Bohrmaschine usw.	8 „	2,38 „
2 · 3 = 6 Zimmerhauer zum Verbauen des Sohlenstollens	6 „	1,34 „
2 · 7 = 14 Schlepper	14 „	2,08 „
	30 <i>ℳ</i>	6,70 <i>ℳ</i>
		36,70 <i>ℳ</i>

Von den Sprengmaterialien kosteten zur Zeit des Baues 1 kg Gel. Dynamit I 1,85 *ℳ*, 1 Ring Guttapercha-Zündschnur 0,24 *ℳ*, 100 Sprengkapseln 1,62 *ℳ*. Die Kosten der Sprengmaterialien für 1 lfd. m Stollen stellten sich daher auf 16,55 *ℳ*.

Die Stollenbaue standen im Mittel 1,30 m auseinander. An Hölzern waren für 1 lfd. m Sohlenstollen erforderlich: 0,33 cbm Rundholz, 2,50 qm Kiefernbohlen, 5 cm stark, 2,20 qm Kiefernbohlen, 4 cm stark. Bei einem Preise von 16 *ℳ* für 1 cbm Kiefern- oder Fichten-Rundholz und von 1,45 *ℳ* bzw. 1,18 *ℳ* für 1 qm 5 cm bzw. 4 cm starke Kiefernbohlen belaufen sich daher die Unkosten der Verzimmerung für 1 lfd. m Stollen

auf $16 \cdot 0,33 + 2,50 \cdot 1,45 + 2,20 \cdot 1,18 = 11,51 \mathcal{M}$. Hierzu kommen noch die Unkosten für 6 Stück eiserne Klammern zu $0,15 \mathcal{M} = 0,90 \mathcal{M}$ für den Bau, also für 1 lfd. m Stollen $\frac{0,90}{1,30} = 0,69 \mathcal{M}$; es kostete mithin die Verzimderung von 1 lfd. m Sohlenstollen $12,20 \mathcal{M}$.

In den vorstehend angegebenen Zahlen sind im wesentlichen die sämtlichen Kosten enthalten, welche der Vortrieb des Sohlenstollens verursachte, mit Ausnahme derjenigen, welche durch Anlage und Unterhaltung der Maschinenbohrung entstanden. Eine genaue Angabe dieser letzteren ist im vorliegenden Falle werthlos, weil vom Marienthaler Tunnel vielerlei Geräte übernommen wurden, die theils gar nicht (beispielsweise 4 alte Fröhlichsche Bohrmaschinen), theils für andere Zwecke zur Verwendung kamen. Um jedoch einen richtigen Anhalt für die Geldmittel zu geben, welche die Anlage und Unterhaltung der Maschinenbohrung beim Bau eines derartigen Tunnels beanspruchen, sind in der nachfolgenden Uebersicht die betreffenden Zahlen unter Annahme der Neubeschaffung sämtlicher Anlagen zusammengestellt worden. Die Bauverwaltung hat wesentlich geringere Ausgaben gehabt, da die vom Marienthaler Tunnel übernommenen Geräte nur mit 40 % des Neuwerthes berechnet wurden. Das Verhältniß des Stollenquerschnitts zum gesamten Tunnelquerschnitt ist etwa 1:5; es sind daher Ausgaben, die auch zu Gunsten der übrigen Arbeitsstellen erforderlich wurden, nur zu $\frac{1}{5}$ dem Sohlenstollen zugeschrieben, wenn nicht ein größerer Bruchtheil entsprechender war.

I. Anlage für den Bohrmaschinenbetrieb.

(Dampfkessel, Luftpresen, Bohrmaschinen, Luftleitungsrohre, Bohrstahl, Maschinengebäude, Wasserleitung, Ausrüstung der Werkstätten usw.) 31 000 \mathcal{M}

II. Unterhaltung des Bohrmaschinenbetriebes auf 1 lfd. m. Sohlenstollen.

a) Löhne. (Wartung der Dampfkessel, Luftpresen, Bohrmaschinen, Schmiedearbeit, Stellmacherarbeit usw.) 4 \mathcal{M}
 b) Material. (Kohlen, Schmieröl, Putzwolle, Ersatzstücke für Luftpresen und Bohrmaschinen usw.) . 12 „
 zusammen 16 \mathcal{M}

III. Kosten auf 1 lfd. m Sohlenstollen für Verschiedenes.

(Förderung der Bauwagen, Anschaffung der Locomotiven, Kohlen, Gezähe, Ausbesserung der Bauwagen, Beamtenbezahlung usw.) 5 \mathcal{M}

Zusammenstellung der Gesamtkosten für 1 lfd. m. Sohlenstollen bei Maschinenbohrung.

Arbeitslohn	36,70 \mathcal{M}
Sprengmaterialien	16,60 „
Verzimmerung	12,20 „
Anlage des Bohrmaschinenbetriebes für den ganzen Sohlenstollen 31 000 \mathcal{M} , mithin für 1 lfd. m	
$\frac{31\,000}{1\,150} =$ rund	27,00 „
Unterhaltung des Bohrmaschinenbetriebes	16,00 „
Verschiedenes	5,00 „
Gesamtkosten (abgerundet)	113,50 \mathcal{M}

Beim Vergleich mit den Kosten des mittels Handbohrung angetriebenen Firststollens ist ersichtlich, daß der Bohrmaschinenbetrieb an sich wesentlich theurer ist als Handbohrung, die Kosten belaufen sich bei dem im Milseburg-Tunnel vorliegenden Gebirge etwa auf das Doppelte. Es darf dabei allerdings nicht vergessen werden, daß durch Einführung des Bohrmaschinenbetriebes außer der Verkürzung der Bauzeit auf etwa $\frac{1}{3}$ zugleich Gelegenheit zum billigen Betrieb von allerlei Arbeitsmaschinen gegeben ist und daß durch die Verkürzung der Bauzeit wesentlich an Verwaltungs-Unkosten gespart wird. Immerhin bleibt in jedem einzelnen Falle zu überlegen, ob die vorliegenden Umstände (Länge der Bauzeit, Art des zu durchörternden Gebirges usw.) die Einrichtung der Maschinenbohrung vortheilhaft erscheinen lassen.

2. Firststollen (Abb. 1 und 6, Blatt 28).

Nachdem der Sohlenstollen 250 m weit vorgetrieben war, wurde mit dem Ausbau des Firststollens begonnen. Um mit dem Fortschritt des Sohlenstollens gleichen Schritt zu halten, mußten, da der Firststollen der Billigkeit halber mit Handbohrung vorgetrieben wurde und bei Handbohrung nur auf einen täglichen Fortschritt von 1 m gerechnet werden konnte, vier Arbeitsstellen eingerichtet werden. Zu deren Schaffung stellte man in einer durchschnittlichen Entfernung von 80 m Aufbrüche her, und von dort aus wurde nach beiden Seiten der Firststollen vorgetrieben. Durch jeden Aufbruch wurden zwei Arbeitsstellen für den Firststollen geschaffen. Die vier Arbeitsstellen waren besetzt, bis die beiderseitigen Orte sich bis auf einige Meter nahe gekommen waren. In diesem Zeitpunkte wurde eine Arbeitsstelle abgesperrt und die Mannschaft zur Herstellung eines neuen Aufbruches verwendet; es wurde dadurch jedem Unfälle beim Durchschlag vorgebeugt. Aus dem Arbeitsplane sind die monatlichen Fortschritte im Firststollen ersichtlich; diese stellen sich infolge der Verschiedenheit des vorliegenden Gebirges verschieden. Im idealen Arbeitsplan war angenommen worden, daß der Vortrieb des Firststollens und somit der Haupt-Durchschlag zwischen Sohlen- und Firststollen auf 167,5 m von der Ostseite erfolgen könne, ein Plan, der sich nicht ausführen liefs, weil die Arbeiten im östlichen Voreinschnitt zu weit zurück waren. Der Durchschlag war bereits erfolgt, ehe die eigentlichen Arbeiten im östlichen Voreinschnitt begonnen hatten.

Der Querschnitt des Firststollens war veränderlich; bei gleichbleibender Breite richtete sich die Höhe nach der Stärke des Gewölbes. Letztere schwankte zwischen 0,5 m und 1 m, dementsprechend die Höhe des Firststollens zwischen 2 m und 2,5 m, die Sohle desselben war dagegen durch den 4,07 m über P. O. liegenden Gewölbefuß ein für alle Mal festgelegt (vgl. Abb. 1—3 auf Blatt 28). In stark drückenden Strecken wurde außerdem für das Setzen des Gewölbes eine Ueberhöhung bis zu 20 cm zugegeben.

Auch beim Vortrieb des Firststollens war Gedingearbeit eingeführt, der Preis für 1 lfd. m Firststollen einschl. des gesamten Sprengmaterials, des Oels für die Lampe, jedoch ausschließlich Vorhaltung und Unterhaltung der Arbeitsgeräte (des Gezähes), schwankte hauptsächlich infolge des mehr oder weniger großen Verbrauches an Sprengmaterialien im festeren (Wellenkalk, einzelne Strecken im Röth) und weicheren Gebirge (der größte Theil des Röth und die Buntsandsteinstrecke) während des Baues zwischen 28 und 32 \mathcal{M} . Die Auslöhnung erfolgte

auch hier wie beim Sohlenstollen nach dem zusammengesetzten System (Prämie und Tagelohnsatz). Die Arbeit wurde ebenfalls in zwei 12 stündigen Schichten ununterbrochen betrieben. Die Mannschaft einer Arbeitsstelle bestand meist aus vier Bergleuten und einem Schlepper; sämtliche Arbeitsstellen waren einem Partieführer unterstellt, der für richtige Lage des Stollens, zweckmäßigen Ansatz der Bohrlöcher, vorschriftsmäßige Verzimierung zu sorgen hatte; außerdem lag dem Partieführer das Laden der Schüsse ob, auch war er allein für die Verwendung und sorgsame Aufbewahrung der ihm übergebenen Sprengmaterialien verantwortlich. Der Aufsichtsbeamte führte ein Dynamit-Abgabebuch, in dem sämtliche Sprengmaterialien-Zu- und Abgänge eingetragen waren und dessen richtige Führung durch zeitweise Prüfung seitens der Section oder Bauabtheilung überwacht wurde.

Auch der Firststollen mußte wegen des druckhaften Gebirges überall, theilweise sogar sehr kräftig, verzimert werden. Im allgemeinen traten jedoch nicht derartige Druckerscheinungen auf, wie im Sohlenstollen. Da der Firststollenquerschnitt annähernd so groß ist wie der Sohlenstollenquerschnitt, so kann der Grund nur darin liegen, daß das Gebirge im Firststollen wegen der kleineren Schüsse in geringerem Maße erschüttert wurde als im Sohlenstollen, wo bis zu 25 kg Dynamit mit einem Male zum Abschufs kamen. Der Verbrauch an Sprengmaterialien im Firststollen betrug: 2946 kg Gel. Dynamit, 1626 Ringe Zündschnur und 13 050 Stück Sprengkapseln; danach stellten sich die Kosten für 1 lfd. m Stollen auf 5,33 \mathcal{M} . An Holz wurden verbraucht im Mittel für 1 lfd. m Firststollen: 0,23 cbm Rundholz zu 16 \mathcal{M} das cbm und 3 qm 4 cm starke Kiefernbohlen zu 1,18 \mathcal{M} das qm, zusammen für 7,22 \mathcal{M} .

3. Bogenorte (Abb. 2, 3, 7—9, Blatt 28).

Während die vorgeschriebenen Arbeiten ohne Rücksicht auf die folgenden Tunnelarbeiten ausgeführt werden konnten, war der Ausbruch der Bogenorte wegen der großen freizulegenden Fläche in Anbetracht des vorliegenden Gebirges wenigstens in allen druckhaften Theilen von der nachfolgenden Herstellung des Gewölbemauerwerks abhängig. Es war daher auch nur an druckfreien Stellen des Tunnels möglich, dem idealen Arbeitsplan zu folgen, der einen ununterbrochenen Ausbruch der Bogenorte in Stücken zu 10 m voraussetzte und dem in einer Entfernung von zwei Stücken = 20 m die Ausmauerung folgen sollte. Es konnte vielmehr an weitaus den meisten Stellen stets nur ein an die fertige Gewölbemauerung anschließendes Stück ausgebrochen werden, welches sofort nach Fertigstellung ausgemauert wurde. An vielen besonders gefährlichen Stellen mußte die Länge des Stückes auf 6 m eingeschränkt werden.

Um gleichen Schritt mit den bereits beschriebenen Arbeiten halten zu können, genügte es, vier Parteien Bergleute von je acht Mann einzustellen, von denen zwei Tag- und zwei Nachtschicht hatten; die gesamte Mannschaft in den Bogenorten belief sich daher auf zwei Partieführer und 32 Bergleute (darunter 4 bis 6 Schlepper). Die monatlichen Leistungen sind im Arbeitsplan ersichtlich. Die Schwankungen entstanden wie beim Firststollen wesentlich durch die Verschiedenheit des auszubrechenden Gebirges, wengleich nach Möglichkeit dafür gesorgt wurde, daß gute und schlechte Arbeitsstellen möglichst gleichmäßig vertheilt wurden. Ein anderer Grund lag darin, daß vielfach die Mannschaft der Bogenorte dazu benutzt wurde, im Sohlen- und First-

stollen Nothbaue einzuziehen, die Stollen aufzufirsten u. dgl. m. Der Gedingesatz für 1 lfd. m Bogenort betrug einschl. Gestellung der Sprengmaterialien, die den Arbeitern von der Verwaltung zum Selbstkostenpreise übergeben wurden, 50 \mathcal{M} und konnte während der ganzen Bauausführung trotz der Verschiedenheit des auszubrechenden Gebirges unverändert beibehalten werden.

An Sprengmaterialien wurden verbraucht: 2069 kg Gel. Dynamit, 1630 Ringe Zündschnur und 13925 Stück Sprengkapseln. Die Kosten für 1 lfd. m Bogenort betragen mithin 3,86 \mathcal{M} . Wengleich zum Ausbau eines Bogenortes viel Holz verbraucht werden mußte — bei drückenden Stellen wurden zwei Kronenbalken und sechs Wandruthen eingelegt —, so fielen die dadurch verursachten Kosten nicht ins Gewicht, weil Kronenbalken, Wandruthen, Bolzen, Schwellen, Stempel und ein Theil der Verschalung wegen der sofort hinterherfolgenden Mauerung gleich wieder frei wurden und deshalb auch gleich wieder verwendet werden konnten. Nur in Schlufsstücken bei der Gewölbemauerung war man gezwungen, Kronenbalken und Wandruthen zu zerschneiden, weil sie durch die Mauerung an beiden Enden derartig eingeklemmt wurden, daß sie nicht gelöst werden konnten. Im ganzen sind im Bogenort verbraucht: 82 cbm Rundholz zu 16 \mathcal{M} das cbm und 2300 qm Kiefernbohlen von 4 cm Stärke, das qm zu 1,18 \mathcal{M} . Die Kosten der Auszimmierung stellen sich hernach auf 4026 \mathcal{M} , was für 1 lfd. m Bogenort 3,50 \mathcal{M} ergibt. Rechnet man hierzu noch die Kosten für Pfänd- und Plattkeile, eiserne Klammern usw., so wird sich der Betrag auf rund 4 \mathcal{M} erhöhen.

4. Gewölbe (Abb. 3, 4, 9, 10, Blatt 28).

Wie bereits gesagt, wurde die Herstellung des Gewölbemauerwerks unmittelbar nach dem Ausbruch der Bogenorte begonnen (bei drückenden Stellen), oder folgte in einem gewissen Abstände, der aber nicht drei Stück zu 10 m überschritt (in nicht drückenden Stellen); jedenfalls wurde auch in den festeren Strecken thunlichst vermieden, die fertigen Bogenorte längere Zeit stehen zu lassen, da bei der großen freigelegten Fläche immerhin eine Gebirgsbewegung eintreten konnte, die dann nur mit großer Mühe und erheblichen Kosten hätte zum Stillstand gebracht werden können. Nichtsdestoweniger ist an einzelnen besonders schlechten Stellen ein starkes Setzen des Gebirges nicht zu vermeiden gewesen; dasselbe betrug an einer solchen vor dem Lüften der eisernen Lehrbögen 12 cm und nach dem Lüften noch 8 cm, also im ganzen 20 cm. Geringeres Setzen stellte sich auf einer Strecke von beinahe 100 m Länge ein. Obgleich sich starke Risse zeigten, ist doch an keiner Stelle ein Einsturz erfolgt. Das Setzen vor dem Lüften der Lehrbögen kann seinen Grund nur in dem Nachgeben des Gebirges unter dem Gewölbefuß gehabt haben. Die gebrochenen Steine wurden ausgewechselt und die Risse mit Cement vergossen, im übrigen liefs man alles unverändert. Es sei bereits hier bemerkt, daß beim Unterfangen des Gewölbes und Aufmauern der Widerlager in der oben erwähnten Strecke ein weiteres Setzen erfolgte und zwar im ganzen bis zu 40 cm. Genaue Untersuchungen ergaben, daß das ganze Mauerwerk einfach eingesunken war; das Gebirge (Röth) hatte sich bei Berührung mit Luft und Wasser aufgelöst und war in der Sohle hochgequollen. Die eingemauerten, als Festpunkte dienenden Stämme in der Tunnelachse hatten sich 10 bis 15 cm gehoben. Um einem weiteren Einsinken des Mauerwerks vorzu-

beugen, wurden so schnell wie möglich 60 cm starke Sohlen-
gewölbe eingespannt, welche die ganze weitere Bewegung
unterdrückten. Da beim Gewölbe der Vorsicht halber von vorn-
herein an diesen Stellen eine Ueberhöhung von 20 cm vorge-
sehen war, so ist das Mauerwerk nicht in die Umgrenzung des
lichten Raumes gekommen und somit eine Veränderung der
Neigungsverhältnisse der Bahn nicht nöthig geworden. In den
nassen Tunnelstücken, also in einem Theil des Buntsandsteins
und besonders an der Uebergangsstelle vom Wellenkalk zum
Röth, wurden besondere Vorkehrungen zur Verhinderung des
Durchsickerns des Wassers durch das Gewölbe getroffen. In
nicht zu nassen Stellen genügte eine etwa 2 cm dicke Decke
von reinem Cement über dem Gewölbe. In sehr nassen Stücken
ist die ganze Oberfläche des Gewölbes mit etwa 10 cm überein-
ander greifenden Zinkplatten abgedeckt und dadurch an dieser
Stelle ein genügend trockenes Mauerwerk erzielt worden.

Die Leistungen im Gewölbe in den einzelnen Monaten sind
aus dem Arbeitsplan ersichtlich. Die Arbeit wurde durch vier
Parteien ausgeführt, von denen beim Ausmauern der drückenden
Stellen zwei bei Tag und zwei bei Nacht arbeiteten. Die Par-
teien bestanden im allgemeinen aus acht Maurern und drei Hand-
langern; Tagschicht und Nachtschicht wurden durch je einen
Polier beaufsichtigt. Da in einem Tunnel die Controle der
Arbeit wesentlich schwieriger ist als auf der freien Strecke,
dabei aber ein gutes Mauerwerk unter allen Umständen verlangt
werden muß, so wurde, um den Maurern jeden Grund zur
Pfuscherei zu nehmen, die Mauerung in Tagelohn bei einem
Lohnsatz von 3,80 bis 4,20 \mathcal{M} ausgeführt. Erst im April
1889, als die Maurer den großen Arbeitermangel ausnutzen
wollten, um durch Ausstands-Erregung höheren Lohn zu er-
zielen, wurde die Verwaltung dazu gedrängt, auch die Mauerung
in Gedinge ausführen zu lassen. Die bewilligten Sätze betragen
für 1 lfd. m Gewölbe von 60 cm Stärke 50 \mathcal{M} und für die Ge-
wölbe von 75 cm und mehr 58 \mathcal{M} einschl. Abladen der Mauer-
materialien, Befördern, Aufstellen und Lösen der Lehrbögen,
Bereitung des Mörtels usw. Wenngleich die Verwaltung hier-
durch keinen Schaden erlitt, da diese Preise den bisherigen
Kosten für 1 lfd. m Gewölbe entsprachen, so stellten sich die
Löhne der Maurer doch wesentlich höher, da diese nunmehr be-
deutend angestrongter arbeiteten und dadurch gröfsere Fort-
schritte erzielten. Gröbersen Pfuschereien wurde dadurch vorge-
beugt, dafs die Poliere aus dem Gedinge herausgenommen und
in Tagelohn beschäftigt wurden, wodurch ihnen der Grund ge-
nommen war, schlechte Arbeit zu übersehen, oder gar dazu an-
zuregen. Selbstverständlich wurde auch die Strenge der Auf-
sicht seitens der Beamten verdoppelt.

Die Lehrbögen bestanden aus Schmiedeeisen (**I**-Eisen
Nr. 16 des deutschen Normalprofils) und waren in drei Theile
zerlegbar, die aneinander gelascht wurden. Um die Gewölbe
zur Aufmauerung der Widerlager unterfangen zu können, wurde
die unterste Schicht auf 5 cm starke, 25 cm breite Buchenbohlen
gesetzt (siehe Abb. 4). Sobald das Gewölbe etwa $\frac{1}{3}$ hoch ge-
mauert war, wurden die Lehrbögen an den Verlaschungsstellen
mit hölzernen Bolzen unterstützt (Abb. 3, Bl. 28). Die Schal-
latten bestanden aus 10 cm starken quadratischen Kiefernholzern.

In der nachfolgenden Uebersicht sind die wichtigsten Zah-
len zur Veranschaulichung der Kosten eines Meters Gewölbe
zusammengestellt. In derselben sind nicht enthalten die auf
das Gewölbe entfallenden allgemeinen Unkosten für Aufsicht

durch die Beamten, Förderkosten der Mauermaterialien, Herstel-
lung der Materialbahn und des Bremsberges, Anlage des

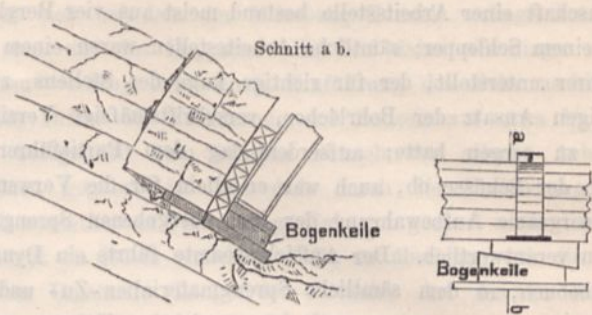


Abb. 4. Aufmauerung der Widerlager.

Lagerplatzes und des Tunnelbauplatzes, Einrichtung des Mörtel-
schuppens usw. Es versteht sich von selbst, dafs der Antheil
an diesen Kosten ziemlich erheblich ist; derselbe läfst sich lei-
der nicht genauer angeben, dürfte aber kaum unter 3 bis 4 \mathcal{M}
für 1 cbm Mauerwerk oder 15 bis 20 \mathcal{M} für 1 Meter Gewölbe
anzunehmen sein. Die eisernen Lehrbögen sind als neu beschafft
angenommen worden. Der Inhalt eines Meters Gewölbe von
60 cm Stärke betrug 4,48 cbm. Der Mörtel bestand aus einem
Theil Cement, vier Theilen gedämpftem Kalk und zehn Theilen
Sand. Es sind ferner auf 1 cbm Mauerwerk gerechnet worden:
1,3 cbm Steine in aufgesetzten Haufen und 0,33 cbm Mörtel.
In Gebrauch waren 40 Stück eiserne Lehrbögen von je 146 kg
Gewicht = 5840 kg. An Schallatten sind verwendet im gan-
zen 1160 Stück von 5 m Länge, $\frac{10}{10}$ cm stark = 58 cbm.

Die Kosten für 1 Meter Gewölbe betragen:

Arbeitslohn (siehe oben)	50,00 \mathcal{M}
Lohn für den beaufsichtigenden Polier	2,00 „
4,48 · 1,3 = 5,82 cbm aufgesetzte Steine zu 4,5 \mathcal{M}	26,19 „
4,48 · 0,33 = 1,48 cbm Mörtel zu 12 \mathcal{M}	17,76 „
$\frac{58}{1150}$ = 0,05 cbm 10 cm starke, kieferne Schallatten	
zu 40 \mathcal{M}	2,00 „
4 · 0,25 = 1 qm buchene Bohlen unter dem Gewölbefufs	
zu 2,40 \mathcal{M}	2,40 „
$\frac{58,40}{1150}$ = 5,1 kg eiserne Lehrbogen zu 0,35 \mathcal{M}	1,78 „

5. Mittelschlitz und Seitenstrossen (Abb. 4, 5, 10 und 11, Blatt 28).

Mit Mittelschlitz und Seitenstrossen (links- und rechtsseitige)
begann die Reihe der Arbeiten zur Herstellung des unteren
Theiles des Tunnels. Diese Arbeiten sind im allgemeinen un-
abhängig von den bis jetzt besprochenen, die Arbeitsstellen
konnten innerhalb der fertigen Gewölbestrecke beliebig und in
beliebiger Zahl gewählt werden. Natürlich empfahl es sich, die
drückenden Stellen im Tunnel zuerst in Angriff zu nehmen.
Die Länge der Arbeitsstelle in den Seitenstrossen ist dagegen
wesentlich von dem Verhalten des vorliegenden Gebirges ab-
hängig gewesen; sie wechselte im Milseburg-Tunnel zwischen
3 m in ganz weichem und 12 m in ganz festem Gebirge. Im
allgemeinen ist es jedoch auch bei ganz festem Gebirge nicht
empfehlenswerth, die Länge einer Arbeitsstelle gröfser als 7 bis
8 m zu nehmen. Wie aus dem Arbeitsplan ersichtlich, sind
die Fortschritte in den einzelnen Monaten sehr verschieden.
Der Grund lag weniger an der Art des Gebirges, da man es

in der Hand hatte, die Angriffstellen gleichmäÙig in festen und weniger festen Stellen zu vertheilen, sondern hauptsächlich an der mehr oder weniger starken Besetzung der Arbeitsstellen. Durchschnittlich kommen auf 1 lfd. m Seitenstrosse sechs Arbeitsschichten, auf 1 lfd. m Mittelschlitz etwa eine Arbeitsschicht.

Die Arbeit wurde ebenfalls in Gedinge ausgeführt; die Sätze betragen für 1 Meter Mittelschlitz 5 \mathcal{M} , für 1 Meter Seitenstrosse zwischen 28 und 32 \mathcal{M} , also im Mittel 30 \mathcal{M} einschl. Gestellung der Sprengmaterialien, die den Arbeitern von der Bauverwaltung zum Selbstkostenpreise abgegeben wurden. Der wichtigste Theil der Arbeit bestand in dem sachgemäÙen Unterfangen des Gewölbefusses, da das geringste Versehen hierbei den Einsturz des Gewölbes zur Folge haben konnte, zumal in den drückenden Stellen. Zu dieser Arbeit wurden nur die zuverlässigsten und geübtesten Leute genommen. Hierdurch, sowie durch äußerst sorgfältige Aufsicht seitens der Partieführer wie der Aufsichtsbeamten ist denn auch jeder Unfall vermieden worden. Besondere Sorgfalt erheischte ferner die Sicherung des Fusses der das unterfangene Gewölbe tragenden Streben in den Druckstücken. Man begnügte sich hier nicht nur damit, unter die Streben schwere Holzklotze zu legen, sondern legte auch unter diese Klotze noch Langbäume, um den Druck auf eine groÙe Grundfläche zu vertheilen. Nichtsdestoweniger konnte in einzelnen Stücken ein Einsinken der ganzen Unterstüzung und dadurch ein Sinken des Gewölbes nicht vermieden werden, wie bereits bei der Besprechung des Gewölbes ausgeführt worden ist. In diesen Stücken mußte auch die ganze Fläche der Seitenstrosse verpfählt werden. Die die Verpfählung tragenden Wandruthen wurden gegen die Streben abgebolzt (Abb. 4, Blatt 28).

Bei den Verzimmerungskosten kommen nur die Streben in Frage, alles übrige Holz, Rundholz sowohl, wie Kiefernbohlen zur Verpfählung, wurde aus anderen Arbeitsstellen (Sohlenstollen, Firststollen usw.) gewonnen. Auch die Unkosten für Streben und Spreizen fallen nicht ins Gewicht, da dieselben wegen der sogleich nach dem Ausbruch der Seitenstrossen folgenden Mauerung der Widerlager stets nach kurzer Zeit wieder frei wurden und wieder verwendet werden konnten. Die Kosten der Verzimmerung für 1 Meter Seitenstrossen belaufen sich auf rund 0,50 \mathcal{M} , für 1 Meter Tunnel also auf 1 \mathcal{M} .

An Sprengmaterialien sind in den Seitenstrossen im ganzen verbraucht: 1785 kg Gel. Dynamit, 1260 Ringe Zündschnur und 11000 Stück Sprengkapseln. Die Kosten betragen danach für 1 Meter Seitenstrosse 1,65 \mathcal{M} .

6. Widerlager (Abb. 4, 5, 10 u. 11, Blatt 28).

Unmittelbar nach Beendigung der Ausbrucharbeiten in den Seitenstrossenstücken wurde mit der Aufmauerung der Widerlager daselbst begonnen, indem man dabei im allgemeinen an dem Grundsatz festhielt, nie mehr Seitenstrossen auszubrechen, als Widerlager hergestellt werden konnten; nur in den ganz festen Strecken haben einzelne Seitenstrossenstücke einige Zeit wegen Maurermangel frei gestanden. Die Ausmauerung der Widerlager erfolgte zuerst in Tagelohn; doch wurde anfangs April 1889 die Bauverwaltung, wie bereits beim Gewölbe erwähnt, durch Arbeitseinstellungen gezwungen, auch bei diesen Mauerarbeiten Gedinge einzuführen. Für 1 Meter Widerlager wurde ein Satz von 18 \mathcal{M} festgesetzt; die Löhne stellten sich dabei für die Maurer auf 4,50 bis 4,80 \mathcal{M} und für die Handlanger auf 3,20 bis 3,70 \mathcal{M} täglich. Dieser Preis wurde für

sämtliche Stücke festgehalten, mochten dieselben stark oder weniger stark, mit oder ohne Fundament für Sohlengewölbe versehen werden. Durch Vertheilung der Arbeitsstellen in guten und schlechten Tunnelstücken während der vierzehntägigen Zahlungszeit wurde dafür gesorgt, daß der Verdienst der Arbeiter möglichst wenig Schwankungen ausgesetzt war. Auch bei dieser Arbeit wurden die Partieführer aus dem Gedinge herausgenommen und von der Verwaltung in Tagelohn beschäftigt. Da selbst bei der strengsten Ueberwachung kleinere Puschereien kaum zu vermeiden sind, aber bei dieser Arbeit und ganz besonders bei dem Anschluß der Widerlager an den Gewölbefuß, dem wunden Punkt der belgischen Baumethode, unter allen Umständen gleichmäÙig gutes Mauerwerk verlangt werden muß, so wurden für die Anschlußarbeiten nur ganz bestimmte, besonders zuverlässige und tüchtige Maurer verwendet. Es ist in der That auch gelungen, in der ganzen Tunnellänge das Gewölbe durch die Widerlager ohne den geringsten Unfall zu unterfangen. Die Leistungen bei der Herstellung des Widerlagers in den einzelnen Monaten sind meist wesentlich hinter den im idealen Arbeitsplane vorausgesetzten Leistungen, infolge des bereits früher erwähnten Maurermangels, zurückgeblieben. Zur Herstellung von 1 Meter (einseitigem) Widerlager waren durchschnittlich drei Maurerschichten und eine Handlangerschicht erforderlich; die Anzahl der Schichten war jedoch in den einzelnen Stücken sehr verschieden, je nach der Stärke der Widerlager und je nachdem Fundamente für die nachher einzuspannenden Sohlengewölbe erforderlich waren oder nicht. Die Stärke der Widerlager wechselte zwischen 0,55 und 0,80 m, Fundamente für die Sohlengewölbe sind auf eine Länge von 700 m angeordnet. Im Durchschnitt beträgt der Inhalt für 1 Meter einseitiges Widerlager 3,20 cbm. Die Kosten hierfür an Arbeitslohn und Mauermaterialien stellen sich wie folgt: Arbeitslohn 18 \mathcal{M} ; 3,20 cbm Mauerung = $3,20 \cdot 1,3 = 4,16$ cbm Steine zu 4,50 $\mathcal{M} = 18,72$ \mathcal{M} ; $3,20 \cdot 0,33 = 1,06$ cbm Mörtel (1 Theil Cement, 4 Theile ged. Kalk und 10 Theile Sand) zu 12 $\mathcal{M} = 12,72$ \mathcal{M} . Hierzu kommen ebenso wie bei dem Gewölbe noch die allgemeinen Unkosten, die nicht genauer angegeben werden können. Unkosten für Lehren, Mörtelkasten, Gerüste sind nicht entstanden, da die hierzu verwendeten Bohlen und Rundhölzer von anderen Arbeitsstellen entnommen wurden und dort bereits in Anschlag gebracht sind.

7. Sohlengewölbe (Abb. 5 u. 11, Blatt 28).

Bei der bereits anfangs erwähnten üblen und gefährlichen Eigenschaft des Röth, bei Zutritt von Luft und Wasser sich aufzulösen und dadurch Druckerscheinungen hervorzurufen, erachtete es die Bauverwaltung für erforderlich, in der ganzen, 700 m langen Röthstrecke Sohlengewölbe einzuziehen, um dadurch einerseits das Widerlagsmauerwerk in den drückenden Stücken gegen Verschiebungen zu schützen, andererseits einer weiteren Auflösung des Röth durch Sicherung gegen Luft und Wasser vorzubeugen. Diese Vorsichtsmaßregel war zwar in einem großen Theil der Röthstrecke zur Zeit noch nicht erforderlich, die mit der Gebirgsart während des Baues gemachten Erfahrungen ließen jedoch den Schluf zu, daß nach einer Reihe von Jahren dennoch ein nachträgliches Einziehen des übrigen Sohlengewölbes unvermeidlich sein und dieses während des Betriebes bedeutend größere Unkosten verursachen würde.

Das Sohlengewölbe hat eine durchschnittliche Stärke von 0,50 m. Die Form ist aus Text-Abb. 1 ersichtlich. Die Herstellung erfolgte stückweise in Längen von 3 m in den drückendsten Theilen, bis zu 20 m in den festen Theilen der Röhstrecke.

Um eine Verschiebung des Widerlagermauerwerks beim Ausheben der Fundamentgruben und Herstellung der Sohlengewölbe zu vermeiden, wurden die Widerlager durch 25 bis 30 cm starke Rundhölzer gegen einander verspreizt; starke auf den Fundament-Vorsprung gestellte Bohlen übertrugen die Verspannung auf das Widerlagsmauerwerk, die Rundhölzer wurden durch Keile gegen die Bohlen und dadurch gegen das Mauerwerk fest verspannt. Die Spreizen dienten gleichzeitig zur Aufnahme des Materialengleises. Die Entfernung derselben betrug höchstens 2 m, in drückenden Stücken rückten sie bis auf 1,50 m zusammen. Auch beim Sohlengewölbe hielt man im wesentlichen an dem Grundsatz fest, nie mehr Baugruben fertig zu stellen, als von den vorhandenen Maurern sofort in Angriff genommen werden konnten. Man hatte dabei in vielen Stücken mit erheblichem Wasserandrang zu kämpfen, während nur an verhältnismäßig wenigen Stellen das Wasser durch zeitweiliges Schöpfen zu bewältigen war. Da in vielen, oft in 8 bis 10 Stücken, in denen eine Pumpe ununterbrochen thätig sein mußte, zu gleicher Zeit gearbeitet wurde, so waren sehr viele Pumpen erforderlich. Zur Ersparung erheblicher Ausgaben liefs die Bauleitung aus unbrauchbar gewordenen Luftleitungs-

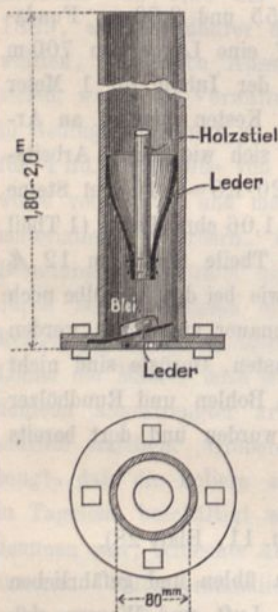


Abb. 5. Pumpen.

röhren von 80 mm Durchmesser Pumpen von beistehend dargestellter Form durch die in der Tunnelwerkstätte beschäftigten Handwerker herstellen. Diese Pumpen von 1,80 bis 2 m Länge genügten den gestellten Anforderungen vollkommen und erforderten an Herstellungskosten etwa 4 \mathcal{M} , während die verwendeten Materialien so gut wie nichts kosteten. Sie wurden am unteren Ende der Baugrube unter einem passenden Winkel aufgestellt und die am oberen Ende überfließenden Wassermengen durch eine Rinne abgeleitet. Zur Abführung des Wassers aus dem oberhalb der Arbeitsstelle liegenden Tunnelstücke wurden alte, vom Marienthaler Tunnel übernommene, verzinkte Lüftungsrohre aus Blech von 30 cm

lichter Weite und 5 m Länge verwendet (Abb. 11, Blatt 28), die, am Widerlager auf die Spreizen gelegt, miteinander verschraubt und an den Verbindungsstellen durch Ringe aus Pappe gedichtet wurden und so eine über sämtliche Arbeitsstellen reichende, 200 bis 300 m lange zweckentsprechende Wasserleitung bildeten.

