

Biblioteka Główna i OINT  
Politechniki Wrocławskiej



100100234228



Grindel m

~~F 344~~

10/3 10  
mark

A 405 III  
gr.

~~H~~











# ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESEN.

HERAUSGEGEBEN

IM

MINISTERIUM DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN.

REDACTIONS-AUSSCHUSS:

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

REDACTEURE:

OTTO SARRAZIN UND OSKAR HOSSFELD.

JAHRGANG XXXVIII.

MIT LXX KUPFERTAFELN IN FOLIO UND VIELEN IN DEN TEXT  
EINGEDRUCKTEN HOLZSCHNITTEN.

1911. 1702.



Abgegeben

von der

Bücherei

der Kgl. Technischen  
Hochschule Danzig.

BERLIN 1888

VERLAG VON ERNST & KORN.

(GROPIUS'SCHE BUCH- UND KUNSTHANDLUNG.)



# ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESSEN.

HERAUSGEBER

IX

MINISTERIUM DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN.

REDAKTIONS-AUSSCHUSS:

H. HERRMANN, J. W. SCHWEDLER, O. BAENSCH, H. OBERBECK, F. ENDELL,  
OBERREDAKTEUR, LEIT. REDAKTEUR, LEIT. REDAKTEUR, LEIT. REDAKTEUR, LEIT. REDAKTEUR

REDAKTURE:

OTTO SARAZIN UND OSKAR HOSSELD.

JAHRGANG XXVIII.

MIT IXX KUPFERTAFELN IN FOLIO UND VIELN IN DEN TEXT  
EINGEDRUCKTEN HOLZSCHNITTEN



Abgegeben

Bücherei

Berlin 1888  
Verlag von Ernst & Korn

Verlag von Ernst & Korn

(Gegründet von Carl Ernst & Korn)



Thür

# ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESEN!



HERAUSGEGEBEN  
IM  
MINISTERIUM DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN.

REDACTIONS-AUSSCHUSS:

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

REDACTEURE:

OTTO SARRAZIN UND KARL SCHÄFER.

JAHRGANG XXXVIII.

1888.

HEFT I BIS III.

### INHALT:

	Seite		Seite
Industriegebäude in der Beuth- und Commandanten-Strasse in Berlin, mit Zeichnungen auf Blatt 1 bis 4 im Atlas, von Herrn Regierungs-Baumeister F. Schwechten in Berlin . . . . .	1	Strömung und Salzgehalt der Elbe bei Cuxhaven, mit Zeichnungen auf Blatt 19 im Atlas, von Herrn Wasser-Bauinspector Hugo Lentz in Cuxhaven . . . . .	81
Haus Schmieder in Karlsruhe, mit Zeichnungen auf Blatt 5 bis 8 im Atlas, von Herrn Baudirector Professor Dr. Josef Durm in Karlsruhe . . . . .	3	Der Kriegshafen von Spezia, mit Zeichnungen auf Blatt 20 bis 22 im Atlas . . . . .	107
Die ehemalige Klosterkirche in Münchenlohra im Harz, mit Zeichnungen auf Blatt 9 bis 11 im Atlas, von Herrn Regierungs-Baumeister Professor Karl Schäfer in Berlin . . . . .	9	Zusammenstellung der bemerkenswertheren preussischen Staatsbauten aus dem Gebiete des Landbaues, welche im Laufe des Jahres 1886 in der Ausführung begriffen gewesen sind. (Schluss folgt.) . . . . .	121
Einzelheiten der Renaissance aus Halle a. d. Saale, mit Zeichnungen auf Blatt 12 und 13 im Atlas, aufgenommen und gezeichnet von Herrn Architekt Hugo Steffen . . . . .	17	Verzeichniss der im preussischen Staate und bei Behörden des deutschen Reiches angestellten Baubeamten (am 1. December 1887) . . . . .	131
Die Canalisirung des Mains von Frankfurt a. M. bis zum Rhein, mit Zeichnungen auf Blatt 14 bis 17 im Atlas, von den Herren Regierungs- und Baurath Cuno in Wiesbaden und Regierungs-Baumeister Gutzmer in Frankfurt a. M. . . . .	19	Verzeichniss der Mitglieder der Akademie des Bauwesens . . . . .	159
Statische Bestimmung der Spannungen des Fachwerks im Raume bei schiefer Belastung, mit Zeichnungen auf Blatt 18 im Atlas, von Herrn Baurath Kreis-Bauinspector Hacker in Hannover . . . . .	43	Statistische Nachweisungen über Gemeindebauten im Regierungsbezirk Köln aus den Jahren 1872 bis 1885. Mit Genehmigung des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten aufgestellt von Herrn Land-Bauinspector Wiethoff in Berlin. (Schluss folgt.) . . . . .	1

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

BERLIN 1888.  
VERLAG VON ERNST & KORN  
WILHELM ERNST  
(GROPIUS'SCHE BUCH- UND KUNSTHANDLUNG)  
WILHELMSTRASSE 99.



# Anweisung, betreffend die Vorbereitung, Ausführung u. Unterhaltung der Centralheizungs-Anlagen in fiscalischen Gebäuden.

Preis 60 Pf.

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

Berlin W. Wilhelmstr. 90.

**Ernst & Korn** (Wilhelm Ernst)  
Verlag für Architektur u. techn. Wissenschaften.

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

## DIE BERECHNUNG DES EISENBAHN-OBERBAUES

von

**DR. H. ZIMMERMANN**

REGIERUNGSRATH IM REICHSAMT FÜR DIE VERWALTUNG DER REICHSEISENBAHNEN

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

Preis: 20 Mark.

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

### Beiträge zur Fremdwortfrage.

Gesammelte Aufsätze  
von

**Otto Sarrazin.**

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

Preis 1,60 Mark.

[1282]

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

### Verdeutschungs-Wörterbuch

von

**Otto Sarrazin**

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

14 Druckbogen.

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

Probefbogen unberechnet.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

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

**G. Afsmann.**

Kgl. Reg.- und Baurath.

### Hülfstafeln zur Berechnung eiserner Träger und Stützen.

[1149]

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

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

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

Das

### Sicherheitslampen-Wesen

beim

### Steinkohlenbergbau.

Bericht der Preussischen Schlagwetter-Commission.

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

Preis 24 Mark.

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

Inhalt:

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

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

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

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

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

### Stadt-Erweiterungen

in technischer, baupolizeilicher und wirthschaftlicher

Beziehung

von

**R. Baumeister**

Professor der Ingenieurwissenschaft am Polytechnikum zu Karlsruhe.

1876. Preis 8 Mark.

## Anweisung für die formelle Behandlung der Entwürfe zu fiscalischen Landbauten

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

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

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

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

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

Berlin W., Wilhelmstr. 90.

**Ernst & Korn**  
Verlag für Architektur u. techn. Wissenschaften.



### Industriegebäude in der Beuth- und Commandanten-Straße in Berlin.

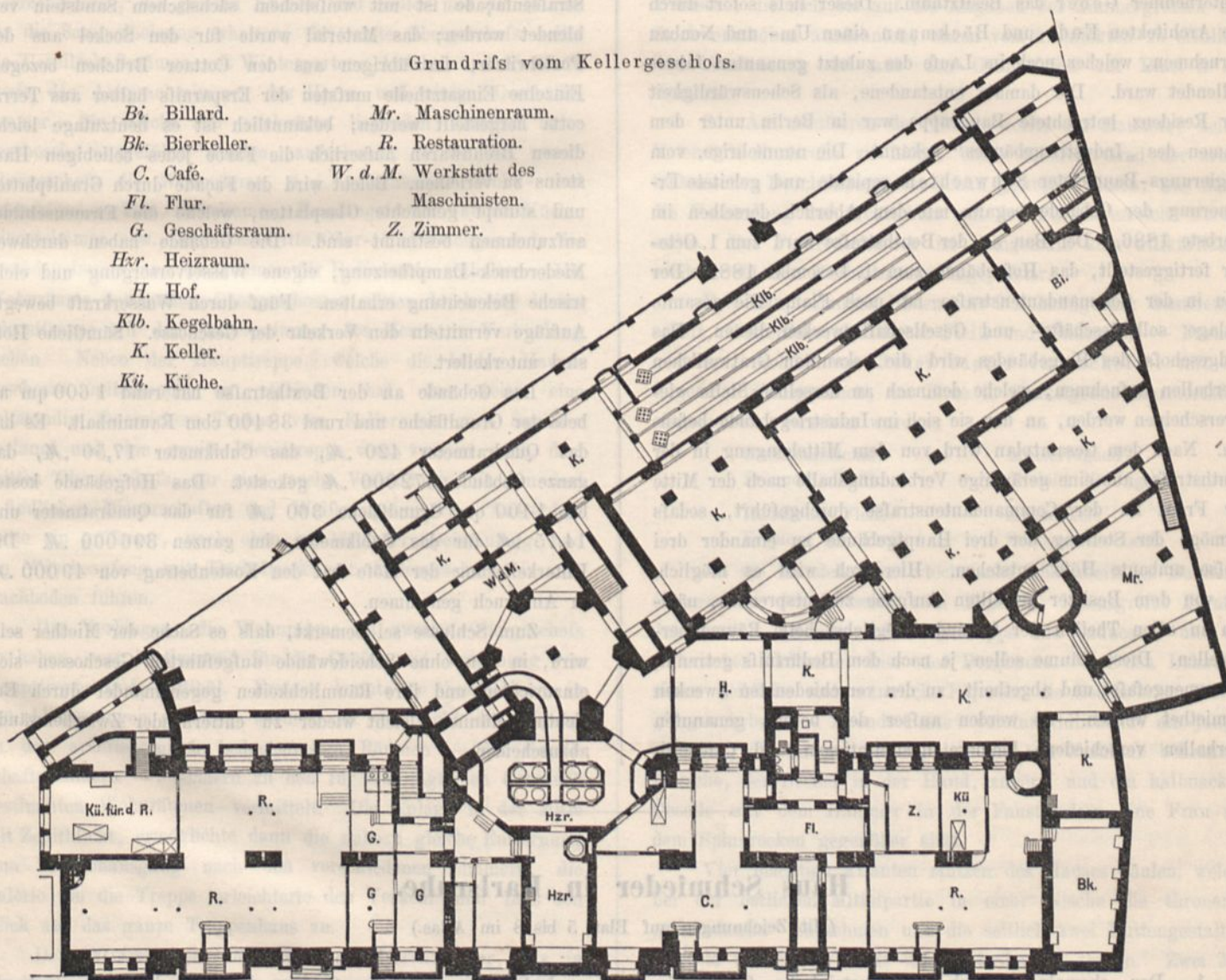
(Mit Zeichnungen auf Blatt 1 bis 4 im Atlas).