Die bergmännischen Arbeiten beim Ausbrechen der Baugrube für das Sohlengewölbe waren an zwei Partieführer vergeben, welche für Aufbrechen des Baugleises, Einziehen der Verspannung der Widerlager, Wiederverlegen des Gleises auf die Spreizen, Herstellung der Wasserleitung, Ausheben der Baugruben einschl. Wasserhaltung und Sprengmaterialien, die

von der Bauverwaltung zum Selbstkostenpreise abgegeben wurden, für 1 Meter Baugrube 15 \mathcal{M} erhielten. Dagegen wurden die Mauerarbeiten in Tagelohn ausgeführt, weil die Verwaltung nicht auf den von den Arbeitern geforderten hohen Satz eingehen konnte, besonders aber, weil die Zahl der Aufsichtsbeamten schon so sehr verringert war, daß sie für die Aufsicht von Gedingearbeiten nicht mehr genügte. So wurden auf 1 Meter Sohlengewölbe im Mittel drei Maurerschichten verwendet, während bei Gedinge die Arbeit etwa in zwei Schichten zu leisten gewesen wäre. Der Arbeitslohn für 1 Meter Sohlengewölbe stellte sich im Mittel auf 15 \mathcal{M} , der Materialbedarf (2,20 cbm Mauerwerk) auf 21,63 \mathcal{M} ; die Rundhölzer für die Spreizen, die Bohlen auf den Spreizen zur Schaffung von Material- und Arbeitsplätzen für die einzelnen Baustellen, Mörtelkasten usw., sowie die Lüftungsrohre verursachten nur geringe Unkosten. Die Rohre waren vorhanden, die Rundhölzer und Bohlen meist anderen Arbeitsstellen entnommen.

8. Wassergraben (Text-Abb. 1).

Zur Abführung des im Tunnel hervorquellenden, sowie des aus einem Theile des östlichen Voreinschnittes kommenden Wassers genügte ein Graben von 40 cm Breite und 40 cm Tiefe. Derselbe liegt in der Mitte des Tunnels, ist durchweg mit 40 cm starken Seitenmauern eingefast und im Buntsandstein, also auf 275 m Länge, auch noch mit 20 cm starkem Sohlenmauerwerk versehen. In der mit Sohlengewölbe ausgeführten 700 m langen Strecke stehen die Seitenmüerchen unmittelbar auf dem Sohlengewölbe. Eine Aushebung der Baugrube für den Wassergraben war demnach nur auf 450 m erforderlich. Diese bergmännische Arbeit war, wie beim Sohlengewölbe, an zwei Partieführer zum Preise von 5 \mathcal{M} für 1 Meter einschl. Verlegung des Baugleises, Wasserhaltung, Gestellung der Sprengmaterialien usw. verdungen, während die Ausmauerung aus den beim Sohlengewölbe erwähnten Gründen wieder in Tagelohn ausgeführt wurde. Die Kosten der Mauerung einschl. Verlegen der 0,70 m breiten, 0,10 bis 0,12 m starken Abdeckplatten stellten sich im Mittel auf 4 \mathcal{M} für 1 Meter. Das gesamte Mauerwerk betrug: $275 \cdot 0,56 + 875 \cdot 0,32 = 434$ cbm. Die Kosten für Arbeitslohn und Baumaterialien für den Wassergraben stellten sich zusammen auf rund 14 350 \mathcal{M} und es kostete demnach 1 Meter Wassergraben ohne Berücksichtigung des auf ihn entfallenden Theils der allgemeinen Unkosten:

$$\frac{14\,350}{1150} = 12,50 \mathcal{M}.$$

9. Tunnelleingänge (Abb. 15 bis 17, Blatt 28).

Von den beiden Tunnelleingängen ist zur Zeit erst der westliche, in Abb. 15 bis 17 auf Blatt 28 dargestellte fertig. Der Gegend entsprechend, ist derselbe in einfachen Formen gehalten, ohne daß er dürrig erscheint. Zur Herstellung wurde das gleiche Steinmaterial verwendet wie bei der Ausmauerung des Tunnels selbst. Die Steine sind in den Ansichtsflächen sauber abgespitzt; nur die Krag-schichten, die Abdeckplatten und die Stirnplatte bestehen aus scharirten rothen Sandsteinen, deren Farbe mit dem Blaugrau des Muschelkalkes recht gut zusammenstimmt. Die parallel zur Tunnelachse liegenden Flügelmauern sind aus rothen Sandsteinen hergestellt, die bei Ausbeutung einer Sandgrube an der Bahnlinie in nicht erheblichen Mengen gewonnen wurden und die man verwendete, weil ihre Bearbei-

tung in der Ansichtsfläche sich wesentlich billiger stellte als die der außerordentlich harten Kalksteine.

Da auf der Westseite im Kalk kein Gebirgsdruck zu befürchten war, so konnten die sämtlichen Abmessungen der Widerlager, des Gewölbes und der Stirnmauer des Eingangstückes klein gehalten werden. Am Osteingange dagegen, wo starker Schub in der Tunnelachse zu erwarten bzw. schon aufgetreten ist, sind zur Vermeidung eines Portalbruches sehr starke Abmessungen erforderlich. Die bereits aufgemauerten Widerlager haben eine Stärke von 3 m bzw. 2 m an der schwächsten Stelle erhalten.

Hiermit ist die Beschreibung der eigentlichen Tunnelarbeiten beendet. Vor dem Uebergang zur Beschreibung der elektrischen Beleuchtungsanlagen, die den Schlufs dieser Mittheilungen bildet, folge noch in genauen Zahlen die Angabe des Gesamtverbrauchs der hauptsächlichsten Baustoffe.

I. Steinkohlen.

a) Für den Locomotivbetrieb:

83 Tonnen Briketts,

421 „ Nufskohle,

150 „ gewöhnliche Förderkohlen.

b) Für Heizung der Dampfkessel:

1007 Tonnen gewöhnliche Förderkohlen.

Diese Zahlen würden sich noch erheblich höher gestellt haben, wenn man bei dem ungemein raschen Steigen der Kohlenpreise im Jahre 1889 nicht vorgezogen hätte, die Kessel mit dem aus dem Tunnel kommenden Holze zu heizen, dessen Ertrag bei seiner etwaigen Versteigerung die Unkosten für die andernfalls noch zu beschaffenden Kohlen nicht gedeckt haben würde.

c) Schmiedekohlen:

44 Tonnen gesiebte Nufskohlen.

II. Holz.

a) Rundholz zur Auszimmerung des Tunnels:

1278 cbm Kiefern-, Fichten- und Tannen-Rundholz.

b) Bohlen, 4 und 5 cm stark zur Auszimmerung:

20674 qm Kiefern-, Fichten- und Tannen-Bohlen, ungesäumt.

c) Buchenbohlen, 5 cm stark, für Gewölbefuß-Unterlager und Ausbesserung der Bauwagen,

1060 qm, beiderseits gesäumt.

d) Kiefern- und Fichten-Schallatten für die Gewölbemauerung,

10 : 10 cm stark, 71 cbm.

e) Eichenkantholz für Ausbesserung der Bauwagen, 13 cbm,

f) Buchenstämmen für Fäustel- und Hackenstiele, Bogenkeile usw., 12,5 cbm.

III. Sprengmaterialien.

14000 kg Gelatine-Dynamit I.,

3350 kg „ „ II.,

400 kg Roburit,

27,5 kg Carbonit,

3400 Ringe Guttapercha-Züandschnur, für nasse Arbeitsstellen,

3716 Ringe weisse Züandschnur, für trockene Arbeitsstellen,

50000 Stück Sprengkapseln mit 400 mg Füllung für Gelatine-Dynamit,

3500 Stück Sprengkapseln mit 1000 mg Füllung für Roburit.

IV. Mauermaterialien.

19000 cbm Mauersteine,

1150 m Abdeckplatten für die Wasserrösche,

666000 kg Wasserkalk,

767000 kg Cement,

4920 cbm Mauersand,

50600 kg Cementkalk.

Der Cementkalk wurde von der Westfälischen Kalk-Industrie Wicking u. Comp. in Beckum empfohlen und sollte Cement und Kalk ersetzen. Die damit angestellten Versuche waren jedoch nicht befriedigend; von einer weiteren Verwendung desselben wurde deshalb abgesehen.

Das in der Zusammenstellung der Sprengmaterialien genannte Roburit besteht im wesentlichen aus Ammoniaksalpeter, Chlordinitrobenzol und Chlordinitronaphtalin, besitzt das Aussehen, auch ziemlich das Gewicht von Sägemehl und hat die sehr gute Eigenschaft, nicht durch Schlag oder Stofs, sondern nur unter Anwendung einer Sprengkapsel von 1 gr Knallquecksilberfüllung zu explodiren. Auch seine Sprengwirkung ist verhältnismäfsig günstig, dagegen zeigt es sich sehr empfindlich gegen Feuchtigkeit, weshalb es in wasserdichten Hülssen verpackt werden mufs; ferner entwickelt es bei der Explosion erhebliche Mengen von Rauch und Gas. Da infolge dessen die Arbeitsstellen nach dem jedesmaligen Abschufs zu lange unzugänglich waren, so wurde die beschaffte Menge Roburit ferner nur noch im Steinbruch zum Sprengen von Steinen und Baumstumpfen verwendet, wo es im Freien dem Sprengpulver gegenüber Vortheile bot.

Das Carbonit dagegen, im wesentlichen aus Kieselguhr und Nitrobenzol mit sauerstofffreien Verbindungen bestehend, weist keine der guten Eigenschaften des Roburit, wohl aber, und zwar im erhöhten Mafse, die schlechten Eigenschaften desselben auf. Es entwickelt beim Abschufs so viele schädliche Gase, dafs seine Verwendung in engen Räumen überhaupt nicht zu empfehlen ist. Diese Erfahrung wurde am Milseburg-Tunnel leider durch ein Menschenleben erkaufte, das einzige, welches diesem Bau zum Opfer gefallen ist. Bei dem im Sohlenstollen vorgenommenen und vom bauleitenden Beamten selbst geführten Versuche wurde von den beiden Sorten, Gesteins- und Kohlencarbonit, das letztere gewählt. Zum Abschufs kamen 23 kg, eine Ladung, wie sie zu der Zeit bei Gelatine-Dynamit gewöhnlich war. Das Betreten des Sohlenstollenortes wurde den Arbeitern erst nach Verlauf einer halben Stunde und nachdem derselbe von bauleitenden Beamten und dem Partieführer untersucht war, gestattet. Während bei Anwendung von Gelatine-Dynamit eine Viertelstunde nach Abschufs bereits wieder ohne erhebliche Beschwerde gearbeitet werden konnte, wurde bei diesem Versuch die gesamte Schlepptmannschaft, sieben Personen, ohnmächtig und konnte nur mit grosser Mühe ins Freie gebracht werden. Bei sämtlichen Arbeitern fanden sich Anzeichen einer Kohlenoxydvergiftung, die bei einem schwächlich gebauten Mann den Tod herbeiführte. Die Entwicklung von Kohlenoxyd war so stark, dafs selbst zwei Stunden nach dem Vorfall an einer etwa 200 m vom Sohlenstollenorte entfernten Arbeitsstelle ein Arbeiter ohnmächtig zusammenbrach. Infolge dessen wurde die Arbeit im ganzen Tunnel zwölf Stunden eingestellt und während dieser ganzen Zeit zur gründlichen Reinigung mit drei Luftpressen frische Luft hineigeblasen.

III. Anlage der elektrischen Beleuchtung des Tunnels.

(Blatt 29.)

Beim Vorhandensein der Dampfkraft und der Dampfmaschine war es bei dem heutigen Stande der Elektrotechnik naheliegend, beim Tunnelbaubetrieb elektrische Beleuchtung einzurichten. Diese erstreckte sich anfänglich nur auf den Tunnelbauplatz, die Werkstättengebäude und das Bureau, später kam der Steinbruch und der Tunnel selbst hinzu. Die sämtlichen Beleuchtungsgegenstände wurden aus der Fabrik von S. Schuckert in Nürnberg bezogen und waren in durchaus zufriedenstellender Weise ausgeführt. Zur Beleuchtung waren Bogenlampen von 1500 Kerzenstärken und Glühlampen von 16 Kerzenstärken beschafft und folgendermaßen vertheilt (vgl. Abb. 4, Blatt 25): Maschinenraum (II), Schmiede (III) und Stellmacherei (IV) je eine Bogenlampe, Magazin eine Glühlampe, Kalkschuppen drei Glühlampen, Tunnelbauplatz drei Bogenlampen (δ, δ, δ), Bureau (α) fünf Glühlampen (in 1 eine und in 2 und 3 je zwei Glühlampen), im Steinbruch zwei Bogenlampen. Die Beleuchtung des Tunnels selbst erfolgte im allgemeinen durch Glühlampen; nur in fertigen Strecken wurden bei Arbeiten in der Sohle, z. B. bei Herstellung der Sohlengewölbe usw., auch Bogenlampen gebraucht. Als sehr zweckmäßig haben sich die letzten beim Verlegen des Oberbaues im Tunnel erwiesen; die Arbeit erforderte bei der ausgiebigen Beleuchtung auch bei sorgsamster Ausführung nicht mehr Zeit, als auf freier Strecke, konnte vielmehr noch ungestörter geschehen, da man von der Witterung unabhängig war. Die größte Anzahl der im Tunnel zu gleicher Zeit brennenden Glühlampen betrug etwa 60 Stück.

Zur Erzeugung des elektrischen Stromes wurden zwei Dynamomaschinen von je $37\frac{1}{2}$ Amp. Stromstärke benutzt, von denen die eine die Glühlampen im Tunnel und zwei Bogenlampen, die andere sämtliche übrigen Lampen versorgte. Zur Speisung einer Bogenlampe waren sechs und zur Speisung einer Glühlampe eine halbe Amp. Stromstärke erforderlich, die Maschinen waren demnach beim Brennen sämtlicher Lampen voll ausgenutzt. Die Lampen waren parallel geschaltet, was den großen Vorzug hatte, daß man einzelne Lampen ausschalten konnte, ohne die ganze Stromleitung zu stören. Die Glühlampen im Bureau befanden sich zur größeren Bequemlichkeit an tragbaren Ständern. Für die Bogenlampen auf dem Tunnelbauplatze und im Steinbruch waren 14 m hohe Maste errichtet, die mit einer Vorrichtung zum Hinauf- und Herunterziehen der Lampen versehen waren. Die Bogenlampen in den Werkstätten wurden mit Alabasterglocken umgeben, um das allzugrelle Licht zu dämpfen.

Weiter auf die Anlage der elektrischen Beleuchtung außerhalb des Tunnels einzugehen, erscheint nicht nöthig, da derartige Anlagen in jetziger Zeit so vielfach ausgeführt sind, daß sie als bekannt vorausgesetzt werden können. Dagegen soll die Einrichtung der Beleuchtung des Tunnels selbst genauer beschrieben werden, theils ihrer Neuheit halber, theils auch, weil sie bei demnächstigen Tunnelbauten als Anhalt für die Einrichtung ähnlicher Anlagen dienen kann.

Die ganze Einrichtung ist auf Blatt 29 veranschaulicht. Die Hauptschwierigkeit bei der Beleuchtung des Tunnels lag in dem fortwährenden Wechsel der einzelnen Arbeitsstellen, sowie in der durch den Aufschluß neuer Arbeitsstellen fast täglich erforderlich werdenden Verlängerung bzw. Umänderung der Hauptleitung. Es mußte also dafür gesorgt werden, daß

1) Lampen in den einzelnen Arbeitsstellen ausgeschaltet und umgehängt und 2) Verlängerungen und Verkürzungen der Hauptleitung vorgenommen werden konnten, ohne die Beleuchtung in sämtlichen nicht berührten Arbeitsstellen einstellen zu müssen. Dies ist bei der im Milseburg-Tunnel durchgeführten Beleuchtung im wesentlichen erreicht worden. In dem in Abb. 1, Blatt 29 gezeichneten Längenschnitt durch den Tunnel ist die Leitung in allen Lagen, die sie annehmen kann, dargestellt. Sie geht vom Mundloch aus durch fertiges Gewölbe, hinunter in den Sohlenstollen, wieder hinauf durch Firststollen, fertiges Gewölbe, wieder hinunter in den Sohlenstollen usw. in gleicher Reihenfolge durch den ganzen Tunnel. Die Hauptleitung besteht aus zwei 20 bis 30 mm starken, 30 cm von einander entfernten Eisenstangen, zwischen welche die in Abb. 10 und 11, Blatt 29 dargestellten Glühlampen eingeklemmt werden, die Umleitung durch den Sohlenstollen aus zwei 5 mm starken Kupferdrähten. Die Beleuchtungskörper werden an der Eisenstangenleitung angebracht, während die Umleitung dazu dient, den elektrischen Strom in die einzelnen Arbeitsstellen leiten und die Zweigleitungen für die Arbeitsstellen in den Bogenorten und Gewölbemauerungen von der Hauptleitung unabhängig machen zu können. Es können also in den Bogenorten und Gewölbemauerungen neue Arbeitsstellen eingerichtet werden, ohne die Hauptleitung zu unterbrechen. Daß dies auch bei sämtlichen übrigen Arbeitsstellen möglich ist, erhellt ohne weiteres aus der Zeichnung.

Es sei noch bemerkt, daß bei der Gewölbemauerung die Beleuchtung nicht bis zur Beendigung dieser Arbeit erhalten werden kann, da mit den beiden Kronenbalken, welche kurz vor dem Gewölbenschluß entfernt werden, auch die Leitung fortgenommen werden muß.

Es wurde auch der Versuch gemacht, den Ort des Sohlenstollens elektrisch zu beleuchten. Zu diesem Zwecke wurde ein festes Gestell verwendet, das vorn ein Bogenlicht und in der Mitte eine Rolle mit zwei aufgewickelten dünnen Kabeln trug, deren Enden an die Kupferdrahtleitung im Sohlenstollen angebunden waren. Während der Bohr- und Schlepplage wurde das Gestell bis vor Ort gefahren, wobei sich das Kabel abwickelte, beim Abschluß dann so weit zurückgefahren, daß es nicht durch die umherfliegenden Steinstücke gefährdet werden konnte. Diese Beleuchtung wurde jedoch der Umständlichkeit halber bald wieder eingestellt.

Um bei der großen Länge der Leitung möglichst wenig Strom im Tunnel einzubüßeln, nahm man zur Verringerung des Leitungswiderstandes im vorderen Theile des Tunnels stärkere Eisenstangen als im hinteren Theile, und zwar wurden Eisenstangen von 30 mm für die ersten 250 m Leitung, für die folgenden 250 m solche von 25 mm und für den Rest solche von 20 mm Durchmesser genommen. Die Eisenstangen waren 4 m lang, die Verlängerung geschah durch Klemmen mit Schrauben (vgl. Abb. 11, Blatt 29).

Von der größten Wichtigkeit für ein gutes und gleichmäßiges Arbeiten der elektrischen Beleuchtungsanlagen war die Befestigung und Isolirung der Leitung. Die dabei zur Anwendung gekommenen Anordnungen sind in den Abbildungen 9 bis 13, Blatt 29 dargestellt. Für die Eisenstangen wurden im Scheitel des Gewölbes alle 2 m kräftige eiserne Haken in das Mauerwerk eingetrieben; die Stangen waren an den Berührungstellen mit den Traghaken zur Isolirung mit einem Gummi-

schlauch umgeben; letzterer war mit Bindfaden umwickelt, an den Enden umgestülpt und dann die ganze Einrichtung zum Schutz gegen Fäulnis eingetheert. Durch das Umstülpen des Gummischlauches an den Enden wurde eine Art Wassernase gebildet, die ein Ueberlaufen des Wassers vom Mauerwerk am tragenden Haken entlang zur Eisenstange und dadurch eine stromableitende Verbindung zwischen den beiden Eisenstangen verhinderte (Abb. 7 und 10, Blatt 29).

Die Befestigung und Isolirung der Eisenstangen an dem Holzwerk in den Bogenorten, Firststollen usw. wurde einfacher gehalten, da die Leitung nach der Herstellung der Gewölbe-mauerung doch auf die vorbeschriebene Art umgelegt werden mußte. Man begnügte sich damit, die Stangen mit kräftigen eisernen Oesen an die Kappen bzw. Riegel zu hängen (Abb. 9, Blatt 29). Der isolirende Gummischlauch wurde nur einfach übergezogen und nur an ganz feuchten Stellen auch umwickelt, an den Ecken umgestülpt und getheert. Die Kupferdrähte in der Umleitung durch den Sohlenstollen waren in ganzer Länge mit einem Gummischlauch umgeben, und zur Sicherung gegen Verletzung durch den Baubetrieb im Stollen in zwei etwa 8 cm von einander entfernte Nuthen eines Brettes gelegt, woselbst sie mit kleinen eisernen Oesen festgehalten wurden (Abb. 12 und 13, Blatt 29). Die Bretter mit den einliegenden Drähten wurden mit Drahtstiften an die Baue des Stollens genagelt (Abb. 2).

Die Glühlampen hatten die in Abb. 7, Blatt 29 angedeutete Form. Die Lampe *A* selbst wurde in die hölzerne Zwinge *B* geschraubt und war zur Sicherheit gegen umherspritzende Steinstückchen, Mörtel usw. mit einer starkwandigen Glasglocke *C* umgeben. An der hölzernen Zwinge befanden sich beiderseits messingene Klemmen, mit denen die ganze Vorrichtung zwischen die Eisenstangenleitung geklemmt werden konnte. Die Pole des Kohlendrahtes der Glühlampe waren durch dünne Kupferdrähte *abc* und *de* mit den bezügl. Messingklammern und dadurch mit der Eisenstangenleitung verbunden. Um das von der Decke träufelnde Wasser von der Lampe abzuhalten, war diese mit einem kleinen Blechdach *D* versehen.

Es ist natürlich, daß zur Erhaltung einer guten und gleichmäßigen Beleuchtung eines Tunnels, und besonders eines so nassen

Tunnels wie des vorliegenden, peinliche Gewissenhaftigkeit in der Herstellung der Isolirungen und unausgesetzte Beobachtung der ganzen Leitung erforderlich ist. Es empfiehlt sich deshalb, bei einer derartigen großen Anlage einen mit dem Legen elektrischer Leitungen durchaus vertrauten Schlosser anzustellen, der sich ausschließlich mit der Beobachtung und Ausbesserung der elektrischen Anlage zu befassen hat und nicht nur diese Geschäfte im Nebenamte mit versieht. Wird an dieser Stelle gespart, so ist schließlich besser, von der elektrischen Beleuchtung überhaupt abzusehen, da durch das unausbleibliche Undichtwerden der Leitung so viel Strom verloren geht und so viel Störungen in der Beleuchtung verursacht werden, daß eine Beleuchtung mit Rüböl-Lampen trotz aller üblen Eigenschaften vorzuziehen ist.

Die Vorzüge der elektrischen Beleuchtung gegenüber der bisher üblichen Beleuchtung mit Rüböl sind kurz folgende:

1. Die Luft im Tunnel wird nicht mehr durch die stark rufsenden Rüböl-Lampen verdorben, daher die Arbeit im Tunnel für die Gesundheit der Arbeiter weniger schädlich.
2. Bei der größeren Helligkeit in der Arbeitsstelle ist die Lieferung einer guten Arbeit sowohl in Bezug auf die Auszimmerung als auch für die Mauerung wesentlich erleichtert.
3. Es ist den Beamten möglich, die Arbeiten und die Arbeiter einer genaueren Controle zu unterwerfen als bisher.

Wenngleich die im Milseburg-Tunnel zur Ausführung gekommene Art der Beleuchtung mit elektrischem Licht während des Baues natürlich noch an zu vielen Punkten verbessert werden muß, um auch nur in annähernd gleicher Form zur Wiederverwendung empfohlen werden zu können, so dürfte sie doch vielfach geeignete Handhaben bieten zur Lösung dieser bei einem Tunnelbau sowohl für die Arbeiter als auch für die Bauverwaltung hochwichtigen Frage.

Die Gesamtkosten des Tunnels werden sich auf rund 830 000 *ℳ* belaufen. Rechnet man an Rückeinnahme für das gesamte Tunnel-Inventar 30 000 *ℳ*, so bleiben 800 000 *ℳ*; es kostet somit ein Meter des Tunnels rund 690 *ℳ*.

L. Oberschulte.

Die Theorie der gewölbten Bögen,

mit besonderer Rücksicht auf den versteifenden Einfluss der Uebermauerung und Ueberschüttung.

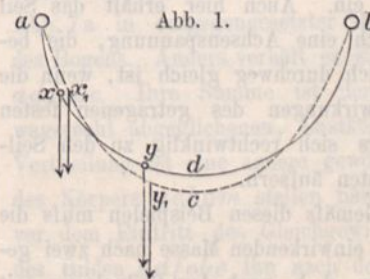
§ 1.

Entwicklung des Grundgedankens und vorläufige Ausführungen über die Möglichkeit verschiedener Gleichgewichtszustände eines Bogens.

Es ist üblich, die Standfähigkeit gewölbter Bögen, die keinen Seitenschub erhalten, nach dem Seilpolygon mit senkrechten Lasten zu beurtheilen. Hierbei wird vorausgesetzt, daß eine Schaar paralleler Einzellasten mit dem Seil fest verbunden ist, während die Lasten untereinander einen unmittelbaren Zusammenhang, der ihre Einzelwirkung behindern könnte, nicht besitzen. Der Begriff dieses Seilpolygons mit „festen“ Knotenpunkten ist dem gegliederten Gefüge entlehnt und deckt sich nicht von vornherein mit der Wirkungsart der stetigen Last.

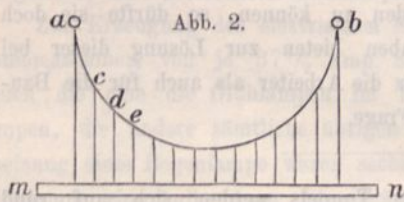
Der zu jedem Knotenpunkt gehörige Lasttheil soll nämlich dort durch ein fadenartiges Gebilde übertragen werden, welches seine Bewegung beim Einstellen der Ruhe ohne Anstoß vollziehen kann. Beim Einstellen des Seiles aus der Lage *adb* in die Ruhelage *acb* wird also nach Abb. 1 ein Punkt *x* nach *x₁* und *y* nach *y₁* nebst den anhängenden Lasten hinübergeführt, wobei deren Abstände von einander sich theils vergrößern, theils vermindern.

(Alle Rechte vorbehalten.)



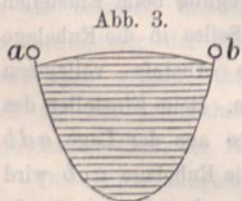
Wird dieses Verhältniss auf die stetige Last übertragen, um die es sich bei gewölbten und übermauerten Bögen handelt, so kommt an Stelle der fadenartigen Lastübermittler eine Reihe von zusammenhängenden lothrechten Streifen zur Geltung, welche gemäß der erwähnten Voraussetzung mit dem Seil fest verbunden sein sollen; mithin müßten die Gelenkpunkte des beweglichen Seiles zwischen den Anfallstellen der einzelnen Laststreifen liegen. Wofern nun bei dieser stetigen Last die Gestalt des Seiles nicht von vornherein der aus dem gegliederten Gefüge hergeleiteten Stützlinie entspricht, könnte diese Gleichgewichtslage ohne eine vorherige Zerreißung und Zerdrückung der Last nicht eintreten: denn die Streifen, welche bei lothrecht bleibender Lage der Seilbewegung folgen sollen, müßten theils ineinander dringen, theils sich von einander entfernen, überdies auch sich auf- und abwärts gegeneinander verschieben. Ist aber die Festigkeit der den Bogen umfassenden und von ihm getragenen Masse hinreichend groß, um jenen Verdrückungen zu widerstehen, oder finden Gegenwirkungen von den übermauerten Widerlagern aus statt, so tritt eine andere Art des Gleichgewichtes ein, ohne daß das Trageseil oder Gewölbe nothwendigerweise die Gestalt des Seilpolygons für parallele Einzellasten haben muß. Dabei ist die Möglichkeit geboten, daß nur Achsenspannungen in dem Seil oder Bogen auftreten, wie die beiden folgenden Beispiele solches erläutern mögen.

1. Die Last sei mit dem Seil fest verbunden, bestehe aber aus lothrechten und von einander unabhängigen Streifen; das nach Abb. 2 bei a und b angehängte Seil befinde sich nicht in der Gleichgewichtslage des gegliederten Systems, dagegen seien die Streifen durch eine Platte mn



unterstützt. Diese Platte werde plötzlich entfernt, im nächsten Augenblick erstarrt aber zufolge irgend eines inneren Vorganges das Streifengefüge zu einer festen Tafel. — Hieraus wird folgen, daß die festanhängenden Streifen nach Entfernung der Platte mn eine Bewegung in der Richtung der Schwerkraft antreten und ihre Schwere antheilig auf die Gelenke cde des Seiles übertragen. Letzteres wird gespannt, indem die Knotenpunkte die Lasten zwischen sich auf dem kürzesten Wege, also durch das Seil hindurch, ausgeglichen, und dieses beginnt seine Lage zu ändern. Im nächsten Augenblick aber, wo das Streifengefüge zu einer festen Tafel erstarrt, treten in dieser Gegenkräfte auf, die eine weitere Seilbewegung verhindern.

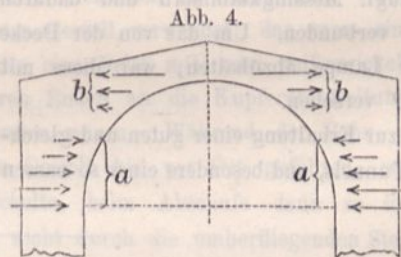
2. In einem anderen Falle wirke eine stetige Last, die aber mit dem Seil nicht weiter verbunden ist, nach Abb. 3 auf dieses ein. Auch hier erhält das Seil lediglich eine Achsenspannung, die bekanntlich durchweg gleich ist, wenn die Gegenwirkungen des getragenen festen Körpers sich rechtwinklig zu den Seilelementen äußern.



Gemäß diesen Beispielen muß die Beurtheilung der auf das Seil einwirkenden Masse nach zwei getrennten Rücksichten stattfinden, d. h. nach dem Seilpolygon mit „festen“ oder mit „verschiebbaren“ Knotenpunkten. Die einwirkenden Kräfte lassen sich in beiden Fällen in senkrechte und wäge-

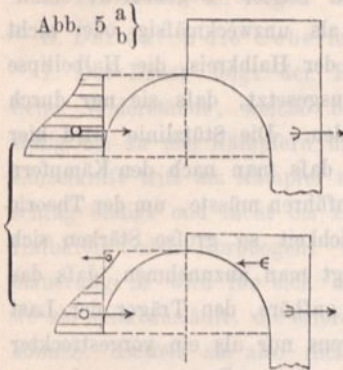
rechte Seitenkräfte zerlegen. Die ersteren müssen der Last gleich sein; aber es kann eine geänderte Vertheilung derselben eintreten gegenüber derjenigen Vertheilung, wie sie unter Zugrundelegung von lothrechten unabhängigen Streifen erfolgt. Die wagerechten Kräfte werden sich als mathematische Function der ersteren Kräfte und der Seilgestalt ergeben. Bei dem Seilpolygon mit festen Knotenpunkten entspricht die Lastvertheilung durchweg der Lasthöhe der stetigen Masse, weil ein seitliches Gleiten der senkrechten Streifen der Voraussetzung nach ausgeschlossen ist. Dagegen findet im allgemeinen bei dem Seilpolygon mit verschiebbaren Knotenpunkten eine andere Vertheilung der Last statt, sodafs der getragene Körper aufer jenen wagerechten Wirkungen noch andere Widerstände zu äußern hat, durch welche die Aenderung der Lastvertheilung bedingt ist. Nur in einem Sonderfalle verhalten beide Seilpolygone sich gleichartig, sodafs eine nähere Untersuchung darüber, ob die Last fest mit dem Seil oder Bogen zusammenhängt oder ob sie gleiten kann, nicht erforderlich wird: es ist klar, daß in diesem Sonderfalle die Lasthöhe von vornherein durchweg so beschaffen ist, daß die Mittelkräfte aus den senkrechten und wagerechten Kräften sich rechtwinklig zu den Seilelementen stellen und somit die Seilspannung ohne weiteres durchgängig gleich ist.

Wendet man diese Beziehungen auf den aufwärts gekrümmten Reifen oder gewölbten Bogen an, so ist es ersichtlich, daß dieser bis zu einem gewissen Grade hintermauert sein muß, nöthigenfalls auch mit einem über den Kämpferpunkt hinaus erhöhten und versteifenden Widerlager zu versehen ist, welches unter Vermittlung der Bogenübermauerung die stetig vertheilten wagerechten Gegenkräfte a in gleicher Weise zu leisten vermag, wie sonst die wagerechte Einzelkraft am Kämpfer geleistet wird. Müssen diese Gegenwirkungen sämtlich in der Richtung der Kräfte a erfolgen (Abb. 4), damit



der Bogendruck in der Bogenlinie verbleibt, so ist die Uebermauerung des Bogens und der Widerlager lediglich so einzurichten, daß sie durch die Kräfte a nicht abgeschert oder gekippt werden kann. In Wirklichkeit ist die Scherfestigkeit fast immer überflüssig groß, da in der Nähe des Scheitels die abscherenden Kräfte noch gering sind und weiterhin das Mauerwerk schwerer belastet ist. Wofern aber noch wagerechte Gegenwirkungen in der Richtung der Kräfte b erforderlich sind, muß entweder der Bogenrücken mit der oberen Last fest verkittet sein bzw., wie bei Betongewölben, ein Ganzes bilden, oder die Last muß auf dem Bogenrücken einen ausreichenden Reibungswiderstand ausüben. Bei gewöhnlicher Herstellungsart der Bögen darf selbst unter Verwendung von Cementmörtel eine feste Verkittung mit Sicherheit nicht angenommen werden, da der Zusammenhang durch zufällige Verdrückungen aufgehoben werden kann; dagegen kann die Reibung nur mit der Beseitigung der Last verschwinden. Es wird später gezeigt, daß die nach außen gerichteten wagerechten Kräfte b in fast allen Fällen nur in geringem Maße in der Nähe des Bogenscheitels auftreten oder überhaupt nicht vorkommen. Da der Bogen in der Nähe des Scheitels noch wenig Abfall hat, ist hier die Wirkung der

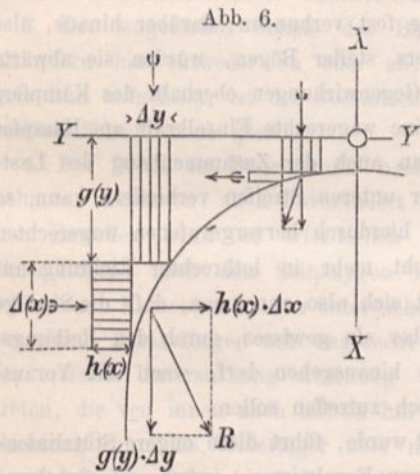
Reibung so günstig, daß die Widerstände b vielfach hieraus allein hervorgehen können. Hat das Widerlager nur Gegenwirkungen nach Art von a zu leisten, so wird es durchweg nach auswärts gedrückt (Abb 5a).



Treten aber in der Nähe des Scheitels noch Widerstände b auf, so wird es unten nach auswärts gedrückt, oben nach einwärts gezogen. Es wird hier noch kurz im voraus bemerkt, daß in den Fällen, wo ein durchweg gleicher Bogendruck entweder von vorn herein vorhanden ist, oder wo er nachträglich durch eine elastische Bewegung des Bogens entsteht, die wagerechten

Schube in der ganzen Pfeilhöhe nach „innen“ hin gerichtet sind.

Es fragt sich nun, wann der gemauerte Bogen noch als ein Seilpolygon mit festen Knotenpunkten aufzufassen ist, wo überhaupt die Grenze liegt, sobald nur die Reibung als wirksame Gegenkraft zur Geltung kommen soll. Diese Untersuchung ist einfach: denn es ist nur nöthig, an verschiedenen Stellen des Bogens senkrechte schmale Streifen $g(y) \cdot \Delta y$ und die zugehörigen wagerechten Streifen $h(x) \cdot \Delta x$ ihrer Größe nach zu ermitteln und als Linien aufzutragen (Abb. 6).

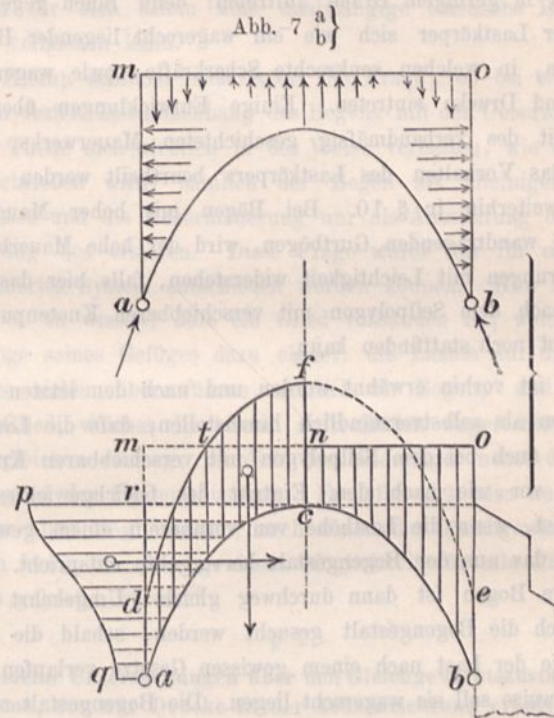


aus beiden darf alsdann in ihrer Neigung gegen den Gewölberücken nicht über die Grenze des zulässigen Reibungswinkels hinausgehen. Bildet der Gewölberücken, wie es meistens der Fall ist, eine raue Fläche mit Höckern und Vertiefungen, so wird die Mittelkraft R schon eine recht schiefe Richtung annehmen dürfen, ehe man zur

Untersuchung nach dem Seilpolygon mit verschiebbaren Knotenpunkten schreiten muß. Auch könnte es vorkommen, daß ein Bogen an verschiedenen Stellen sich anders verhält, daß er also zum Theil nach dem einen, zum Theil nach dem anderen Seilpolygon zu bestimmen ist.

Bei dem Seilpolygon mit verschiebbaren Knotenpunkten ist die Höhe der senkrechten Streifen des Lastkörpers nicht mehr maßgebend für die im Seil auftretende Spannung: denn setzt man in allen Fällen eine ausreichende Festigkeit dieses Körpers voraus, so darf trotz gleichbleibender Seilspannung die obere Lastgrenze innerhalb des vorhandenen Lastgebietes sehr verschiedenartig gestaltet werden. Nur die Gesamtschwere und die Lage der lothrechten Schwerlinie müssen unverändert bleiben; sonst würde die Seilspannung sich ändern oder der Körper in eine andere Lage gleiten. Mithin erleiden nur die inneren Spannungen, mit denen der Körper dem Seildruck entgegenwirkt, durch die jedesmalige Oberflächengestaltung eine Aenderung.

Die elastischen Formveränderungen des Körpers werden bezüglich der Seilspannung nicht weiter in Betracht kommen, da sie weit geringer sind, als die aus sonstigen zufälligen Bewegungen entstehenden Aenderungen, die durch einen Zuschlag zu den rechnermäßigen Mindest-Stärken ausgeglichen werden müssen. Nach gleichen Grundsätzen wie beim belasteten Seil wird auch in einem aufwärts gekrümmten und zur Aufnahme von Drucken geeigneten Reifen, der bei a und b in der Achsenrichtung Widerstände findet, ein überall gleicher Druck hervorgerufen, wenn eine aufgelegte Last sich eng, aber ohne Zusammenhang, an den Reifen anlegt und durchweg von ihm getragen wird (Abb. 7a). Eine gewisse Nachgiebigkeit des Reifens muß allerdings vorausgesetzt werden; diese ist aber, besonders bei einer großen Anzahl von Mörtelfugen, stets vorhanden; bei größeren Gewölben steht sie außer Frage. Indem das Gleichgewicht zustande kommt, treten durch die Gegenwirkung des Bogens Spannungen in die Last ein, deren Entstehungsart die in Abb. 7a angedeut-



teten und nach zwei Achsenrichtungen zerlegten Kräfte ver sinnbildlichen mögen. Die Ermittlung dieser Kräfte geschieht durch die Umkehrung der Aufgabe: d. h., man sucht diejenigen Kräfte, welche als Gewichte unabhängiger Körperstreifen geeignet sind, in einem Bogen von gegebener Gestalt eine durchweg gleiche Spannung von einer gewissen Stärke hervorzubringen. Bei der gezeichneten parabelförmigen Bogengestalt werden die gesuchten Bilder der senkrechten und wagerechten Kräfte in Abb. 7b, linke Hälfte, dargestellt. Die wagerechten Kräfte, Fläche $arpq$, sind ohne weiteres gleich groß, wie die nach Abb. 7a in entgegengesetzter Richtung wirkenden Seitenschube des Bogens. Anders verhält es sich mit den senkrechten Kräften $adfebc$. Ihre Summe ist dem Gewichte des, beispielsweise wagerecht abgeglichenen, Lastkörpers $acbom$ gleich; nur ihre Vertheilung ist eine andere geworden. Die senkrechten Streifen des Körpers $acbom$ stellen nämlich den äußeren Kräfteangriff vor dem Eintritt des Gleichgewichtes dar, während diejenigen des Bildes $adfebc$ ihn nach dem Eintritt des Gleichgewichtes kennzeichnen. In dem Zwischenzustand hat eine elastische Bewegung des Reifens stattgefunden, d. h., ein Antrieb desselben

gegen die Last, wonach das Kräftebild sich in der Weise geändert hat, daß der Bogen in der Nähe des Scheitels stärker belastet, in der Nähe der Kämpfer also entlastet wird.

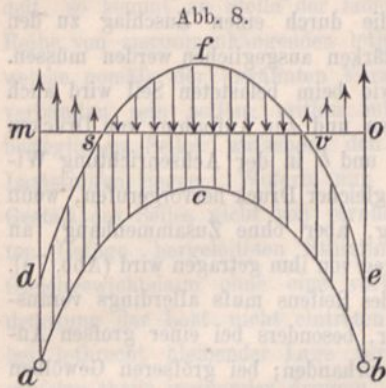


Abb. 8.

Nach Abb. 8 wird der Zuwachs sfv in der Scheitelsecke gleich groß, wie die Abnahmen dms und voo für die seitlichen Strecken. Die abwärts und aufwärts gerichteten Angriffe gegen den Lastkörper (vgl. Abb. 7a) sind nun den Kräftebildern der Zunahmen und Abnahmen in Abb. 8 gleich.

Im allgemeinen wird es bei niedriger Uebermauerung eines Bogens günstig sein, wenn diese Zerrungen der Last fortfallen oder nur in geringem Grade auftreten: denn ihnen gegenüber muß der Lastkörper sich wie ein wagrecht liegender Balken verhalten, in welchen senkrechte Scherkräfte sowie wagerechte Züge und Drucke eintreten. Einige Entwicklungen über die Festigkeit des verbandmäßig geschichteten Mauerwerks, nach denen das Verhalten des Lastkörpers beurtheilt werden kann, folgen weiterhin in § 10. Bei Bögen mit hoher Mauerlast, z. B. bei wandtragenden Gurtbögen, wird der hohe Mauerbalken den Zerrungen mit Leichtigkeit widerstehen, falls hier das Verhalten nach dem Seilpolygon mit verschiebbaren Knotenpunkten überhaupt noch stattfinden kann.

Es ist vorhin erwähnt worden und nach den letzten Ausführungen als selbstverständlich hinzustellen, daß die Lastvertheilung auch bei dem Seilpolygon mit verschiebbaren Knotenpunkten vor wie nach dem Eintritt des Gleichgewichtes die gleiche ist, wenn die Lasthöhe von vornherein einem gewissen Gesetze, das aus der Bogengestalt hervorgeht, entspricht. Der Druck im Bogen ist dann durchweg gleich. Umgekehrt kann dann auch die Bogengestalt gesucht werden, sobald die obere Grenzlinie der Last nach einem gewissen Gesetze verlaufen soll. Beispielsweise soll sie wagrecht liegen. Die Bogengestalt nähert sich dann der Halbellipse, wie später gezeigt wird, und die Last darf bei sonst unverändertem Gewicht in einem beliebigen Festigkeitszustand auf den Bogen einwirken; es ist gleichgültig, ob sie fest, flüssig, halbflüssig oder erdartig ist. Als feste Last leistet sie wagerechte Widerstände, in flüssigem Zustande äußert sie wagerechte angreifende Kräfte, genau in der erforderlichen Stärke, bei halbflüssiger oder erdarter Beschaffenheit kommen beide Arten der Kräfte-Außerung zur Geltung, in erster Linie aber die angreifenden Kräfte.

Zu weiterer Bezugnahme wird jetzt einiges über die bekannte Art der Stützlinienbögen erwähnt, bei denen ein wagerechter Gegendruck nur als Einzelkraft am Kämpfer geleistet wird, während im Bereiche der Pfeilhöhe ein Zuwachs oder eine Abnahme des wagerecht fortgepflanzten Scheiteldruckes nicht stattfindet. Die Uebermauerung gilt hier nur als „Last“ und die Ableitung der Stützlinie geschieht nach dem Seilpolygon mit festen Knotenpunkten und Parallel-Lasten. Um hiernach die Brauchbarkeit eines gegebenen Bogens zu beurtheilen, pflegt man die zugehörige Stützlinie in den Bogenkörper nach gewissen Rücksichten so einzupassen, daß sie über gewisse Grenzen nicht hinaustritt, weil sonst eine unzulässige Vertheilung der Drucke

oder ein Aufklaffen der Fugen befürchtet wird. Für einseitige Nutzlasten werden nach gleichen Rücksichten Stützlinien gezeichnet und die Bogenstärken entsprechend erweitert. Es ist zu erwähnen, daß nach dieser Theorie einige ihrer Einfachheit und ihres guten Aussehens wegen sehr beliebte Bogenarten, besonders bei größeren Spannweiten, als unzuweckmäßig oder nicht anwendbar gelten müssen, zu B. der Halbkreis, die Halbellipse und die Korbbögen, immer vorausgesetzt, daß sie nur durch die Schwerkraft beansprucht werden. Die Stützlinie wird hier nämlich so wesentlich abweichen, daß man nach den Kämpfern hin unförmliche Gewölbestärken einführen müsste, um der Theorie zu genügen. Da aber in Wirklichkeit so große Stärken sich als unnöthig erwiesen haben, pflegt man anzunehmen, daß das Gewölbe schon vor dem Kämpfer aufhöre, den Träger der Last zu bilden, daß der Rest des Bogens nur als ein vorgestreckter Theil des Widerlagers und demnach der Bogen nur als ein Flachbogen aufzufassen sei, innerhalb dessen die Stützlinie Platz findet. Diese Auffassung ist unter Umständen gerechtfertigt, im Grunde genommen versagt hier jedoch die Theorie und widerstreitet sich selbst: denn an jenen Stellen, wo selbst die günstigste gedachte Stützlinie über eine gewisse Lage hinaustritt oder gar den Bogenkörper verläßt, wird der Voraussetzung nach ein Zerdrücken des letzteren befürchtet. Auch setzt diese Theorie in allen Fällen das Verhalten des Bogens nach dem Seilpolygon mit festen Knotenpunkten voraus. Bis zu einem gewissen Neigungswinkel der Rückenflächen werden die als von einander unabhängig gedachten Laststreifen allerdings durch die Reibung mit dem Gewölbe fest verbunden; darüber hinaus, also in der Nähe des Kämpfers steiler Bögen, würden sie abwärts gleiten oder wagerechter Gegenwirkungen oberhalb des Kämpfers bedürfen, während nur eine wagerechte Einzelkraft am Kämpfer auftreten soll. Wenn nun auch der Zusammenhang des Lastkörpers das Abgleiten der unteren Streifen verhindern kann, so wirkt doch infolge der hierdurch hervorgerufenen wagerechten Kräfte der Lastkörper nicht mehr in lothrechter Richtung auf das Gewölbe ein. Es läßt sich also annehmen, daß die Schräge der Rückenfläche nicht über ein gewisses, durch den Reibungswinkel bestimmtes, Maß hinausgehen darf, wenn die Voraussetzungen der Theorie noch zutreffen sollen.

Wie bereits erwähnt wurde, führt diese engere Stützlinien-Theorie oft zu ungünstigen Ergebnissen, indem sie durchweg den versteifenden Einfluß der Uebermauerung vernachlässigt. Die letztere ist aber fast immer von vornherein gegeben oder gar aus anderen Rücksichten geboten. Bei Hochbauten bildet sie einen Theil der aufstehenden Wand und besitzt hier als schwerbelastetes Mauerwerk eine so hohe Festigkeit, daß bei ausreichenden Widerlagern eine große Mannigfaltigkeit in der Bogengestalt stattfinden darf. Auch bei Brückenbauten ist die Uebermauerung des Bogens und der Widerlager stets geboten, damit der Bogenschub die oberen Mauerstärken nicht ohne weiteres abschert; außerdem ist sie als Stirn- und Geländer-Mauerwerk und zum Schutz des Gewölbes als Abwässerungs-Sattel vorhanden.

Hiernach läßt dieser besondere Gleichgewichtszustand sich dem allgemeineren in folgender Weise gegenüberstellen:

A. Der freie Stützlinienbogen mit durchweg gleichem Horizontalschub:

1. Der Druck folgt der Bogenlinie bis zum Kämpfer hin ohne Mitwirkung seitlicher Kräfte oder Widerstände. Die gesamte Gegenwirkung vereinigt sich an den Kämpfern.

2. Bei unzureichendem Widerlager wird die Verankerung zweckmässig durch die Kämpferlinie hindurch zu legen sein.

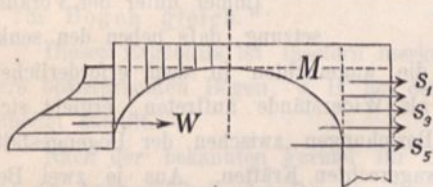
3. Der wagerechte Bogenschub ist durchweg gleich dem Schub im Scheitel.

4. Der Druck im Bogen nimmt nach dem Kämpfer hin zu.

B. Der durch die Uebermauerung ausgesteifte Bogen:

1. Der Druck folgt der Bogenlinie unter Mitwirkung seitlicher Widerstände, welche bereits im Scheitel beginnen und stetig bis zu den Kämpfern hin vertheilt sind. Eine wagerechte Einzelkraft tritt am Kämpfer nur noch hinzu, sobald der Bogen schräg endigt und nicht bis zur lothrechten Richtung, etwa als Halbkreis oder Korbbogen, hinabgeführt wird. Die Hintermauerung M wird für sich allein in der Nähe des Kämpfers, wo sie spitz ausläuft, die erforderlichen Seitendrucke nicht leisten können. Soweit sie also nicht geeignet ist, den angreifenden Kräften $s_1 s_2 s_3 \dots$ zu widerstehen, muss das übermauerte Widerlager diese Kräfte durch die Last M hindurch ausgleichen (Abb. 9). Die Mittelkraft W der stetigen wagerechten Gegen-drucke liegt oberhalb des Kämpfers, was bei der Ermittlung des Kippmomentes in Rücksicht kommt.

Abb. 9.



bei der Ermittlung des Kippmomentes in Rücksicht kommt.

2. Eine Verankerung wird zweckmässig oberhalb der Kämpfer in Höhe der Mittelkraft W anzuordnen sein.

3. Der wagerechte Schub des Bogens nimmt nach den Kämpfern hin entweder zu oder ab, oder er wechselt. Abgebräuch aufgefafst, ist der Gesamtschub auch hier dem wagerechten Scheitelschub gleich.

4. Der Druck im Bogen kann nach den Kämpfern hin zunehmen, abnehmen, auch unverändert bleiben.

Zuweilen kann es erforderlich sein, die Standfähigkeit eines Bogens nach dem Seilpolygon mit festen und mit verschiebbaren Knotenpunkten zu untersuchen. Beispielsweise müssen bei einem Parabelbogen mit wagerecht abgeglicherer Last nach der ersteren Untersuchung durchweg wagerechte Kräfte hinzutreten, die von innen nach aussen hin gerichtet sind. In dieser Richtung kann das Widerlager aber meistens nur in der Nähe des Scheitels zufolge der Reibung Widerstände leisten, während weiterhin der Bogen sich von der Uebermauerung abtrennt und gegen diese vor seinem Einsturz, vorwiegend in der Gegend des Scheitels, einen Antrieb äufert. Die weitere Untersuchung hat also nach dem Seilpolygon mit verschiebbaren Knotenpunkten stattzufinden, wobei die Aenderung der Lastvertheilung und alle jene Verhältnisse in Frage kommen, die bereits erwähnt worden sind. Diese getrennten Untersuchungen sind jedoch entbehrlich, sobald die Belastung von vornherein jenem in § 4 zu erörternden Sonderfalle entspricht, in welchem die Kräfte sich rechtwinklig zur Bogenlinie stellen. Alsdann findet auch nicht mehr ein Auftrieb statt, sondern es kommen nur wagerechte, durch die Scherfestigkeit und Standfähigkeit der Widerlager bzw. der Uebermauerung zu leistende, Gegenwirkungen in Betracht.

Es wird schliesslich darauf hingewiesen, dafs von einer Anwendung der Elasticitätslehre bei den nachfolgenden Entwicklungen abgesehen werden musste, weil deren Hinzuziehung nach diesen erweiterten Gesichtspunkten gegenwärtig noch aussichtslos erscheint. Die hier aufgestellten Rechnungen und Be-

trachtungen sind somit lediglich als ein rein mathematisches Gerippe aufzufassen, welches als Anhalt für die Herstellung der gewölbten Bögen mit dem gleichen Rechte anwendbar erscheint, wie die durch die Erfahrung bestätigte, jedoch in engerem Kreise gezogene, bisherige Theorie der Stützliniengewölbe. Es ist übrigens selbstverständlich, dafs zu den rechnermässigen Abmessungen gröfsere Zuschläge zu geben sind, da etwaige Senkungen des Baugrundes oder Fehler in der Arbeit und im Baustoff an einzelnen Stellen vorwiegend starke Beanspruchungen hervorrufen können. Die Erfahrung muss stets diese nur als Leitfaden zu betrachtende Theorie unterstützen. Die Anwendung der Elasticitätslehre erscheint hier übrigens nicht allein aus dem Grunde unsicher, weil sie wegen der beiderseitig in Betracht zu ziehenden elastischen Veränderungen des Bogens und der Last theoretische Schwierigkeiten bietet, sondern auch, weil es sich in den meisten Fällen um eine Untersuchung nach dem Seilpolygon mit festen Knotenpunkten handelt, mithin der Bogen für sich allein eine unabhängige elastische Bewegung nicht vollziehen kann.

Hieran schliesst sich sofort die Frage, ob bei einem gewissen festen Zusammenhang des Bogens mit der Uebermauerung diese Theile sich wirklich in der Weise verhalten, wie es ihnen zugeschrieben wird, nämlich der Bogen als alleiniger Träger der Last und die Uebermauerung nur als Aussteifung oder Verankerung des ersteren. Diese Frage würde nur für ein völlig gegliedertes System entschieden werden können. Hier aber genügt es zu wissen, dafs ein Glied vorhanden ist, welches sich vermöge seines Gefüges dazu eignet, die Lasten auf die Stützpunkte sicher überzuführen, nämlich der Bogen, und ein anderes Glied, welches die hierbei auftretenden wagerechten Schube auszugleichen vermag, nämlich das Widerlager nebst dem Zwischenglied der Hintermauerung. Es lässt sich also nur sagen: „unter allen Möglichkeiten, nach denen das Gleichgewicht stattfinden kann, ist einer gewissen Möglichkeit für alle Fälle Vorschub geleistet worden.“

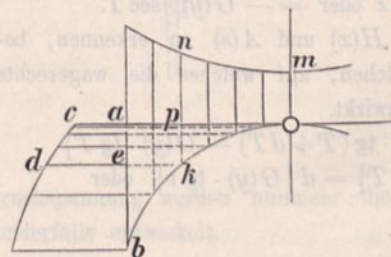
§ 2.

Allgemeine Untersuchungen über den Gleichgewichtszustand eines Bogens, der nur Drucke in der Achsenrichtung erhalten soll.

Die Last werde nach Abb. 10 zunächst in der Weise gedacht, dafs senkrechte und von einander unabhängige Streifen

auf einen aufwärts gekrümmten dünnen und elastischen Reifen von der Tiefe 1 einwirken, dessen Enden sich gegen zwei feste Widerlager anstemmen. Der Reifen und die Last sollen symmetrisch zu einer senkrechten Achse liegen, die

Abb. 10.



den Bogenscheitel durchschneidet. In dieser Weise entspricht die Lasthöhe durchweg der Streifenhöhe, was bei einer zusammenhängenden festen Masse nicht immer der Fall ist. Ein gleiches Kräftesystem wirke in wagerechter Richtung auf jede Bogenhälfte ein. Beide Kräftescharen sollen zur besseren Kennzeichnung ihres Verlaufes nach einer stetigen Function auf die Linien ao und ab bezogen werden.

Diese Scharen von wagerechten und senkrechten Kräften sind als Seitenkräfte einer Schar beliebig gerichteter Kräfte

aufzufassen, die auf den Reifen einwirken. Um die Seitenkräfte in gegenseitige Beziehung zu bringen, kann man die angreifenden lothrechten Kräfte als die unabhängig veränderlichen, die wagerechten als die abhängig veränderlichen annehmen, oder umgekehrt. Die ersteren werden sodann als Streifen von gleicher Breite vorausgesetzt, in der sie auf je ein Bogenstück ds einwirken; die zugehörigen wagerechten Streifen werden dann untereinander und mit den senkrechten im allgemeinen nicht mehr von gleicher Breite sein. In dieser Weise bezeichnen die vom Scheitel ab gemessenen Flächen $omnp$ und $acde$ den Kräfteangriff auf die Bogenlänge zwischen dem Scheitel und dem Punkt k .

An dieses System von Kräften werde die Anforderung gestellt, daß es in einem Bogen von gegebener Gestalt Drucke hervorrufen soll, die durchweg in die Bogenrichtung hineinfallen.

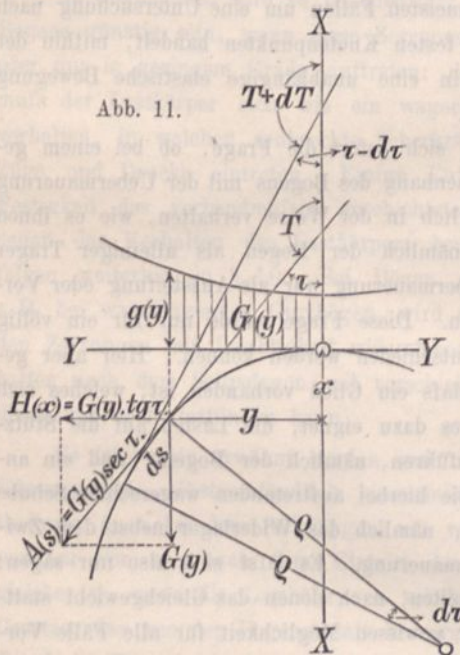


Abb. 11.

Nach Abb. 11 sei $g(y)$ eine Function von y und bedeute die Lasthöhe in dem durch y bestimmten Punkt des Bogens. Ebenso bedeute $G(y)$ oder $\int_0^y g(y) \cdot dy$ die gesamte Last im Bereiche von y . Hiernach ist $g(y)$ der Differentialquotient von $G(y)$, nach y genommen. Es sei sodann τ die Ergänzung zum Tangentenwinkel T , ρ der Krümmungshal-

messer für das Bogenstück ds , und $d\tau$ der zu ds gehörige Winkel zweier benachbarter Bogentheilchen. Die wagerechte Seitenkraft $H(x)$, welche mit $G(y)$ einen in der Bogenrichtung verlaufenden Druck bildet, und dieser Druck $A(s)$ werden durch folgende Gleichungen bestimmt:

- 1) $H(x) = G(y) \cdot \operatorname{tg} \tau$ oder $= -G(y) \cdot \operatorname{tg} T$,
- 2) $A(s) = G(y) \cdot \operatorname{sec} \tau$ oder $= -G(y) \cdot \operatorname{sec} T$.

Um die Veränderung von $H(x)$ und $A(s)$ zu erkennen, betrachte man ein Bogentheilchen, auf welches die wagerechte Kraft $dH(x) = h(x)dx$ einwirkt.

$$dH(x) = -\{G(y+dy) \cdot \operatorname{tg}(T+dT) - G(y) \cdot \operatorname{tg} T\}$$

$$= -d\{G(y) \cdot \operatorname{tg} T\} = d\{G(y) \cdot \operatorname{tg} \tau\} \text{ oder}$$

$$h(x) = \frac{d\{G(y) \cdot \operatorname{tg} \tau\}}{dx}$$

Je nachdem die Größe $G(y+dy) \cdot \operatorname{tg}(\tau+d\tau) \geq G(y) \cdot \operatorname{tg} \tau$ wird, ist $dH(x)$ eine wagerechte Kraft, die positiv ist und nach dem Widerlager hin, oder negativ ist und von dem Widerlager her gerichtet ist. Demgemäß äußern sich auch die Gegendrucke, deren Summe den Widerstand $W(x)$ bildet, im ersteren Falle nach dem Widerlager hin (Abb. 12b, oberer Theil), im letzteren Falle von dem Widerlager her (Abb. 12a und 12b, unterer Theil). Dieses werde in folgendem Satze ausgesprochen:

„Nimmt die wagerechte Seitenkraft $H(x)$ des Bogendruckes mit wachsendem Bogen zu, hat also $dH(x)$

ein positives Vorzeichen, so sind die Kräfte $h(x) \cdot dx$ nach dem Widerlager hin gerichtet. Nimmt dagegen $H(x)$ mit wachsendem Bogen ab, ist also $dH(x)$ negativ, so sind die Kräfte $h(x) \cdot dx$ vom Widerlager nach innen zu gerichtet.“

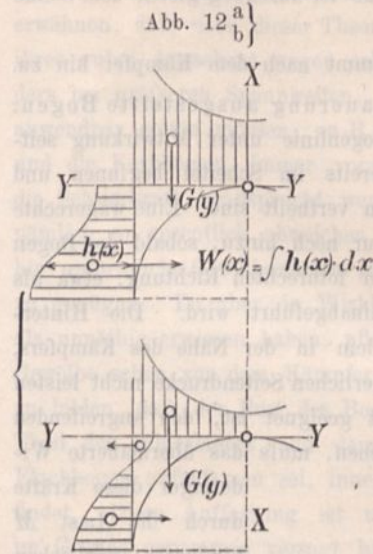


Abb. 12 a) b)

Nach den Erwähnungen in § 1 kann $h(x)$ eine Function sein, die ihr Vorzeichen wechselt, indem sie stetig von $+$ über 0 in $-$ übergeht (Abb. 12b). Auch der Druck $A(s)$ erleidet im allgemeinen eine Aenderung durch den im Bogenelement hinzutretenden Beitrag $d\{G(y) \cdot \operatorname{sec} \tau\}$.

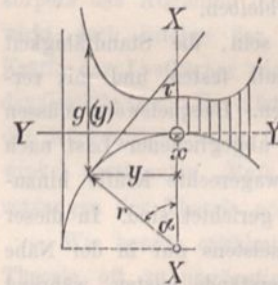
Immer unter der Voraussetzung, daß neben den senkrechten Kräften auch die wagerechten in dem erforderlichen Maße angreifend oder als Widerstände auftreten, ergibt sich ein weites Feld von Beziehungen zwischen der Bogengestalt, den senkrechten und wagerechten Kräften. Aus je zwei Bedingungen wird die dritte sich so ermitteln lassen, daß der Anforderung, wonach nur Drucke in der Achsenrichtung des Bogens auftreten sollen, stets genügt wird.

§ 3.

Stützlinienbögen mit überall gleichem wagerechtem Schub.

Die Theorie dieser Bögen ist bekannt als die allgemein übliche. Von der aussteifenden Wirkung der Uebermauerung

Abb. 13.



sieht sie gänzlich ab und stellt also die Bedingung, daß im Bereiche der Pfeilhöhe keine wagerechten Kräfte hinzutreten sollen, wonach der Scheitelschub bis zum Kämpfer hin unverändert bleibt. Zu den Gleichungen 1) und 2) tritt demnach die weitere Bedingungsgleichung hinzu:

- 3) $H(x)$ oder $G(y) \cdot \operatorname{tg} \tau = c$,

an deren Stelle auch die Differentialgleichung gesetzt werden kann:

$$3^*) \quad h(x) \text{ oder } \frac{d\{G(y) \cdot \operatorname{tg} \tau\}}{dx} = 0.$$

Beispielsweise werde aus Gleichung 3) die Belastung für eine derartige Stützlinie ermittelt, wenn diese ein Kreisbogen sein soll.

$$\int_0^y g(y) \cdot dy \cdot \operatorname{tg} \tau = c \text{ oder } \int_0^y g(y) \cdot dy = c \cdot \operatorname{ctg} \tau.$$

Nun ist $y = r \cdot \sin \alpha = r \cdot \cos \tau$,
 $dy = -r \cdot \sin \tau \cdot d\tau$,

$$-r \cdot \int_0^y g(y) \cdot \sin \tau \cdot d\tau = c \cdot \operatorname{ctg} \tau,$$

$$-r \cdot \{g(y) \cdot \sin \tau \cdot d\tau\} = -c \cdot \frac{d\tau}{\sin^2 \tau},$$

$$g(y) = \frac{c}{r} \cdot \operatorname{cosec}^3 \tau \text{ oder } = \frac{c}{r} \cdot \operatorname{sec}^3 \alpha.$$

Dieser Ausdruck zeigt, daß die Last in der Nähe der Kämpfer sehr stark zunimmt und an den Kämpfern eines Halbkreisbogens, wo $\tau = 0$ ist, unendlich groß werden müßte. (Abb. 13.)

Für den Parabelbogen muß bekanntlich die Last gleichmäßig vertheilt sein.

§ 4.

Bögen mit gleichbleibender Druckspannung.

Zu den Gleichungen 1) und 2) tritt hier die Bedingungs-gleichung hinzu:

4) $A(s)$ oder $G(y) \cdot \sec \tau = c$ oder $G(y) = c \cdot \cos \tau$.

Mit größerem Vortheil ist jedoch die Differentialgleichung anzuwenden. Da nämlich nach Gleichung 4)

$$\int_0^y g(y) \cdot dy = c \cdot \cos \tau \text{ oder } g(y) \cdot dy = -c \cdot \sin \tau \cdot d\tau$$

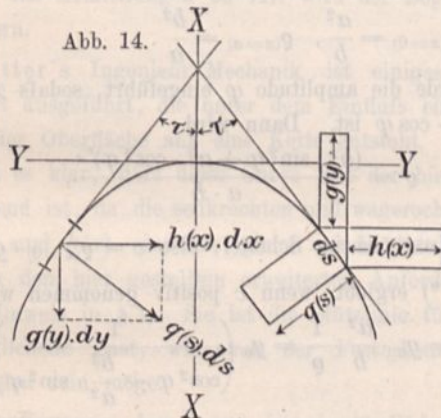
und $\sin \tau = \frac{dy}{ds}$, $ds = \rho \cdot d\tau$ ist, so wird

4*) $g(y) \cdot \rho = -c$, d. h.

„In einem Bogen mit gleichbleibender Druckspannung ist an jeder Stelle das Product aus der Lasthöhe und dem Krümmungshalbmesser dem Druck im Bogen gleich.“

Dieses Ergebniss ist insofern merkwürdig, als es bei anders beanspruchten Bögen, z. B. bei denen nach § 3, nur im Scheitel zutrifft.

Nach der bekannten Formel für die Ringspannung muß auf die Längeneinheit des Ringes eine rechtwinklig gerichtete Kraft $q(s) = -\frac{c}{\rho}$ wirken, und auf das Bogenelement die Kraft $q(s) \cdot ds$, wenn eine gleichmäßige Spannung $-c$ im



Ringe entstehen soll. Es werde also $q(s) ds$ in die Theile $g(y) \cdot dy$ und $h(x) \cdot dx$ zerlegt (Abb. 14); so ist $g(y) \cdot dy = q(s) \cdot ds \cdot \sin \tau$ und $h(x) \cdot dx = q(s) \cdot ds \cdot \cos \tau$. Hieraus folgt, da $\frac{dy}{dx} = \text{tg } \tau$ ist:

5) $g(y) = h(x)$, d. h.

„Wenn ein Bogen unter dem Einfluß lothrechter und wagerechter Kräfte eine durchweg gleiche Spannung annimmt, so sind an jeder Stelle die auf die Einheit bezogenen lothrechten und wagerechten Kräfte einander gleich.“

Ist also das eine Kräftebild gegeben, so kann das andere ohne weiteres gezeichnet werden (vgl. Abb. 15 weiterhin).

Aus dem Vergleich der Formel für die Ringspannung mit Gleichung 4*) ergibt sich weiterhin auch

5*) $q(s) = g(y)$, somit auch $= h(x)$.

Nach Gleichung 4) ist die Last im Bereiche von y , oder

$$G(y) = \int_0^y g(y) \cdot dy = c \cdot \cos \tau = c \cdot \int_{\frac{\pi}{2}}^{\tau} \cos \tau, \text{ denn der Bogen}$$

beginnt bei $\tau = \frac{\pi}{2}$ im Scheitel, und $\cos \frac{\pi}{2}$ ist $= 0$. Daraus folgt, daß die Gesamtlast für eine Bogenhälfte, sobald diese in senkrechter Tangentenrichtung am Widerlager endigt, dem unveränderlichen Druck c gleich ist, denn $c \cdot \int_{\frac{\pi}{2}}^0 \cos \tau = c(1 - 0) = c$;

übrigens ein selbstverständliches Ergebniss, sobald man die weiterhin folgende Abb. 20 betrachtet.

Um den wagerechten Gegenschub $W(x)$ im Bereiche von x allgemein zu bestimmen, werde die vorstehende Gleichung für $G(y)$ oder $\int g(y) \cdot dy$ differenzirt und nach Gleichung 5) $g(y) = h(x)$ gesetzt:

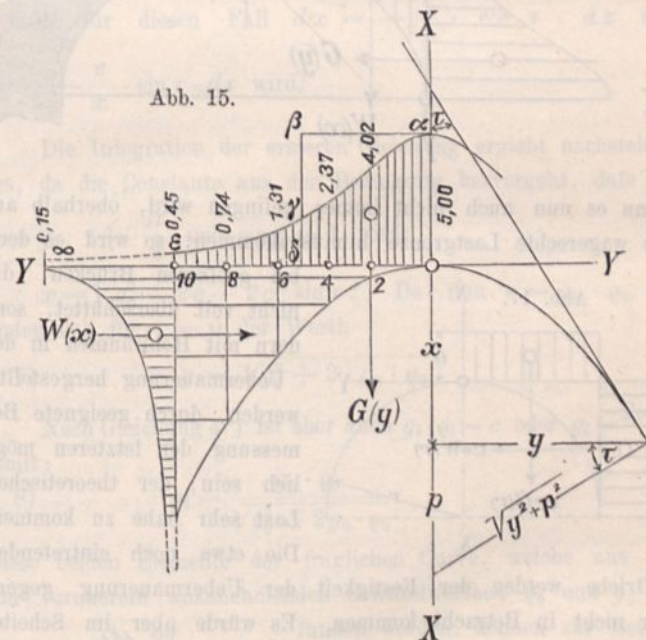
$$h(x) \cdot dy = -c \cdot \sin \tau \cdot d\tau,$$

$$h(x) \cdot dx = -c \cdot \sin \tau \cdot d\tau \cdot \frac{dx}{dy} = -c \cdot \sin \tau \cdot \text{ctg } \tau d\tau = -c \cdot \cos \tau \cdot d\tau.$$

6) $W(x) = \int_0^x h(x) \cdot dx = -c \cdot \int_{\frac{\pi}{2}}^{\tau} \sin \tau = c \cdot (1 - \sin \tau)$.