Die rege Bauthätigkeit, deren sich, der raschen Bevölkerungszunahme entsprechend, die Stadt Berlin seit etwa zwei Jahrzehnten erfreut, hat nicht nur ringsum über die alte Bebauungsgrenze hinaus neue ausgedehnte Stadttheile entstehen lassen, sondern auch das Angesicht der alten Stadt auf das mannigfachste verändert. Besonders in den Stadtgegenden, wo sich der Verkehr zwischen den größeren kaufmännischen Geschäften und dem Publicum abspinnt, gehört es seit lange zu

den stehenden Bildern, daß ältere oder selbst neuere Bauten dem Boden gleich gemacht werden, um an ihrer Stelle mehr oder weniger prunkvolle Kaufpaläste neuesten Stils emporsteigen zu lassen. Ganzen Straßenzügen ist auf solche Weise das Gepräge der wiedererwachten Renaissance aufgedrückt worden, während noch vor kurzem die geradlinig geregelten Façadengebilde der sogenannten Berliner Schule ausschließlich daselbst das Feld beherrschten. Fast jede StraÙe in der Friedrichstadt

Grundrifs vom Kellergeschofs.

- |                          |                               |
|--------------------------|-------------------------------|
| <i>Bi.</i> Billard.      | <i>Mr.</i> Maschinenraum.     |
| <i>Bk.</i> Bierkeller.   | <i>R.</i> Restauration.       |
| <i>C.</i> Café.          | <i>W. d. M.</i> Werkstatt des |
| <i>Fl.</i> Flur.         | Maschinisten.                 |
| <i>G.</i> Geschäftsraum. | <i>Z.</i> Zimmer.             |
| <i>H.zr.</i> Heizraum.   |                               |
| <i>H.</i> Hof.           |                               |
| <i>Klb.</i> Kegelbahn.   |                               |
| <i>K.</i> Keller.        |                               |
| <i>Kü.</i> Küche.        |                               |



Beuth-Strasse.

0 5 10 15 20 25 30m

bereits hat in dieser Weise ein neues Kleid angelegt, und wenn die einzelnen Neuschöpfungen der Kritik des den Hausfronten gegenüber Aufstellung nehmenden strenger gesinnten Fachmannes nicht allezeit standhalten, so erfreut sich doch auch dieser wenigstens an den Langblicken in die StraÙen hinein, wenn die Entfernung die oft wenig entzückenden Einzelheiten verschleiert, dafür aber das fröhliche Relief der Erker, der Giebel

und der Dachspitzen die langweilige Einförmigkeit der ungebrochenen Fluchten, der wagerechten Abschlüsse und charakterlosen Dächer von ehemals vergessen macht.

Nicht immer sind es nur wirklich alt gewordene Bauten, die dem Unternehmungsgeist zum Opfer fallen. Das Streben, den Ertrag der noch immerfort im Preise steigenden Grundstücke nach Möglichkeit zu steigern, führt theilweise zum Ab-



bruch verhältnißmäßig neuer Gebäude. So in dem vorliegenden Falle. An der Stelle des kürzlich vollendeten Neubaus, welchen wir auf Blatt 1 bis 4 im Atlas den Lesern vorführen, stand noch vor zwei Jahrzehnten eine alterthümliche Infanterie-Caserne, die erst im Jahre 1869 einem Geschäftsbau Platz machte; auch dieser letztere ist nun schon wieder verschwunden.

Das Grundstück, um welches es sich handelt, liegt in einem der älteren Berliner Stadttheile, in der Luisenstadt, zwischen der Commandanten- und der Beuthstrafse. Die hier im Jahre 1753 für die Regimenter v. Braun und v. Pfuhl errichtete, später vom Kaiser Franz-Garde-Grenadier-Regiment bezogene Caserne ging im Jahre 1865, nachdem für den Truppenkörper weiter nach der Stadtgrenze hin ein Neubau aufgeführt worden war, für den Preis von 200 000 Thaler in Privathände über. Im Januar 1869 erwarb der bekannte Unternehmer Geber das Besitzthum. Dieser liefs sofort durch die Architekten Ende und Böckmann einen Um- und Neubau vornehmen, welcher noch im Laufe des zuletzt genannten Jahres vollendet ward. Die damals entstandene, als Sehenswürdigkeit der Residenz betrachtete Baugruppe war in Berlin unter dem Namen des „Industriegebäudes“ bekannt. Die nunmehrige, vom Regierungs-Baumeister Schwechten geplante und geleitete Erneuerung der Gebäude begann mit dem Abbruch derselben im Herbste 1886. Der Bau an der Beuthstrafse ward zum 1. October fertiggestellt, das Hofgebäude zum 1. December 1887. Der Bau in der Commandantenstrafse ist noch Plan. Die gesamte Anlage soll Geschäfts- und Gesellschaftszwecken dienen. Das Erdgeschofs des Hofgebäudes wird die bekannten Gratweil'shen Bierhallen aufnehmen, welche demnach an derselben Stelle wiedererscheinen werden, an der sie sich im Industriegebäude befanden. Nach dem Gesamtplan wird von dem Mitteleingang in der Beuthstrafse aus eine geräumige Verbindungshalle nach der Mitte der Front an der Commandantenstrafse durchgeführt, sodafs vermöge der Stellung der drei Hauptgebäude zu einander drei grofse umbaute Höfe entstehen. Hierdurch wird es möglich, der von dem Besitzer gestellten Aufgabe zu entsprechen, nämlich in allen Theilen der Gebäude möglichst helle Räume herzustellen. Diese Räume sollen, je nach dem Bedürfnifs getrennt, zusammengefaßt und abgetheilt, zu den verschiedensten Zwecken vermietet werden. So werden aufser den bereits genannten Bierhallen verschiedene kleinere Restaurationen und Cafés in

den Gebäuden ihre Stätte finden, für eine kaufmännische Vereinigung ist ein grofser Festsaal nebst einer Reihe von Gesellschaftsräumen bestimmt und ferner wird eine gröfsere Anzahl von Räumlichkeiten zu Postzwecken benutzt werden. In der Hauptsache aber ist auf die Ausnutzung der Gebäude durch Gewerbe und Fabrikthätigkeit gerechnet.

Der Bau an der Beuthstrafse hat in allen Geschossen Decken aus Eisenträgern mit zwischengewölbten Kappen erhalten, das Hofgebäude dagegen Balkendecken zwischen eisernen Unterzügen. Doch sind in letzterem die Bierhallen unterhalb der Balkenlage noch massiv mit Kreuzgewölben überwölbt. Diese Gewölbe werden von Säulen getragen, welche je aus vier Winkelleisen in Kreuzform zusammengesetzt und dann ummauert und verputzt worden sind. Die Façaden dieses Hofgebäudes wurden mit einer besonderen Sandstein-Putzmasse geputzt. Die Strafsenfaçade ist mit weifslichem sächsischem Sandstein verblendet worden; das Material wurde für den Sockel aus den Postelwitzer, im übrigen aus den Cottaer Brüchen bezogen. Einzelne Einsatztheile mußten der Ersparnifs halber aus Terracotta hergestellt werden; bekanntlich ist es heutzutage leicht, diesen Brennwaren äußerlich die Farbe jedes beliebigen Haussteins zu verleihen. Belebt wird die Façade durch Granitplatten und stumpf gemachte Glasplatten, welche die Firmenschilder aufzunehmen bestimmt sind. Die Gebäude haben durchweg Niederdruck-Dampfheizung, eigene Wasserversorgung und elektrische Beleuchtung erhalten. Fünf durch Wasserkraft bewegte Aufzüge vermitteln den Verkehr der Geschosse. Sämtliche Höfe sind unterkellert.

Das Gebäude an der Beuthstrafse hat rund 1 600 qm an bebauter Grundfläche und rund 38 400 cbm Rauminhalt. Es hat das Quadratmeter 420 *M.*, das Cubikmeter 17,50 *M.*, das ganze Gebäude 672 000 *M.* gekostet. Das Hofgebäude kostet bei 1 100 qm Grundfläche 360 *M.* für das Quadratmeter und 14,75 *M.* für das Cubikmeter, im ganzen 396 000 *M.* Die Unterkellerung der Höfe hat den Kostenbetrag von 49 000 *M.* in Anspruch genommen.

Zum Schlusse sei bemerkt, dafs es Sache der Miether sein wird, in den ohne Scheidewände aufgeführten Geschossen sich einzurichten und ihre Räumlichkeiten gegeneinander durch Errichtung dünner, leicht wieder zu entfernender Zwischenwände abzuscheiden.

## Haus Schmieder in Karlsruhe.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 5 bis 8 im Atlas.)

1. Der ehemals gräflich Langenstein'sche Garten in Karlsruhe, im Süden von der Kaiserstrafse, im Norden von der Stefaniensstrafse, gegen Osten von der Karl- und gegen Westen von der Hirschstrafse begrenzt, wurde in der Gründerzeit von der Rheinischen Baugesellschaft erstanden und in vier gröfsere Bauquadrate zerlegt, welche im Laufe von zehn Jahren mit stattlichen Häusern besetzt wurden. Als der Bauherr, Banquier A. Schmieder, sich entschlofs, seinen Wohnsitz von Breslau nach Karlsruhe zu verlegen, und es sich um die Erstellung eines neuen Heims handelte, konnten in guter Lage der Stadt nur die noch unbebauten Grundstücke des nordöstlichen Bau-

quadrates des genannten Gartens in Frage kommen, wodurch sich die Eigenthümlichkeit des Bauplatzes ergab.

Der unbebaute Streifen nach der Stefaniensstrafse gestattete von der Rückseite eine bequeme Abfahrt der Gesellschaftswagen und die erwünschte Zufahrt mit Bedürfnifsgegenständen (Holz, Kohlen, Pferdefutter usw.) nach dem Hause, den Stallungen und Dienstgebäuden, ohne Störungen für die Ruhe im Hause.

Der Wunsch nach einem möglichst grofsen Vorgarten bedingte das Zurückstellen des Hauses von der Strafsenflucht; durch die Stellung des Baues kamen die besseren Wohnräume im Gebäude nach Süden und Osten, während die ganze Anlage



gegen Norden durch die anstossenden Nachbargebäude geschützt ist. Das Zurückstellen machte aber die Verkleidung der glatten Giebelmauern der Nachbarhäuser nothwendig, welche einerseits durch einen Thorwegthurm, andererseits durch eine gegliederte Quadermauer mit einem von Säulen gebildeten Laufgange bewerkstelligt wurde, zu dem eine schmale Wendeltreppe im Stirnpfeiler der Mauer emporgeführt ist und durch welchen man zum Glasdach des Gewächshauses gelangt. Der Vorgarten nach Osten konnte schmal genommen werden, da er sich nach der breiten, mit zwei Reihen Kastanienbäumen besetzten Karlstrafse öffnet, während die mäfsig breite, mit dreistöckigen Häusern besetzte Akademiestrafe nach Süden ein möglichst weites Zurückgehen bedingte.