Aus dieser Gleichung ergibt sich wiederum, daß auch der gesamte wagerechte Gegenschub $W(x)$ dem unveränderten Bogen-druck gleich wird, sobald der Bogen in lothrechter Tangentenrichtung am Widerlager endigt; denn es ist $-c \cdot \int_{\frac{\pi}{2}}^0 \sin \tau = c$.

Gemäß diesen durch die Gleichungen 4) bis 6) gegebenen allgemeinen Eigenschaften des Bogens von gleichbleibender



Druckspannung werden nunmehr die Kräfteangriffe für einige Sonderfälle entwickelt.

I. Für einen Parabelbogen, mit Rücksicht auf den ganzen unendlichen Zweig.

Für die Parabelgleichung von der Form $y^2 = 2px$ ist

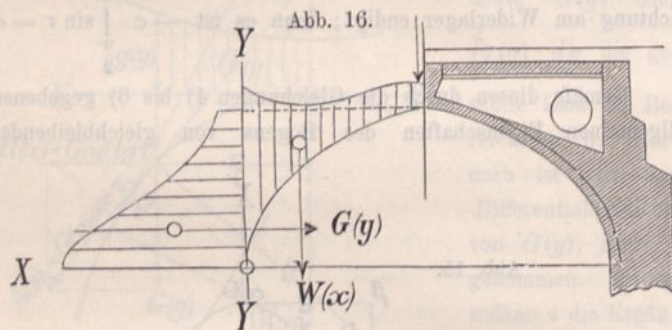
$$\rho = \frac{(y^2 + p^2)^{3/2}}{p^2}, \text{ mithin } g(y) = \frac{c}{p} \left(\frac{p}{\sqrt{y^2 + p^2}} \right)^3.$$

Da der Krümmungshalbmesser im Scheitel $= p$ ist, läßt c sich unter Annahme einer gewissen Lasthöhe g^0 als $p \cdot g^0$ festsetzen, wonach sich die Werthe für $g(y)$ ergeben. Zu bemerken ist noch, daß bei der Parabel $\tau = \text{arc} \cdot \text{tg } \frac{p}{y}$ ist.

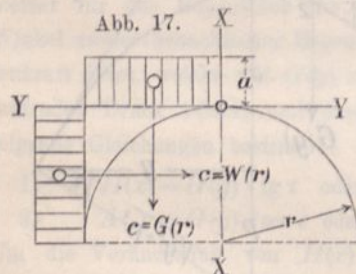
Da der Parabelzweig in der Unendlichkeit sich parallel zur Symmetrieachse stellt und alsdann $\tau = 0$ ist, so wird die Last $G(y = \infty)$ keineswegs unendlich groß, sondern den vorstehenden Ausführungen gemäß $= c \cdot \int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos \tau = c$. Ebenso ist $W(x = \infty) = c$.

Um den Verlauf von $G(y)$ und $W(x)$ zu erkennen, ist in Abb. 15 das Bild derselben für eine Parabel von der Gleichung $y^2 = 2 \cdot 5 \cdot x$ nach Mafsen aufgetragen. Die Lasthöhe g_0 im Scheitel ist desgleichen $= 5$ angenommen, wonach c und die gesamte lothrechte wie wagerechte Last des unendlichen Zweiges $= 25$ sind, weil $q_0 = p = 5$ ist. Im Anschluß an die X -Achse werde nun ein Rechteck $\alpha\beta\delta\sigma$ beschrieben, dessen Inhalt $= 25$ ist. Man erkennt, daß der Rest $\alpha\beta\gamma$ des Rechtecks dem Rest der Last $\gamma\delta\infty$ gleich ist; mithin ist der von ϵ ab bis in die Unendlichkeit sich hinziehende Lastantheil nur ganz geringfügig.

Aus Abb. 15 geht hervor, daß die Parabel in dieser Stellung kein günstiger Gewölbbogen ist. Dagegen zeigen die unmittelbar auf den Bogen aufgetragenen W -Lasten als angreifende Schwerkraft ein günstigeres Bild; ebenso wird alsdann das Kippmoment gegen die Widerlager weit geringer.



Wenn es nun auch nicht immer gelingen wird, oberhalb auf eine wagerechte Lastgrenze hinauszukommen, so wird es doch bei größeren Brücken, die nicht voll überschüttet, sondern mit Hohlräumen in der Uebermauerung hergestellt werden, durch geeignete Bemessung der letzteren möglich sein, der theoretischen Last sehr nahe zu kommen. Die etwa noch eintretenden



Auftriebe werden der Festigkeit der Uebermauerung gegenüber nicht in Betracht kommen. Es würde aber im Scheitel des Spitzbogens jeder Parabelzweig noch denjenigen geringen Antheil als Einzellast erhalten müssen, welcher dem Rest des unendlichen Zweiges zukommt. Daher könnten die Hohlräume im Scheitel durch eine Quermauer getrennt werden, deren Mehrgewicht jene Einzellasten ersetzt. (Abb. 16.)

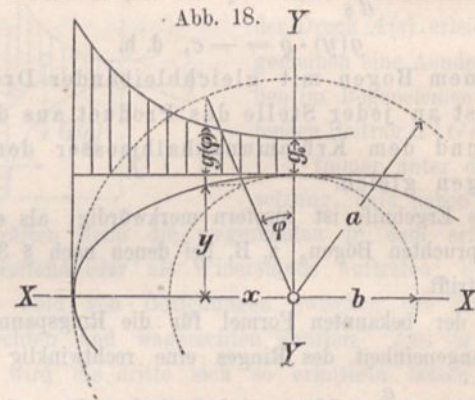
II. Für den Kreisbogen. (Abb. 17.)

Da hier auch q unverändert bleibt, so ist nach Gleichung 4*) $g(y)$ durchweg gleich groß. Ist $g(y) = a$, so wird auch $h(x) = a$. Auch hier wird die Gesamtlast zwischen den Grenzen $\tau = 0$ und $\tau = \frac{\pi}{2}$, d. i. für den Viertelkreis, $= c = r \cdot a$. Ebenso ist $G(y) = c \cdot \cos \tau$ und $W(x) = c(1 - \sin \tau)$.

Insofern also sonst bei einem Halbkreisbogen-Gewölbe infolge besonderer Umstände die Vorbedingung zur Bildung einer überall gleichen Druckspannung gegeben ist (Seilpolygon mit verschiebbaren Knotenpunkten), muß entweder eine größere Uebermauerung vorhanden sein, die den Auftrieben widersteht, oder es sind die Bogenzwickel durch Aussparungen zu entlasten. Die wagerechte Mittelkraft wirkt in der Mitte zwischen Scheitel und Kämpfer.

III. Für den Ellipsenbogen.

Um die übliche Gestalt der Ellipsengleichung für die in Abb. 18 angenommene Lage beizubehalten, werde die X -Achse wagerecht gelegt.



Dann ist $q = a^2 b^2 \left(\frac{x^2}{a^4} + \frac{y^2}{b^4} \right)^{3/2}$

und $q_{(x=0)} = \frac{a^2}{b}$, $q_{(x=a)} = \frac{b^2}{a}$.

Es werde die Amplitudo φ eingeführt, sodafs $x = a \cdot \sin \varphi$ und $y = b \cdot \cos \varphi$ ist. Dann wird

$$q = \frac{(b^2 \cdot \sin^2 \varphi + a^2 \cdot \cos^2 \varphi)^{3/2}}{a \cdot b}$$

g_0 sei die Lasthöhe im Scheitel, also $c = q_{(x=0)} \cdot g_0 = \frac{a^2}{b} \cdot g_0$.

Gleichung 4*) ergibt, wenn c positiv genommen wird:

$$g(\varphi) = \frac{c}{q} = g_0 \cdot \frac{a^2}{b} \cdot \frac{1}{q} = g_0 \left(\frac{1}{\cos^2 \varphi + \frac{a^2}{b^2} \cdot \sin^2 \varphi} \right)^{3/2} \text{ oder}$$

$$g(\varphi) = g_0 \cdot \left(\frac{1}{1 - \frac{a^2 - b^2}{a^2} \cdot \sin^2 \varphi} \right)^{3/2} = g_0 \cdot u.$$

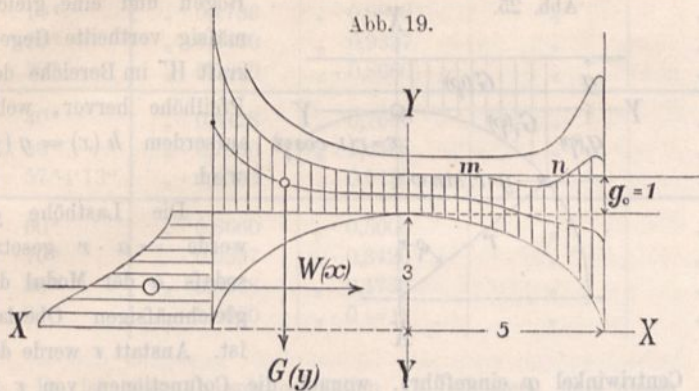
Es sei beispielsweise $a = 5$, $b = 3$. Zeichnet man nach

φ^0	x	y	u
0	0,000	3,000	1,000
15	1,294	2,898	1,067
30	2,500	2,598	1,298
45	3,535	2,121	1,784
60	4,330	1,500	2,667
75	4,830	0,776	3,908
82	4,951	0,418	4,400
90	5,000	0,000	4,630

den hierneben ausgerechneten Werten die Lastgrenzen für verschiedene g_0 , so erkennt man, daß etwa für $g_0 = 1$ die obere Grenze annähernd wagerecht wird und außerdem die Last sich oberhalb und unterhalb der wagerechten Grenzlinie ausgleicht, vorausgesetzt, daß die Höhen $g(\varphi)$ vom Bogen ab aufgetragen werden (Abb. 19, rechte Seite).

Mithin ist der Ellipsenbogen bei einer gewissen Lasthöhe vorwiegend zur Aufnahme einer wagerecht abgeglichenen Last geeignet, zumal der Ausschlag gegen die wagerechte Linie in der Nähe der Kämpfer liegt, wo die Uebermauerung eine hohe und den Zerrungen gegenüber sehr wirksame ist. Auch liegt die wagerechte Mittelkraft sehr tief, sodafs das Kippmoment

gegen die Widerlager nicht ungünstig ausfällt. In vielen Fällen ist man aber an eine gewisse Lasthöhe im Scheitel gebunden und wird daher nicht immer eine Halbellipse, sondern nur



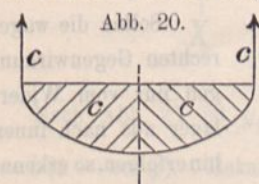
einen Flachbogen wählen können. Wie bereits früher bemerkt ist, tritt dann am Kämpfer noch eine wagerechte Einzelkraft hinzu, die dem Rest der W -Kräfte gleich ist und die Ergänzung der stetigen wagerechten Kräfte zu c bildet. Auch erkennt man, daß die obere Lastgrenze mit wachsendem g_0 auf immer weitere Strecken sich der wagerechten Linie nähert, zu Ungunsten des Ausschlages auf der Endstrecke.

IV. Man kann nun auch umgekehrt die Gestalt des Bogens von überall gleichbleibender Druckspannung bestimmen, wenn die obere Lastgrenze eine bestimmte Linie bildet, z. B. wie es meistens gefordert wird, wagerecht abgeglichen sein soll. Nach den Ermittlungen zu III. wird der Bogen sich der Ellipse nähern.

In Ritter's Ingenieur-Mechanik ist einiges über eine Stützlinsenart ausgeführt, die unter dem Einfluß einer Wasserlast mit freier Oberfläche auf eine Kette entsteht. Nach Gleichung 5) ist es klar, daß diese Curve mit der hier gesuchten gleichbedeutend ist, da die senkrechten und wagerechten Wasserdrucke $g(y)$ und $h(x)$ einander gleich sind. Aber die Curve genügt auch den hier gestellten erweiterten Anforderungen gemäß dem Hinweis in § 1. Sie ist die Stützlinsenart für die wagerecht abgeglichene Last, wie auch der Festigkeitszustand der Last beschaffen sein möge.

Die Bestimmung der Curve ist umständlich; daher ist hier ein Verfahren gefunden worden, um sie durch Berichtigung der unter III. erwähnten Näherungs-Ellipse mit beliebiger Genauigkeit darzustellen und um unter Annahme verschiedener Werthe für q_0 und g_0 zunächst eine Anzahl von Näherungs-Ellipsen zur Auswahl leicht zu ermitteln. Es werde auf das Beispiel zu III. zurückgegriffen.

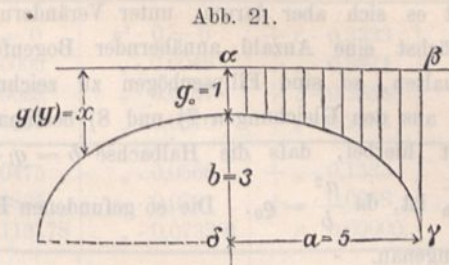
Nach Abb. 19 ist für $g_0 = 1$ die obere Lastgrenze einer Ellipse mit den Halbachsen 5 und 3 so beschaffen, daß die oberhalb und unterhalb der wagerechten Linie befindlichen Lasttheile sich nahezu ausgleichen. Dieses ist eine wesentliche



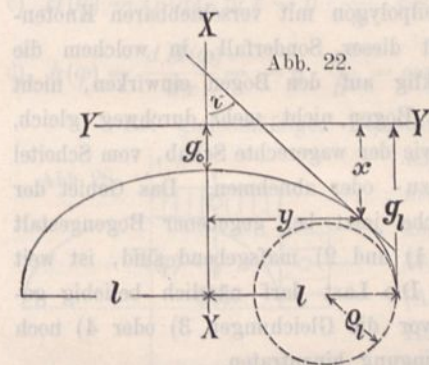
Bedingung: denn die Gesamtlast bis zu dem Punkte, wo $\tau=0$ wird, also im Bereich der großen Halbachse, soll dem Bogendruck c gleich sein (Abb. 20), gleichgültig, ob sie genau wagerecht abgeglichen, oder nur oberhalb und unterhalb ausgeglichen ist. Wenn also c einmal als wagerecht abgeglichene Last, ein anderes Mal als durchweg gleicher Druck im Ellipsenbogen berechnet wird, so müssen

die Ergebnisse übereinstimmen, sobald g_0 ein richtiger Werth ist (Abb. 21).

die Ergebnisse übereinstimmen, sobald g_0 ein richtiger Werth ist (Abb. 21).



c als Last ist $= (3 + 1) \cdot 5 - \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 5 \cdot \arcsin \frac{\pi}{2} = 8,219$,
 c als Bogendruck im Scheitel $= q_0 \cdot g_0$ „ „ „ $= 8,333$,
 c als Bogendruck am Kämpfer ist nach Gleichung 4*)
 $= q_1 \cdot g_1 = 7,200$.



Der letztere Werth ist bereits sehr abweichend; daher muß die Berichtigung der Ellipse zu meist am Ende der großen Halbachse stattfinden.

Nach Gleichung 4*) ist die richtige Curve zu ermitteln aus: $q \cdot x = -c$ (Abb. 22).

Allgemein ist $dx = ds \cdot \cos \tau$, $dy = ds \cdot \sin \tau$ und $ds = q \cdot d\tau$, wonach für diesen Fall $dx = -\frac{c}{x} \cdot \cos \tau \cdot d\tau$ und $dy = -\frac{c}{x} \cdot \sin \tau \cdot d\tau$ wird.

Die Integration der ersteren Gleichung ergibt nachstehendes, da die Constante aus der Bedingung hervorgeht, daß für $x = g_0$, $\tau = \frac{\pi}{2}$ und $\sin \tau = 1$ wird:

$x = \sqrt{g_0^2 + 2c - 2c \cdot \sin \tau}$. Da nun $c = g_0 \cdot q_0$ ist, findet sich für $\tau = 0$ der Werth

7) $g_1 = \sqrt{g_0^2 + 2 \cdot g_0 \cdot q_0}$.

Nach Gleichung 4*) ist aber auch $g_1 \cdot q_1 = c$ oder $g_1 = \frac{g_0 \cdot q_0}{q_1}$ somit:

8) $q_1 = \frac{g_0 \cdot q_0}{\sqrt{g_0^2 + 2 \cdot g_0 \cdot q_0}}$.

Diese beiden Elemente der fraglichen Curve, welche aus den von vornherein anzunehmenden Scheitelwerthen q_0 und g_0 gefunden werden, können zur Berichtigung der Ellipse verwandt werden.

In dem vorliegenden Falle zeigt es sich z. B., daß die Halbachse b der Näherungs-Ellipse um 0,204, q_1 um 0,182 zu klein sind. Die Spannweite der fraglichen Curve wird daher hier kleiner werden, als die der Ellipse, da in beiden Fällen die Gesamtlast c gleich groß sein soll (Abb. 23). Durch den Vergleich der Lasten c , die sich mittels eines Flächennetzes messen lassen, hat man es somit in der Hand, auch die Länge l richtig festzusetzen, indem man von einem versuchsweise angenommenen Punkt γ_1 , dessen Ab-



stand von der wagerechten Lastgrenze dem richtigen g_l gleich ist, mit dem richtigen ϱ_l die Curve an die Ellipse anschließt.

Handelt es sich aber darum, unter Veränderung von ϱ_0 und g_0 zunächst eine Anzahl annähernder Bogenformen zur Wahl zu erhalten, so sind Ellipsenbögen zu zeichnen, deren Achsen sich aus den Gleichungen 7) und 8) bestimmen. Man berücksichtigt hierbei, daß die Halbachse $b = g_l - g_0$ und $a = \sqrt{b \cdot \varrho_0}$ ist, da $\frac{a^2}{b} = \varrho_0$. Die so gefundenen Bögen sind aber noch ungenau.

§ 5.

Bögen, welche mit der Last so fest verbunden sind, daß sie für sich allein eine Bewegung nicht vollziehen können. — Seilpolygon mit festen Knotenpunkten.

Im vorigen § ist bereits ein Sonderfall behandelt worden, der jedoch ebenso dem Seilpolygon mit verschiebbaren Knotenpunkten angehört. Trifft dieser Sonderfall, in welchem die Kräfte durchweg rechtwinklig auf den Bogen einwirken, nicht zu, so ist der Druck im Bogen nicht mehr durchweg gleich, sondern er kann, ebenso wie der wagerechte Schub, vom Scheitel nach den Kämpfern hin zu- oder abnehmen. Das Gebiet der Untersuchungen, für welche jetzt bei gegebener Bogengestalt lediglich die Gleichungen 1) und 2) maßgebend sind, ist weit größer als das frühere. Die Last darf nämlich beliebig gestaltet sein, während zuvor die Gleichungen 3) oder 4) noch je als eine besondere Bedingung hinzutraten.

Nachstehend sollen die Bögen mit wagerecht abgeglicherer Last als Beispiele gegeben werden.

I. Der Parabelbogen.

Die oberhalb der wagerechten Scheitellinie befindliche gleichmäßig vertheilte Last ruft bekanntlich einen wagerechten Einzelschub lediglich an den Kämpfern hervor.

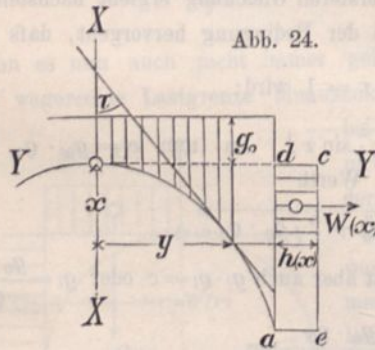


Abb. 24.

Mithin wird bezüglich der wagerechten Kräfte im Bereiche der Pfeilhöhe sich nur der Einfluss geltend machen, den die Zwickellast ado auf die Gestalt von $W(x)$ ausübt (Abb. 24). Gemäß der

bekanntem Theilung des Rechtecks $x \cdot y$ durch den Parabelabschnitt wird $G(y) = \frac{1}{3} x \cdot y + g_0 \cdot y$.

Nach der Parabelgleichung $y^2 = 2px$ wird $\text{tg } \tau = \frac{p}{y}$

$$H(x) = G(y) \cdot \text{tg } \tau = \frac{1}{3} x \cdot p + p \cdot g_0,$$

$$h(x) = \frac{1}{3} p = \text{constant} \text{ und } W(x) = \int_0^x h(x) \cdot dx = \frac{1}{3} px.$$

$$A(s) = \left(\frac{x}{3} + g_0 \right) \cdot \sqrt{y^2 + p^2}.$$

Da $h(x)$ positiv wird, wirkt $W(x)$ von innen nach dem Widerlager hin. Die Zwickellast drängt also den Bogen gleichsam nach einwärts und erfordert, wofern keine Auftriebe stattfinden sollen, eine gewisse Zugfestigkeit in der Fuge zwischen Last und Bogen. Wofern nicht etwa das Ganze eine zusammenhängende Cementmasse ist, genügt die Reibung nur bei flachen Parabelbögen. Bemerkenswerth ist die gleichmäßige Vertheilung der wagerechten Züge.

II. Der Kreisbogen.

Die Zwickellast werde getrennt behandelt. Nach Nr. II des § 4 ruft die Oberlast einen durchweg gleichen Druck im

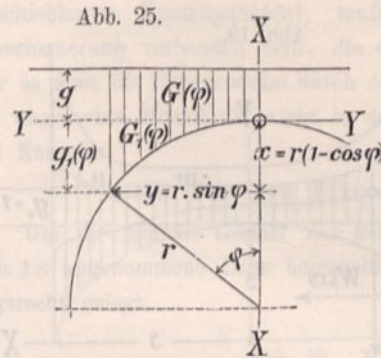


Abb. 25.

Bogen und eine gleichmäßig vertheilte Gegenkraft W im Bereiche der Pfeilhöhe hervor, wobei außerdem $h(x) = g(y)$ wird.

Die Lasthöhe g_0 werde $= a \cdot r$ gesetzt, sodafs a der Modul der gleichmäßigen Oberlast ist. Anstatt τ werde der

Centriwinkel φ eingeführt, wonach die Cofunctionen von τ in Rechnung kommen. Hiernach ist

A. Bezüglich der gleichmäßigen Oberlast (Abb. 25):

- a) $g(\varphi) = a \cdot r,$
- b) $G(\varphi) = a \cdot r^2 \cdot \sin \varphi,$ weil $y = r \cdot \sin \varphi$ ist,
- c) $H(\varphi) = a \cdot r^2 \cdot \cos \varphi,$ nämlich $= G(\varphi) \cdot \text{ctg } \varphi,$
- d) $h(\varphi) = -a \cdot r,$ denn es ist $= \frac{dH(\varphi)}{dx} = \frac{d(a \cdot r^2 \cdot \cos \varphi)}{d\{r(1 - \cos \varphi)\}},$
- e) $A(\varphi) = a \cdot r^2.$

B. Bezüglich der Zwickellast:

- a) $g_1(\varphi) = r \cdot (1 - \cos \varphi)$
 $G_1(\varphi) = \int_0^\varphi r(1 - \cos \varphi) \cdot d(r \cdot \sin \varphi) = r^2 \cdot \int_0^\varphi (\cos \varphi - \cos^2 \varphi) \cdot d\varphi,$
- b) $G_1(\varphi) = r^2 (\sin \varphi - \frac{1}{2} \cdot \sin \varphi \cdot \cos \varphi - \frac{1}{2} \varphi),$
- c) $H_1(\varphi) = G_1(\varphi) \cdot \text{ctg } \varphi,$
 $h_1(\varphi) = \frac{dH_1(\varphi)}{dx} = \frac{d\{G_1(\varphi) \cdot \text{ctg } \varphi\}}{d\{r(1 - \cos \varphi)\}},$
- d) $h_1(\varphi) = r \cdot \left(\cos \varphi - 1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{\varphi - \cos \varphi \cdot \sin \varphi}{\sin^3 \varphi} \right).$

Für $\varphi=0$ werden die beiden ersten Glieder zusammen $=0$ und das dritte wird ein unbestimmter Werth. Durch zweimalige Bildung des Differentialquotienten vom Zähler und Nenner ergibt sich unter Weghebung von $\sin \varphi,$ der einfache Werth $h_1(\varphi=0) = \frac{1}{3} r.$

- e) $A_1(\varphi) = G_1(\varphi) \cdot \text{cosec } \varphi.$

In der nachstehenden Tafel ist eine Reihe bezüglichlicher Werthe gegeben, aus denen ersichtlich ist, daß die Kräfte $h_1(\varphi)$ vom Scheitel ab bis zu $\varphi = 57^\circ 4' 13''$ nach auswärts und erst weiterhin nach einwärts gerichtet sind (Abb. 26).

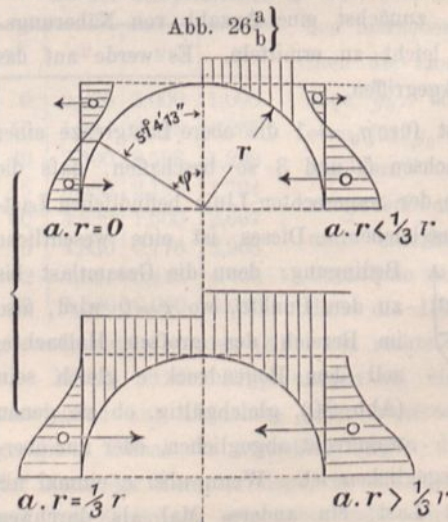


Abb. 26^a_b

Treten aber infolge der gleichmäßig vertheilten Oberlast die Kräfte $h(\varphi)$ hinzu, so nehmen die oberen positiven $h_1(\varphi)$ ab und die unteren negativen zu.

Sollen die wagerechten Gegenwirkungen nur vom Widerlager aus nach innen hin erfolgen, so erkennt man aus dem Nullwerth von $h_1(\varphi),$ daß die Höhe der gleichmäßig vertheilten Oberlast mindestens $= \frac{1}{3} r$ oder $a = \frac{1}{3}$ sein muß.

φ	$G(\varphi)$	$H(\varphi)$	$h(\varphi)$	$A(\varphi)$	$G_1(\varphi)$	$H_1(\varphi)$	$h_1(\varphi)$	$A_1(\varphi)$
0°	$a \cdot r^2 \cdot 0 = 0$	$a \cdot r^2 \cdot 1,0000$	$-a \cdot r$	$a \cdot r^2$	$r^2 \cdot 0 = 0$	$r^2 \cdot 0 = 0$	$+ r \cdot 0,3333$	$r^2 \cdot 0 = 0$
10°	" $\cdot 0,1736$	" $\cdot 0,9848$	"	"	" $\cdot 0,0009$	" $\cdot 0,0049$	$+ "$ $\cdot 0,3211$	" $\cdot 0,0051$
20°	" $\cdot 0,3420$	" $\cdot 0,9397$	"	"	" $\cdot 0,0068$	" $\cdot 0,0187$	$+ "$ $\cdot 0,2855$	" $\cdot 0,0199$
30°	" $\cdot 0,5000$	" $\cdot 0,8660$	"	"	" $\cdot 0,0217$	" $\cdot 0,0376$	$+ "$ $\cdot 0,2284$	" $\cdot 0,0434$
40°	" $\cdot 0,6428$	" $\cdot 0,7660$	"	"	" $\cdot 0,0475$	" $\cdot 0,0566$	$+ "$ $\cdot 0,1533$	" $\cdot 0,0739$
50°	" $\cdot 0,7660$	" $\cdot 0,6428$	"	"	" $\cdot 0,0835$	" $\cdot 0,0701$	$+ "$ $\cdot 0,0658$	" $\cdot 0,1090$
$57^\circ 4' 13''$	" $\cdot 0,8393$	" $\cdot 0,5436$	"	"	" $\cdot 0,113178$	" $\cdot 0,073301$	$r \cdot 0,00000..$	" $\cdot 0,1349$
60°	" $\cdot 0,8660$	" $\cdot 0,5000$	"	"	" $\cdot 0,1259$	" $\cdot 0,0727$	$- "$ $\cdot 0,0272$	" $\cdot 0,1454$
70°	" $\cdot 0,9397$	" $\cdot 0,3420$	"	"	" $\cdot 0,1681$	" $\cdot 0,0612$	$- "$ $\cdot 0,1155$	" $\cdot 0,1789$
80°	" $\cdot 0,9848$	" $\cdot 0,1736$	"	"	" $\cdot 0,2012$	" $\cdot 0,0355$	$- "$ $\cdot 0,1849$	" $\cdot 0,2043$
90°	" $\cdot 1,0000$	" $\cdot 0 = 0$	"	"	" $\cdot 0,2146$	" $\cdot 0 = 0$	$- "$ $\cdot 0,2146$	" $\cdot 0,2146$

Es ist aber in solchen Fällen zu bedenken, dafs dieses Erfordernifs nothwendigerweise nur für einen dünnen Reifen gilt, während bei einem Bogen von einer gewissen Dicke selbst bei einer geringen Höhe der Oberlast eine freie Stützlinie im Sinne des § 3 bis zu demjenigen Punkte, wo die Kräfte $h_1(\varphi)$ negativ werden, im Bogenkörper Platz finden würde und hiernach die Standfähigkeit des oberen Bogentheiles erwogen werden könnte. Uebrigens werden aber selbst bei geringer Uebermauerung auch die positiven Kräfte $h_1(\varphi)$ fast immer durch die Reibung geleistet werden können, da sie nur in der Nähe des Scheitels, wo die Reibung am günstigsten wirkt, auftreten, weiterhin aber sehr schnell abnehmen.

Ebenso wie $h(\varphi)$ und $h_1(\varphi)$ sind auch die anderen Tafelwerthe algebraisch zu addiren. Man sieht, dafs der Druck im Bogen lediglich unter der Einwirkung der Zwickellast nach dem Kämpfer hin zunimmt.

III. Der Ellipsenbogen.

Die Berechnungen gestalten sich bei Einführung des Mittelpunktwinkels φ ähnlich wie beim Kreise, sodaß die in vorstehender Tafel ermittelten Ziffern für $G_1(\varphi)$, $H_1(\varphi)$ usw. benutzt werden können, wenn anstatt r^2 und r gewisse Beziehungen zwischen den Halbachsen a und b eingeführt werden.

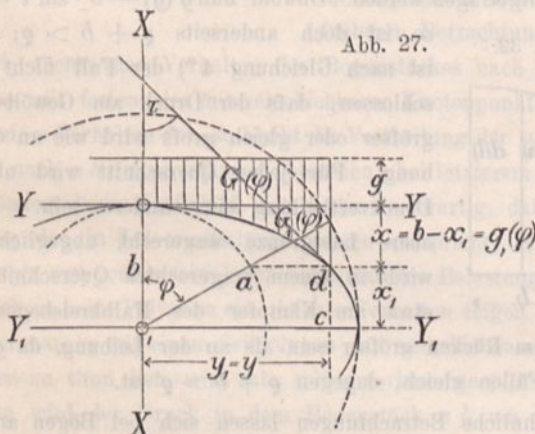


Abb. 27.

Nach Abb. 27 ist $y_1 = y = a \cdot \sin \varphi$; $x_1 = b \cos \varphi$ und $x = b(1 - \cos \varphi)$. Bekanntlich ist $\operatorname{tg} \tau = \frac{a}{b} \cdot \operatorname{ctg} \varphi$.

A. Bezüglich der gleichmäßig vertheilten Last ist

- a) $g(\varphi) = g = \text{constant}$,
- b) $G(\varphi) = g \cdot y = g \cdot a \cdot \sin \varphi$,

c) $H(\varphi) = G(\varphi) \cdot \operatorname{tg} \tau = g \cdot \frac{a^2}{b} \cdot \cos \varphi$,

d) $h(\varphi) = \frac{dH(\varphi)}{dx} = -g \cdot \frac{a^2}{b^2} = \text{constant}$.

Bei gleichmäßiger Belastung sind also auch die wagerechten Kräfte gleichmäßig vertheilt und wirken, wie beim Kreise, vom Widerlager nach innen zu (Abb. 28). Je nachdem die Halbachse $b \leq a$ ist, wird $h(\varphi) \geq < g$.

e) $A(\varphi) = g(\varphi) \cdot \sec \tau = g \cdot \frac{a}{b} \sqrt{b^2 \cdot \sin^2 \varphi + a^2 \cdot \cos^2 \varphi}$

Hieraus ergibt sich $A(\varphi = 0) = g \cdot \frac{a^2}{b} = g \cdot \varrho_0$ und

$A\left(\varphi = \frac{\pi}{2}\right) = a \cdot g = g \cdot \frac{a^2}{b^2} \cdot \varrho_{\frac{\pi}{2}}$.

Der Druck im Scheitel ist also größer als der Druck am Kämpfer; die Drucke nehmen mit wachsendem Bogen ab, wenn die wagerechte Halbachse $a > b$ ist, im umgekehrten Falle nehmen sie zu. Wird $a = b$ und gestaltet die Ellipse sich zum Kreise, so ist der Druck durchweg gleich.

B. Bezüglich der Zwickellast ist

a) $g_1(\varphi) = x = b - x_1 = b(1 - \cos \varphi)$,

$G_1(\varphi) = \text{Rechteck } b \cdot y_1 \text{ minus } o o_1 c d$
 $= b \cdot y_1 - \frac{1}{2} \cdot x_1 \cdot y_1 - \frac{1}{2} \cdot a \cdot b \cdot \varphi$,

b) $G_1(\varphi) = a \cdot b (\sin \varphi - \frac{1}{2} \cdot \sin \varphi \cdot \cos \varphi - \frac{1}{2} \varphi)$,
 in den für die Kreislinie ermittelten Tafelwerth tritt also der Factor $a \cdot b$ für r^2 ein,

$H_1(\varphi) = G_1(\varphi) \cdot \operatorname{tg} \tau = G_1(\varphi) \cdot \frac{a}{b} \cdot \operatorname{ctg} \varphi$,

c) $H_1(\varphi) = a^2 (\sin \varphi - \frac{1}{2} \cdot \sin \varphi \cdot \cos \varphi - \frac{1}{2} \varphi) \cdot \operatorname{ctg} \varphi$,
 hier tritt a^2 für r^2 ein,

$h_1(\varphi) = \frac{dH_1(\varphi)}{dx} = \frac{dH_1(\varphi)}{d\{b(1 - \cos \varphi)\}}$,

und entsprechend der Rechnung beim Kreise:

d) $h_1(\varphi) = \frac{a^2}{b} \left(\cos \varphi - 1 + \frac{1}{2} \cdot \frac{\varphi - \cos \varphi \cdot \sin \varphi}{\sin^3 \varphi} \right)$.

Hier tritt $\frac{a^2}{b}$ für r ein. Der Nullwerth für $h_1(\varphi)$ liegt desgleichen bei $57^\circ 4' 13''$. Die zugehörigen Coordinaten sind $y_1 = a \cdot \sin(57^\circ 4' 13'')$ und $x_1 = b \cdot \cos(57^\circ 4' 13'')$. Ebenso wird $h_1(\varphi = 0) = \frac{1}{3} \cdot \frac{a^2}{b}$.

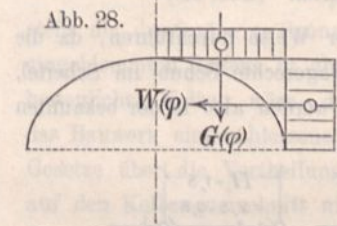


Abb. 28.

Sollen die Kräfte durchweg vom Widerlager ausgehen, so muß $h(\varphi)$ mindestens $= h_1(\varphi = 0)$ sein, oder $g = \frac{1}{3} b$.

Endlich ist

$$e) A_1(\varphi) = G_1(\varphi) \cdot \sec \tau = G_1(\varphi) \cdot \sqrt{1 + \frac{a^2}{b^2} \cdot \operatorname{ctg}^2 \varphi}.$$

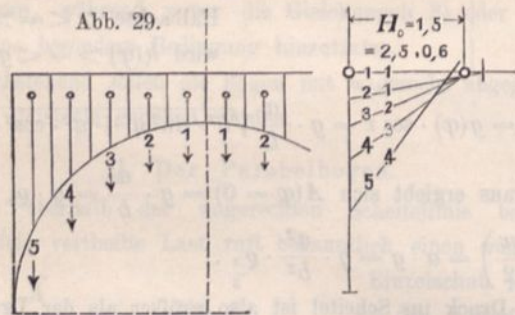
$A_1(\varphi)$ wächst mit φ , wie beim Kreise. Bei einer gewissen Höhe der gleichmäßig vertheilten Oberlast nimmt $A(\varphi)$ ungefähr in dem Maße ab, wie $A_1(\varphi)$ zunimmt, sodafs $A(\varphi) + A_1(\varphi)$ nahezu unverändert bleibt. Dieses ist der in § 4 unter III besprochene Fall.

Bei Korbbögen, die von der Ellipse wesentlich abweichen, beginnt man mit der Rechnung bei dem oberen Kreisbogentheil und setzt sie von Bogenabschnitt zu Bogenabschnitt fort. Ist die Last nicht mehr wagerecht abgeglichen, so bleiben nur die für die Zwickellast gegebenen Rechnungen gültig und die Oberlast ist anders zu ermitteln.

§ 6.

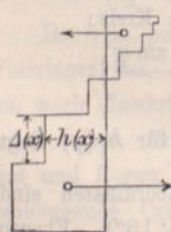
Zeichnerisches Verfahren. (Abb. 29.)

Dieses läßt sich in einfacher Weise durchführen, da die Bogenlinie, und mit dieser der wagerechte Schub im Scheitel, von vornherein gegeben sind. Es werden also in der bekannten



Weise die Gewichte der Laststreifen auf eine senkrechte Linie aufgetragen, oben der wagerechte Scheitelschub $q_0 \cdot g_0$ gezeichnet und die Parallellinien zu den Polygonseiten 1—2, 2—3 usw. gezogen. Ist z. B. der Bogen eine Kreislinie, so erkennt man, dafs anfangs die wagerechten Schube zunehmen, sobald $g_0 < \frac{r}{3}$ ist, und erst später abnehmen, bis sie an den Kämpfern des Halbkreisbogens $= 0$ werden. Um den Plan der wagerechten Widerstände zu erhalten, um also $W(x)$ darzustellen, ist die jedesmalige Zu- oder Abnahme von $H(x)$ durch die zugehörige Höhe Δx zu dividiren, d. h., es sind die den Differentialquotienten entsprechenden Gröfsen $\frac{\Delta H(x)}{\Delta x}$ zu bilden; diese werden als mittlere Breiten wagerecht aufgetragen. Anstatt des stetigen Planes ergibt sich jetzt eine abgestufte Zeichnung nach Abb. 30.

Abb. 30.



Es empfiehlt sich, die Höhen Δx auszurechnen, um einigermaßen genau zu verfahren. In der Nähe des Scheitels wird das Verfahren ohnehin sehr ungenau. Hierauf werden die Mittelkräfte der wagerechten Gegenwirkungen und deren Schwerpunkte ermittelt.

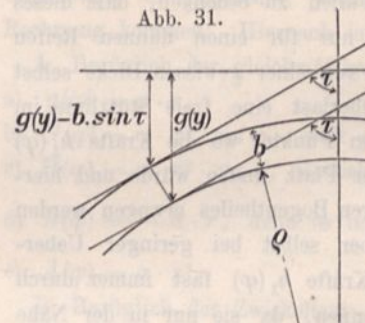
Bei Bögen mit durchweg gleicher Druckspannung werden die Linien 1—1, 1—2, 2—3 usw. einander gleich.

§ 7.

Die Druckvertheilung im Bogenquerschnitt.

Für die bisherigen Rechnungen galt der Bogen als ein dünner Reifen, dessen Gewicht aber selbstverständlich zu dem Gewicht der aufliegenden Massen mit hinzugezogen werden sollte. Strenge genommen deckt diese Auffassung sich nicht mit dem Wesen eines gewölbten Bogens, weil die Rückenlinie des letzteren, gegen welche die wagerechten Kräfte anwirken, nicht genau festgelegt ist. Die nachfolgenden Betrachtungen ergeben aber, dafs der so begangene Fehler, besonders bei Bögen von grofsen Krümmungshalbmessern, vernachlässigt werden darf.

Bezieht man nämlich nach Abb. 31 den Bogendruck, wie bisher, auf einen in der Leibungslinie gedachten dünnen und gewichtlosen Reifen, so tritt



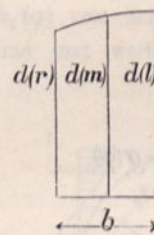
zwar die Lasthöhe des Bogens zu den einwirkenden Lasten hinzu, aber die Spannweite und überhaupt die Krümmungshalbmesser werden andererseits am kleinsten. Lagen z. B. die Lastverhältnisse derartig, dafs der Bogen einen durchweg gleichen Druck erhielte, so hätte letzterer nach Gleichung 4*) die Gröfse $g(y) \cdot \varrho$. Befindet der Reifen sich dagegen in der Rückenlinie, so fällt das Gewicht des Gewölbes bezüglich der auf diese Linie einwirkenden Kräfte fort und der Druck wird $= \{g(y) - b \cdot \sin \tau\} \cdot (\varrho + b)$. Bezieht man weiterhin jeden dieser beiden Drucke auf die Gewölbestärke b und ermittelt hiernach den Druck d für die Längeneinheit von b , so ergibt sich:

$$\text{im ersteren Falle } d(l) = \frac{1}{b} \cdot g(y) \cdot \varrho,$$

$$\text{im letzteren Falle } d(r) = \frac{1}{b} \{g(y) - b \cdot \sin \tau\} \cdot (\varrho + b).$$

In gleicher Weise lassen sich noch Werthe inmitten von b berechnen, die nach Abb. 32 nebst den früheren Grenzwerten über b aufgetragen werden. Obwohl nun $g(y) - b \cdot \sin \tau < g(y)$, so ist doch andererseits $\varrho + b > \varrho$; mithin ist nach Gleichung 4*) der Fall nicht ausgeschlossen, dafs der Druck am Gewölberücken gröfser oder gleich grofs wird wie an der Leibung. Für jeden Querschnitt wird aber die Druckvertheilung eine andere sein. Ist die obere Lastgrenze wagerecht abgeglichen, so wird in einem wagerechten Querschnitt, also etwa am Kämpfer des Halbkreisbogens, der Druck am Rücken gröfser sein als an der Leibung, da $g(y)$ in beiden Fällen gleich, dagegen $\varrho + b > \varrho$ ist.

Abb. 32.



Aehnliche Betrachtungen lassen sich bei Bögen anstellen, in denen der Druck sich ändert. Somit erscheint es zulässig, bei Bögen von gröfserer Spannweite die Leibungslinie den Rechnungen zu Grunde zu legen. Bei kleineren Bögen könnte man allerdings auf Berichtigungen Bedacht nehmen; indessen wird die rechnungsmässige Ermittlung der letzteren überhaupt nicht geboten sein oder man wird durch kleine Zuschläge, die ohnehin aus anderen Rücksichten erforderlich sind, den Fehler ausgleichen.

§ 8.

Wirkung der Einzellasten und schiefen Lasten auf übermauerte oder überschüttete Bögen.

Zur besseren Erkennung des Einflusses einer Einzellast werde das Gewicht des Bogens und seiner Uebermauerung oder Uberschüttung von der Betrachtung ausgeschlossen und nur die Fähigkeit dieser Theile in Rechnung gezogen, die oben aufstehende Nutzlast nach unten hin zu vertheilen. Ueber die Weite der Druckvertheilung muß gemäß der Beschaffenheit der vertheilenden Masse eine erfahrungsmäßige Annahme gemacht werden. In einfacheren Fällen würde auch die Elasticitätstheorie hierüber Aufschlüsse geben; die nachstehenden Ausführungen über die hier zur Wirkung kommenden Kräfte zeigen jedoch, daß in dieser Weise das Ziel nicht zu erreichen ist. Gegenüber den vielen Zufälligkeiten, die ohnehin bei einem Gewölbe die Einführung der kleinsten rechnungsmäßigen Abmessungen verbieten, kann ein überschlägiges Verfahren als ausreichend gelten.

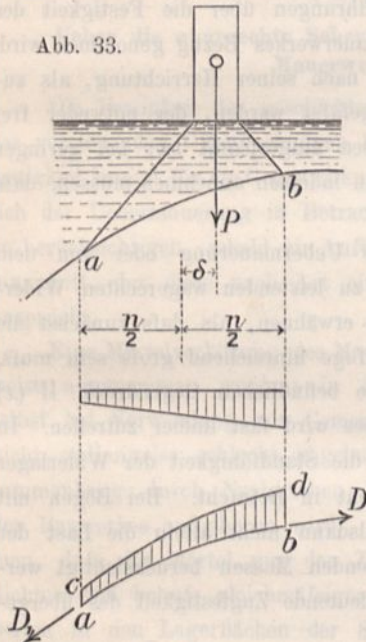
Nach Abb. 33 sei n die Grundrißbreite des Bogenstückes ab , in dessen Bereich die Vertheilung einer Einzellast P stattfindet. Liegt P nicht zu weit aus der Mitte von n , so liefert die bekannte Formel

$$\begin{aligned} \text{maxim:} &= \frac{P \pm P \cdot \delta}{Q} \\ \text{minim:} &= \frac{P \mp P \cdot \delta}{\mathfrak{B}} \end{aligned}$$

ein brauchbares Ergebniss über die Vertheilung von P . (Q ist die untere wagerechte Fläche von der Länge n und \mathfrak{B} ist deren Widerstandsmoment, auf die senkrecht zur Bildebene stehende Mittelachse bezogen.) Die trapezförmig vertheilte Last wird dann auf den Bogen aufgetragen und ergibt das Bild $abcd$. Für die Ermittlung der Drucke im Bogenstück ab sind die früheren Betrachtungen maßgebend, ebenso das Verhalten des Bogenstückes nach dem Seilpolygon mit festen oder mit verschiebbaren Knotenpunkten. Liegt das erstere Verhalten vor, so bleibt die Vertheilung der senkrechten Kräfte nach $abcd$ unverändert bestehen; bei letzterem Verhalten aber ändert dieses Kräftebild sich nochmals derartig, daß die Vertheilung den in § 4 ermittelten Gesetzen entspricht, es sei denn, daß etwa von vorn herein jener Sonderfall der Belastung vorliegt, in welchem beide Polygone ein gleiches Verhalten zeigen. Der Fall, in dem man es mit einem Seilpolygon mit verschiebbaren Knotenpunkten zu thun hat, wird sehr selten vorkommen (vgl. § 1). Im übrigen wird der Druck in dem Bogenstück ab um so kleiner sein, je höher die Uebermauerung oder Uberschüttung ist, da die Lasthöhen des Kräftebildes $abcd$ sich mit der Ausdehnung des Vertheilungsgebietes verringern.

Es kommt nun weiter die Wirkung in Betracht, welche durch die von beiden Seiten der Bogenstrecke ab ausgehenden Drucke D_1 und D auf die anschließenden Theile des Bogens und der Uebermauerung ausgeübt wird. Läge der rein theoretische Fall vor, daß im weiteren Verlaufe nicht der geringste

Abb. 33.



Zusammenhang, also auch keine Reibung zwischen dem vollkommen biegsamen Bogen und seiner Uebermauerung stattfände, so würden die Drucke D_1 und D sich unverändert bis zu den Kämpfern hin fortpflanzen, während die Uebermauerung diejenigen Gegenwirkungen zu leisten hätte, durch welche nach Abb. 34 jene Drucke in Bogen hervorgerufen würden.

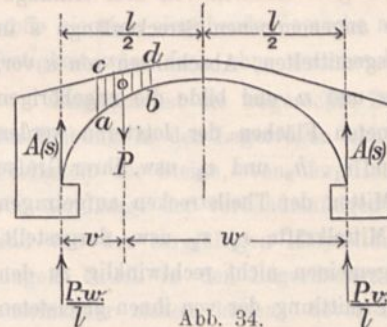


Abb. 34.

Hierin liegt nichts auffallendes, obwohl es auf den ersten Blick den Anschein hat, als ob ein kleiner Lastantheil P nicht in dem Maße einen fortschreitenden Bogenruck erzeugen kann, wie sonst die angreifende Last in ihrem gesamten Bereiche. Die Gegenwirkungen, welche an der Sohle der Widerlager auftreten, werden selbstverständlich nur $= \frac{P \cdot w}{l}$ und $= \frac{P \cdot v}{l}$ sein; dagegen entsteht die durchgängige Spannung des in das Bauwerk gleichsam eingeklemmten Reifens in ähnlicher Weise, als wenn $abcd$ ein beweglicher Kolben wäre, der mit seinem Gewicht auf eine in das Bauwerk eingeschlossene Wassermasse einwirkte. Nach dem Gesetze über die Vertheilung der Wasserdrucke kommt es dann auf den Kolbenquerschnitt nicht weiter an, sondern nur auf die Lasthöhe. Die vertheilende Wirkung des unabhängigen und vollkommen biegsamen Reifens ist aber innerhalb seines Bereiches die gleiche, wie diejenige des Wassers; sie würde also für das Bauwerk sehr ungünstig sein.

In Wirklichkeit entsteht nun durch die Steifigkeit des Bogens und seinen Zusammenhang mit der Uebermauerung, also auch durch die Reibung in der Trennungsfuge am Gewölberücken, eine wenig ausgedehnte Uebertragung der Drucke D_1 und D ; der Antrieb des Bogens gegen die Uebermauerung erfolgt daher nur örtlich im Bereiche der Nachbarstrecken s_1 und s . Es werde eine dieser Strecken s betrachtet, auf welche D einwirkt. Im Bereiche von s soll D verschwunden und von der Uebermauerung aufgenommen sein, vorausgesetzt, daß letztere ausreichend widerstandsfähig ist. Hierzu werde die einfachste und für diesen Zweck ausreichend genaue Annahme gemacht, daß die Abnahme von D im Bereiche der Bogenstrecke s gleichmäßig erfolgt, daß also der für die Längeneinheit von s aufzuhebende Druck $= \frac{D}{s}$ sein soll. Der Eintritt von $\frac{D}{s}$ in die Uebermauerung bedeutet aber nichts anderes, als daß diese derartige Gegenwirkungen zu leisten hat, welche sonst für die Einheit von s einen Druck $\frac{D}{s}$ hervorrufen würden. Setzt man z. B. der Einfachheit halber voraus, daß s ein Kreisbogen mit dem ausgemittelten Halbmesser ρ sei, so ergibt sich nach Nr. II in § 4 das in Abb. 35 dargestellte einfache Kräftebild, wonach die Höhen

Setzt man z. B. der Einfachheit halber voraus, daß s ein Kreisbogen mit dem ausgemittelten Halbmesser ρ sei, so ergibt sich nach Nr. II in § 4 das in Abb. 35 dargestellte einfache Kräftebild, wonach die Höhen

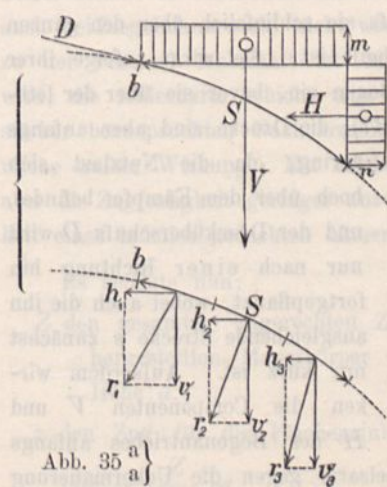


Abb. 35 a)

Setzt man z. B. der Einfachheit halber voraus, daß s ein Kreisbogen mit dem ausgemittelten Halbmesser ρ sei, so ergibt sich nach Nr. II in § 4 das in Abb. 35 dargestellte einfache Kräftebild, wonach die Höhen

m und n der senkrechten und wagerechten Kräfte einander gleich und $= \frac{D}{s} \cdot \frac{1}{q}$ sind (vgl. auch die Gleichungen 5 und 5*).

Hieraus läßt die Länge von s durch einige Versuche sich leicht bestimmen, wobei man der Sicherheit halber nur die Reibung in Betracht zieht. Man gehe nämlich von dem Anfangspunkte b der versuchsweise angenommenen Streckenlänge s in kleineren, als Kreisbögen ausgemittelten, Abschnitten von s vor, bestimme das jedesmalige m und n und bilde die zugehörigen Kräftebilder. Die ausgerechneten Flächen der letzteren werden sodann als Kräftelinien h_1 und v_1 , h_2 und v_2 usw. ihrer Größe und Richtung nach in den Mitten der Theilstrecken aufgetragen und hiervon wiederum die Mittelkräfte r_1 , r_2 usw. dargestellt. Die letzteren werden im allgemeinen nicht rechtwinklig zu den Bogentheilen auftreten; zur Ermittlung der von ihnen geleisteten Reibung sind also ihre rechtwinkligen Componenten w_1 , w_2 ... nach Abb. 36 zu bilden, wonach die Reibung im Bereiche von

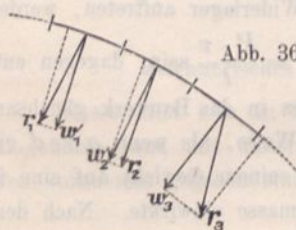


Abb. 36.

s sich als $f(w_1 + w_2 + \dots)$ ergibt. Findet man nun am Schlufs der Versuchsstrecke s , dafs $f(w_1 + w_2 + \dots) = D$ wird, so ist s richtig angenommen; andern Falles ist das Verfahren unter Berichtigung von s zu wiederholen. Aus der Ausdehnung von s und der Größe der einzelnen zugehörigen m und n geht die Größe und Lage der Componenten V und H des Antriebes hervor. Es wird noch darauf hingewiesen, dafs innerhalb der Strecke s ein in den meisten Fällen wahrscheinlich zu vernachlässigendes Moment im Bogen dadurch entsteht, dafs die Reibung nicht in der Mittellinie, sondern an der Rückenlinie des Gewölbes zur Wirkung kommt.

Am gefährlichsten wird der Antrieb im Scheitel solcher Bögen sein, die dort nur wenig übermauert sind; in solchen Fällen kann die Mittellinie der Drucke ihre Lage ändern; sie wird aber weiterhin, wo die Uebermauerung einer Verbiegung des Bogens wirksam entgegen tritt, wieder richtig in die Bogenlinie eingelenkt werden.

Dafs die Uebermauerung nicht allein diese Vortheile bietet, sondern auch einen günstigen Einfluss auf die Lastvertheilung ausübt, ist bereits vorhin erwähnt worden.

Es rolle nun z. B. bei einer Eisenbahnbrücke die Nutzlast von einer Seite her auf, sodafs sie schliesslich über den ganzen Bogen hin gleichmäfsig vertheilt ist. Sie wirkt zufolge ihrer Vertheilung bereits auf den Bogen ein, bevor sie über der lothrechten Linie vv steht (Abb. 37); die Drucke sind aber anfangs gering, da die Nutzlast sich hoch über dem Kämpfer befindet,

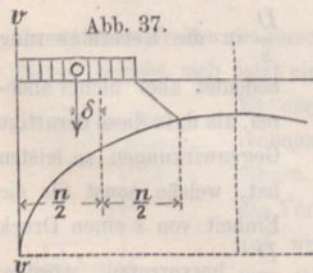


Abb. 37.

und der Drucküberschufs D wird nur nach einer Richtung hin fortgepflanzt, wobei auch die ihn ausgleichende Strecke s zunächst nur kurz ist. Ausserdem wirken die Componenten V und H des Bogenantriebes anfangs nur mit einem kleinen Hebelsarm gegen die Uebermauerung und das übermauerte Widerlager an. Beim Weiterrollen der Nutzlast werden alle diese Verhältnisse bis zum Scheitel hin immer ungünstiger, darüber hinaus vor dem Kopf des Zuges

wieder günstiger. Die den Drucküberschufs D ausgleichende Strecke s eilt einerseits dem Zuge voraus und folgt andererseits hinter dem Zuge her.

§ 9.

Sonstiges über die Beanspruchung der einzelnen Theile eines gewölbten Bauwerkes.

Bezüglich des Verhaltens der Uebermauerung bei den nach dem Seilpolygon mit verschiebbaren Knotenpunkten durchweg oder nur theilweise zu beurtheilenden Bögen ist bereits im § 1 das wesentliche gesagt worden. Die Beanspruchung der Uebermauerung ergibt sich aus dem Vergleich der festen Last mit der aus unabhängigen Streifen bestehenden Last, insofern beide in dem Bogen eine gleiche Wirkung hervorbringen. Andere Bedingungen, unter denen ein Antrieb des Bogens erfolgt, sind sodann im vorigen § entwickelt worden.

Je nach der Art der Uebermauerung und ihrem Zusammenhang mit den Widerlagern wird entweder die Festigkeit des eigentlichen Lastkörpers für sich allein oder im Zusammenhang mit der Widerlager-Uebermauerung in Betracht kommen, wobei auf die weiterhin folgenden Ausführungen über die Festigkeit des verbandmäfsig geschichteten Mauerwerkes Bezug genommen wird. Der Lastkörper kann also, je nach seiner Herrichtung, als zusammenhängender Balken aufgefasst werden, der entweder frei aufliegt oder in andere Massen eingespannt ist; bei geringer Scheitelübermauerung wird man indessen annehmen müssen, dafs er aus zwei Consolen bestehe.

Bezüglich der durch die Uebermauerung oder von dem übermauerten Widerlager aus zu leistenden wagerechten Widerständen ist nichts weiteres zu erwähnen, als dafs zunächst die Scherfestigkeit in jeder Lagerfuge hinreichend groß sein muss, um den oberhalb dieser Fuge befindlichen Gegendruck $W(x)$ herbeiführen zu können. Dieses wird fast immer zutreffen. In zweiter Hinsicht kommt dann die Standfähigkeit der Widerlager mit Bezug auf das Kippmoment in Betracht. Bei Bögen mit hoher Uebermauerung kann alsdann nicht allein die Last der Widerlager nebst den aufstehenden Massen berücksichtigt werden, sondern auch die oft bedeutende Zugfestigkeit des übergestreckten Mauerbalkens.

Bei Brückenbauten könnte es noch zweifelhaft sein, ob die Gestalt des Bogens nach der größten gleichmäfsigen Last, oder nach dem Eigengewicht, oder nach einer gewissen ungünstigen einseitigen Nutzlast zu bestimmen ist. Da aber die Art und Weise der Uebermauerung des Bogens und der Widerlager wesentlich ins Gewicht fällt, so wird man nur in einem gegebenen Einzelfalle sich darüber schlüssig werden, inwieweit diese Theile zu Gunsten des Bogens zu gestalten sind, oder umgekehrt zu verfahren ist.

In allen Fällen ist hier die Uebermauerung als derjenige Theil hingestellt worden, welcher ein Heraustreten der Drucke aus der Mittellinie des Bogens verhindern soll. Hiernach würde der Bogen gegenüber den gebräuchlichen Stärken nur eine geringe Abmessung erhalten dürfen, wenn nicht allerlei Zufälligkeiten, wie das Nachsetzen des Baugrundes und aller Bautheile, mithin das Auftreten schiefer Drucke, zu berücksichtigen wären. Auch dürfte der Einfluss der Wärme-Unterschiede, besonders bei Bögen von großer Spannweite, nicht ganz aufseracht zu lassen sein. Die zufolge dieser Umstände gebotene gröfsere Bogenstärke wird auch die Widerstandsfähigkeit gegen eine ein-

seitige Belastung erhöhen. Für kleinere Bögen liegen ausreichende Erfahrungen vor; größere Brücken erhalten aber schon infolge ihres Eigengewichtes und der großen Pfeilhöhe derartige Gewölbe- und Uebermauerungsmassen, daß die kleine Verkehllast wenig in Betracht kommt. Immerhin wird auch bei größeren Bögen auf eine ausreichende Uebermauerung im Scheitel Bedacht zu nehmen sein, weshalb es sich unter geeigneten Verhältnissen empfiehlt, die in der Uebermauerung ausgesparten überwölbten Hohlräume auch über den Scheitel hinweg durchzuführen, sodafs hier noch eine gewisse Höhe des Stirnmauerwerks und der inneren hierzu parallellaufenden Mauern vorhanden bleibt. Diese Mafsregel ist ohnehin erwünscht, um die schädlichen Einwirkungen des Wassers und Frostes, sowie der unmittelbaren Erschütterungen durch die Nutzlast, durchgängig von dem Hauptgewölbe fernzuhalten und auf die leicht zu ergänzende Fahrbahnwölbung zu übertragen. Auch massive und verbandmäfsig gemauerte Geländer vermehren die Festigkeit gegen die Auftriebe, da die letzteren bei dem festen Zusammenhang des stark gedrückten Bogens auf die Stirnenden übertragen werden.

§ 10.

Ueber die wagerechte Scher- und Zugfestigkeit des Mauerwerks.

Die Festigkeit des geschichteten Mauerwerks ist für einige der vorstehenden Untersuchungen besonders wichtig. Die Scherfestigkeit kommt für die Gegenwirkung der Widerlager einschliesslich der Uebermauerung in Betracht; die Zugfestigkeit ist aber zu berücksichtigen, sobald ein Auftrieb gegen die Uebermauerung hinzutritt, der diese nach Art eines Balkens oder Consols beansprucht.

Eine Mörtelvermittlung des Mauerwerks kann nur ausnahmsweise angenommen werden; in den meisten Fällen bleibt es selbst bei Verwendung von Cement zweifelhaft, ob der Mörtel nicht stellenweise schlecht abgebunden hat oder später der Zusammenhang durch Nachtreiben des Cementes und Nachsetzen des Bauwerkes aufgehoben wird. Demnach wird hier angenommen, daß der Mörtel nur den Zweck hat, das Mauerwerk zu dichten und behufs gleichmäfsiger Druckvertheilung die Unebenheiten in den Lagerflächen der Steine auszugleichen. In den Stofsfugen wird der Mörtel unter Umständen zur Festigkeit des in wagerechter Richtung gedrückten Mauerwerkes beitragen. Wofern also nicht, wie solches in geeigneten Fällen bei Quadermauerwerk geschieht, die übereinander liegenden Steine durch Dübel verbunden sind, wird die Scher- und Zugfestigkeit des Mauerwerks nur nach der in den Lagerfugen vorhandenen Reibung zu beurtheilen sein. Die Reibungsziffer f würde sich aus der Beschaffenheit der Steine ergeben, wenn diese sich unmittelbar berührten. Andererseits würde es der Wirklichkeit widersprechen, wenn man die Scherfestigkeit des aufser Druck stehenden Mörtelkörpers in Rechnung zöge. Denn die Erfahrung zeigt, daß der Zusammenhang des Mauerwerks sehr schnell, auch bei Verwendung von Kalkmörtel, mit der Höhe der auflagernden Massen anwächst. Schon nach Uebermauerung weniger Schichten ist es mühsam, einen Eckziegel herauszuberechnen; bei hoher Uebermauerung mufs er sogar ausgestemmt werden. Ein ähnliches Verhalten zeigt sich bereits, wenn mit Lehm oder gar nur mit Sand gemauert wird, also mit solchen Stoffen, die in ungepufstem Zustande eine nennenswerthe Festigkeit nicht besitzen. Daraus geht hervor, daß der Mörtel durch den Druck

der auflagernden Massen an Festigkeit zunimmt. Nach einigen Angaben wird der Reibungswerth für das in Kalkmörtel hergestellte Mauerwerk auf 0,6 bis 0,7 festgesetzt, nach anderen Angaben soll sie geringer sein. Wahrscheinlich ist sie für schwer belastetes Mauerwerk größer als für minder belastetes. Es ist wünschenswerth, daß unter Verwendung verschiedener Mörtelstoffe hierüber eingehende Versuche angestellt werden. Die Scherfestigkeit wäre dann ohne weiteres bekannt.

Dagegen ist die wagerechte Zugfestigkeit nicht allein von der Reibung in den Lagerfugen abhängig, sondern auch von der Festigkeit der Steine, von der Höhe der einzelnen Schichten, von der Länge der verbandmäfsigen Ueberdeckung der Stofsfugen und von der sorgfältigen Herstellung des Verbandes. Bei geringem Druck in den Lagerflächen wird der Mauerkörper sich auseinander ziehen lassen, bevor die Steine zerrissen werden. Mit zunehmendem Druck, selbstverständlich innerhalb der zulässigen Grenze, tritt dann bei ausreichender Länge der Stofsfugen-Ueberdeckung der Zustand ein, in welchem die Summe der Reibungswiderstände in den Fugen und die Zugbeanspruchung der Steine einander gleich oder die ersteren sogar überwiegend vorhanden sind. Hierin liegt die zu erfüllende Bedingung, sobald an einen Mauerkörper die Anforderung einer gewissen Zugfestigkeit gestellt wird. Wenn im hohen Mauerwerk Risse entstanden sind, so kann man häufig beobachten, daß die oberen wenig gedrückten Steine sich unter Erweiterung der Stofsfugen nur auseinander gezogen haben, während die unteren stark gedrückten zerrissen sind; demnach waren im unteren Mauerwerk die Reibungswiderstände größer, als die Zugfestigkeit der Steine.

Diese von der Mörtelvermittlung unabhängige Zugfestigkeit des Mauerwerks ist nicht zu unterschätzen oder gar gänzlich zu übersehen; ohne sie ist z. B. der Bestand unserer Hochbauten bei ihrer aus der Erfahrung abgeleiteten Herstellungsart in vieler Beziehung nicht denkbar. Diese Festigkeit kettet die hohen und schwanken Längswände an die Querwände, oder umgekehrt; sie ankert die Ecken zusammen und verhindert das Zusammenknicken hoher dünner und schwer belasteter Mauern, die für sich allein nicht standfähig wären. Sie gestattet das Anwölben gegen dünne, aber belastete, Wände, leistet bei Kuppelgewölben den wagerechten Ringspannungen Widerstand, und zwar entsprechend der durch die Meridiandrücke hervorgerufenen Reibung. Dabei kommt es bei Mauerwerk von geringer Schichtenhöhe, also auch bei Ziegelmauerwerk, nicht wesentlich darauf an, ob ab und zu der Verband fehlerhaft ist oder ein rissiger Stein verlegt wird; die fehlerhafte Schicht tritt dann nur zu Ungunsten der stärker beanspruchten Nachbarschichten in einem gewissen Bereiche aufser Wirkung. Mit Rücksicht auf solche Fehler wird aber die Zugfestigkeit geringer anzunehmen sein, als die Festigkeit eines tadellos gedachten Mauerwerks.

Es bedeute nun:

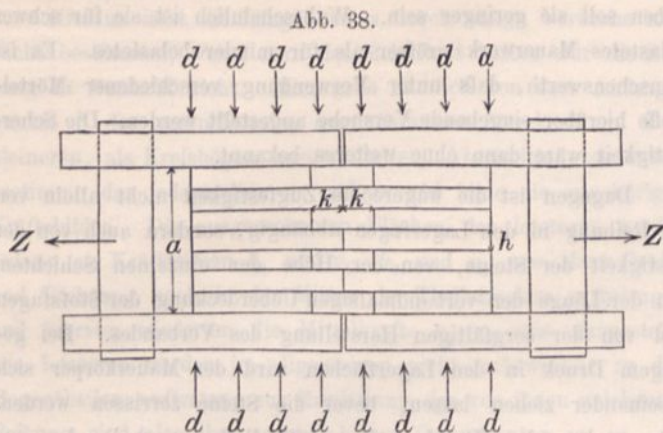
Z den gesamten wagerechten Zug auf einen verbandmäfsig hergestellten Mauerkörper von der Breite b und der Höhe a .

x den Zug für die Flächeneinheit des Querschnitts, sodafs

$$x = \frac{Z}{a \cdot b} \text{ ist.}$$

f den vorhin erörterten Reibungswerth in den Lagerfugen, der z. B. = 0,7 gesetzt werde.

n die Anzahl des nach Abb. 38 zur Erprobung seiner Zugfestigkeit in eine Zangenvorrichtung eingespannten Mauerkörpers.



$(n-1)$ die Anzahl der Reibungsfugen, indem die oberen und unteren Flächen des Körpers in fester Verbindung mit den Zangen behufs Uebertragung des Druckes zu denken sind.

k die Länge der regelmässigen Stofsfugen-Ueberdeckung.

h die Höhe einer einzelnen Mauerschicht.

d den Druck der Zange auf die Flächeneinheit der Lagerfugen.

Daraus folgt:

T (d. i. die Summe der Zugfestigkeit der Steine) = $n \cdot h \cdot b \cdot z$.

R (d. i. die Summe der Reibungswiderstände in den Lagerfugen) = $(n-1) \cdot k \cdot b \cdot d \cdot f$: denn es sind $(n-1)$ Lagerfugen vorhanden, in denen die auf die Flächeneinheit wirkende Reibung $d \cdot f$ für je eine Stofsfugenüberdeckung von der Fläche $k \cdot b$ in Betracht kommt.

Ist $R < T$, so ist die Zugfestigkeit des Mauerkörpers nur nach R zu bemessen: soll aber nach den vorstehenden Erwähnungen R mindestens = T sein, so ergibt sich

$$d = \frac{n}{n-1} \cdot \frac{h}{k} \cdot \frac{z}{f}.$$

Diese Gleichung giebt die Beziehungen der einzelnen Gröfsen zu erkennen. Bei Ziegelmauerwerk, überhaupt bei geringer Schichtenhöhe gegenüber der Gesamthöhe des zu untersuchenden Körpers, kann der erste Factor der Gleichung = 1 gesetzt werden. Es sei ferner bei Normalziegeln und im Kopfverband $k = 5,5$ cm, h einschliesslich der Fuge 7,7 cm und $f = 0,7$; so wird $d = 2z$, d. h. „die Steine und die Reibung leisten bei diesem Mauerwerk gleiche Widerstände gegen einen über die einzelnen Schichten gleichmässig vertheilten wagerechten Zug, sobald der auf die Flächeneinheit bezogene senkrechte Druck doppelt so groß ist, wie der angreifende, auf die Einheit des Querschnittes kommende, wagerechte Zug.“

Mauert man dagegen durchweg im Läuferverband, sodafs die regelmässige Fugenüberdeckung doppelt so groß ist, wie vorhin, so wird $d = z$ und die Zugfestigkeit ist bei ausreichender Beschaffenheit der Steine die doppelte geworden. Hieraus giebt sich die Wirkung eines weit übergreifenden Verbandes zu erkennen.

Bei starken Mauern ist ein Wechsel von Läufer- und Binderschichten geboten. Alsdann wird für regelrechtes Ziegelmauerwerk

$$d \geq \frac{2+1}{2} \cdot z, \text{ also } \geq 1,5 \cdot z$$

sein müssen; aber es tritt in jeder Läufer- und Binderschicht eine Zugspannung der Steine auf, die 1,5 mal so groß ist, als die auf den Querschnitt entfallende durchschnittliche Spannung. Demgemäss würde z maxim. auf $\frac{2}{3}$ der sonst zulässigen Höhe herabzusetzen sein.

Die Zugfestigkeit eines guten Hartbrandziegels ist bis auf 20 kgr/qcm festgestellt worden. Mit Rücksicht auf Fehler und Risse in einzelnen Steinen und auf den Querschnitt der Mörtelagen nehme man an, dafs der Mauerquerschnitt bezüglich der Zugfestigkeit der Steine nur mit 4 kgr/qcm beansprucht werden dürfe, dafs ferner mit Rücksicht auf Fehler im Verbands- und Reibung $d = 3z$ sein müsse, damit das Mauerwerk sich nicht auseinander zieht. Es kann alsdann mit ausreichender Sicherheit gefolgert werden, dafs dieses Mauerwerk bis zu 4 kgr/qcm wagerechte Zugfestigkeit äufsern kann, sobald es den noch zulässigen senkrechten Druck von 12 kgr/qcm erhält. Mit der Verminderung dieses Druckes nimmt dann auch die Zugfestigkeit ab.

Bei gering belastetem Mauerwerk, z. B. bei der Uebermauerung von Brückenbögen, wird es sich zur Erhöhung der Zugfestigkeit empfehlen, einen weit übergreifenden Läuferverband einzuführen, wobei aber auch eine Ueberdeckung der inneren Längsfugen stattfinden mufs. An den äufseren Ansichtsflächen können dann für jede zweite Schicht Riemstücke zur Verwendung kommen.

§ 11.

Bögen mit äufserem Erddruck.