2. Nach dem Wunsche des Bauherrn sollte das Haus im Untergeschofs die Pfortnerwohnung, weitere Dienst- und die Vorrathsräume, die grofsen Küchen und Keller und die Räume für die Sammelheizung erhalten; das erste Obergeschofs sollte die Gesellschaftsräume mit Wintergarten, Anfahrt und Vestibül, sowie das Ansprachszimmer des Herrn und einige Geschäftszimmer, für welche die rückwärts liegenden Zimmer halbgeschossig ausgeführt wurden, aufnehmen, ferner das zweite Obergeschofs die Wohnräume, d. i. verschiedene Wohn- und Schlafzimmer, Bad, Efszimmer, Empfangzimmer, kleine Küche, Dienstzimmer usw., und das dritte Ober- und Dachgeschofs die Fremdenzimmer und die Zimmer für Bedienstete enthalten. Die Wohnräume des zweiten Obergeschosses sollten durch eine kleine Diensttreppe mit dem Arbeitszimmer des Herrn in Verbindung stehen. Neben der Haupttreppe, welche die beiden Hauptgeschosse miteinander zu verbinden hat, war weiter eine vollständig feuersichere Treppe vom Keller bis zum Speicher verlangt und eine zweite Diensttreppe vom zweiten nach dem dritten Obergeschofs, für eine rasche Verbindung mit den dort befindlichen Dienerschafts- und Weifszeugzimmern. Aufserdem sollte ein gröfserer, nach oben zu lüftender Speiseaufzug und ein Wäscheaufzug mit Kurbelwerk vom Untergeschofs bis zum Dachboden führen.

Das Verlangen, die Wohnräume im zweiten Obergeschofs zu haben, war bestimmend für die Gröfse und Anordnung von Haupttreppe und Vestibül. Erstere konnte so bescheidener in den Abmessungen gehalten werden, da sie nicht den Zugang zu den architektonisch bedeutsamsten Räumen — den Gesellschaftszimmern —, sondern zu den für den täglichen Gebrauch bestimmten Wohnräumen vermittelt. Die Anlage in der Mitte mit Zenithlicht, ermöglichte dann die nahezu gleiche Entfernung vom Treppenausgang nach den verschiedenen Zimmern, die Galerie um die Treppe erleichterte den Verkehr und liefs den Blick auf das ganze Treppenhaus zu.

Der Wintergarten war mit dem Herrenzimmer, das in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Speisesaal zu bringen war, in Verbindung zu setzen. Eine grofse mit einem Krystallglas geschlossene Oeffnung sollte den Blick in der Achse der südlich gelegenen Gesellschaftsräume, nach dem Wintergarten mit seiner Felsengrotte und Wasserkunst gewähren, während vom Speisesaal der Blick durch die Loggia in den Garten und auf den grofsen Springbrunnen offen sein sollte.

Ein gröfserer Hof sollte den Hauptbau von den Dienstgebäuden trennen und letztere wieder einen kleinen Hof umschliessen. Die Dienstgebäude sollten einerseits den Wagenraum, eine Geschirrkammer und darüber zwei Dienerwohnungen und

Heuspeicher enthalten, andererseits Stallung für 10 Pferde, Kutscherwohnung und Haferspeicher, und der Hof einen mit Glas und Eisen gedeckten Putzstand.

Der grofse Hof war bei den Nachbargrundstücken durch einen architektonischen Abschluss zu begrenzen, was in Form von theilweise geschlossenen Bogenstellungen mit Aufbaugesimsen zu geschehen hatte, um so ein architektonisch gerundetes Bild auch nach der einfacher in den Formen herzustellenden Hofseite zu erhalten. Bei dem schmalen Geländestreifen nach der Stefanienstrafse sollte ein kleiner Geflügelhof mit Brüthaus abgeschnitten, die Fläche selbst als Durchfahrt und Nutzgarten verwerthet werden und nach der Strafse einen monumentalen Abschluss erhalten, der als grofser Portalbau mit dahinter liegender Halle und Strohspeicher sich erheben sollte.

Diese vom Bauherrn genau und bestimmt gegebenen Wünsche, die sich bis auf die Angaben der Zimmergröfsen und Stockwerkshöhen ausdehnten, waren vom Architekten zu erfüllen; ihre Ausführung ist aus den Grundrissen auf Blatt 5 ersichtlich.

3. Am Aeufseren des Baues wollte der Bauherr, seiner Vaterstadt Karlsruhe zu Liebe, einen höheren Grad der architektonischen Durchbildung zur Schau getragen wissen, was durch die Verbindung der Architektur mit der Plastik erreicht werden sollte. Der Figureschmuck ist demgemäfs kein willkürlicher, sondern ein den Verhältnissen angepafster.

Den Hauptschmuck bilden vier Nischenfiguren: Gastfreundschaft, Mutterliebe, häuslicher Fleifs und Sittsamkeit — Frauengestalten, welche von Josef Victor von Scheffel mit den folgenden Sinnsprüchen, am Baue in dunkelgrüne Marmortafeln eingemeiselt, versehen wurden:

Gastfreundschaft	Muttertugend
Freunde schafft.	Erzieht die Jugend.
Häuslicher Fleifs	Sittsamkeit
Erspinnt den Preis.	Schirmt vor Leid.

An die Handels- und technische Thätigkeit des Bauherrn erinnern an der Südseite zwei liegende, lebensgrofse Figuren des Handels (Mercur mit Flügelkappe und Caduceus) und der technischen Industrie, hier des Bergbaues. Bei den Lukarnen sitzen weibliche und männliche Figuren, die Goethe'schen Worte: „Tages Arbeit — Abends Feste“ versinnbildlichend: ein junges Mädchen, die Laute spielend, dem ein mit Weinlaub bekränzter Bursche, den Becher in der Hand, zuhört, und ein halbnackter Geselle mit dem Hammer in der Faust, dem eine Frau mit dem Spinnrocken gegenüber sitzt.

Vier mächtige Atlanten stützen des Hauses Säulen, welche bei der östlichen Mittelpartie in einer Nische die thronende „Abundantia“ aufnehmen und die seitlich zwei Puttengestalten, „Gesetz und Stärke“ mit ihren Attributen, tragen. Zwei Medaillons der Ostseite zeigen zwischen den Fenstern des ersten Obergeschosses „Traum und Schlaf“, die Schlusssteine der mittleren Fensterbögen „Frauenköpfe“.

4. Ein dem Aeufsern entsprechender Reichthum ist auch im Innern und besonders in der Durchfahrt, dem Vestibül und Treppenhaus und in den Gesellschaftsräumen durchgeführt. Pilasterschäfte, Thorbögen, Thürrahmen und Treppen aus schwarzem nassauischem Marmor schmücken die Durchfahrt, Stuckmarmorfelder und Grotteskmalereien die Wände und Kreuzgewölbe derselben; das Vestibül beleben vergoldete weibliche Karyatiden auf schwarzen Marmorstützen, neben bunten Marmor-



säulen; zum Obergeschofs führt in drei Läufen eine weiße Marmortreppe mit farbigen Marmoralustern und Postamenten mit Marmorvasen. Die Gebälke der Umgänge um die Treppe werden von lichtgrauen Pfeilern und Säulen von Giallo Antico getragen, auf den Wandflächen sind „Kunst und Wissenschaft, Poesie und Musik, Religion und Freiheit“ als lebensgroße, weibliche Figuren, farbig auf Goldgrund gemalt, angebracht.

Das Treppenhaus bedeckt ein halbkreisförmiges Tonnengewölbe aus Eisenstäben und farbigem Glase construirt, dessen Stirnwand ein figurenreiches Glasgemälde abschließt (siehe den Schnitt durch das Treppenhaus, Blatt 8). Die Beleuchtung bei Nacht geschieht durch einen Reflectorbrenner hinter dem Glasgemälde und durch über hundert über dem Glaswerk des Oberlichtes angebrachte Gasbrenner.

Im Schmucke von Marmorsäulen und Pilastern, reicher Holzcassetten — gemalter und vergoldeter Stuckdecken erglänzen auch die Gesellschaftsräume. Die Gemälde der großen Saaldecke stellen in figurenreichen Gruppen „Lied, Liebe und Wein“ dar, während an der Decke des Damensaales die allegorischen Gestalten von „Nacht und Morgen“ dargestellt sind.

Dem Architekten fiel bei der Ausschmückung der genannten Räume auch die Aufgabe zu, Stoffe, Teppiche, Kunstgegenstände, Staffeleibilder auszuwählen und zu bestellen und die Zeichnungen für das Mobiliar zu fertigen.

Den Figureschmuck am Aeußern lieferte Professor Adolf Heer, den des Innern Bildhauer Julius Heer; die Kunstmalereien: die Professoren Gleichauf und Schurth, sowie die Maler Klose, Vischer, Hasemann, Hörter, Roloff, Tuttiné, Kanoldt, Lugo, Romann u. a., sämtlich in Karlsruhe.

5. Ueber die Art der Ausführung ist noch anzuführen, daß der Bau auf trockenem, grobem Sandboden gegründet ist und daß das Grundwasser in einer Tiefe von 6 bis 7 m angetroffen wurde. Die Fundamentsohle besteht aus großen in Schwarzkalkmörtel verlegten Bodenplatten, das Fundamentgemäuer erhebt sich über einer Isolirschiicht von Asphalt aus lagerhaften Bruchsteinen und ist bei den Wohnräumen des Untergeschosses mit Hohlsteinen verblendet. Reifeisen durchziehen das Gemäuer, die Quaderstücke sind in gesiebttem, feinem Kalkmörtel versetzt unter Einlagen von Blei- und Pappstreifen 2 cm hinter der Vorderkante; die Stofsflächen der Quader wurden mit Cement-Sandmischung ausgegossen, an der Außenseite sind die Stofsugen offen gelassen und alle Werkstücke durch Eisenklammern in Blei- oder Cementverguß mit einander verbunden. Die Wasserschrägen der Hauptgesimse sind theils mit Zink, theils mit Bleiblech abgedeckt.

Die Umfassungsmauern über dem Bürgersteig bestehen aus Quadern mit Sand- und Backsteinhintermauerung, die Zwischenmauern und Scheidewände aus Backsteinen. Die Quader des Unterbaues und der oberen Stockwerksgurte sind aus rothem pfinzthaler Sandstein, das gesamte übrige Quaderwerk mit einem Theile des Figureschmuckes aus weißem murghthaler Sandstein gewonnen.