Nach den bisherigen Ermittlungen rufen die Schwerkraften wagerechte Gegenwirkungen der Bogen-Widerlager hervor, welche entweder an den Kämpfern vereinigt sind, oder im Bereiche der Pfeilhöhe als stetig vertheilte Kräfte auftreten. Hierzu mufs aber das Bauwerk vorher eine elastische, auf das Kippen der Widerlager hinwirkende Bewegung durchgeführt haben, die hinsichtlich ihres Einflusses auf die Bogengestalt nicht weiter in Betracht kommt. Die Gestalt und das Gleichgewicht des Bauwerkes bleiben nun auch erhalten, sobald die wagerechten Gegenkräfte durch gleichgerichtete äufserer Kräfte ersetzt werden. Der Unterschied liegt nur darin, dafs in letzterem Falle das Bauwerk nicht erst jene Art der elastischen Bewegung antreten wird, bevor es zum Gleichgewicht kommt. Für seine gesicherte Standfähigkeit ist es aber wesentlich, dafs die beiden angreifenden Kräftescharen nicht nur soeben hinreichend groß sind, um das Gleichgewicht herzustellen, sondern dafs von jeder Seite her noch innere Widerstände geleistet werden können, falls eine der angreifenden Kräftescharen durch Zufälligkeiten überwiegend groß wird.

In den meisten Fällen, wo ein Erdschub gegen das Bauwerk stattfindet, überwiegen die Schwerkraften von vornherein den Schub des Erdreichs. Von einer Mitwirkung des letzteren wird dann im allgemeinen abgesehen und die Widerlagerstärke so bemessen, dafs der äufserer Beitrag des Erdschubs entbehrt werden kann. Wenn nun das Bauwerk zunächst ohne Erdhinterfüllung dasteht, so haben die Widerlager ihre vollen Gegenwirkungen zu leisten; nach geschehener Hinterfüllung werden aber in erster Hinsicht die äufseren Schube zur Geltung kommen und die Gegenwirkungen der Widerlager nur noch in dem Mafse herausgefordert, wie sich ein Fehlbetrag an äufseren Schuben ergibt. Ist ein Bauwerk also an sich, d. h. ohne Mitwirkung eines äufseren Erdschubes, standfähig, so übt der letztere so

lange keinen störenden Einfluss auf die Standfähigkeit aus, wie er durchweg kleiner ist, als die zur Erhaltung des Gleichgewichts erforderlichen wagerechten Kräfte.

Bei Stützlinienbögen im Sinne des § 3 ist aber nur eine wagerechte Einzelkraft am Kämpfer geboten; wofern also der angreifende Erdschub auf einen solchen Bogen eine unmittelbare

Wirkung im Bereiche der Pfeilhöhe ausüben kann, ist jene Stützliniengestalt nicht mehr zweckmäfsig oder anwendbar. Es ist ohne weiteres zu erkennen, dafs in diesem Punkte die bekannte Theorie der Stützlinien mit Erddruck und die in dieser Abhandlung aufgestellten Betrachtungen sich vereinigen.

Berlin, im December 1890. H. Gnuschke.

Verzeichnifs der im preussischen Staate und bei Behörden des deutschen Reiches angestellten Baubeamten.

(Am 10. December 1891.)

I. Im Ressort des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten.

Verwaltung der Eisenbahn-Angelegenheiten und des Land- und Wasser-Bauwesens.

A. Bei Central-Behörden.

Beim Ministerium.

Hr. Schneider, Excellenz, Wirklicher Geheimer Rath, Ministerial-Director der Abtheilung für die technischen Angelegenheiten der Verwaltung der Staats-Eisenbahnen.

a) Vortragende Räte.

Hr. Wiebe, Ober-Baudirector.
 - Spieker, desgl.
 - Siegert, Geheimer Ober-Baurath.
 - Baensch, Wirklicher Geheimer Ober-Baurath.
 - Dieckhoff, Geheimer Ober-Baurath.
 - Oberbeck, desgl.
 - Hagen, desgl.
 - Adler, desgl.
 - Küll, desgl.
 - Schröder, desgl.
 - Kozlowski, desgl.
 - Stambke, desgl.
 - Nath, desgl.
 - Jungnickel, desgl.
 - Dresel, Geheimer Baurath.
 - Lange, desgl.
 - Lorenz, desgl.
 - Wichert, desgl.
 - Zastrau, desgl.
 - Taeger, desgl.
 - Keller, desgl.
 - Dr. Zimmermann, desgl.
 - Sarrazin, desgl. Hilfsarbeiter.
 - Schelten, Regierungs- und Baurath, desgl.

Hr. Hinckeldeyn, Regierungs- und Baurath, Hilfsarbeiter.
 - L. Böttger, desgl. desgl.
 - Thür, desgl. desgl.

b) Im technischen Bureau der Abtheilung für die Eisenbahn-Angelegenheiten.

Hr. Ehlert, Geheimer Baurath, Vorsteher des Bureaus.
 - Huntemüller, Regierungs- und Baurath.
 - Fritze, desgl.
 - Thelen, desgl.
 - Hauer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Domschke, Eisenbahn-Bauinspector.
 - Gilles, desgl.
 - Hin, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

c) Im technischen Bureau der Abtheilung für das Bauwesen.

Hr. P. Böttger, Regierungs- und Baurath, Vorsteher des Bureaus.
 - Thiele, Baurath.
 - Hofsfeld, desgl.
 - Gnuschke, Land-Bauinspector.
 - Wiethoff, desgl.
 - Lodemann, Bauinspector.
 - Reerink, Wasser-Bauinspector.
 - Grunert, Land-Bauinspector.
 - Koerner, desgl.
 - Hein, desgl.
 - Diestel, desgl.

B. Bei dem Eisenbahn-Commissariat in Berlin.

Hr. Bensen, Geheimer Ober-Regierungsrath.

Hr. Koschel, Geheimer Baurath.

C. Bei den Königlichen Eisenbahn-Directionen.

1. Eisenbahn-Direction in Berlin.

Hr. Wex, Präsident, Wirklicher Geheimer Ober-Baurath.
 - Krancke, Ober-Baurath, Abtheilungs-Dirigent.
 - Rock, Geheimer Regierungsrath, desgl. (auftrw.)
 - Grapow, desgl. Mitglied der Direction.
 - Hasse, desgl. desgl.
 - Werchan, Eisenbahn-Director, desgl.
 - Housselle, Regierungs- und Baurath, Mitglied der Direction.
 - Scheider (Arthur), desgl. desgl.
 - Haafsengier, desgl. desgl.
 - Diefenbach, Eisenbahn-Director, desgl.
 - Müller (Karl), desgl.
 - Koch (Ludwig), Regierungs- und Baurath.

Hr. Kuntze, Eisenbahn-Bauinspector.
 - Köhne, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Wegner (Armin), Eisenbahn-Bauinspector (für das Hochbaufach).
 - Klinke, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Polle, Eisenbahn-Bauinspector.
 - Wegner (Gustav), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Meinhardt, Eisenbahn-Bauinspector.
 - Lamfried, Eisenbahn-Director in Grunewald.
 - Garbe, desgl. in Berlin.
 - Liedel, Baurath in Breslau.
 - Wolf, desgl. in Greifswald.
 - Wagner, Eisenbahn-Maschineninspector in Frankfurt a/O.
 - Ahrendts, Eisenbahn-Bauinspector in Eberswalde.

- Hr. Scharlock, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Bergen.
 - Domann, Eisenbahn-Bauinspector in Lauban.
 - Neugebauer, desgl. in Frankfurt a/O.
 - Melcher, Eisenbahn-Maschineninspector in Breslau.
 - Patrunky, Eisenbahn-Bauinspector in Berlin.
 - Partenscky, desgl. in Guben.

Betriebsamt Berlin (Berlin-Sommerfeld).

- Hr. von Schütz, Regierungs- und Baurath.
 - Nowack, desgl.
 - Weiss, Baurath.
 - von den Bercken, desgl.
 - Bansen, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Frankfurt a/O.
 - Wambsganf, desgl. desgl.

Betriebsamt Berlin (Stadt- u. Ringbahn).

- Hr. Büttner, Regierungs- und Baurath.
 - Schwartz, desgl.
 - Grapow (Karl), desgl.
 - Gantzer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Suadicani, desgl.
 - Brill, desgl.
 - Holverscheit, desgl.
 - Leifsnor, Eisenbahn-Bauinspector.

Betriebsamt Stralsund.

- Hr. Klöse, Geheimer Baurath.
 - Herold, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Schüler, desgl.
 - Borchart, Eisenbahn-Bauinspector.
 - Zachariae, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Fischer (Julius), Baurath in Berlin.

Betriebsamt Breslau (Breslau-Sommerfeld).

- Hr. Schulze (Gustav), Regierungs- und Baurath.
 - Cramer, desgl.
 - Bothe, desgl.
 - König, Eisenbahn-Maschineninspector.
 - Kieckhofer, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Liegnitz.
 - Schubert, desgl. in Sorau.

Betriebsamt Breslau (Breslau-Halbstadt).

- Hr. Kirsten, Regierungs- und Baurath.
 - Rebentisch, desgl.
 - Seidl, Eisenbahn-Maschineninspector.
 - Sartig, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Liegnitz.

Betriebsamt Görlitz.

- Hr. Garcke, Geheimer Baurath.
 - Wollanke (August), Regierungs- und Baurath.
 - Rieken, desgl.
 - Suck, Eisenbahn-Maschineninspector.
 - Backs, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Urban, Baurath in Hirschberg.

Betriebsamt Stettin (Berlin-Stettin).

- Hr. Heinrich, Regierungs- und Baurath.
 - Goos, desgl.
 - Rosenkranz, Eisenbahn-Bauinspector.
 - Dr. Bräuler, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Ruegenberg, desgl.
 - Bathmann, desgl. in Berlin.
 - Freudenfeldt, desgl. desgl.
 - Grosse (Robert), desgl. in Freienwalde a. O.

Betriebsamt Stettin (Stettin-Stralsund).

- Hr. Lademann, Regierungs- und Baurath.
 - Wolff (Leopold), desgl.
 - Lüken, Eisenbahn-Director.
 - Steigertahl, Baurath.
 - Gutzeit, Eisenbahn-Bauinspector.
 - Lorentz, Baurath in Greifswald.

Betriebsamt Cottbus.

- Hr. Ballauff, Regierungs- und Baurath.
 - Darup, desgl.
 - von Finckh, Eisenbahn-Director.
 - Bernhard, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Hossenfelder, Eisenbahn-Bauinspector.
 - Schwedler (Richard), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Berlin.

Betriebsamt Guben.

- Hr. Wolff (Adolph), Regierungs- und Baurath.
 - Wiegand (Heinrich) desgl.
 - Klemann, Baurath.
 - Plate, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Schwiebus.
 - Weber, desgl. in Züllichau.
 - Bauer, desgl. in Meseritz.

2. Eisenbahn-Direction in Bromberg.

- Hr. Schmeitzer, Ober-Baurath, Abtheilungs-Dirigent.
 - Suche, Geheimer Regierungsrath, desgl. (auftrw.)
 - Baumert, Regierungs- und Baurath, Mitglied der Direction.
 - Reuter, desgl. desgl.
 - Bachmann, desgl. desgl.
 - Schultz (Wilhelm), desgl. desgl.
 - Paul, desgl. desgl.
 - Mohn, Eisenbahn-Director desgl.
 - Holzheuer, desgl. desgl.
 - Schnebel, Regierungs- und Baurath.
 - Rohrman, desgl.
 - Doepke, desgl.
 - Niemann, desgl.
 - Mertz, Eisenbahn-Director.
 - Mehrtens, Regierungs- und Baurath.
 - Storbeck, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Haas, Eisenbahn-Bauinspector.
 - Nitschke, desgl.
 - Hagenbeck, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Gutte, Eisenbahn-Bauinspector.
 - Rustemeyer, Eisenbahn-Director in Berlin.
 - Mackensen (Ernst), desgl. in Dirschau.
 - Klövekorn, Baurath in Bromberg.
 - Bellach, desgl. in Königsberg.
 - Reuter, Eisenbahn-Maschineninspector in Bromberg.
 - Kirsten, desgl. in Stargard.
 - Pfützenreuter, Eisenbahn-Bauinspector in Ponarth.
 - Matthes, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Fordon.
 - Dietrich, desgl. in Marienburg.
 - Heeser, desgl. desgl.

Betriebsamt Berlin.

- Hr. Kricheldorf, Geheimer Baurath.
 - Dr. zur Nieden, Regierungs- und Baurath.
 - Stuertz, desgl.
 - Cordes (Heinrich), Eisenbahn-Bauinspector.
 - Sommerfeldt, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Cüstrin.
 - von der Ohe, desgl. in Landsberg a. W.

Betriebsamt Bromberg.

- Hr. Blumberg, Geheimer Baurath.
 - Siehr, Regierungs- und Baurath.
 - Franck, Baurath.
 - Wiegand (Eduard), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Jeran, desgl.
 - Gette, desgl. in Graudenz.

Betriebsamt Danzig.

- Hr. Neitzke, Regierungs- und Baurath.
 - Sprenger, desgl.
 - Stephan, Eisenbahn-Maschineninspector.
 - Multhaupt, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Schürmann, desgl. in Dirschau.
 - Winde, desgl. in Elbing.

Betriebsamt Königsberg.

- Hr. Gypfsmann, Regierungs- und Baurath.
 - Buchholtz (Hermann), desgl.
 - Massalsky, Baurath.
 Merseburger, Eisenbahn-Bauinspector.
 - Hähner, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Helberg, desgl.
 - Lincke, Baurath in Tilsit.
 - Pritzel, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Insterburg.

Betriebsamt Thorn.

- Hr. Monscheuer, Regierungs- und Baurath.
 - Beil, desgl.
 - Bockshammer, Eisenbahn-Maschineninspector.
 - Schlonski, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Boysen, desgl. in Graudenz.
 - Francke (Adolf), Baurath in Osterode.

Betriebsamt Schneidemühl.

- Hr. Vieregge, Regierungs- und Baurath.
 - Vofsköhler, Baurath.
 - Danziger, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Winter, desgl.
 - Weise, desgl.
 - Buchholz (Richard), desgl. in Konitz.

Betriebsamt Stettin.

- Hr. Mohr (Georg), Regierungs- und Baurath.
 - Krüger, Eisenbahn-Bauinspector.
 - Stahl, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Ritter (August), Baurath in Stolp.
 - Fuchs (Karl), Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Stargard.
 - Bräuning, desgl. in Cöslin.

Betriebsamt Stolp.

- Hr. Nahrath, Geheimer Baurath.
 - Brennhausen, Baurath.
 - Gronewaldt, Eisenbahn-Bauinspector.
 - Löhr, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Neustettin.
 - Auffermann, desgl. desgl.

Betriebsamt Allenstein.

- Hr. Reys, Regierungs- und Baurath.
 - Röhner, Baurath.
 - Seidel, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Evmann, desgl.
 - Baum, Eisenbahn-Bauinspector.
 - Tacke, Baurath in Insterburg.

Betriebsamt Posen.

- Hr. Fischer, Regierungs- und Baurath.
 - Frankenfeld, desgl.
 - Stiebler, Eisenbahn-Maschineninspector.
 - Oertel, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Flender, desgl. in Gnesen.

3. Eisenbahn-Direction in Hannover.

- Hr. Früh, Ober-Bau- und Geheimer Regierungsrath, Abth.-Dirigent.
 - Rampoldt, Geheimer Regierungsrath, Mitglied der Direction.
 - Stegmann, desgl. desgl.
 - Uhlenhuth, Eisenbahn-Director, desgl.
 - von Rutkowski, Regierungs- und Baurath, desgl.
 - Führ, Eisenbahn-Director, desgl.
 - Leuchtenberg, Regierungs- und Baurath.
 - du Plat, desgl.
 - Becker (Paul), Eisenbahn-Director.
 - Schwering, Regierungs- und Baurath.
 - von Borries, Eisenbahn-Bauinspector.
 - Rizor, desgl.
 - Fuhrberg (Konrad), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Buchholtz (Wilhelm), desgl.

- Hr. Traeder (Franz), Eisenbahn-Bauinspector.
 - Thiele, Eisenbahn-Director in Leinhausen.
 - Dickhaut, Baurath in Cassel.
 - Schneemann, desgl. in Leinhausen.
 - Trapp, desgl. in Göttingen.
 - Müller (Wilh.), desgl. in Paderborn.
 - Castell, desgl. in Minden.
 - Dege, Eisenbahn-Maschineninspector in Bremen.
 - Bergmann, Land-Bauinspector in Osnabrück.
 - Maifs, Eisenbahn-Bauinspector in Leinhausen.
 - vom Hove, desgl. in Harburg.
 - Meyer (Ignatz), Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Harburg.
 - Everken, desgl. in Hannover.

Betriebsamt Hannover (Hannover-Rheine).

- Hr. Maret, Regierungs- und Baurath.
 - Köster, Baurath.
 - Herzog, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Bremer, desgl.
 - Schmiedt, Baurath in Minden.
 - Wollanke (Paul), desgl. in Hamm.
 - Rüssmann, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Osnabrück.

Betriebsamt Hannover (Hannover-Altenbeken).

- Hr. Menne, Geheimer Regierungsrath.
 - Göring, Regierungs- und Baurath.
 - Michaelis, Baurath.
 - Schellenberg, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Hameln.

Betriebsamt Paderborn.

- Hr. Schmidts, Regierungs- und Baurath.
 - Koch (Gustav), desgl.
 - George, Baurath.
 - Tilly, desgl.
 - Sarrazin, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Zisseler, desgl. in Northeim.

Betriebsamt Harburg.

- Hr. van den Bergh, Regierungs- und Baurath.
 - Sauerwein, Eisenbahn-Director.
 - Müller (Johannes), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - von Hein, desgl.
 - Bachmann, Eisenbahn-Bauinspector.
 - Rejcke, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Uelzen.

Betriebsamt Cassel (Hannover-Cassel).

- Hr. Jacobi, Regierungs- und Baurath.
 - Gabriel, Baurath.
 - Reusing, desgl.
 - Vockrodt, desgl.
 - Fischer (August), desgl. in Hildesheim.

Betriebsamt Cassel (Main-Weser-Bahn).

- Hr. Janssen (Jakob), Geheimer Baurath.
 - Beckmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Fenkner, desgl.
 - Herrmann, Eisenbahn-Bauinspector.
 - Borggreve, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Schwamborn, desgl. in Marburg.

Betriebsamt Bremen.

- Hr. Scheuch, Baurath.
 - Bischof, Regierungs- und Baurath.
 - Becker (Woldemar), Baurath.
 - Staggemeyer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Richard (Franz), desgl.
 - Hoffmann (Oskar), Eisenbahn-Bauinspector.

4. Eisenbahn-Direction in Frankfurt a/M.

- Hr. Vogel, Ober-Baurath, Abtheilungs-Dirigent.
 - Böttcher, Regierungs- und Baurath, Mitglied der Direction.
 - Porsch, desgl. desgl.

- Hr. Schmidt (Ludwig), Eisenbahn-Director, Mitglied der Direction.
 - Oestreich, Eisenbahn-Director.
 - Heis, Regierungs- und Baurath.
 - Velde, Baurath.
 - König (Josef), desgl.
 - Riese, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Rübsamen, desgl.
 - Scheidtweiler, desgl. (beurlaubt).
 - Jung, Baurath in Limburg.
 - Oelert, desgl. in Frankfurt a/M.
 - Siegel, Eisenbahn-Bauinspector in Halle a. S.
 - Kirchhoff (August), Eisenbahn-Maschineninspector in Fulda.

Betriebsamt Frankfurt a/M.

- Hr. Knoche, Regierungs- und Baurath.
 - Schmitz (Oskar), Eisenbahn-Director.
 - Wolff (Wilhelm), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Bassel, desgl.
 - Schugt, desgl.
 - Soberski, Eisenbahn-Bauinspector.
 - Cordes (Edmund), Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Fulda.
 - Seliger, desgl. in Göttingen.
 - Coulmann, desgl. in Hanau.

Betriebsamt Nordhausen.

- Hr. Abraham, Regierungs- und Baurath.
 - Sobeczko, desgl.
 - Franke (Ernst), desgl.
 - Baehrecke, desgl.
 - Naud, Baurath.
 - Gudden, desgl.
 - Uhlenhuth, Eisenbahn-Bauinspector.
 - Kiesgen, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Eschwege.

Betriebsamt Wiesbaden.

- Hr. Hilf, Geheimer Regierungsrath.
 - Wagner, Eisenbahn-Director.
 - Alken, Regierungs- und Baurath.
 - Neuschäfer, Baurath.
 - Thomsen, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Werren (Eugen), desgl. in Limburg.

Betriebsamt Berlin.

- Hr. Stock, Geheimer Baurath.
 - Lutterbeck, Baurath.
 - Mackenthun, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Bötcher, desgl.
 - Schmidt (Hermann), Baurath in Hettstedt.

5. Eisenbahn-Direction in Magdeburg.

- Hr. Quassowski, Präsident.
 - Spielhagen, Ober-Bau- und Geheimer Regierungsrath,
 Abtheilungs-Dirigent.
 - Schubert, Regierungs- und Baurath, Mitglied der Direction.
 - Büte, Geheimer Baurath, desgl.
 - Skalweit, Regierungs- und Baurath, desgl.
 - Hassenkamp, desgl. desgl.
 - Theune, desgl. desgl.
 - Brünjes, Eisenbahn-Director, desgl.
 - Erdmann, desgl.
 - Bode, Regierungs- und Baurath.
 - Crüger, desgl.
 - Meyer (August), Baurath.
 - Albert, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Herr (Friedrich), Eisenbahn-Bauinspector.
 - Albrecht, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Grosheim, desgl.
 - Schumacher, Eisenbahn-Director in Potsdam.
 - Thomas, Baurath in Magdeburg-Buckau.
 - Vocke, desgl. in Berlin.
 - Harsleben, Eisenbahn-Maschineninspector in Braunschweig.

- Hr. Rimrott, Eisenbahn-Bauinspector in Halberstadt.
 - Jahr, desgl. in Stendal.
 - Dane, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Magdeburg.

Betriebsamt Berlin (Berlin-Lehrte).

- Hr. Giese, Geheimer Baurath.
 - Masberg, Regierungs- und Baurath.
 - Rehbein, desgl.
 - Schmedes, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Falke, Eisenbahn-Bauinspector.
 - Buff, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Neuenfeldt, Baurath in Stendal.
 - Peter, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector desgl.

Betriebsamt Berlin (Berlin-Magdeburg).

- Hr. Naumann, Geheimer Baurath.
 - Richard (Rudolf), Regierungs- und Baurath.
 - Boedecker, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Herr (Arthur), desgl.
 - Schucht, Baurath in Brandenburg.

Betriebsamt Magdeburg (Wittenberge-Leipzig).

- Hr. Tobien, Regierungs- und Baurath.
 - Farwick, Eisenbahn-Director.
 - Müller (Arthur), desgl.
 - Kern, Baurath.
 - Nitschmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Mackensen (Wilhelm), desgl.
 - Wüstnei, Eisenbahn-Bauinspector.
 - Freye, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Lohmeyer, desgl.
 - Seyberth, desgl.
 - Peltz, Land-Bauinspector in Halle a. S.
 - Königer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector desgl.

Betriebsamt Magdeburg (Magdeburg-Halberstadt).

- Hr. Seick, Regierungs- und Baurath.
 - Schwedler (Friedrich), desgl.
 - Schlemm, desgl.
 - Schmidt (Friedrich Karl), Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
 - Riemer, Eisenbahn-Bauinspector.
 - Sachse, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Aschersleben.
 - Eggers, desgl. in Bernburg.

Betriebsamt Halberstadt.

- Hr. Neumann (Karl), Regierungs- und Baurath.
 - Vollrath, desgl.
 - Schunck, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Henning, desgl.

Betriebsamt Braunschweig.

- Hr. Paffen, Regierungs- und Baurath.
 - Menadier, Eisenbahn-Director.
 - Frederking, desgl.
 - Fuldner, Baurath.
 - Kelbe, Eisenbahn-Maschineninspector.
 - von Boguslawski, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Peters (Friedrich), Baurath in Seesen.

6. Eisenbahn-Direction in Köln (linksrheinisch).

- Hr. Rüppell, Geheimer Baurath, Abtheilungs-Dirigent. (auftrw.)
 - Zillessen, Regierungs- und Baurath, Mitglied der Direction.
 - von Gabain, desgl. desgl.
 - Schaper, desgl. desgl.
 - Siegert, Eisenbahn-Director, desgl.
 - Woytt, desgl. desgl.
 - Semler, Regierungs- und Baurath. desgl.
 - Gehlen, desgl.
 - Kohn, Eisenbahn-Director.
 - Fein, desgl.
 - Hellmann, Eisenbahn-Bauinspector.

- Hr. Herr (Gustav), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Wolf (Hermann), desgl.
 - Schlesinger, Eisenbahn-Director in Köln (Nippes).
 - Rohde, Eisenbahn-Maschineninspector in Crefeld.
 - Wenig (Karl), Baurath in Saarbrücken.
 - Mayr, Eisenbahn-Bauinspector in Köln (Nippes).
 - Kirchhoff (Karl), desgl. desgl.
 - Dan, desgl. in Oppum.
 - Willert, desgl. in Saarbrücken.

Betriebsamt Trier.

- Hr. Totz, Regierungs- und Baurath.
 - Schäfer, Eisenbahn-Director.
 - Müller (Eduard), Baurath.
 - Blum, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Hacke, desgl.

Betriebsamt Coblenz.

- Hr. Altenloh, Regierungs- und Baurath.
 - Viereck, desgl.
 - Busse, desgl.
 - Heimann, Baurath.
 - Lottmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Bonn.

Betriebsamt Köln.

- Hr. Blanck, Regierungs- und Baurath.
 - Braun, Eisenbahn-Director.
 - Wessel, Regierungs- und Baurath.
 - Rennen, desgl.
 - König (Rudolf), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Frantz, desgl.
 - Weithmann, Eisenbahn-Bauinspector (für das Hochbaufach).
 - Lohse, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Westphal, Baurath in Euskirchen.

Betriebsamt Crefeld.

- Hr. Hentsch, Regierungs- und Baurath.
 - v. d. Sandt, desgl.
 - Reusch, Baurath.
 - Becker (Karl), Eisenbahn-Bauinspector.
 - Lehmann (Hans), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Hagen, desgl. in Cleve.

Betriebsamt Saarbrücken.

- Hr. Eilert, Regierungs- und Baurath.
 - Usener, desgl.
 - Daub, desgl.
 - Danco, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Mühlen, desgl.
 - Pulzner, Eisenbahn-Maschineninspector.
 - Brennecke, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Brunn, desgl. in Creuznach.

Betriebsamt Aachen.

- Hr. Sebaldt, Geheimer Baurath.
 - Hahn, Regierungs- und Baurath.
 - Rücker, Eisenbahn-Director.
 - Eversheim, Baurath.
 - Losehand, Eisenbahn-Maschineninspector.
 - Schmidt (Alwin Herm.), Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Malmedy.

7. Eisenbahn-Direction in Köln (rechtsrheinisch).

- Hr. Jaedicke, Ober-Bau- und Geheimer Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent.
 - Rumschoettel, Geheimer Baurath, Mitglied der Direction.
 - Girscher, Eisenbahn-Director, desgl.
 - Spoerer, desgl. desgl.
 - Schilling, Regierungs- und Baurath, desgl.
 - Bessert-Nettelbeck, desgl. desgl.
 - Lange, desgl. desgl.
 - Meifsner, desgl. desgl.

- Hr. Kluge, Regierungs- und Baurath.
 - Esser, Eisenbahn-Director.
 - Schmitz (Gustav), desgl.
 - Schulte, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Dorner, desgl.
 - Jahnke, Eisenbahn-Bauinspector.
 - Leitzmann, desgl.
 - Pohlmeier, Eisenbahn-Director in Dortmund.
 - Sürth, desgl. desgl.
 - Monjé, desgl. in Speldorf.
 - Boecker, Baurath in Oberhausen.
 - Hummell, desgl. in Lingen.
 - Claasen, desgl. in Osnabrück.
 - Stoeckel, Eisenbahn-Maschineninspector in Langenberg.
 - Schiffers, desgl. in Deutzerfeld.
 - Bobertag, Eisenbahn-Bauinspector in Dortmund.
 - Grauhan, desgl. in Köln-Deutz.

Betriebsamt Münster (Münster-Emden).

- Hr. Buchholtz, Geheimer Regierungsrath.
 - Koenen, Regierungs- und Baurath.
 - Arndts, Baurath.
 - Stempel, desgl.
 - Böhme, desgl.

Betriebsamt Münster (Wanne-Bremen).

- Hr. Arndt, Regierungs- und Baurath.
 - Lueder, desgl.
 - von Flotow, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Friedrichsen, desgl.
 - Liepe, Eisenbahn-Bauinspector.
 - Hoebel, Baurath in Osnabrück.

Betriebsamt Dortmund.

- Hr. Schulenburg, Geheimer Baurath.
 - Janssen (Friedrich), Regierungs- und Baurath.
 - Attern, gen. Othegraven, Eisenbahn-Director.
 - Hanke, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Ulrich, desgl.
 - Röthmann, desgl. in Hamm.

Betriebsamt Essen.

- Hr. Grünhagen, Regierungs- und Baurath.
 - Haarbeck, desgl.
 - Pilger, desgl.
 - Goldkuhle, desgl.
 - Berendt, Baurath.
 - Awater, desgl.
 - Kuhlmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Rettberg, desgl.
 - Sprengell, desgl.
 - Walter, Eisenbahn-Bauinspector.
 - Schmedding, desgl.
 - Nohturfft, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Démanget, desgl.
 - Karsch, desgl.
 - Scholkmann, desgl.
 - Löbbecke, desgl.

Betriebsamt Düsseldorf.

- Hr. Brewitt, Regierungs- und Baurath.
 - Ingenohl, Eisenbahn-Director.
 - Sauer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Berger, desgl.
 - Sigle, desgl.
 - Petri, desgl. in Wesel.

Betriebsamt Wesel.

- Hr. von Geldern, Regierungs- und Baurath.
 - Schmidt (Erich), Eisenbahn-Bauinspector.
 - Schmoll, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Maley, desgl.
 - Schmidt (Rudolf), Baurath in Burgsteinfurt.

Betriebsamt Köln-Deutz.

- Hr. Behrend, Geheimer Baurath.
 - Hellwig, Regierungs- und Baurath.
 - Reichmann, Eisenbahn-Director.
 - Werres, Baurath.
 - Stölting, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Nöhre, desgl.
 - Dr. von Ritgen, desgl. in Wetzlar.

Betriebsamt Neuwied.

- Hr. Schmidt (Karl), Regierungs- und Baurath.
 - Hövel, desgl.
 - Richter (August), Baurath.
 - Kohler, desgl.
 - Stündeck, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Fliegelskamp, desgl. in Limburg.

8. Eisenbahn-Direction in Elberfeld.

- Hr. Mechelen, Geheimer Baurath, Mitglied der Direction.
 - Schmitt (Franz), Regierungs- u. Baurath, desgl.
 - Finckbein, Eisenbahn-Director, desgl.
 - Delmes, Regierungs- und Baurath, desgl.
 - Meyer (Robert), Eisenbahn-Director.
 - Clausnitzer, Regierungs- und Baurath.
 - Hesse (August), desgl.
 - Nöh, Eisenbahn-Director.
 - Rumschöttel, desgl. (beurlaubt).
 - Spürgatis, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Glasewald, Eisenbahn-Bauinspector (für das Hochbaufach).
 - Wittmann, Eisenbahn-Director in Witten.
 - Köhler, desgl. desgl.
 - Müller (Gustav), desgl. desgl.
 - Rofskothen, Regierungs- und Baurath in Düsseldorf.
 - Eichacker, Baurath in Siegen.
 - Schachert, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Barmen (beurlaubt).
 - Schwartz, Eisenbahn-Bauinspector (für das Hochbaufach) in Düsseldorf.
 - Busmann, Eisenbahn-Bauinspector in Arnberg.
 - Eckardt, desgl. in Elberfeld.

Betriebsamt Düsseldorf.

- Hr. Ruland, Regierungs- und Baurath.
 - Siewert, desgl.
 - Keller, Eisenbahn-Director.
 - Bröckelmann, Regierungs- und Baurath.
 - Goepel, Eisenbahn-Director.
 - Hoefl, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Brandt, desgl. in Elberfeld.

Betriebsamt Cassel.

- Hr. Zickler, Regierungs- und Baurath.
 - Kiene, desgl.
 - Eibach, Baurath.
 - Ehrenberg, Baurath in Arnberg.

Betriebsamt Altena.

- Hr. Otto, Regierungs- und Baurath.
 - Rump, desgl.
 - Werner, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Schmeißer, desgl.
 - Wehner, Eisenbahn-Bauinspector.
 - Philippi, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Siegen.
 - Schmalz, desgl. in Biedenkopf.

Betriebsamt Hagen.

- Hr. Kottenhoff, Regierungs- und Baurath.
 - Bartels, Baurath.
 - Fank, desgl.

Hr. Dunaj, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

- Berthold, desgl.
 - Klimberg, desgl.

9. Eisenbahn-Direction in Erfurt.

Hr. Dircksen, Ober-Bau- und Geheimer Regierungsrath,

Abtheilungs-Dirigent.

- Illing, Geheimer Baurath, desgl. (auftrw.)
 - Wiedenfeld, Regierungs- u. Baurath, Mitglied der Direction.
 - Lochner, Eisenbahn-Director, desgl.
 - Dato, Regierungs- und Baurath, desgl.
 - Sattig, desgl. desgl.
 - Diedrich, Eisenbahn-Director, desgl.
 - Taeglichsbeck, Regierungs- und Baurath, desgl.
 - Schreinert (Karl), desgl. desgl.
 - Hottenrott, desgl.
 - Meyer (James), Eisenbahn-Director.
 - Kistenmacher, Regierungs- und Baurath.
 - Hinrichs, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Middendorf, desgl.
 - Schmidt (Paul), desgl.
 - Heer, Eisenbahn-Bauinspector.
 - Bork, Eisenbahn-Director in Tempelhof.
 - Schröter, Baurath in Cottbus.
 - Meyen, Eisenbahn-Maschineninspector in Erfurt.
 - Schwahn, desgl. in Gotha.
 - Niese, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector desgl.
 - Massmann, desgl. in Lobenstein.

Betriebsamt Cassel.

Hr. Hinüber, Geheimer Baurath.

- Allmenröder, Regierungs- und Baurath.
 - Prins, desgl.
 - Urban, Baurath.
 - Caspar, desgl. in Gotha.

Betriebsamt Erfurt.

Hr. Schwarzenberg, Regierungs- und Baurath.

- Schwedler (Gustav), desgl.
 - Claudius, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Hirsch, Baurath.
 - Boie, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Grothe, desgl.
 - Scherenberg, desgl. in Sangerhausen.
 - Merten, desgl. in Arnstadt.

Betriebsamt Weisfenfels.

Hr. Lütteken, Regierungs- und Baurath.

- Wenderoth, desgl.
 - Brettmann, Eisenbahn-Maschineninspector.
 - Bens, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Fahrenhorst, desgl. in Leipzig.

Betriebsamt Berlin.

Hr. Magnus, Baurath.

- Callam, Eisenbahn-Director.
 - Wiesner, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Lacomé, desgl.
 - Clemens, Baurath in Wittenberg.
 - Gestewitz, desgl. in Leipzig.

Betriebsamt Dessau.

Hr. Murray, Regierungs- und Baurath.

- Loycke, desgl.
 - Wenig (Robert), Baurath.
 - Hesse (Robert), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Meyer (Alfred), desgl.
 - Horwicz, Baurath in Hoyerswerda.

Betriebsamt Halle a. S.

Hr. Kessel, Regierungs- und Baurath.

- Zeyfs, desgl.

- Hr. Goetze, Baurath.
 - Blumenthal, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Fuchs (Wilhelm), desgl. in Cottbus.

10. Eisenbahn-Direction in Breslau.

- Hr. Tellkampff, Ober-Bau- und Geheimer Regierungsrath,
 Abtheilungs-Dirigent.
 - Lex, Geheimer Baurath, desgl. (auftrw.)
 - Bender, Regierungs- u. Baurath, Mitglied der Direction.
 - Ramm, Eisenbahn-Director, desgl.
 - Jordan, Regierungs- und Baurath, desgl.
 - Fischer, Eisenbahn-Director, desgl.
 - Wilde, Regierungs- und Baurath.
 - Brosius, Eisenbahn-Director.
 - Buddenberg, Regierungs- und Baurath.
 - Doulin, Eisenbahn-Director.
 - Hoffmann (Emil), Regierungs- und Baurath.
 - Sugg, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Neumann (Otto), Eisenbahn-Bauinspector.
 - Simon, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - May, desgl.
 - Bergemann, Eisenbahn-Bauinspector.
 - Luniatschek, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Krause (Paul), Eisenbahn-Bauinspector.
 - Eberle, Eisenbahn-Director in Breslau.
 - Traeder (Lebrecht), Eisenbahn-Maschineninspector, desgl.
 - Hossenmüller, desgl. desgl.
 - Brüggemann, Eisenbahn-Bauinspector desgl.
 - Lehmann (Paul), desgl. in Posen.
 - Echternach, desgl. in Breslau.

Betriebsamt Breslau (Brieg-Lissa).

- Hr. Grofse (Adalbert), Regierungs- und Baurath.
 - Altstaedt, desgl.
 - Peters (Emil), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Goleniewicz, desgl.
 - Stimm, desgl.
 - Krause (Otto), Eisenbahn-Bauinspector.

Betriebsamt Breslau (Breslau-Tarnowitz).

- Hr. Wernich, Regierungs- und Baurath.
 - Sellin, Baurath.
 - Bindemann, Eisenbahn-Director.
 - Stratemeyer, Baurath.
 - Maas, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Fuhrberg (Wilhelm), desgl. in Tarnowitz.

Betriebsamt Glogau.

- Hr. Gutmann, Regierungs- und Baurath.
 - Beyer, Baurath.
 - Schiwon, desgl.
 - Panten, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Storck, desgl.
 - Reimer, Baurath in Stettin.

Betriebsamt Oppeln.

- Hr. Bauer, Regierungs- und Baurath.
 - Lobach, desgl.
 - Grapow (Hermann), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Hey, Eisenbahn-Maschineninspector.
 - Sommerkorn, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Betriebsamt Lissa.

- Hr. Pauly, Regierungs- und Baurath.
 - Büscher, Baurath.
 - Kühnert, desgl.
 - Feyerabendt, Eisenbahn-Bauinspector.

Betriebsamt Kattowitz.

- Hr. Knebel, Regierungs- und Baurath.
 - Brauer, desgl.
 - Klopsch, Eisenbahn-Director.

- Hr. Gottstein, Baurath.
 - Günther, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Schwandt, desgl.
 - Heufemann, desgl.

Betriebsamt Ratibor.

- Hr. Schröder, Regierungs- und Baurath.
 - Reck, Eisenbahn-Director.
 - Hoffmann (Alexander), Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
 - von Beyer, desgl.

Betriebsamt Posen.

- Hr. Kielhorn, Baurath.
 - Treibich, Regierungs- und Baurath.
 - Thewalt, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Werren (Maximilian), desgl.
 - Walther, desgl. in Ostrowo.

Betriebsamt Neifse.

- Hr. Dieckmann, Regierungs- und Baurath.
 - Mappes, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Blunck, desgl.
 - Daunert, Eisenbahn-Bauinspector.
 - Glünder, Baurath in Glatz.

11. Eisenbahn-Direction in Altona.

- Hr. Grotefeld, Ober-Bau- und Geheimer Regierungsrath,
 Abtheilungs-Dirigent.

- Wegener, Eisenbahn-Director, Mitglied der Direction.
 - Krause, Regierungs- und Baurath, desgl.
 - Kuppisch, Eisenbahn-Director, desgl.
 - Passauer, Eisenbahn-Director.
 - Caesar, Regierungs- und Baurath.
 - Haafs, Eisenbahn-Director.
 - Ulrich, Baurath.
 - Fidelak, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Schreinert (Gustav), desgl.
 - Schneider, Baurath in Neumünster.
 - Walter, Eisenbahn-Maschineninspector in Berlin.
 - Traeder (Franz), Eisenbahn-Bauinspector in Wittenberge.
 - Richter (August), desgl. in Hamburg.
 - Gier, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Ratzeburg.

Betriebsamt Berlin.

- Hr. Schneider (Hermann), Regierungs- und Baurath.
 - Zinkeisen, Eisenbahn-Director.
 - Ritter (Adolph), Baurath.
 - Boenisch, desgl.
 - Maercker, Eisenbahn-Maschineninspector.
 - Settgast, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Wittenberge.

Betriebsamt Hamburg.

- Hr. Jungbecker, Regierungs- und Baurath.
 - Kärger, Baurath.
 - Brandt, desgl.
 - Mohr (Julius), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Langbein, desgl.

Betriebsamt Kiel.

- Hr. Müller, Regierungs- und Baurath.
 - Claus, desgl.
 - Schmidt (Theodor), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Steinbifs, Eisenbahn-Maschineninspector.

Betriebsamt Flensburg.

- Hr. Petersen, Baurath.
 - Reinert, desgl.
 - Fieck, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Betriebsamt Glückstadt.

- Hr. Lund, Eisenbahn-Director.
 - Memmert, Baurath.
 - Goldbeck, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 - Büchting, desgl. in Heide.

D. Bei Provincial-Verwaltungs-Behörden.

1. Regierung in Königsberg O/Pr.

- Hr. Natus, Regierungs- und Baurath in Königsberg.
- Launer, desgl. daselbst.
 - Bessel-Lorck, desgl. daselbst.
 - Werneburg, Wasser-Bauinspector, bei der Regierung in Königsberg.
 - Weber, Land-Bauinspector, desgl.
 - Hellmuth, Wasser-Bauinspector, desgl.
 - Promnitz, Land-Bauinspector, desgl.
-
- Dempwolff, Baurath, Hafen-Bauinspector in Memel.
 - Ihne, desgl. Kreis-Bauinspector in Königsberg.
 - Cartellieri, desgl. desgl. in Allenstein.
 - Kaske, desgl. desgl. in Bartenstein.
 - Siebert, desgl. desgl. in Königsberg (Stadtkreis I).
 - Funck, desgl. desgl. in Königsberg (Ldkr. Eylau).
 - Jacob, desgl. Wasser-Bauinsp. in Zölp bei Maldeuten O/Pr.
 - Rauch, Kreis-Bauinspector in Königsberg (Landkreis).
 - Fuchs, desgl. in Mohrungen.
 - Gibelius, desgl. in Osterode O/Pr.
 - Schierhorn, Hafen-Bauinspector in Pillau.
 - Fechner, Wasser-Bauinspector in Tapiau.
 - Knappe, Kreis-Bauinspector in Königsberg (Stadtkreis II).
 - Schultz (Gustav), Kreis-Bauinspector in Wehlau.
 - Nolte, desgl. in Labiau.
 - Plachetka, desgl. in Rastenburg.
 - Beilstein, desgl. in Braunsberg.
 - Bongard, desgl. in Rössel.
 - Tieffenbach, comm. desgl. in Ortelsburg.
 - Zorn, desgl. in Neidenburg.
 - Mund, desgl. in Memel.

2. Regierung in Gumbinnen.

- Hr. Kröhnke, Regierungs- und Baurath in Gumbinnen.
- Kleinwächter, desgl. daselbst.
 - Hausmann, Bauinspector bei der Regierung in Gumbinnen.
-
- Siehr, Baurath, Kreis-Bauinspector in Insterburg.
 - Kapitzke, desgl. desgl. in Tilsit.
 - Schlichting, desgl., Wasser-Bauinspector daselbst.
 - Dannenberg, desgl. Kreis-Bauinspector in Lyck.
 - Kellner, desgl. desgl. in Kaukehmen.
 - Marggraff, Kreis-Bauinspector in Angerburg.
 - Beckmann (Karl), desgl. in Ragnit.
 - Baumgarth, Kreis-Bauinspector in Stallupönen.
 - Pelizäus, desgl. in Goldap.
 - Scholz, Wasser-Bauinspector in Kuckerneese.
 - Strohn, Kreis-Bauinspector in Sensburg.
 - Reinboth, desgl. in Johannisburg.
 - Schneider (Karl), desgl. in Pillkallen.
 - Hesse (Julius), comm. desgl. in Lötzen.
 - Schultz (Adalbert), comm. desgl. in Gumbinnen.

3. Ober-Präsidium (Weichselstrom-Bauverwaltung) in Danzig.

- Hr. Kozlowski, Geheimer Baurath, Strom-Baudirector in Danzig.
- Schoetensack, Wasser-Bauinspector und Stellvertreter des Strom-Baudirectors in Danzig.
-
- Kischke, Baurath, Wasser-Bauinspector in Elbing.
 - Barnick, desgl. desgl. in Marienwerder.
 - Steinbick, desgl. desgl. in Danzig.
 - Löwe, Wasser-Bauinspector in Culm.

3a. Königl. Commission in Danzig

zur Ausführung der an der Weichselmündung herzustellenden Deich- und Schiffahrtsanlagen.

- Hr. Müller (Karl), Regierungs- und Baurath in Danzig.
- Rhode, Wasser-Bauinspector in Danzig.

4. Regierung in Danzig.

- Hr. Ehrhardt, Geheimer Regierungsrath in Danzig.
- Kummer, Regierungs- und Baurath daselbst. (v. 1./1. 92 ab)
 - Lehmbeck, Bauinspector bei der Regierung in Danzig.
-
- von Schon, Baurath, Kreis-Bauinspector daselbst.
 - Dittmar, desgl. desgl. in Marienburg W/Pr.
 - Siefer, Kreis-Bauinspector in Neustadt W/Pr.
 - Mertins, desgl. in Pr. Stargard.
 - Wilhelms, Hafen-Bauinspector in Neufahrwasser.
 - Schreiber, Kreis-Bauinspector in Berent.
 - Jende, desgl. in Carthaus.
 - Bachem, desgl. in Elbing.

5. Regierung in Marienwerder.

- Hr. Freund, Regierungs- und Baurath in Marienwerder.
- Runge, comm. desgl. daselbst. (v. 1./1. 92. ab)
 - Wolff, Baurath bei der Regierung in Marienwerder.
-
- Koppen (Karl), Kreis-Bauinspector in Dt. Crone.
 - Otto, Baurath, desgl. in Conitz.
 - Bauer, desgl. desgl. in Graudenz.
 - Büttner, desgl. desgl. in Marienwerder.
 - Dollenmaier, desgl. desgl. in Dt. Eylau.
 - Wilcke, desgl. desgl. in Flatow.
 - Voerke, desgl. desgl. in Thorn.
 - Koppen (Otto), desgl. desgl. in Schwetz.
 - Collmann von Schatteburg, desgl. in Schlochau.
 - Bucher, desgl. in Strasburg W/Pr.

6. Ministerial-Bau-Commission in Berlin.

- Hr. Emmerich, Geheimer Baurath.
- Werner, Regierungs- und Baurath.
 - Oehmcke, Land-Bauinspector bei der Commission.
 - Eger, Wasser-Bauinspector bei der Commission.
-
- Haesecke, Baurath.
 - Röhnisch, desgl.
 - Küster, desgl.
 - Ertmann, desgl. Wasser-Bauinspector.
 - Germelmann, Wasser-Bauinspector.
 - Kieschke (Paul), Bauinspector.
 - Kleinau, desgl.
 - Endell, desgl.

7. Polizei-Präsidium in Berlin.

- Hr. Garbe, Geheimer Baurath in Berlin.
- Weber, desgl. daselbst.
-
- Badstübner, Baurath, daselbst.
 - Soenderop, desgl. daselbst.
 - Krause, desgl. daselbst.
 - Hacker, desgl. daselbst.
 - Tiemann, desgl. daselbst.
 - N. N. desgl. in Charlottenburg.
 - Grassmann, desgl. in Berlin.
 - Nitka, Bauinspector daselbst.
 - Mühlke, desgl. daselbst.
 - Dimel, desgl. daselbst.
 - Gropius, desgl. daselbst.

8. Regierung in Potsdam.

- Hr. Muyschel, Geheimer Regierungsrath in Potsdam.
- Dieckhoff, Geheimer Baurath daselbst.
 - von Tiedemann, Geheimer Regierungsrath daselbst.
 - Krüger, Land-Bauinspector bei der Regierung in Potsdam.
 - Hoffmann (Friedrich), Wasser-Bauinspector, bei der Regierung in Potsdam.

- Hr. Düsterhaupt, Baurath, Kreis-Bauinspector in Freienwalde a/O.
- Schuke, desgl. Wasser-Bauinspector in Rathenow.
 - Thiem, desgl. desgl. in Eberswalde.
 - Habermann, desgl. desgl. in Potsdam.
 - Köhler, desgl. Kreis-Bauinspector in Brandenburg a/H.
 - Leiter, desgl. Wasser-Bauinspector in Neu-Ruppin.
 - Schönrock, desgl. Kreis-Bauinspector in Berlin.
 - Domeier, desgl. desgl. in Beeskow.
 - Reinckens, Kreis-Bauinspector in Jüterbog.
 - Bohl, Baurath, desgl. in Berlin.
 - Volkmann, desgl. desgl. in Angermünde.
 - von Lancizolle, desgl. desgl. in Nauen.
 - von Niederstetter, desgl. desgl. in Perleberg.
 - Rhenius, desgl. desgl. in Wittstock.
 - Leithold, desgl. desgl. in Berlin.
 - Saal, Kreis-Bauinspector in Potsdam.
 - Tolkmitt, Wasser-Bauinspector in Cöpenick.
 - Prentzel, Kreis-Bauinspector in Templin.
 - Wichgraf, Kreis-Bauinspector in Neu-Ruppin.
 - Schmidt (Hugo), Wasser-Bauinspector in Zehdenick.
 - Michelmann, desgl. in Fürstenwalde, Spree.
 - Coqui, Kreis-Bauinspector in Prenzlau.

9. Regierung in Frankfurt a/O.

- Hr. Schack, Geheimer Regierungsrath in Frankfurt a/O.
- Pescheck, Regierungs- und Baurath daselbst.
 - Klopsch, Baurath bei der Regierung in Frankfurt a/O.
 - Hesse (Karl), Land-Bauinspector bei der Regierung in Frankfurt a/O.
 - Petersen, Baurath, Kreis-Bauinspector in Landsberg a/W.
 - Giebe, desgl. desgl. in Friedeberg N/M.
 - Müller (Louis), desgl. desgl. in Arnswalde N/M.
 - von Rutkowski, desgl. desgl. in Königsberg N/M.
 - Müller (August), desgl. desgl. in Guben.
 - Beutler, desgl. desgl. in Cottbus.
 - Gamper, desgl. desgl. in Sorau.
 - von Lukowski, desgl. desgl. in Frankfurt a/O.
 - Engisch, desgl. desgl. in Züllichau.
 - Mebus, desgl. desgl. in Drossen.
 - Lipschitz, desgl. desgl. in Luckau.
 - Schultz (Johannes), desgl. Wasser-Bauinspector in Landsberg a/W.

10. Regierung in Stettin.

- Hr. Steinbrück, Regierungs- und Baurath in Stettin.
- Haupt, desgl. daselbst.
 - Breisig, Bauinspector bei der Regierung in Stettin.
 - Weizmann, Baurath, Kreis-Bauinspector in Greifenhagen.
 - Krone, Kreis-Bauinspector in Anklam.
 - Steinbrück, Baurath, desgl. in Cammin.
 - Mannsdorf, desgl. desgl. in Stettin.
 - Blankenburg, Kreis-Bauinspector in Swinemünde.
 - Beckershaus, Baurath, desgl. in Greifenberg i/P.
 - Hermann, Wasser-Bauinspector in Stettin.
 - Tesmer, Kreis-Bauinspector in Demmin.
 - Johl, desgl. in Stargard i/P.
 - Eich, Hafen-Bauinspector in Swinemünde.
 - Mithoff, Kreis-Bauinspector in Naugard.

11. Regierung in Cöslin.

- Hr. Junker, Baurath, comm. Regierungs- und Baurath in Cöslin.
- Anderson, comm. desgl. daselbst.
 - Thoemer, Land-Bauinspector bei der Regierung in Cöslin.
 - Ossent, Baurath, Kreis-Bauinspector in Neustettin.
 - Jaeckel, desgl. desgl. in Stolp.
 - Backe, desgl. desgl. in Dramburg.
 - Naumann, desgl. desgl. in Cöslin.
 - Kosidowski, Kreis-Bauinspector in Belgard.

- Hr. Pfeiffer, Kreis-Bauinspector in Schlawe.
- Zschintzsch, Wasser-Bauinspector, comm. Hafen-Bauinspector in Colbergermünde.
 - Misling, comm. Kreis-Bauinspector in Lauenburg i/Pommern.

12. Regierung in Stralsund.

- Hr. Wellmann, Geheimer Baurath in Stralsund.
- Siber, Baurath, Wasser-Bauinspector daselbst.
 - Barth, desgl. Kreis-Bauinspector daselbst.
 - Frölich, desgl. desgl. in Greifswald.
 - Bickmann, desgl. desgl. in Stralsund.

13. Regierung in Posen.

- Hr. Koch, Geheimer Regierungsrath in Posen.
- Albrecht, Geheimer Baurath daselbst.
 - de Groote, Bauinspector bei der Regierung in Posen.
 - N. N., Bauinspector bei der Regierung in Posen.
 - Hirt, Baurath, Kreis-Bauinspector in Posen.
 - Helmeke, desgl. desgl. in Meseritz.
 - Stocks, desgl. desgl. in Posen.
 - Habermann, desgl. desgl. in Wollstein.
 - Spanke, Kreis-Bauinspector in Krotoschin.
 - Beuck, Wasser-Bauinspector in Birnbaum.
 - Engelmeier, Kreis-Bauinspector in Grobsdorf bei Birnbaum.
 - Hauptner, desgl. in Schrimm.
 - Thomany, Wasser-Bauinspector in Posen.
 - Zeuner, Kreis-Bauinspector in Lissa.
 - Reichenbach, desgl. in Obornik.
 - Dahms, desgl. in Ostrowo.
 - Wollenhaupt, comm. desgl. in Lissa.
 - Spittel, Kreis-Bauinspector in Wreschen.

14. Regierung in Bromberg.

- Hr. Reichert, Geheimer Baurath in Bromberg.
- Demnitz, Regierungs- und Baurath daselbst.
 - Schwarze, Bauinspector bei der Regierung in Bromberg.
 - Graeve, Baurath, Kreis-Bauinspector in Czarnikau.
 - Küntzel, desgl. desgl. in Inowrazlaw.
 - Heinrich, desgl. desgl. in Mogilno.
 - Muttray, desgl. desgl. in Bromberg.
 - Allendorff, Wasser-Bauinspector in Bromberg.
 - Wagenschein, Kreis-Bauinspector in Schubin.
 - Baske, desgl. in Wongrowitz.
 - Schmitz, desgl. in Nakel.
 - Weisser, Wasser-Bauinspector in Filehne.
 - Wesnigk, comm. Kreis-Bauinspector in Gnesen.

15. Oberpräsidium (Oderstrom-Bauverwaltung) in Breslau.

- Hr. Bader, Geheimer Regierungsrath, Strom-Baudirector in Breslau.
- Hamel, Wasser-Bauinspector und Stellvertreter des Strom-Baudirectors in Breslau.
 - Wegener, desgl. in Breslau.
 - Orban, Baurath, Wasser-Bauinspector in Cüstrin.
 - Müller, desgl. desgl. in Crossen a/O.
 - Brinkmann, desgl. desgl. in Steinau a/O.
 - Dittrich, Wasser-Bauinspector in Brieg.
 - Borchers, desgl. in Ratibor.
 - Schultz (Hermann), desgl. in Glogau.

16. Regierung in Breslau.

- Hr. Beyer, Geheimer Baurath in Breslau.
- Cramer, Regierungs- und Baurath daselbst.
 - Brinkmann, Bauinspector bei der Regierung in Breslau.

- Hr. Baumgart, Baurath, Kreis-Bauinspector in Wohlau.
- Stephany, desgl. desgl. in Reichenbach.
 - Knorr, desgl. desgl. in Breslau (Stadtkreis).
 - Woas, desgl. desgl. in Brieg a/O.
 - Hammer, desgl. desgl. in Schweidnitz.
 - Reuter, desgl. desgl. in Strehlen.
 - Berndt, desgl. desgl. in Trebnitz.
 - Toebe, desgl. desgl. in Breslau (Landkreis).
 - Jonas, Kreis-Bauinspector in Neumarkt.
 - Weinbach, desgl. in Glatz.
 - Maas, Kreis-Bauinspector in Oels.

17. Regierung in Liegnitz.

- Hr. von Zschock, Geheimer Regierungsrath in Liegnitz.
- Reiche, Baurath bei der Regierung in Liegnitz.

- Fölsche, Baurath, Kreis-Bauinspector in Landeshut.
- Weinert, desgl. desgl. in Grünberg.
- Jahn, desgl. desgl. in Liegnitz.
- Holtzhausen, desgl. desgl. in Sagan.
- Balthasar, Kreis-Bauinspector in Görlitz.
- Jungfer, Baurath, desgl. in Hirschberg.
- Zirolecki, desgl. desgl. in Bunzlau.
- Happe, Kreis-Bauinspector in Hoyerswerda.

18. Regierung in Oppeln.

- Hr. Loenartz, Geheimer Baurath in Oppeln.
- Moebius, Regierungs- und Baurath daselbst.
 - Klutmann, comm. desgl. daselbst.
 - Weber (Wilh.), Wasser-Bauinspector bei der Regierung in Oppeln.
 - Stooff, Land-Bauinspector bei der Regierung in Oppeln.

- Rösener, Baurath, Kreis-Bauinspector in Neisse.
- Roseck, Kreis-Bauinspector in Carlsruh O/S.
- Becherer, Baurath, Kreis-Bauinspector in Rybnik.
- Schalk, desgl. desgl. in Neisse.
- Annecke, desgl. desgl. in Gleiwitz.
- Blau, desgl. desgl. in Beuthen O/S.
- Posern, Kreis-Bauinspector in Pleß.
- Baumert, desgl. in Ratibor. (z. Zt. beurlaubt.)
- Ritzel, desgl. in Neustadt O/S.
- Adank, desgl. in Oppeln.
- Seligmann, Kreis-Bauinspector in Cosel.
- Deumling, desgl. in Kreuzburg O/S.
- Andreae, Kreis-Bauinspector in Gr. Strehlitz.
- Kirchhoff, Bauinspector in Ratibor (verwaltet die dortige Kreis-Bauinspection).
- Rettig, Kreis-Bauinspector in Leobschütz.
- N. N. desgl. in Tarnowitz.

19. Ober-Präsidium (Elbstrom-Bauverwaltung) in Magdeburg.

- Hr. von Doemming, Regierungs- und Baurath, Strom-Baudirector in Magdeburg.
- Schramme, Baurath, Wasser-Bauinspector in Magdeburg.
 - Bauer, desgl. desgl. Stellvertreter des Strom-Baudirectors in Magdeburg.
 - Katz, Baurath, Wasser-Bauinspector in Hitzacker.
 - Grote, desgl. desgl. in Torgau.
 - Fischer, desgl. desgl. in Wittenberge.
 - Krebs, Wasser-Bauinspector in Lauenburg a/E.
 - Claussen, desgl. in Magdeburg.
 - Heekt, desgl. in Tangermünde.

20. Regierung in Magdeburg.

- Hr. Döltz, Geheimer Baurath in Magdeburg.
- Bayer, Regierungs- und Baurath daselbst.
 - Bastian, Baurath bei der Regierung in Magdeburg.

- Hr. Schüler, Baurath, Kreis-Bauinspector in Halberstadt.
- Fritze, desgl. desgl. in Magdeburg.
 - Kluge, desgl. desgl. in Genthin.
 - Schlitte, desgl. desgl. in Quedlinburg.
 - Reitsch, desgl. desgl. in Magdeburg.
 - Fiebelkorn, desgl. desgl. in Schönebeck.
 - Meifsner, desgl. desgl. in Salzwedel.
 - Varnhagen, Baurath, desgl. in Halberstadt.
 - Pitsch, Baurath, Kreis-Bauinspector in Wanzleben.
 - Heller, desgl. desgl. in Neuhalldensleben.
 - Saran, Kreis-Bauinspector in Wolmirstedt.
 - Selhorst, desgl. in Osterburg.

21. Regierung in Merseburg.

- Hr. Becker, Geheimer Baurath in Merseburg.
- Höffgen, Regierungs- und Baurath daselbst.
 - Matz, Land-Bauinspector bei der Regierung in Merseburg.
 - N. N., Wasser-Bauinspector bei der Regierung daselbst.
 - Pietsch, Baurath, Kreis-Bauinspector in Torgau.
 - Werner, desgl. desgl. in Naumburg a/S.
 - Kilburger, desgl. desgl. in Halle a/S.
 - Boës, desgl. Wasser-Bauinspector in Naumburg a/S.
 - Schröder, desgl. Kreis-Bauinspector in Sangerhausen.
 - Mathy, desgl. Wege-Bauinspector in Halle a/S.
 - Lucas, desgl. Kreis-Bauinspector in Delitzsch.
 - Brünecke, desgl. Wasser-Bauinspector in Halle a/S.
 - Boltz, desgl. Kreis-Bauinspector in Weissenfels a/S.
 - Bluhm, Kreis-Bauinspector in Wittenberg.
 - Heeren, Wege-Bauinspector in Torgau.
 - Horn, Kreis-Bauinspector in Merseburg.
 - von Wickede, Wege-Bauinspector in Merseburg.
 - Trampe, Kreis-Bauinspector in Eisleben.
 - Lohse, Kreis-Bauinspector in Halle a/S.

22. Regierung in Erfurt.

- Hr. Hesse, Geheimer Baurath in Erfurt.
- Beisner, Baurath bei der Regierung in Erfurt.
 - Boetel, Baurath, Kreis-Bauinspector in Erfurt.
 - Röttcher, Kreis-Bauinspector in Mühlhausen i/Thür.
 - Unger, desgl. in Nordhausen.
 - Tietz, desgl. in Heiligenstadt.
 - Bartels, comm. desgl. in Schleusingen.

23. Regierung in Schleswig.

- Hr. Suadicani, Regierungs- und Baurath in Schleswig.
- Reinike, desgl. daselbst.
 - N. N. desgl. daselbst.
 - Thomas, Wasser-Bauinspector bei der Regierung in Schleswig.
 - Angelroth, Land-Bauinspector bei der Regierung daselbst.
 - Edens, Baurath, Wasser-Bauinspector in Rendsburg.
 - Weinreich, desgl. desgl. in Husum.
 - Friese, desgl. Kreis-Bauinspector in Kiel.
 - Kröhnke, desgl. desgl. in Itzehoe.
 - Treede, desgl. desgl. in Husum.
 - Greve, desgl. desgl. in Altona.
 - Heydorn, desgl. desgl. in Ploen.
 - Jensen, desgl. desgl. in Flensburg.
 - Hotzen, desgl. desgl. in Schleswig.
 - Reimers, Wasser-Bauinspector in Tönning.
 - Boden, desgl. in Glückstadt.
 - Natorp, Kreis-Bauinspector in Oldesloe.
 - Vollmar, Kreis-Bauinspector in Meldorf.
 - Jablonowski, desgl. in Hadersleben.

24. Regierung in Hannover.

- Hr. Buhse, Geheimer Baurath in Hannover.
- Frölich, Regierungs- und Baurath daselbst. (v. 1./1. 92 ab.)
 - Rodde, Baurath bei der Regierung in Hannover.

- Hr. Meyer, Baurath, Wasser-Bauinspector in Hameln.
 - Bergmann, Baurath, Kreis-Bauinspector in Hannover.
 - Tophof, desgl. in Hameln.
 - Schröder, desgl. in Hannover.
 - Hensel, desgl. daselbst.
 - Nienburg, desgl. in Nienburg a/Weser
 (v. 1./1. 92 ab).
 - Eggemann, Wasser-Bauinspector in Hoya.
 - Prejawa, Kreis-Bauinspector in Diepholz.

25. Regierung in Hildesheim.

- Hr. Zeidler, Geheimer Regierungsrath in Hildesheim (v. 1./1. 92 ab).
 - Hellwig, Regierungs- und Baurath in Hildesheim.
 - Bertuch, Baurath, bei der Regierung in Hildesheim.
 - Gorgolewski, Land-Bauinspector bei der Regierung in Hildesheim.
 - Koppen, Baurath, Kreis-Bauinspector in Einbeck.
 - Knipping, desgl. desgl. in Hildesheim.
 - Schade, Baurath, Wasser-Bauinspector in Hildesheim.
 - Mende, Kreis-Bauinspector in Osterode a/H.
 - Breymann desgl. in Göttingen.
 - Scholz, desgl. in Hildesheim.
 - Rühlmann, desgl. in Zellerfeld.
 - von Behr, desgl. in Goslar.

26. Regierung in Lüneburg.

- Hr. Tolle, Regierungs- und Baurath in Lüneburg.
 - Delius, desgl. daselbst.
 - Brünneke, Baurath, Wasser-Bauinspector in Lüneburg.
 - Höbel, desgl. Kreis-Bauinspector in Uelzen.
 - Röbbelen, desgl. desgl. in Gifhorn.
 - Lindemann, desgl. Wasser-Bauinspector in Hitzacker.
 - Kayser, Wasser-Bauinspector in Celle.
 - Kirstein, Kreis-Bauinspector in Harburg.
 - Narten, Wasser-Bauinspector daselbst.
 - Zölffel, Kreis-Bauinspector in Celle.

27. Regierung in Stade.

- Hr. Pampel, Geheimer Baurath in Stade.
 - Dittmar, Regierungs- und Baurath daselbst.
 - Beckmann (Onno), Bauinspector bei der Regierung in Stade.
 - Schaaf, Baurath, Wasser-Bauinspector daselbst.
 - Höbel, desgl. desgl. in Geestemünde.
 - Bertram, desgl. desgl. in Verden.
 - Post, Kreis-Bauinspector in Neuhaus a/Oste.
 - Ratjen, desgl. in Buxtehude.
 - König, desgl. in Stade.
 - Hellwig, desgl. in Geestemünde.
 - Herzig, desgl. in Verden.
 - Millitzer, comm. Wasser-Bauinspector in Vegesack.

28. Regierung in Osnabrück.

- Hr. Grahn, Geheimer Regierungsrath in Osnabrück.
 - Plathner, Bauinspector bei der Regierung daselbst.
 - Meyer, Baurath, Wasser-Bauinspector in Lingen.
 - Haspelmath, desgl. Kreis-Bauinspector daselbst.
 - Reifsnor, desgl. desgl. in Osnabrück.
 - Borchers, desgl. desgl. daselbst.
 - Mehliß, Wasser-Bauinspector in Koppelschleuse bei Meppen.

29. Regierung in Aurich.

- Hr. Meyer, Regierungs- und Baurath in Aurich.
 - Froebel, Bauinspector bei der Regierung daselbst.
 - Duis, Wasser-Bauinspector bei der Regierung daselbst.
 - Clauditz, Baurath, Wasser-Bauinspector in Leer.
 - Panse, Baurath, Wasser-Bauinspector in Norden.
 - Dannenberg, desgl. desgl. in Emden.

- Hr. Biedermann, Baurath, Kreis-Bauinspector in Wilhelmshaven.
 - Breiderhoff, Kreis-Bauinspector in Norden.
 - Otto, comm. Kreis-Bauinspector in Leer.

30. Regierung in Münster.

- Hr. Germer, Regierungs- und Baurath in Münster.
 - Schmitz, Baurath bei der Regierung daselbst.
 - Quantz, Baurath, Kreis-Bauinspector daselbst.
 - von Hülst, desgl. desgl. in Recklinghausen.
 - Roeder (Franz), desgl. Wasser-Bauinspector in Hamm.
 - Rosskoth, Kreis-Bauinspector in Burgsteinfurt.
 - Borggreve, comm. desgl. in Münster.

30a. Königl. Canal-Commission in Münster i/W.
 (für die Herstellung des Schifffahrts-Canals von Dortmund nach den Emshäfen).

- Hr. Oppermann, Regierungs- u. Baurath, Vorsitzender, in Münster.
 - Mau, Wasser-Bauinspector, Stellvertreter des Vorsitzenden, in Münster.
 - Lauenroth, desgl. (Hülfsarbeiter) daselbst.

31. Regierung in Minden.

- Hr. Eitner, Geheimer Baurath in Minden.
 - von Pelser-Berensberg, Bauinspector bei der Regierung in Minden.
 - Cramer, Baurath, Kreis-Bauinspector in Bielefeld.
 - Harhausen, desgl. desgl. in Herford.
 - Biermann, desgl. desgl. in Paderborn.
 - Holtgreve, desgl. desgl. in Höxter.

32. Regierung in Arnberg.

- Hr. Geifslor, Geheimer Baurath in Arnberg.
 - Lünzner, Baurath bei der Regierung in Arnberg.
 - Lauth, Bauinspector bei der Regierung in Arnberg.
 - Haege, Baurath, Kreis-Bauinspector in Siegen.
 - Westphal, desgl. desgl. in Soest.
 - Genzmer, desgl. desgl. in Dortmund.
 - Hammacher, desgl. desgl. in Hagen.
 - Carpe, desgl. desgl. in Brilon.
 - Landgrebe, desgl. desgl. in Arnberg.
 - Kifs, Kreis-Bauinspector in Bochum.

33. Regierung in Cassel.

- Hr. von Schumann, Geheimer Baurath in Cassel.
 - Neumann, desgl. daselbst.
 - Schattauer, Regierungs- und Baurath daselbst (v. 1./1. 92 ab).
 - Rüppel, Baurath, Land-Bauinspector bei der Regierung in Cassel.
 - Niermann, Land-Bauinspector bei der Regierung daselbst.
 - Lampe, Wasser-Bauinspector bei der Regierung daselbst.
 - Heckhoff, Bauinspector bei der Regierung daselbst.
 - Kullmann, Baurath, Wasser-Bauinspector in Rinteln.
 - Hoffmann, desgl. Kreis-Bauinspector in Fulda.
 - Scheele, desgl. desgl. in Fulda. (Baukreis Hünfeld).
 - Arnold, Baurath, Kreis-Bauinspector in Hanau.
 - Schuchard, desgl. desgl. in Cassel.
 - Difsman, desgl. desgl. in Melsungen.
 - Momm, desgl. desgl. in Hersfeld.
 - Linker, desgl. desgl. in Rinteln.
 - Bornmüller, desgl. desgl. in Gelnhausen.
 - Büchling, desgl. desgl. in Eschwege.
 - Loebell, desgl. desgl. in Hofgeismar.
 - Schulz (Paul), Kreis-Bauinspector in Schmalkalden.
 - von den Bercken, desgl. in Homberg.
 - Scheurmann, desgl. in Fritzlar.
 - vom Dahl, desgl. in Marburg.

- Hr. Siebert, Wasser-Bauinspector in Cassel.
 - Janert, Bauinspector in Kirchhain (mit Verwaltung der dortigen Kreis-Bauinspection betraut).
 - Gerpe, Kreis-Bauinspector in Kirchhain (z. Zt. beurlaubt).
 - Müller (Otto), Kreis-Bauinspector in Frankenberg.
 - Lucas, comm. Kreis-Bauinspector in Cassel.
 - N. N., desgl. in Steinau i/Hessen.

34. Regierung in Wiesbaden.

- Hr. Cuno, Geheimer Baurath in Wiesbaden.
 - Eggert, Regierungs- und Baurath daselbst.
 - Lütke, Bauinspector bei der Regierung in Wiesbaden.
 - Dr. von Ritgen, desgl. desgl. daselbst.
 - Wagner, Baurath, Kreis-Bauinspector in Frankfurt a/M.
 - Herrmann, desgl. desgl. in Geisenheim.
 - Helbig, desgl. desgl. in Wiesbaden.
 - Spinn, desgl. desgl. in Weilburg.
 - Hehl, desgl. desgl. in Diez.
 - Caspary, Kreis-Bauinspector in Langen-Schwalbach.
 - Dapper, Kreis-Bauinspector in Montabaur.
 - Teubert, Wasser-Bauinspector in Diez.
 - Hensch, desgl. in Frankfurt a/M.
 - Heimsoeth, Kreis-Bauinspector in Wiesbaden.
 - Hesse (Karl), desgl. in Biedenkopf.
 - Bleich, desgl. in Homburg v. d. Höhe.
 - Dangers, desgl. in Dillenburg.