Für die Marmorarbeiten wurden der Hauptsache nach nassauische Arten verwendet, aber auch italienische sind mehrfach verwerthet, ebenso schwedische Granite. Holzgebälke sind im Hause durchweg vermieden und nur der Dachstuhl

wurde aus diesem Material hergestellt. Alle Decken sind entweder tragfähig gewölbt oder mittels Walzeisensträger und entsprechender Einlagen ausgeführt. Die Dachdeckung besteht bei den Stallgebäuden aus Holzcement, bei dem Hauptbau aus Zink und Schiefer.

Die von Heckmann in Berlin ausgeführte Sammelheizung ist eine Warmwasserheizung, deren Kessel- und Feuerungsanlage sich unter dem Wintergarten befindet.

Der Hauptgarten (Vorgarten) ist nach der Strafe durch ein hohes schmiedeeisernes Geländer mit Sockel, Thor- und Zwischenpfosten aus rothem Sandstein abgeschlossen.

6. Die Kosten des Baues berechnen sich wie folgt:

I. Architektenhonorar . . . . .	31 534,55 <i>M.</i> ,
II. Erd-, Maurer-, Versetz- und Gipsarbeit . . . . .	185 780,87 <i>M.</i> ,
III. rothe Steinhauerarbeit . . . . .	56 524,06 <i>M.</i> ,
IV. weiße Steinhauerarbeit . . . . .	128 239,03 <i>M.</i> ,
V. Steinhauerlöhne . . . . .	834,29 <i>M.</i> ,
VI. Eisengebälke . . . . .	49 679,13 <i>M.</i> ,
VII. Zimmerarbeit . . . . .	29 814,69 <i>M.</i> ,
VIII. Dachdeckerarbeit . . . . .	2 093,06 <i>M.</i> ,
IX. Klempnerarbeit . . . . .	11 968,35 <i>M.</i> ,
X. Blitzableitung . . . . .	3 684,51 <i>M.</i> ,
XI. Guß- und Schmiedearbeiten . . . . .	32 338,43 <i>M.</i> ,
XII. Einrichtung des Pferdestalles . . . . .	4 812,79 <i>M.</i> ,
XIII. Tischler- und Glaserarbeiten . . . . .	86 452,55 <i>M.</i> ,
XIV. Schlosserarbeiten . . . . .	29 945,24 <i>M.</i> ,
XV. Rollläden und Zugjalousien . . . . .	3 160,38 <i>M.</i> ,
XVI. Gas- und Wasserleitung . . . . .	14 822,01 <i>M.</i> ,
XVII. Heizanlage . . . . .	45 687,36 <i>M.</i> ,
XVIII. Bildhauerarbeit . . . . .	56 329,71 <i>M.</i> ,
XIX. Marmorarbeiten . . . . .	22 859,38 <i>M.</i> ,
XX. Granitarbeiten . . . . .	3 564,70 <i>M.</i> ,
XXI. Terrazzoarbeiten Stuccolustro und Carton pierre } . . . . .	14 013,26 <i>M.</i> ,
XXII. Kunstmalerei . . . . .	12 094,70 <i>M.</i> ,
XXIII. Glasmalerei . . . . .	3 489,80 <i>M.</i> ,
XXIV. Decorationsmalerei und Anstreicherarbeiten . . . . .	25 247,89 <i>M.</i> ,
XXV. Tapezierarbeit . . . . .	4 490,66 <i>M.</i> ,
XXVI. Pflastererarbeit . . . . .	1 971,05 <i>M.</i> ,
XXVII. Telegraphen- und Telephonanlage . . . . .	1 232,50 <i>M.</i> ,
XXVIII. Rigolen des Vorgartens . . . . .	1 253,36 <i>M.</i> ,
XXIX. verschiedene kleinere Arbeiten } . . . . .	2 851,82 <i>M.</i> ,
XXX. Platzerwerb . . . . .	165 948,15 <i>M.</i> ,
XXXI. Einrichtung d. Gesellschaftsräume . . . . .	104 000,00 <i>M.</i> ,
im ganzen 1 138 756,25 <i>M.</i>	

Mit dem Bau wurde am 14. März 1881 begonnen, im gleichen Jahre im Monat December war derselbe unter Dach gebracht. Bei der Ausführung des inneren Ausbaues wurde ein langsamerer Gang eingehalten, da die Vollendung der rein künstlerischen Arbeiten eine längere Zeit in Anspruch nahm. Im Spätsommer des Jahres 1884 konnte der Bau in allen Theilen bezogen werden.

Karlsruhe, im November 1887.

Dr. Josef Durm.



## Die ehemalige Klosterkirche in Münchenlohra im Harz.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 9 bis 11 im Atlas.)

Unter Aufwendung verhältnismäßig beträchtlicher Mittel ist in den letzten Jahren die Kirche in Münchenlohra im Kreise Nordhausen, ein schönes romanisches Bauwerk, restaurirt und ausgebaut worden. Das ehrwürdige Baudenkmal war nach mannigfachen schweren Schicksalen im Zustande schlimmster Verstümmelung auf die Neuzeit gekommen und würde in diesem Zustande den zerstörenden Natureinflüssen jeder Art nicht sehr lange mehr widerstanden haben, wenn nicht die helfende Hand der Staatsbehörden rettend eingegriffen hätte.

Münchenlohra ist die Stätte einer alten klösterlichen Stiftung, deren nähere Geschichte zur Zeit noch im Dunkel liegt. Was der Verfasser dieser Zeilen an Nachrichten über das Kloster zu ermitteln vermochte, beschränkt sich darauf, daß es ursprünglich für Mönche des Benedictiner-Ordens gegründet, später aber einer Genossenschaft von Benedictinerinnen eingeräumt wurde, und daß es im Bauernkriege der Zerstörung anheimfiel. Außer dem Kirchengebäude ist von Baulichkeiten aus der Zeit des Klosters Lohra nichts erhalten. Das Steinmaterial des Kreuzganges und der übrigen verschwundenen Bauanlagen dürfte bereits vor langen Fristen den Maurern überantwortet sein, welche die Wirtschaftsgebäude der jetzigen Domäne Münchenlohra aufgeführt haben. Die Kirche liegt jetzt inmitten eines großen Wirtschaftshofes.

Der Zustand der Kirche vor der Inangriffnahme der Wiederherstellungsarbeiten wird durch die beistehenden Holzschnitte 1 und 2, sowie durch die beiden auf den Atlasblättern 9 und 10 je zu unterst angeordneten Abbildungen veranschaulicht. In diesen vier Abbildungen ist dargestellt der Grundriß des verstümmelten Bauwerks nebst einigen durch Nachgraben aufgedeckten Fundamentresten, ferner der westliche Abschluss, der östliche und der südliche Aufriss des Werkes. Wir haben es zu thun mit einer dreischiffigen Kreuzanlage spätromanischen Stiles. Die Abmessungen sind gering, die Lichtweite des Mittelschiffes z. B. beträgt nur wenig über 4,50 m.

Das Mittelschiff war auf die Länge von drei Quadraten erhalten, über diese hinaus aber im Westen durch Abbruch verkürzt. Das nördliche Seitenschiff war bis auf einige an der Mittelschiffmauer haftende Ueberreste seiner einstigen Wölbdecke verschwunden. Vom südlichen Seitenschiff zeigte sich im Westen ein kurzes Stück erhalten. Die Oeffnungen zwischen den Schiffspfeilern, das westliche Ende des Mittelschiffs und das östliche und westliche Ende jenes Seitenschiffstheils waren

durch neueres Mauerwerk geschlossen. Am Westende des Mittelschiffes war ferner ein Theil einer eingebauten Emporbühne erhalten geblieben. Der Raum unter derselben, ursprünglich durch offene Bogenstellungen nach Mittel- und Seitenschiff hin geöffnet, zeigte sich nunmehr ebenfalls infolge Ausmauerung dieser Bogenöffnungen geschlossen.

Die drei Quadrate des Mittelschiffs waren mit drei Kreuzgewölben überdeckt, deren westlichstes vor etwa zwanzig Jahren eine Erneuerung in Backsteinen erfahren hatte. Die beiden alten Gewölbe hingegen sind in Kalkbruchsteinen ausgeführt und besitzen jene hochbusige Form, welche in Deutschland seit der Mitte des zwölften Jahrhunderts zur Ueberdeckung der Hochräume der Kirchen Verwendung findet. Die Schildbögen bzw. Gurtbögen eines solchen Gewölbes folgen der Halbkreislinie, die diagonal laufenden Grate ebenfalls. Da diese Grate

beträchtlich weiter gespannt sind als jene Gurt- und Schildbögen, so wird ihr Halbmesser, d. h. ihre Höhe erheblich größer. Daher das starke Ansteigen solcher spätromanischen Gewölbe nach dem Scheitelschluss hin. Die ganze Form ist offenbar in der Absicht gewählt, mittels solcher Ueberhöhung das Maß des gegen die Obermauern wirkenden Seitenschubs zu vermindern. Bei der größeren Spannung und größeren Höhe der Mittelschiffe mußten flache, nach römischer Form hergestellte Gewölbe mit ihren gedrückt elliptischen Graten und ihrem stärkeren Seitenschub den Obermauern und damit den Schiffspfeilern eine ungebührliche Stärke aufdrängen. Daß diese constructive Rücksicht es gewesen ist, welche in den Kirchen der in Frage stehenden Kunstperiode für die Hochräume die stark ansteigenden Gewölbe vorschrieb, liegt auf der Hand. Es wird noch besonders dadurch erhärtet, daß in den gleichen Kirchen die Seitenschiffsgewölbe so sehr häufig die ältere römische Gestalt behalten. Die Seitenschiffe waren weniger weit und minder hoch, und da ihre Mauern, weil wie alles Mauerwerk in Gufs-

werk hergestellt, ein für allemal eine ziemlich bedeutende Stärke erhielten, so war hier von der verhältnismäßig größeren Schubkraft der alten, flacheren Wölbform nichts zu befürchten. Der Fall, daß die Hochgewölbe die ansteigende, die Seitenschiffsgewölbe die römische Form aufweisen, ist auch bei dieser Kirche vorhanden. Die beiden verschiedenartigen Ausgestaltungen des Kreuzgewölbes unterscheiden sich übrigens noch durch die Beschaffenheit der Kappenflächen. Diese Kappen haben im einen Fall einfache, im anderen doppelte Krümmung. Die Gründe für die Wahl

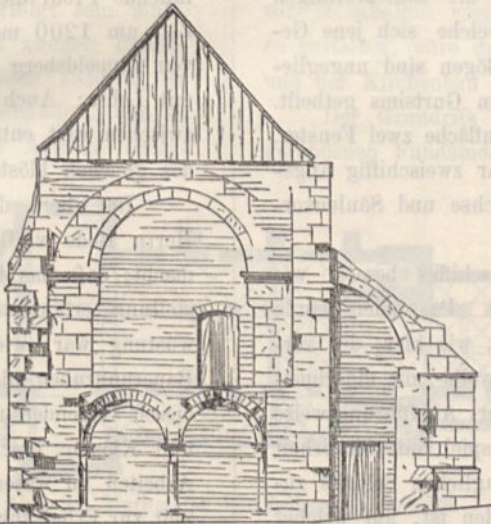


Abb. 2. Westansicht vor der Wiederherstellung.

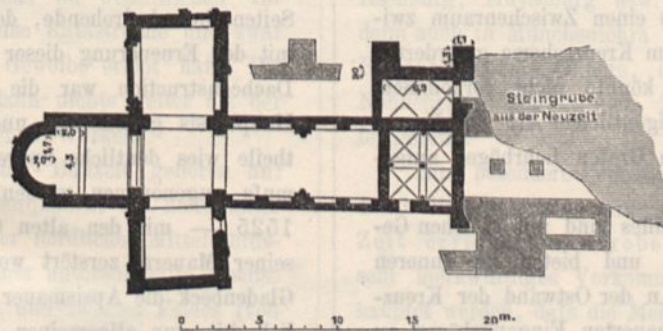


Abb. 1. Grundriß vor der Wiederherstellung.



der Doppelkrümmung bei Anordnung ansteigender Kreuzgewölbe habe ich an anderer Stelle dargelegt.\*) Die Gewölbe von Münchenlohra sind mit Gipsmörtel gemauert oder vielmehr vergossen. Gipsmörtel als Bindemittel ist bekanntlich in den Harzgebenden überhaupt sehr verbreitet. Die Gurte zwischen den Gewölben sind aus Kalksteinquadern gearbeitet.

Auch die ganze aufsteigende Architektur der Kirche weist auf den Oberflächen Quaderarbeit auf. Der innere Kern der Mauern und Pfeiler ist natürlich in üblicher Weise aus vergossenem Bruchsteinwerk hergestellt. Da die Anlage des Langhauses nach dem von einigen Kunstschriftstellern so genannten „gebundenen System“ erfolgt ist (die genannte Bezeichnung scheint mir, weil alle einschlagenden Systeme gleich viel und gleich wenig „gebunden“ sind, schlecht gewählt zu sein), so wechseln starke und schwache Pfeiler. Die schwachen Pfeiler haben rechteckige Grundform, der Grundriß der starken Pfeiler besteht aus einem Rechteck mit Vorlagen nach dem Mittelschiff hin. Im westlichen Theil sind diese Vorlagen zum Theil ausgekragt. Die eckigen Bestandtheile der Pfeiler sind mit bloßen Gesimsplatten als Capitellen ausgestattet, die säulenförmigen Bestandtheile besitzen Blattcapitelle, um welche sich jene Gesimse als Deckplatten herumziehen. Alle Bögen sind ungegliedert. Die Mittelschiffswand wird von einem Gurtsims getheilt. Ueber ihm erheben sich in jeder Schildbogenfläche zwei Fenster. Der erhaltene Abschnitt der Emporbühne war zweischiffig angelegt, mit einfachen Rundsäulen auf der Achse und Säulenvorlagen an den gegenüberstehenden Pfeilern.

Der erhaltene Rest des einen Seitenschiffes besaß, wie bereits angedeutet, römische Kreuzgewölbe. Passender würde man eine derartige Ueberwölbung, wenn sie, wie hier, der vortretenden Gurte entbehrt, als ein Tonnengewölbe mit einschneidenden Stichkappen bezeichnen. Auch der Ausführungsweise nach. Man konnte gerade an unserem Beispiel mit Sicherheit feststellen, daß bei der Einwölbung des fraglichen Schiffes zunächst ein Tonnengewölbe eingeschalt worden ist, auf welcher Einschaltung man dann die Schalung für die Stichkappen aufgeschifft hat. Die inneren Spitzen dieser Stichkappen treffen nämlich nicht zusammen: theils liegen sie verschoben nebeneinander, theils lassen sie wenigstens einen Zwischenraum zwischen sich bestehen, eine der von dem Kreuzschema geforderten Stichkappen fehlt sogar. Dies alles könnte nicht vorkommen, wenn man die Unterrüstung in der eigentlichen Art von Kreuzgewölben ausgeführt, d. h. unter den Graten Lehrbögen aufgestellt hätte.

Die drei Quadrate des Kreuzschiffes sind mit gleichen Gewölben wie das Mittelschiff bedeckt und bieten im Inneren nichts besonders Bemerkenswerthes. An der Ostwand der Kreuzarme fanden sich die nunmehr vermauerten Eingangsbögen zu zwei Nebenapsiden vor; diese Apsiden selbst waren verschwunden. Verschwunden waren auch die Gewölbe des Chorquadrats und der Hauptapsis. In beiden Räumen bildete eine verbretterte Balkenlage die Decke. Nur die Anfänge des ehemals vorhandenen Gewölbes waren in den westlichen Ecken der Chorvorlage noch sichtbar.

Das Außere der Kirche bewegte sich gleich dem Inneren in entwickelten spätromanischen Formen. An den Kreuzarmen sind die Ecken mit Lisenen eingefasst, welche eine geraume

Strecke unterhalb des Dachgesimses sich strebepfeilerartig abdachen. Alle Obermauern sind mit dem Bogenfries geschmückt. Auf die Höhe des Lichtgadens legen sich der Obermauer am nördlichen Kreuzarm und einem anstosenden Stück des Mittelschiffs Halbsäulen vor, ein Schmuckmotiv, welches auch hier wie in manchen andern Fällen nicht recht verarbeitet erscheint: die Säulchen wachsen mit ihren Capitellen ziemlich unorganisch in den Bogenfries hinein.

Mit Ausnahme des in thüringischer Art etwas weichlich behandelten Bogenfrieses sind alle Einzelheiten der Kirche, sowohl im Außern als im Innern, sehr schön gezeichnet. Tafel 11 im Atlas führt auf ihrer oberen Hälfte einige Beispiele vor Augen. Die Deckplatten der Pfeiler, bezw. der Säulencapitelle sind zum Theil mit Ornament versehen, mit Schuppen-, Schachbrett- und Zahnschnittmustern oder aber mit Blattfriesen. Der Dachsim besteht aus einer weitausladenden Schicht mit einer großen Hohlkehle, deren Oberkante ein tiefunterschnittener Rundstab säumt. Das eigenthümliche, im Maßstab aus der sonstigen Behandlung der Einzelheiten einigermaßen herausfallende Profil dieses Gesimses findet sich an Kirchenbauten der Zeit um 1200 mehrfach in Deutschland, an der Klosterkirche von Lippoldsberg an der Weser in peinlicher Uebereinstimmung mit Lohra: Auch ein Beweis für die enge Verbindung selbst zwischen weit entfernten Baustätten, besonders zwischen solchen des gleichen klösterlichen Ordens.

Im Chore der Kirche befindet sich der Grabstein eines Herrn Bodo v. Gladenbeck, dessen Inschrift Mittheilung davon macht, daß das Gebäude im Jahre 1666 eine umfassende Herstellung erfahren und vorher wüst gelegen hat. Diese Verwüstung war, wie sich mit Sicherheit annehmen läßt, in den Bauernunruhen des Jahres 1525 erfolgt, welche gerade in diesen Gegenden mehr als anderswo Zerstörung über Adelssitze und Klöster brachten. Sichtbarlich sind die Gladenbeckschen Arbeiten im wesentlichen das Letzte gewesen, was vor unserer Zeit zur Erhaltung an der Kirche geschehen ist. Der betreffenden Zeitperiode, dem siebzehnten Jahrhundert, gehörten vor allen Dingen, nach der Construction zu schließen, die Dachstühle an. Diese Construction war eine mangelhafte, die Mauern mit Seitenschub bedrohende, demzufolge die Restauration sich u. a. mit der Erneuerung dieser Dächer zu befassen hatte. Mit der Dachconstruction war die Balkendecke über Chorquadrat und Hauptapsis gleichzeitig und das obere Mauerwerk dieser Bautheile wies deutliche Spuren einer späten Erneuerung auf. Es muß angenommen werden, daß — etwa in jener Zeit von 1525 — mit den alten Gewölben des Chores auch ein Theil seiner Mauern zerstört worden ist. Beim Wiederaufbau ließ Gladenbeck die Apsismauer über ihre ursprüngliche Höhe, nämlich bis zur allgemeinen Höhe der Obermauern hinaufführen. Es wurde hiermit die Möglichkeit einer durchgehenden Balkenlage über Quadrat und Apsis bezweckt und ein andernfalls zwischen beiden zu errichtender Bogen erspart. Mit einer damals seltenen Pietät begnügte man sich bei Herstellung der Ueberhöhung nicht mit der Aufführung des übrigens ziemlich rauhen Mauerwerks, sondern man führte an diesem auch die vorhandenen Wandsäulchen empor und bekrönte die höhere Mauer, wenn auch in etwas unordentlicher Weise, mit den alten, offenbar damals noch erhaltenen Quaderschichten des Bogenfrieses und Hauptgesimses. Ob die Verkürzung der Kirche im Westen in der Zeit der ebengedachten Arbeiten oder früher oder später

\*) Vergl. Centralblatt der Bauverwaltung, Jahrg. 1885, S. 290 ff.



erfolgt ist, hat nicht festgestellt werden können. Am wahrscheinlichsten ist es ja wohl, daß auch die hier geschehenen, einschneidendsten Verwüstungen zur Zeit der großen bauerlichen Revolution ins Werk gesetzt worden sind. Der zeitweilige Abschluß des Gebäudes an dieser Stelle war sichtbar mit sehr nothdürftigen Mitteln ausgeführt. Sicher ist aber, daß die Vermauerung der Scheidebögen, welcher nur die Zerstörung der Seitenschiffe als Ursache gedient haben kann, noch in gothischer Zeit bewirkt worden ist. In einem der Mauerschlüsse fand sich nämlich eine in spätgothischer Weise behandelte Eingangstür vor.

Von all diesen späteren Verstümmelungen, Veränderungen und Zusätzen absehend, die als solche überall leicht erkennbar waren, erschien es weiter vor allem interessant, daß an dem ursprünglichen romanischen Bestande des Gebäudes auch noch die Arbeit zweier scharf von einander geschiedenen Bauperioden zu unterscheiden war. Jedem aufmerksamen Auge mußte es auffallen, daß, wenn auch die Hauptmasse des Baues der Zeit um 1180 zuzuweisen ist, bereits früh im dreizehnten Jahrhundert eine theilweise Erneuerung der Kirche erfolgt sein muß. Die Bestandtheile, welche diesem ersten und zweiten Bauabschnitt ihre Entstehung verdanken, unterscheiden sich in der Behandlung der Form kaum merkbar von einander, um so mehr aber technisch in dem durch vielfache Absätze unterbrochenen Zuge der Linien und Flächen.