35. Ober-Präsidium (Rheinstrom-Bauverwaltung) in Coblenz.

- Hr. Berring, Geh. Regierungsrath, Strom-Baudirector in Coblenz.
 - Mütze, Wasser-Bauinspector, Stellvertreter des Strom-Baudirectors u. Rheinschiffahrts-Inspector in Coblenz.
 - Morant, Wasser-Bauinspector (techn. Hilfsarbeiter) daselbst.
 - Düsing, desgl. (desgl.) in Coblenz.
 - Hartmann, Baurath, Wasser-Bauinspector in Düsseldorf.
 - Bretting, desgl. in Köln a/Rh.
 - Rüsgen, desgl. in Coblenz.
 - Beyer, desgl. in Wesel.

36. Regierung in Coblenz.

- Hr. Cuno, Geheimer Baurath in Coblenz.
 - Wentzel, Baurath bei der Regierung daselbst.
 - Möller, Baurath, Kreis-Bauinspector in Creuznach.
 - Scheepers, desgl. desgl. in Wetzlar.
 - Zweck, desgl. desgl. in Andernach.
 - Henderichs, desgl. desgl. in Coblenz.
 - Mylius, Wasser-Bauinspector in Cochem a. Mosel.

37. Regierung in Düsseldorf.

- Hr. Borggreve, Geheimer Regierungsrath in Düsseldorf.
 - Denninghoff, Geheimer Baurath daselbst.
 - Hasenjäger, Regierungs- und Baurath daselbst.
 - von Perbandt, Baurath bei der Regierung in Düsseldorf.
 - Bormann, Baurath, Kreis-Bauinspector in Elberfeld.
 - Radhoff, desgl. desgl. in Geldern.
 - Möller, desgl. desgl. in Düsseldorf.
 - Ewerding, desgl. desgl. in Crefeld.
 - Spillner, desgl. Kreis-Bauinspector in Essen.
 - Kirch, desgl. Wasser-Bauinspector in Ruhrort.
 - Hillenkamp, Kreis-Bauinspector in Wesel.

38. Regierung in Köln.

- Hr. Balzer, Regierungs- und Baurath in Köln.
 - Kosbab, Bauinspector bei der Regierung in Köln.
 - Eschweiler, Baurath, Kreis-Bauinspector in Siegburg.
 - Freyse, desgl. desgl. in Köln.
 - Stoll, desgl. Polizei-Bauinspector daselbst.
 - Münchhoff, Kreis-Bauinspector in Bonn.

39. Regierung in Trier.

- Hr. Seyffarth, Geheimer Regierungsrath in Trier.
 - Weyer, Regierungs- und Baurath daselbst.
 - Schönbrod, Baurath, Wasser-Bauinspector in Saarbrücken.
 - Brauweiler, desgl., Kreis-Bauinspector in Trier.
 - Freudenberg, desgl. desgl. in Berncastel.
 - Krebs, desgl. desgl. in Trier.
 - Treplin, desgl., Wasser-Bauinspector daselbst.
 - Koch, desgl., Kreis-Bauinspector in Saarbrücken.

40. Regierung in Aachen.

- Hr. Kruse, Geheimer Baurath in Aachen.
 - Daniels, Bauinspector bei der Regierung daselbst.
 - Nchtigall, Baurath, Kreis-Bauinspector in Düren.
 - Mergard, desgl. desgl. in Aachen.
 - Moritz, Kreis-Bauinspector in Montjoie.
 - Rattey, Kreis-Bauinspector in Aachen.

41. Regierung in Sigmaringen.

- Hr. Laur, Geheimer Baurath in Sigmaringen.

II. Im Ressort anderer Ministerien und Behörden.

1. Beim Hofstaate Sr. Majestät des Kaisers u. Königs, beim Hofmarschallamte, beim Ministerium des Königlichen Hauses.

- Hr. Tetens, Hof-Baurath in Berlin.
 - Ihne, Hof-Baurath daselbst.
 - Bohne, Hof-Bauinspector in Potsdam.

Hr. Krüger, Geheimer Baurath bei der Hofkammer der Königlichen Familiengüter, in Berlin.

- Hr. Niermann, Hausfideicommiss-Baurath in Berlin.
 - Haerberlin, Hof-Baurath in Potsdam.
 - Knyrim, desgl. in Wilhelmshöhe bei Cassel.

- Hr. Geyer, Hof-Bauinspector in Berlin.
 - Bohnstedt, desgl. daselbst.

2. Beim Ministerium der geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten und im Ressort desselben.

- Hr. Persius, Geheimer Ober-Regierungsrath, Conservator der Kunstdenkmäler, in Berlin.
 - Dr. Meydenbauer, Geheimer Baurath in Berlin.
 - Bürekner, Land-Bauinspector im Ministerium in Berlin.
 - Ditmar, desgl. daselbst.

- Hr. Voigtel, Geheimer Regierungsrath, Dombaumeister in Köln.
 - N. N., Baurath bei der Kloster-Verwaltung in Hannover.

Hr. Merzenich, Baurath, Architekt für die Königl. Museen in Berlin.
- Brinckmann, Land-Bauinspector u. akademischer Baumeister in Greifswald.

3. Beim Ministerium für Handel und Gewerbe und im Ressort desselben.

Hr. Gebauer, Geh. Bergrath, Ober-Berg- u. Baurath in Berlin.
- Neufang, Baurath, Bau- und Maschineninspector im Ober-Bergamts-District Bonn, in Saarbrücken.
- Dr. Langsdorf, Baurath, Bauinspector im Ober-Bergamts-District Clausthal, in Clausthal.
- Dumreicher, Baurath, Bau- und Maschineninspector im Ober-Bergamts-District Bonn, in Saarbrücken.
- Buchmann, Baurath, Bauinspector im Ober-Bergamts-District Halle a/S., in Schönebeck bei Magdeburg.
- Braun, Baurath, Bau- und Maschineninspector im Bezirk der Bergwerks-Direction Saarbrücken, in Saarbrücken.
- Gieseke, Bauinspector im Ober-Bergamts-District Dortmund, in Osnabrück.
- Haselow, Bauinspector im Ober-Bergamts-District Breslau, in Gleiwitz.
- Schmidt (Robert), Bauinspector im Ober-Bergamts-District Halle a. S., in Stafsurt.

4. Beim Ministerium für Landwirthschaft, Domänen und Forsten und im Ressort desselben.

Hr. Kunisch, Geheimer Ober-Regierungsrath in Berlin.
- Reimann, Regierungs- und Baurath daselbst.

Hr. Schulemann, Regierungs- und Baurath in Bromberg.
- Schmidt, desgl. in Cassel.
- Wille, desgl. in Magdeburg.
- von Münstermann, desgl. in Breslau.
- Messerschmidt, desgl., bei der Ansiedelungs-Commission der Provinzen Posen u. Westpreußen, in Posen (z. Z. beurlaubt; s. unter III.).
- Fahl, Meliorations-Bauinspector in Danzig.
- Nestor, desgl. in Trier.
- Gerhardt, desgl. in Berlin.
- von Lancizolle, desgl. in Stettin.
- Huppertz (Karl), Docent für Baukunde und Meliorationswesen an der landwirthschaftlichen Akademie in Poppelsdorf bei Bonn.
- Danckwerts, Meliorations-Bauinspector in Königsberg i/Pr.
- Grantz, desgl. in Münster i/W.
- Münchow, desgl. in Schleswig.
- Graf, desgl. in Düsseldorf.
- Krüger (Karl), desgl. in Oppeln.
- Recken, comm. desgl. in Hannover.

5. Den diplomatischen Vertretungen im Auslande sind zugetheilt.

Hr. Roeder, Regierungs- und Baurath in Wien.
- Volkmann, Baurath, Wasser-Bauinspector in St. Petersburg.
- Keller, desgl. desgl. in Rom.
- N. N., Bauinspector in Paris.
- N. N., desgl. in New-York.

III. Bei besonderen Bauausführungen.

Hr. Fülcher, Geheimer Baurath, Mitglied der Kaiserl. Canal-Baucommission in Kiel.
- Messerschmidt, Regierungs- und Baurath, bei den Vorarbeiten für den Mittelland-Canal zur Verbindung des Dortmund-Ems-Canals mit der Weser und Elbe, in Hannover (siehe auch II. 4).
- Mohr, Regierungs- und Baurath, leitet die Canalisierungsarbeiten der oberen Oder zwischen Cosel und der Neifsemündung, in Oppeln.
- Fr. Schulze, Regierungs- und Baurath, mit Ausarbeitung specieller Entwürfe und Kostenanschläge, sowie mit den Vorbereitungen zum Neubau eines Geschäftsgebäudes für beide Häuser des Landtages betraut, in Berlin.
- Waldhausen, Regierungs- und Baurath, leitet die Universitätsbauten in Breslau.
- Haeger, Baurath, beim Bau des Reichstagsgebäudes in Berlin.
- Schwartz, Baurath, leitet die Arbeiten zur Canalisierung der Fulda von Cassel bis Münden, in Cassel.
- E. Keller, Wasser-Bauinspector, bei der Canalisierung der Fulda, in Cassel.
- Eichentopf, desgl. desgl. in Cassel.
- Spitta, Baurath, leitet den Bau der Erlöserkirche in Rummelsburg bei Berlin und der Dankeskirche im Invalidenpark, in Berlin.
- Kracht, Wasser-Bauinspector, bei den Weichselstrombauten, in Kurzebrack.
- Otto, desgl. desgl. in Graudenz.
- Rudolph, desgl. desgl. in Mewe.
- Lierau, desgl. desgl. in Danzig.
- Gersdorff, desgl. desgl. in Dirschau.
- Delion, desgl. desgl. in Elbing.
- Wolfram, desgl. bei dem Bau eines Schiffahrts-Canals von Dortmund nach den Emshäfen, in Münster.
- Pohl, desgl. desgl. in Rheine.
- Stosch, desgl. desgl. in Emden.

Hr. Lieckfeldt, Wasser-Bauinspector bei dem Bau eines Schiffahrts-Canals von Dortmund nach den Emshäfen, in Lingen.
- Franke, desgl. desgl. in Meppen.
- Mathies, desgl. desgl. in Dortmund.
- Hasenkamp, desgl. desgl. in Riesenbeck bei Rheine.
- Peltz, Land-Bauinspector, leitet den Neubau des Empfangsgebäudes auf Bahnhof Halle a. S.
- Kuntze, Wasser-Bauinspector, bei dem Bau des Nord-Ostsee-Canals, in Kiel.
- Goerz, desgl. desgl. in Rendsburg.
- L. Schulze, desgl. desgl. in Burg i/Dithm.
- Réer, desgl. desgl. in Kiel.
- Brandt, desgl. desgl. in Burg i/Dithm.
- Sympher, desgl. desgl. in Holtenau b. Kiel.
- Greve, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, bei dem Bau des Nord-Ostsee-Canals, in Kiel.
- Bergmann, Land-Bauinspector, leitet den Neubau des Empfangsgebäudes auf Bahnhof Osnabrück.
- Bergmann, Wasser-Bauinspector, bei den Hafengebäuden in Ruhrort.
- Versmann, desgl. bei den Rheinstrombauten, in Coblenz.
- Caspari, desgl. desgl. in Mülheima/Rh.
- Stoessell, desgl. desgl. in Düsseldorf.
- Hahn, desgl. desgl. in Rees.
- Isphording, desgl. desgl. in Bonn.
- Vaticché, desgl. bei den Weserstrombauten, in Minden.
- Heuner, desgl. leitet die Vorarbeiten zur Schiffbarmachung der Leine und Aller, in Hannover.
- Steinbrecht, Land-Bauinspector, leitet den Wiederherstellungsbau des Hochschlosses in Marienburg W/Pr.

Hr. Gutzmer, Wasser-Bauinspector, bei den Elbstrombauten, in Wittenberge.

- Teichert, desgl. desgl. in Tangermünde.
- Jasmund, desgl. desgl. in Magdeburg.
- Konrad, desgl. bei den Saalebauten, in Kalbe a/S.
- Bolten, desgl. bei den Havel-Regulirungsbauten, in Rathenow.
- Krey, desgl. bei der Ansiedelungs-Commission für die Provinzen Westpreußen und Posen, in Posen.
- Muttray, Wasser-Bauinspector, bei den Bauten zur Canalisirung der oberen Oder, in Oppeln.
- Dorp, desgl. desgl. daselbst.
- Scheck, desgl. bei den Arbeiten zur Herstellung einer erweiterten Wasserstrasse durch die Stadt Breslau, in Breslau.
- Elze, Wasser-Bauinspector, bei den Vorarbeiten für den Mittelland-Canal zur Verbindung des Dortmund-Ems-Canals mit der Weser und Elbe, in Hannover.

Hr. Sommermeier, Wasser-Bauinspector, bei den Wiederherstellungsbauten am Klodnitz-Canal, in Gleiwitz O/S.

- Bohde, Wasser-Bauinspector, leitet den Bau eines Bauhofes und Winterhafens in Tapiaw.
- Koss, desgl. leitet den Bau eines Sicherheitshafens, in Sassnitz a/Rügen.
- Jaspers, desgl. bei den Bauten zur Verbesserung der Schiffbarkeit der Ilmenau, in Lüneburg.
- Poetsch, Land-Bauinspector, leitet den Neubau eines Gymnasiums in Schöneberg bei Berlin.
- Hoene, desgl. leitet die Wiederherstellungsarbeiten an der Pantaleonskirche in Cöln.
- Rob. Schulze, desgl. leitet die Gerichtsbauten in Coblenz.
- Wulff, desgl. bisher bei dem Bau des Reichstags-Gebäudes beschäftigt (bis auf Weiteres aus dem Staatsdienst beurlaubt).

IV. Im Ressort der Reichs-Verwaltung.

A. Im Ressort des Reichs-Amtes des Innern.

Hr. Busse (August), Geheimer Regierungsrath in Berlin.

B. Bei dem Reichs-Eisenbahn-Amt.

Hr. Streckert, Geheimer Ober-Regierungsrath in Berlin.

Hr. Gimbel, Geheimer Ober-Regierungsrath in Berlin.
- E. Emmerich, desgl. daselbst.

C. Bei dem Reichsamte für die Verwaltung der Reichs-Eisenbahnen.

Hr. Kinel, Wirklicher Geheimer Ober-Regierungsrath in Berlin.

Hr. Sarre, Eisenbahn-Bauinspector in Berlin.

Bei den Reichseisenbahnen in Elsafts-Lothringen und der Wilhelm-Luxemburg-Eisenbahn.

a) bei der Betriebs-Verwaltung der Reichs-Eisenbahnen.

Hr. Cronau, Ober-Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent.

- Funke, desgl. desgl.
- Schübler, Geheimer Regierungsrath, Mitglied der Kaiserlichen General-Direction.
- Hering, Geheimer Regierungsrath, desgl.
- Schieffer, Regierungsrath desgl.
- Volkmar, desgl. desgl.

(sämtlich in Strafsburg.)

- Kecker, Eisenbahn-Betriebs-Director, in Metz.
- Büttner, desgl. Vorsteher des betriebstechnischen Büreaus in Strafsburg.
- Ostermeyer, desgl. daselbst.
- Coermann, desgl. in Mülhausen.
- Schröder, desgl. in Strafsburg.
- Kriesche, desgl. Vorsteher d. bautechnischen Büreaus in Strafsburg.
- Koeltze, desgl. in Saargemünd.
- Schneidt, desgl. Vorsteher des Materialienbüreaus in Strafsburg.
- Hüster, desgl. Vorsteher des maschinentechnischen Büreaus in Strafsburg.
- Ottmann, desgl. in Colmar.
- von Kietzell, Baurath, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Hagenau.
- Pabst, desgl. in Strafsburg.
- Kläehr, Maschineninspector in Strafsburg.
- Reh, desgl. in Sablon.
- Schultz, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Schlettstadt.
- Wachenfeld, Baurath, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Mülhausen.
- Bennegger, desgl. desgl. in Diedenhofen.

Hr. Möllmann, Baurath, Maschineninspector in Bischheim.

- Weltin, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Strafsburg.
- Dietrich, Baurath, desgl. in Saarburg.
- Lachner, desgl. desgl. in Saargemünd.
- Strauch, desgl. desgl. in Mülhausen.
- Wolff, desgl. Maschineninspector in Montigny.
- Plass, desgl. in Mülhausen.
- Franken, desgl. Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Strafsburg.
- Rhode, desgl. in Colmar.
- Bossert, desgl. in Saargemünd.
- Laubenheimer, Dr., desgl. in Metz.
- Schad, Maschineninspector in Mülhausen.
- Jakoby, desgl. in Saargemünd.
- Beyerlein, desgl. in Strafsburg.
- Blunk, desgl. daselbst.
- Mayer, desgl. daselbst.
- Bozenhardt, desgl. in Saargemünd.
- Kaeser, desgl. in Strafsburg.
- Keller, desgl. in Saargemünd.
- Roth, Eisenbahn-Baumeister in Metz.
- Mayr, desgl. in Strafsburg.
- Kuntzen, desgl. in Hagenau.

b) bei der der Kaiserl. General-Direction der Eisenbahnen in Elsafts-Lothringen unterstellten Wilhelm-Luxemburg-Bahn.

Hr. de Bary, Eisenbahn-Betriebsdirektor,

- Salentiny, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Graff, desgl.
- Schnitzlein, Maschineninspector.
- Mersch, Ingenieur. Sämtlich in Luxemburg.

D. Bei der Reichs-Post- und Telegraphen-Verwaltung.

Hr. Hake, Geheimer Postrath in Berlin.

- Neumann, Post-Baurath in Erfurt.
- Arnold, desgl. in Karlsruhe (Baden).
- Cuno, desgl. in Frankfurt (Main).
- Nöring, desgl. in Königsberg (Pr.).
- Zopff, desgl. in Dresden.
- Tuckermann, desgl. in Berlin.
- Hindorf, desgl. in Stettin.
- Schmedding, desgl. in Leipzig.
- Perdisch, desgl. in Coblenz.
- Kux, desgl. in Breslau.
- Stüler, desgl. in Posen.
- Neumann, desgl. in Magdeburg.

Hr. Techow, Post-Baurath in Berlin.

- Hintze, desgl. in Köln (Rhein).
- Schaeffer, desgl. in Hannover.
- Betteher, desgl. in Straßburg (Elsafs).
- Schuppan, desgl. in Hamburg.
- Wendt, Post-Bauinspector in Berlin.
- Winckler, desgl. in Düsseldorf.
- Prinzhausen, desgl. in Aachen.
- Saegert, desgl. in Schwerin (Mecklenburg).
- Klauwell, desgl. in Gera (Reufs j. L.).
- Tonndorf, desgl. in Arnberg.
- Struve, desgl. in Wittenberg.
- Waltz, desgl. in Eberswalde.

Hr. Busse (Karl), Geheimer Ober-Regierungsrath, Director der Reichsdruckerei in Berlin.

E. Bei dem preussischen Kriegsministerium in Berlin und im Ressort desselben.

a) Ministerial-Bauabtheilung.

Hr. Voigtel, Geheimer Ober-Baurath, Abtheilungs-Chef. Außerordentliches Mitglied der Akademie des Bauwesens.

- Bernhardt, Geheimer Ober-Baurath.
- Schönhals, Geheimer Baurath.
- Appelius, desgl.
- Wodrig, charakt. desgl.
- Verworn, Intendantur- und Baurath.
- Klatten, Garnison-Bauinspector, technischer Hilfsarbeiter.
- Wieczorek, desgl. desgl.
- Wutsdorff, desgl. desgl.
- Vetter, desgl. desgl.

b) Intendantur- u. Bauräthe und Garnison-Baubeamte.

1. Bei dem Garde-Corps.

Hr. Bruhn, Intendantur- und Baurath in Berlin.

- la Pierre, Garnison-Bauinspector, Baurath, daselbst.
- Ahrendts, desgl. desgl. in Potsdam.
- Rofsteuscher, desgl. in Berlin.
- Kahl, desgl. daselbst.
- Böhmer, desgl. daselbst.
- Zeidler, desgl. daselbst.
- Kneisler, desgl. daselbst.
- Klingelhöffer, desgl. in Potsdam.

2. Bei dem I. Armeekorps.

Hr. Meyer, Intendantur- und Baurath in Königsberg i/Pr.

- Kentenich, Garnison-Bauinspector, Baurath, in Insterburg.
- Bähcker, desgl. in Königsberg i/Pr.
- Allihn, desgl. daselbst.
- Bagniewski, desgl. in Allenstein.
- Reimer, desgl. in Gumbinnen.

3. Bei dem II. Armeekorps.

Hr. von Rosainsky, Intendantur- und Baurath in Stettin.

- Bobrik, Garnison-Bauinspector, Baurath, in Colberg.
- Gerasch, desgl. in Stralsund.
- Köhne, desgl. in Stettin.
- Atzert, desgl. in Stettin.
- Koch, desgl. in Bromberg.

4. Bei dem III. Armeekorps.

Hr. Boethke, Intendantur- und Baurath in Berlin.

- Arendt, Garnison-Bauinspector, Baurath, in Cüstrin.
- Busse, desgl. desgl. in Berlin.
- Döbber, desgl. desgl. in Spandau.
- Zaar, desgl. desgl. in Berlin.
- Hildebrandt, desgl. mit Wahrnehmung d. Geschäfte des Garnison-Baubeamten beauftragt, in Spandau.
- Afinger, Königl. Regierungs-Baumeister, desgl. daselbst.

5. Bei dem IV. Armeekorps.

Hr. Habbe, Intendantur- und Baurath in Magdeburg.

- Ullrich, Garnison-Bauinspector, Baurath, in Erfurt.
- Schneider I., desgl. desgl. in Halle a.S.
- Brook, desgl. desgl. in Magdeburg.
- von Zychlinski, desgl. desgl. in Wittenberg.
- Grell, desgl. in Magdeburg.

6. Bei dem V. Armeekorps.

Hr. Schüßler, Intendantur- und Baurath in Posen.

- Rettig, Garnison-Bauinspector, Baurath, daselbst.
- Lehmann, desgl. in Liegnitz.
- Bode, desgl. in Posen.
- Schmid, desgl. in Glogau.

7. Bei dem VI. Armeekorps.

Hr. Steuer, Intendantur- und Baurath in Breslau.

- Veltman, Garnison-Bauinspector, Baurath, daselbst.
- Kahrstedt, desgl. in Neisse.
- Neumann, desgl. in Gleiwitz.
- Rokohl, desgl. in Breslau.

8. Bei dem VII. Armeekorps.

Hr. Kührtze, Intendantur- und Baurath in Münster.

- Zacharias, Garnison-Bauinspector in Wesel.
- Schneider II., desgl. Baurath, in Münster.
- Schmedding, desgl. in Minden.
- Leeg, desgl. in Düsseldorf.

9. Bei dem VIII. Armeekorps.

Hr. Steinberg, Intendantur- und Baurath in Coblenz.

- Hauck, Garnison-Bauinspector, Baurath, in Köln.
- Jungeblodt, desgl. desgl. in Coblenz.
- Heckhoff, desgl. in Trier.
- Thielen, desgl. in Köln.

10. Bei dem IX. Armeekorps.

Hr. Gerstner, Intendantur- und Baurath in Altona.

- Bolte, Garnison-Bauinspector in Flensburg.
- Drewitz, desgl. Baurath, in Rostock.
- Göbel, desgl. in Altona.

11. Bei dem X. Armeekorps.

Hr. Schuster, Intendantur- und Baurath in Hannover.

- Linz, Garnison-Bauinspector, Baurath, daselbst.
- Werner, desgl. desgl. in Oldenburg.
- Pasdach, desgl. in Braunschweig.

12. Bei dem XI. Armeekorps.

Hr. Duisberg, charakt. Geheimer Baurath, Intendantur- und Baurath in Cassel.

- Gummel, Garnison-Bauinspector, Baurath, daselbst.
- Reinmann, desgl. desgl. in Mainz.
- Pieper, desgl. desgl. in Hanau.
- Herzog, desgl. desgl. in Darmstadt.

Hr. Blenkle, Garnison-Bauinspector in Mainz.
- Rohlfing, Königl. Regierungs-Baumeister, mit Wahrnehmung der Geschäfte des Garnison-Baubeamten beauftragt, in Frankfurt a/M.

13. Bei dem XIV. Armee-Corps.

Hr. Rühle von Lilienstern, Intendantur- u. Baurath in Karlsruhe.
- Kalkhof, Garnison-Bauinspector, Baurath in Mülhausen i/E.
- Gabe, desgl. in Rastatt.
- Hartung, desgl. in Freiburg i/B.
- Jannasch, desgl. in Karlsruhe.
- Hellwich, desgl. daselbst.
- Schwenck, desgl. daselbst.

14. Bei dem XV. Armee-Corps.

Hr. Bandke, Intendantur- und Baurath in Straßburg i/E.
- Beyer, Garnison-Bauinspector daselbst.
- Andersen, desgl. daselbst.

Hr. von Fisenne, Garnison-Bauinspector in Saarburg.
- Bösensell, desgl. technischer Hilfsarbeiter bei der Intendantur des XV. Armee-Corps in Straßburg i/E.

15. Bei dem XVI. Armee-Corps.

Hr. Schmidt, Intendantur- und Baurath in Metz.
- Stolterfoth, Garnison-Bauinspector daselbst.
- Knitterschneid, desgl. daselbst.
- Koppers, desgl. in Mörchingen.

16. Bei dem XVII. Armee-Corps.

Hr. Dublanski, Intendantur- und Baurath in Danzig.
- Kienitz, Garnison-Bauinspector, Baurath, in Graudenz.
- Saigge, desgl. in Thorn.
- Stegmüller, desgl. in Danzig.
- Wellmann, desgl. in Thorn.
- Fehlhaber, desgl. in Danzig.
- Scheerbarth, desgl. in Dt. Eylau.

F. Bei dem Reichs-Marine-Amt.

1. Im Reichs-Marine-Amt in Berlin.

Hr. Wagner, Geheimer Admiralitätsrath und vortragender Rath (tritt am 1. Februar 1892 in den Ruhestand).
- Brix, Geheimer Admiralitätsrath und vortragender Rath.
- Gurlt, desgl. desgl.
- Dietrich, desgl. desgl. und Chefconstructeur der Kaiserlichen Marine.
- Vogeler, Geheimer Admiralitätsrath und vortragender Rath.
- Rechtern, Wirklicher desgl. desgl.
- Langner, Mar.-Ober-Baurath und Maschinenbau-Director.
- van Hüllen, Mar.-Baurath und Schiffbau-Betriebsdirektor.
- Afsmann, desgl. desgl.
- Jaeger, desgl. desgl.
- Strangmeyer, Mar.-Maschinen-Baumeister.
- Krieger, Mar.-Schiff-Baumeister.
- Schlüter, Mar.-Maschinen-Baumeister.

2. Bei den Werften.

a) Werft in Kiel.

Hr. Franzius, Mar.-Ober-Baurath, Hafenbau-Director.
- Meyer, desgl. Maschinenbau-Director.
- Gebhardt, desgl. Schiffbau-Director.
- Bartsch, Mar.-Baurath und Schiffbau-Betriebsdirektor.
- Beck, desgl. und Maschinenbau-Betriebsdirektor.
- Schirrmacher, desgl. und Hafenbau-Inspector.
- Görriß, Mar.-Maschinenbau-Inspector.
- Rudloff, Mar.-Schiffbau-Inspector, (c. z. Marineak. u. Schule).
- Hofsfeld, desgl.
- Bertram, Mar.-Maschinenbau-Inspector.
- Schrödter, Mar.-Schiffbau-Inspector.
- Petzsch, Mar.-Maschinenbau-Inspector.
- Lehmann, desgl.
- Kasch, Mar.-Schiffbau-Inspector.
- Busley, Professor, Mar.-Maschinen-Baumeister, (c. z. Marineak. u. Schule).
- Veith, desgl.
- Uthemann, desgl.
- Johow, Mar.-Schiff-Baumeister.
- Eickenrodt, Mar.-Maschinen-Baumeister.
- Ofers, desgl.
- Lechner, desgl.
- Schwarz, Mar.-Schiff-Baumeister.
- Stieber, Mar.-Hafen-Baumeister.
- Bonhage, Mar.-Bauführer des Maschinenbaufaches.
- Bürkner, desgl. des Schiffbaufaches.
- Göcke, desgl. desgl.
- Hölzermann, desgl. desgl.
- Konow, desgl. desgl.
- Reimers, desgl. desgl.
- Schmid, desgl. desgl.
- Schultz, desgl. desgl.
- Städing, desgl. des Maschinenbaufaches.

b) Werft in Wilhelmshaven.

Hr. Guyot, Wirkl. Geheimer Baurath, Schiffbau-Director mit dem Range eines Rathes III. Kl.
- Bauck, Geheimer Baurath, charakt. Maschinenbau-Director.
- Lindemann, Mar.-Baurath, Schiffbau-Betriebsdirektor.
- Dübel, desgl. Maschinenbau-Betriebsdirektor.
- Mehlenburg, Mar.-Baurath und Maschinenbau-Inspector.
- Hoffert, desgl. desgl.
- Bieske, Mar.-Hafenbau-Inspector.
- Rauchfufs, Mar.-Schiffbau-Inspector.
- Wiesinger, desgl.
- Heeren, Mar. Hafenbau-Inspector.
- Nott, Mar.-Maschinen-Baumeister.
- Thämer, desgl.
- Janke, Mar.-Schiff-Baumeister.
- Graeber, desgl.
- Brinkmann, desgl.
- Giese, desgl.
- Plate, Mar.-Maschinen-Baumeister.
- Schöner, Mar.-Hafen-Baumeister.
- Flach, Mar.-Schiff-Baumeister.
- Richter, Mar.-Maschinen-Baumeister.
- Peck, desgl.
- Hüllmann, Mar.-Schiff-Baumeister.
- Fritz, Mar.-Maschinen-Baumeister.
- Arendt, Mar.-Bauführer des Schiffbaufaches.
- Bockhacker, desgl. desgl.
- Collin, desgl. des Maschinenbaufaches.
- Eichhorn, desgl. des Schiffbaufaches.
- Pilatus, desgl. desgl.
- Schirmer, desgl. desgl.
- Seifert, desgl. des Maschinenbaufaches.

c) Werft in Danzig.

Hr. Zeysing, Geheimer Baurath, charakt. Schiffbau-Director.
- Schulze, Mar.-Baurath und Maschinenbau-Betriebsdirektor.
- C. Müller, Mar.-Baurath und Mar.-Hafenbau-Inspector. — Hafenbau-Director (char.).
- Weispfenning, Mar.-Maschinenbau-Inspector.
- von Lindern, Mar.-Schiffbau-Inspector. c. z. Reichs-M.-Amt.
- Thomsen, Mar.-Maschinenbau-Inspector.
- Kretschmer, Mar.-Schiff-Baumeister.
- Köhn von Jaski, Mar.-Maschinen-Baumeister.
- Gromsch, Mar.-Hafen-Baumeister.
- Klamroth, Mar.-Maschinen-Baumeister.

3. Bei der Inspection des Torpedowesens in Kiel.

Hr. Schunke, Mar.-Ober-Baurath, Schiffbau-Director.
- Scheit, Mar.-Maschinen-Baumeister.

4. Bei den Marine-Intendanturen.

Hr. Bugge, Intendantur- und Baurath in Wilhelmshaven.
- Krafft, desgl. in Kiel.

Verzeichnifs der Mitglieder der Akademie des Bauwesens in Berlin.

Präsident: Hr. Wirklicher Geheimer Rath und Ministerial-Director Schneider, Excellenz.

A. Abtheilung für den Hochbau.

1. Ordentliche Mitglieder.

1. Hr. Spieker, Ober-Bau-Director, Dirigent der Abtheilung.
2. - Ende, Geheimer Regierungsrath und Professor, Stellvertreter des Präsidenten und des Abtheilungs-Dirigenten.
3. - Adler, Geheimer Ober-Baurath und Professor.
4. - Blankenstein, Stadt-Baurath.
5. - Cornelius, Wirklicher Geheimer Ober-Regierungsrath a. D.
6. - Emmerich, Geheimer Baurath.
7. - von Grotfheim, Architekt.
8. - Heyden, Baurath.
9. - Jacobsthal, Professor.
10. - Lorenz, Geheimer Baurath.
11. - Nath, Geheimer Ober-Baurath.
12. - Otzen, Geheimer Regierungsrath und Professor.
13. - Persius, Geheimer Ober-Regierungsrath.
14. - Raschdorff, Geheimer Regierungsrath und Professor.
15. - Schmieden, Baurath.

2. Aufserordentliche Mitglieder.

1. Hr. Dr. Dohme, Geheimer Regierungsrath in Berlin.
 2. - von Egle, Hof-Baudirector in Stuttgart.
 3. - Geselschap, Maler und Professor in Berlin.
 4. - Giese, Baurath und Professor in Dresden.
 5. - Hake, Geheimer-Pöstrath in Berlin.
 6. - Hase, Geheimer Regierungsrath u. Professor in Hannover.
 7. - Dr. Jordan, Geheimer Ober-Regierungsrath in Berlin.
 8. - Kühn, Baurath und Professor in Berlin.
 9. - Lang, Ober-Baurath und Professor in Karlsruhe.
 10. - Dr. von Leins, Ober-Baurath und Professor in Stuttgart.
 11. - Lüdecke, Baurath und Director in Breslau.
 12. - von Siebert, Ober-Baudirector in München.
 13. - Dr. Schöne, Wirkl. Geh. Ober-Regierungsrath
 14. - F. Schaper, Bildhauer und Professor
 15. - Schwechten, Baurath
 16. - Voigtel, Geheimer Ober-Baurath
 17. - Voigtel, Geheimer Regierungsrath in Köln.
 18. - von Werner, Director und Professor in Berlin.
 19. - Zastrau, Geheimer Baurath in Berlin.
- } in Berlin.

B. Abtheilung für das Ingenieur- und Maschinenwesen.

1. Ordentliche Mitglieder.

1. Hr. Schneider, Wirklicher Geheimer Rath und Ministerial-Director, Excellenz, Präsident.
2. - Kinel, Wirklicher Geheimer Ober-Regierungsrath, Dirigent der Abtheilung.
3. - Schwedler, Wirklicher Geheimer Ober-Baurath a. D., Stellvertreter des Abtheilungs-Dirigenten.
4. - Baensch, Wirklicher Geheimer Ober-Baurath.
5. - Dresel, Geheimer Baurath.
6. - L. Hagen, Geheimer Ober-Baurath.
7. - Kozlowski, Geheimer Ober-Baurath.
8. - Lange, Geheimer Baurath.
9. - Müller-Breslau, Professor.
10. - Siegert, Geheimer Ober-Baurath.
11. - Streckert, Geheimer Ober-Regierungsrath.
12. - Stambke, Geheimer Ober-Baurath.
13. - Schwartzkopff, Geheimer Commerzienrath.
14. - Wiebe, Ober-Baudirector.
15. - Wex, Wirklicher Geheimer Ober-Baurath, Eisenbahn-Directions-Präsident.

2. Aufserordentliche Mitglieder.

1. Hr. Dr. von Bauernfeind, Geh. Rath, Director und Professor in München.
2. - von Brockmann, Ober-Baurath a. D. in Stuttgart.
3. - Bauschinger, Professor in München.
4. - Ebermayer, Ober-Regierungsrath in München.
5. - Franzius, Ober-Baudirector in Bremen.
6. - O. Grove, Professor in München.
7. - Dr. v. Helmholtz, Wirklicher Geheimer Rath und Professor, Excellenz in Berlin.
8. - Honsell, Baudirector und Professor in Karlsruhe.
9. - Kunisch, Geheimer Ober-Regierungsrath in Berlin.
10. - Köpcke, Geheimer Finanzrath in Dresden.
11. - Launhardt, Geheimer Regierungsrath und Professor in Hannover.
12. - von Münstermann, Regierungs- und Baurath in Breslau.
13. - Nehls, Wasser-Baudirector in Hamburg.
14. - Dr. Werner von Siemens, Geh. Regierungsrath in Berlin.
15. - Schmidt, Wasser-Baudirector in Dresden.
16. - Dr. Scheffler, Ober-Baurath in Braunschweig.
17. - Veitmeyer, Civilingenieur in Berlin.
18. - Wagner, Geheimer Admiralitätsrath a. D. in Berlin.
19. - Wöhler, Kaiserl. Geh. Regierungsrath a. D. in Hannover.
20. - Dr. Zeuner, Geheimer Rath und Professor in Dresden.
21. - Dr. Zimmermann, Geheimer Baurath in Berlin.