In den älteren Theilen sind die Mauern vielfach aus Loth und Schnur gewichen, quader- und schichtenweise zeigt sich die Verblendung verschoben. Hier nur die Wirkung des treibenden Gipsmörtels erkennen zu wollen, wäre verfehlt. Vielmehr hat die Untersuchung der Architekturlinien mit Loth und Wage dem Verfasser die Ueberzeugung beigebracht, daß wir es mit einem Bau zu thun haben, der, in der letzten Zeit des zwölften Jahrhunderts aufgeführt und wenigstens im wesentlichen zur Vollendung gebracht, alsbald eine große Katastrophe und zwar die des Einsturzes der Mehrzahl der Gewölbe erlebt hat. Die Arbeiten der zweiten Bauzeit waren dann nichts weiter als der Wiederausbau des in Trümmer gefallenen Werkes.

Der hiermit angenommenen ersten Bauzeit gehören an: das nördliche Kreuzschiff ganz, das Chorquadrat bis nahe unter das Gesims, sowie das östliche Feld der nördlichen Mittelschiffmauer; ferner das südliche Kreuz in seiner unteren Hälfte, ebenso von den Mittelschiffmauern des ersten und zweiten Feldes (von Osten an) auf der Südseite und des zweiten Feldes (von Osten an) auf der Nordseite die untere Hälfte. Am südlichen Kreuz und an den eben erwähnten Mittelschiffwänden entstammt die obere Hälfte dem zweiten Bauabschnitt. Demselben gehört weiter das Gesims des Chorquadrats, der erhaltene Seitenschiffrest, der westliche Theil des Mittelschiffes überhaupt und die erhaltene Ueberwölbung an. Weshalb dieser zweite Bauabschnitt in die Zeit erst des dreizehnten Jahrhunderts zu verlegen ist, darauf werde ich noch einmal zurückkommen.

Die Wiederherstellungsarbeiten wurden eingeleitet neben einer Untersuchung des zu Tage stehenden Bauwerks mit Aufgrabungen zur Auffindung der Fundamente der verschwundenen

Bautheile. Hierbei fand sich vor allem die Grundmauer einer westlichen Apsis in der Gegend, wo in Abbildung 1 westlich vor dem bestehenden Gebäude zwei freiliegende quadratische Pfeilerfundamente gezeichnet sind. Dieses Apsidenfundament war aus rothen Sandsteinen gemauert, statt aus grauen Kalksteinen wie die übrigen entdeckten Fundamente. Durch diese letzteren wird ein Kirchenplan festgestellt, in welchen eine solche Apsis nicht hineinpaßt (dieselbe ist in Abbildung 1 aus Gründen der Deutlichkeit nicht dargestellt worden). Es ist die Vermuthung erlaubt, daß diese Apsis nach Vollendung des ersten Baues, nämlich in der Zeit gegen 1180, den westlichen Abschluß der Kirche dargestellt habe. Sollte nach dem vorausgesetzten Einsturz des Gebäudes und vor dem Wiederaufbau desselben der eingangs erwähnte Uebergang der Niederlassung von einem Mönchs- an einen Nonnenconvent stattgefunden haben, so würde die Thatsache dieses Uebergangs die bei diesem Wiederaufbau erfolgte Preisgebung gedachter Westapsis erklären. Die Gemeinschaft der Nonnen benötigte einer ausgedehnten westlichen Emporbühne. Vier Gewölbefelder dieses „Nonnenchor“ haben wir ja erhalten vorgefunden. Um den Chor geräumig genug zu gestalten, wäre dann die Westapsis der Mönche niedergerissen und der Kirchenbau nach Westen hin verlängert worden.

Der Grundriß dieser Verlängerung kann nach den vorgefundenen Fundamenten mit ziemlicher Sicherheit reconstruirt werden. Den Schiffen lag im Westen zunächst das von Thürmen begleitete Glockenhaus vor, an das sich weiterhin noch ein von Seitenschiffen oder Capellen begleiteter Westchor anschloß. Einzig der Abschluß dieses letzteren blieb zweifelhaft, da die Fundamente dort, wo er gestanden hat, der Steingewinnung wegen ausgebrochen worden sind.

Er war halbrund oder glatt. Der ganze Westtheil der Kirche entspricht im allgemeinen den Anlagen in Gernrode, Drübeck, Ilsenburg, Huyseburg usw. Wie in diesen Kirchen hat sich denn auch in Münchenlohra die westliche auf einer zweischiffigen Halle aufgebaute Empore, der mit vier Gewölbefeldern erhaltene Nonnenchor, bis in den letzten westlichen Abschluß hinein fortgesetzt.

Eine besondere Bedeutung aber erlangten die Aufgrabungen durch die Entdeckung eines an dem Langhause in romanischer Zeit errichteten Strebensystems. Ein kunstgeschichtlich sehr merkwürdiges Vorkommniß. Es kann ohne Anstand behauptet werden, daß die Meister, welche in Deutschland während des zwölften und des dreizehnten Jahrhunderts in romanischer Weise ihre Kirchenschiffe einwölbten, eine der wichtigsten Eigenheiten des Kreuzgewölbes nicht bis in alle Consequenzen hinein klar überdacht haben. Das Kreuzgewölbe, welches, wenigstens bei gleicher oder annähernd gleicher Höhe der inneren und äußeren Scheitel und bei der Ausführung in Bruchsteinen, d. h. auf Schalung, einen Schub nur auf den Ecken bezw. Achsen ausübt, erfordert mit logischer Nothwendigkeit die Auflösung der Mauern in Strebepfeiler und dünne abschließende Wände. Diese Auflösung ist aber in den Gewölbebauten romanischen Stils nicht durchgeführt. Denn die Verstärkung, welche den Mauern der Kirchen durch den Gewölbachsen entsprechende

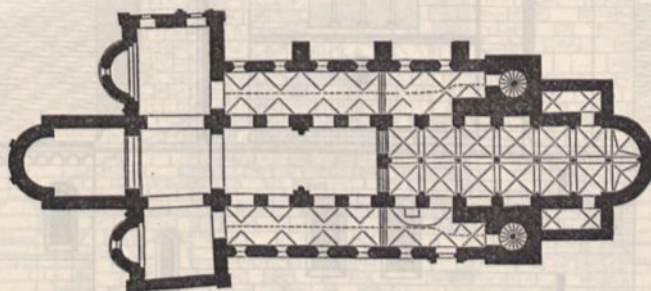


Abb. 3. Muthmaßlicher früherer Grundriß.



Lisenen zu Theil wird, ist zu geringfügig, als dafs sie auf constructive Rücksichten zurückgeführt werden dürfte. Vielmehr hat man es hier mit einer rein formellen Anordnung zu thun, die Folge und Vertheilung der Lisenen bezweckt nichts, als die innere Theilung des Gebäudes nach aufsen hin auszusprechen. Ueberall ist die Stärke der auf den Achsen nothwendig werdenden Widerlagsmassen ohne weiteres oder unter nur geringen Abzügen auch für die blofs abschließenden Mauern maßgebend gemacht.

Eine Aenderung tritt in Deutschland erst mit dem Einzug der Gothik ein. Wenigstens im allgemeinen. Denn am Rhein finden sich einzelne wenige Beispiele von Bauten, die bei noch romanischer Formgebung bereits das gothische Princip der Strebe Pfeiler und sogar der Strebebögen sich zu eigen machen. Zu diesen durch die Nähe Frankreichs beeinflussten Bauten tritt nun als ein weiteres Beispiel einer romanischen Kirche mit Strebe Pfeilern und Strebebögen die Kirche des Klosters Lohra. Und zwar als ein Beispiel, auftretend weit von jenen westlichen Grenzen entfernt, im Herzen deutschen Landes nach heutigen Begriffen, an einem Orte, der damals der slavischen Sprachgrenze nahe lag. Wenn einst die Baugeschichte des Mittelalters, die heute noch in den Anfängen liegt, dazu fortgeschritten sein wird, sich u. a. mit der Wanderung der Constructionsgedanken zu beschäftigen, dann dürfte unter den interessanteren Aufgaben dieser schönen Wissenschaft die Frage der frühen Uebertragung jenes Systems von der Culturstrafe des Rheins nach der Wald-einsamkeit des thüringischen Klosterleins ebenfalls auftauchen.

Das bei den Aufgrabungen vorgefundene Strebe Pfeilerfundament ist in Abb. 1 dargestellt. Es lenkte die Aufmerksamkeit

auf die westwärts davon gelegenen, zwar stark versehrten, immerhin aber bis auf eine gewisse Höhe über den Boden noch vorhandenen beiden Strebe Pfeiler des südlichen Seitenschiffs. Für diese, welche man bis dahin für nachträglich angesetzte Mauer-

verstärkungen hatte halten können, ergab sich beim Ausgraben des verschütteten Sockels und der Inaugenseinnahme des Verbandes im Sockel die unumstößliche Gewifsheit, dafs sie mit der romanischen Seitenschiffsmauer gleichzeitig errichtet sind. Auch der am damaligen Westende der Kirche unter späterem Putz aufgedene wirkliche Strebebogen (vergl. Abb. 2) gewann nun seine Deutung, ebenso die Unregelmäßigkeit im Mauerverband, welche sich an der südlichen Ober-schiffswand zweimal genau an der Stelle zeigt, wo ein Strebebogen angeschlagen haben mufs. Abb. 6 stellt den Querschnitt der Kirche dar mit Strebe Pfeilern und Strebebögen auf der Süd- und der Nordseite. Dafür, dafs auch auf der Nordseite das Strebesystem einst bestanden habe, konnte der Verfasser bei seinen vor Ausarbeitung der Baupläne angestellten Untersuchungen sichere Anhaltspunkte nicht gewinnen. Das Strebewerk ist deshalb auch nur auf der Südseite, nicht auf der Nordseite wiederhergestellt worden. Mittheilungen von anderer Seite, wonach sich späterhin vor dem nördlichen Seitenschiff in sehr großer Tiefe ebenfalls noch Reste von Strebe Pfeilerfundamenten gefunden haben sollen, liefen erst ein, nachdem der Bau schon vollendet war. Es sind im Beginn dieses Aufsatzes die beiden

noch in die romanische Stilperiode fallenden Bauzeiten erwähnt worden, welchen der alte Bestand der Kirche seine Entstehung dankt. Selbstverständlich gehören die Strebe Pfeiler und Strebebögen der Südseite samt dem im Mauerverband nicht davon zu

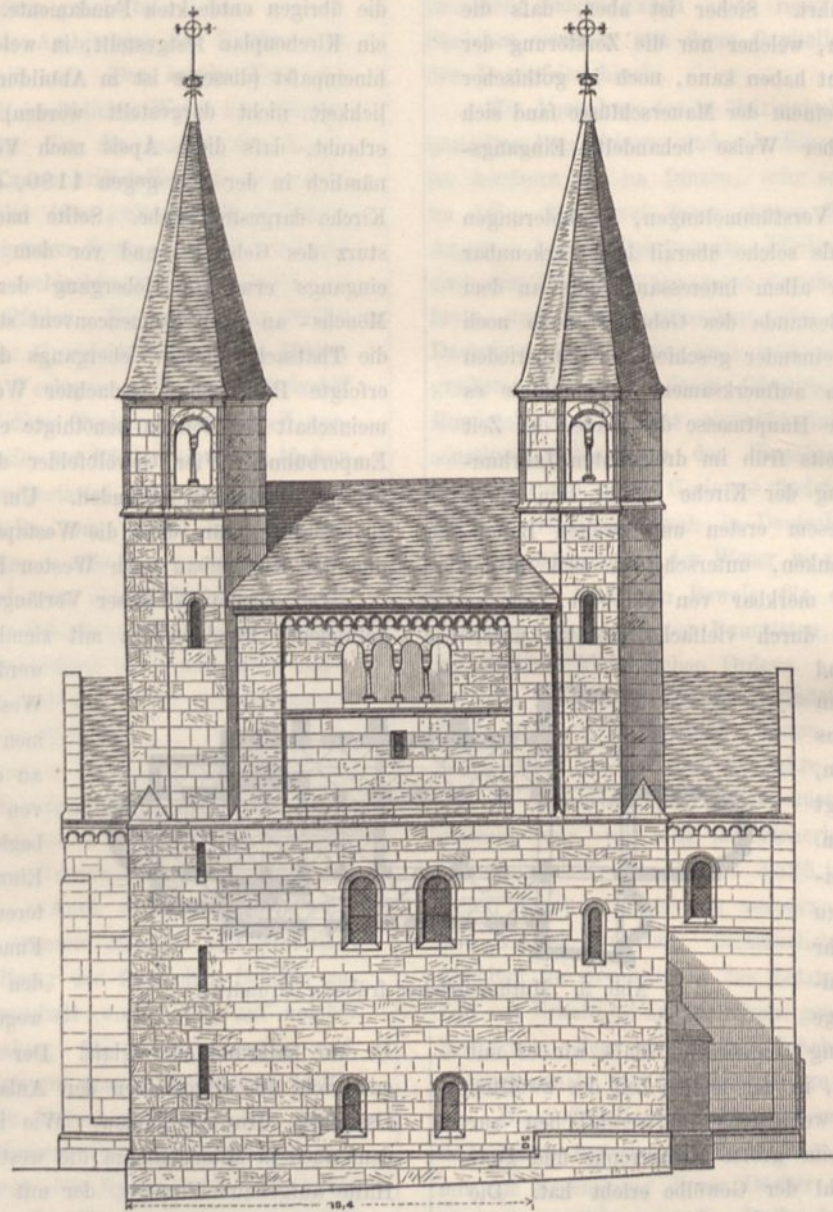


Abb. 5. Westseite nach der Wiederherstellung.

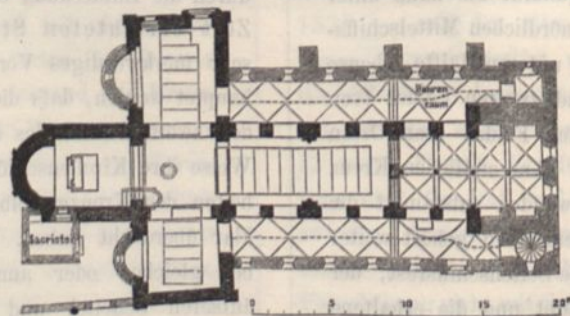


Abb. 4. Grundriß nach der Wiederherstellung.



trennenden südlichen Seitenschiff der zweiten Bauzeit, dem dreizehnten Jahrhundert an. Sollte bei dem obengedachten, zwischen die erste und zweite Bauperiode entfallenden Einsturz das nördliche Seitenschiff unbeschädigt geblieben sein, so erscheint es möglich, daß das Strebewerk immer nur einseitig, auf der Südseite, bestanden hat.

Ueber die Kirche von Lohra und die neuen Bauten an derselben ist im Centralblatt der Bauverwaltung schon einmal in kürzerer Form berichtet worden.\*) Dasselbst ist auch der Umfang u. dgl. der Wiederherstellungsarbeiten beschrieben. „Vor allem mußte der Wiederaufbau der Seitenschiffe und der seitlichen Chornischen, sowie die Errichtung eines westlichen Thurmbaues ins Auge gefaßt werden. Nach Ausweis des nunmehrigen Grundrisses (Abb. 4) und der Ansicht der Westseite (Abb. 5) ist dies in der Weise geschehen, daß, wie oben schon erwähnt, an der Südseite die hochinteressante Strebeanlage nach dem einen vorhandenen Muster wieder erneuert wurde, während bei der Herstellung des im Fundament aufgefundenen Glockenhauses mit seinen beiden Thürmen — von denen der eine Treppenturm geworden ist — von einem Wiederaufbau des Westchors abgesehen ist. Neben anderweitigen Wiederherstellungs- und Ergänzungsarbeiten, als dem Abtragen der Chormauer und der Neu einwölbung des Ostchors, der Erbauung einer kleinen Sacristei, der Anlage einer neuen Hauptzugangsthür im nördlichen Seitenschiffe — der örtlichen Gelegenheit entsprechend —

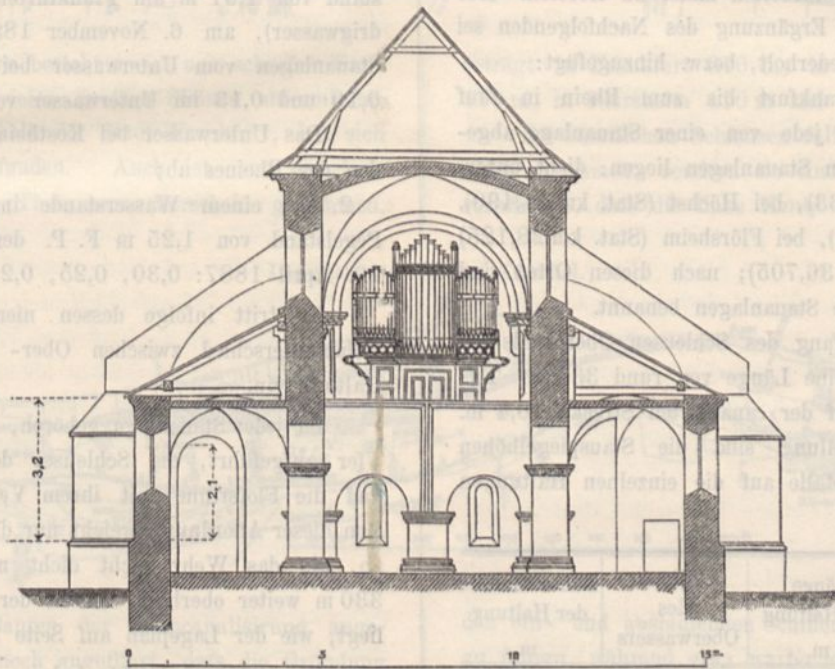


Abb. 6. Querschnitt nach der Wiederherstellung.

\*) Siehe Centralblatt der Bauverwaltung, Jahrgang 1886, Seite 61 ff.

und anderem mußten die baufälligen Dächer sämtlich erneuert und das Mauerwerk im Außen- und Innern von den vorhandenen Schäden durchweg befreit werden.

Die Bauarbeiten sind im April 1882 begonnen, in jenem Jahre bis zur Fertigstellung des Rohbaues und der Dacheindeckung geführt und, abgesehen von der erst im Jahre 1885 bewirkten einfachen farbigen Ausmalung des Innern, im Jahre 1883 beendet worden. Für die erneuerten Bauteile und die Ergänzungen des Quaderwerks des Außen- ist ein dem alten Material entsprechender, in den nahen Hainleitebergen brechender Muschelkalkstein verwendet, für die Gewölbe sind der Leichtigkeit halber rheinische Schwemmsteine benutzt, die Dächer mit deutschem Schiefer eingedeckt worden. Die Fenster haben weißse Musterverglasung erhalten. Ein vorhandener gothischer Taufstein (Blatt 11) konnte an seinem Platz belassen werden, während Altar und Kanzel aus Sandstein neu gefertigt und der alten Orgel ein neues Gehäuse in Eichenholz gebaut wurde.

Die auf 50500  $\mathcal{M}$ . veranschlagt gewesenen Baukosten, welche, abgesehen von einem Allerhöchst bewilligten Gnadengeschenk im Betrage von 20500  $\mathcal{M}$ ., aus dem Patronats-Baufonds bestritten wurden, stellen sich auf 53875  $\mathcal{M}$ . Der Wiederherstellungsbau ist unter der Leitung des Herrn Kreis-Bauinspector Baurath Heller in Nordhausen nach dem Entwürfe des Unterzeichneten ausgeführt worden. Die Einweihung des fertigen Baues ist am 14. December 1885 erfolgt.

K. Schäfer.

## Einzelheiten der Renaissance aus Halle a. d. Saale.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 12 und 13 im Atlas.)

Bekanntlich hat in den obersächsischen Gegenden bereits das 15. Jahrhundert eine reiche Kunstblüthe gezeitigt und es wetteifern die zahlreichen spätgothischen Denkmäler dieses Landes an Eigenart und künstlerischem Schwung der Einzelheiten erfolgreich mit den gleichzeitigen Hervorbringungen jedes andern Gebietes. Das gesteigerte Kunstvermögen, welches sich in diesen älteren Schöpfungen ausspricht, beherrscht aber auch noch die Folgezeit, die der deutschen Renaissance. An Reichthum der Erfindung, an liebevollem Durcharbeiten des Kleinen werden die sächsischen Werke des 16. und des beginnenden 17. Jahr-

hunderts in vielen Fällen von keinen auswärtigen Erzeugnissen übertroffen. Unter den Städten, welche in dieser Beziehung voranstellen, nimmt wiederum die Stadt Halle eine der ersten Stellen ein. Wir bringen im Anschluß an frühere Veröffentlichungen auf Blatt 12 und 13 im Atlas einige Einzelheiten der deutschen Renaissance aus Halle.

Die Gegenstände auf Blatt 12 entstammen sämtlich dem ehemaligen Thalhause daselbst, jenem vor kurzem leider abgebrochenen Gebäude, welches in verschiedenen seiner Innenräume den reichsten architektonischen Schmuck aufwies. Die darge-



stellten Stücke vom Innenausbau sind in Holz ausgeführt. Sie bestehen aus der schönen Tafeldecke eines der beiden polygonen Erker an der Straßenseite des Hauses, aus einem Stücke der Wandtäfelung im sog. Gerichtszimmer, aus einer Thürbekrönung und aus einer Abbildung der Consolen daselbst, welche letztere die Deckenbalken von den Wänden des Zimmers her unterstützen.

Auf Blatt 13 stellt die erste Abbildung ein Chorgestühl in der Marien- oder Marktkirche dar, die zweite Abbildung die Eingangsthür zu dem Aufgang nach der Kanzel in der Moritzkirche.

Die dargestellten Architekturstücke sind von Herrn Architect Hugo Steffen aufgenommen und gezeichnet worden.

## Die Canalisirung des Mains von Frankfurt a. M. bis zum Rhein.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 14 bis 17 im Atlas.)

### 1. Allgemeines.

Die Canalisirung des Mains von Frankfurt a. M. bis zum Rhein ist in den Jahren 1883 bis 1886 fertig gestellt worden. Unter Bezugnahme auf die bereits stattgehabte Veröffentlichung im Centralblatt der Bauverwaltung, Jahrg. 1886, S. 407 u. ff., erscheint es entbehrlich, hier die der Ausführung vorangegangenen Verhandlungen und die Vorarbeiten näher zu erörtern. Nur zum Verständniß bezw. zur Ergänzung des Nachfolgenden sei an dieser Stelle folgendes wiederholt, bezw. hinzugefügt:

Der Main ist von Frankfurt bis zum Rhein in fünf Haltungen eingetheilt, deren jede von einer Stauanlage abgeschlossen wird. Die einzelnen Stauanlagen liegen: dicht unterhalb Frankfurt (Stat. km 7,363), bei Höchst (Stat. km 14,490), bei Okriftel (Stat. km 20,835), bei Flörsheim (Stat. km 28,125) und bei Kostheim (Stat. km 36,705); nach diesen Orten sind auch die Haltungen sowie die Stauanlagen benannt.

Der Fluß hat vom Anfang des Schleusen-Obercanals bei Frankfurt bis zum Rhein eine Länge von rund 33 km. Das Gefälle des Mains beträgt auf der canalisirten Strecke 10,4 m. Aus folgender Zusammenstellung sind die Stauspiegelhöhen sowie die Vertheilung der Gefälle auf die einzelnen Haltungen ersichtlich:

Stauanlage bei	Länge der Haltung m	Ordinate des Oberwassers	Daher Gefälle der Haltung m
Frankfurt . . . . .	7127	+ 92,30 *)	2,70
Höchst . . . . .	6345	+ 89,60	1,80
Okriftel . . . . .	7290	+ 87,80	1,80
Flörsheim . . . . .	8580	+ 86,00	1,80
Kostheim . . . . .	bis zum Rhein 3295	+ 84,20	2,30 i. M.

Das Gefälle der Stauanlage bei Kostheim ist veränderlich je nach den wechselnden Wasserständen des Rheins. Bei dem kleinsten gemittelten Fahrwasserstande von 1,50 m am Pegel bei Köln, = 1,25 m am Pegel bei Bingen, = 1,25 m am Fahrpegel bei Mainz, beträgt dies Gefälle 2,7 m und ist schon bei einem Wasserstande von 3,5 m am Fahrpegel bei Mainz soweit aufgehoben, daß die Schiffe durch den Schiffsdurchlaß geleitet werden können. Der Unterdrempel der Kostheimer Schleuse liegt 0,77 m unter dem Nullpunkt des Mainzer Fahrpegels, welcher die Fahrtiefe der Rheinstraße zwischen Bingen und Mainz anzuzeigen bestimmt ist.

Bei diesen Höhenzahlen ist die Annahme gemacht worden, daß die einzelnen Haltungen gestaut eine wagerechte Ober-

fläche haben, was in Wirklichkeit niemals der Fall ist, da auf jeder Haltung ein je nach der Größe des Zuflusses der Main-Wassermassen wechselndes Gefälle von einer Stauanlage zur andern sich einstellt. Diese Gefälle haben nach stattgehabten Messungen im gestauten Main betragen:

1. bei einem Wasserstande im Main, welcher einem Pegelstand von 1,01 m am Frankfurter Staatspegel entspricht (Niedrigwasser), am 6. November 1886 der Reihe nach an den Stauanlagen vom Unterwasser bei Frankfurt an: 0,18, 0,11, 0,19 und 0,13 im Unterwasser von Flörsheim.

Das Unterwasser bei Kostheim hängt von den Wasserständen des Rheines ab;

2. bei einem Wasserstande im Main, entsprechend einem Pegelstand von 1,25 m F. P. der Reihe nach wie vor am 29. April 1887: 0,30, 0,25, 0,25 und 0,16.

Es tritt infolge dessen niemals der ganze vorgesehene Höhenunterschied zwischen Ober- und Unterwasser auf einer Haltung ein.

Zu jeder Stauanlage gehören, vom linken nach dem rechten Ufer aufgeführt, die Schleuse, der Fischpafs, das Nadelwehr und die Floßrinne mit ihrem Verschluss, dem Trommelwehr. Von dieser Anordnung weicht nur die Haltung Frankfurt insofern ab, als das Wehr nicht dicht neben der Schleuse, sondern 330 m weiter oberhalb, unweit der neuen Staatseisenbahnbrücke liegt, wie der Lageplan auf Seite 21/22 zeigt.

Die mehr regelrechte Anlage, wie sie bei den übrigen vier Haltungen angewandt ist, zeigt der daselbst gezeichnete Lageplan der Haltung Okriftel.

Die Bauwerke der einzelnen Stauanlagen sind möglichst einheitlich gehalten, doch machten verschiedene örtliche Nebenumstände in den einzelnen Theilen Abweichungen von nicht wesentlicher Bedeutung nöthig, welche bei den einzelnen Bauten Erwähnung finden sollen.

Zwischen den Stauanlagen ist in dem Mainbett an den Stellen, wo dasselbe nicht tief genug war, die nöthige Tiefe künstlich hergestellt worden.

An keiner Stelle war es nöthig, Durchstiche im Main zu machen, weil keine der vorhandenen Krümmungen der Schifffahrt hinderlich ist.

Die angelegte Sohle des Flusses hat in den Staustrecken ein Gefälle von 1:15000. Dieses Gefälle beginnt unterhalb jedes Schleusen-Untercanals und geht gleichmäßig durch bis zur nächsten Stauanlage.

Die Drempel der Schleusen sind so angeordnet, daß sie 2,5 m unter dem ins Auge gefaßten wagerechten Wasserspiegel der einzelnen Haltungen liegen. Die gewählte Höhenlage dieser

\*) Die angegebenen Ordinaten sind die beim Bau eingeführten, auf Amsterdamer Null bezogenen. Die Umwandlung auf Normal-Null ist mit Rücksicht auf die Vorverhandlungen unterblieben.

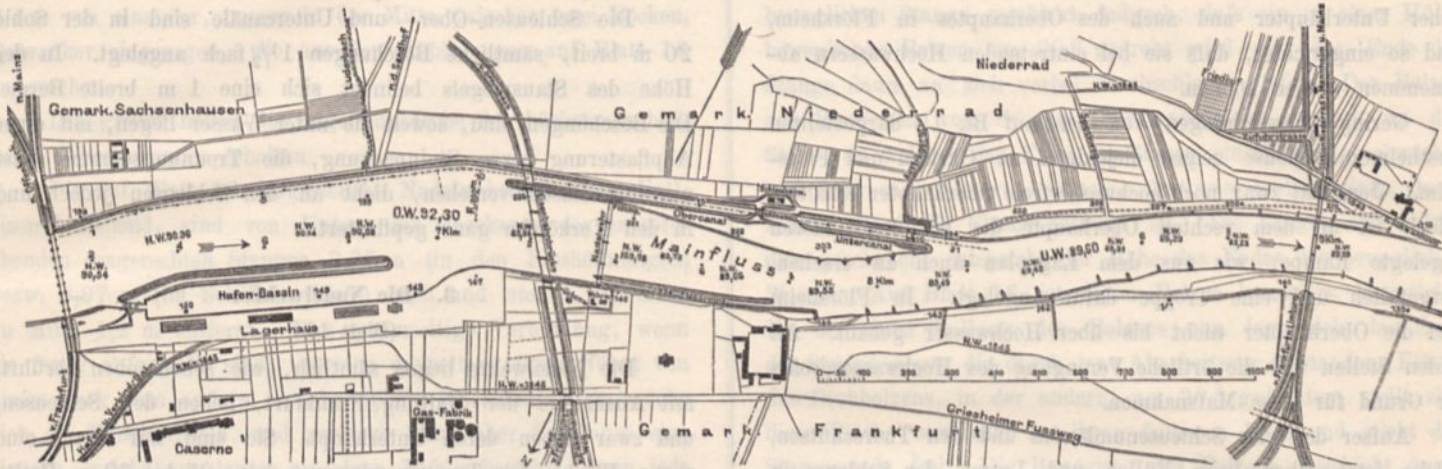


Bauwerke gestattet also, die Wassertiefe der ganzen canalisirten Mainstrecke, wenn erforderlich, auf 2,5 m zu bringen.

Hinter jedem Untercanal steigt die Sohle auf eine Strecke von 20 bis 80 m Länge um 0,5 m an und von hier, dem

höchsten Punkte der Sohle auf der betreffenden Haltung, beginnt das schon erwähnte Gefälle von 1:15000 bis zur nächstunteren Schleuse. Es ist so ermöglicht, daß Schiffe bis zu 2 m Einsenkung fahren können.

Lageplan der Haltung Frankfurt.



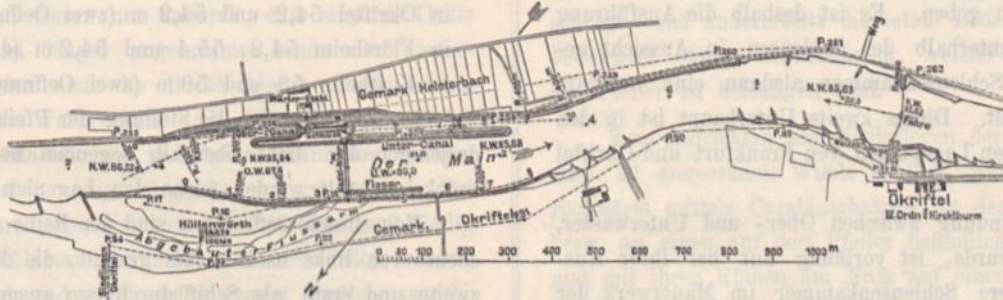
Die Sohle des Mainbettes besteht meist aus scharfem Sand und Kies mit kleinen und vielen großen Steinen untermischt; an einer Stelle, dicht unterhalb der Stadt Frankfurt, hat sich Fels (kugelige Basalt) gefunden. Auch ist auf einzelnen Strecken fester Letten und Thon zum Vorschein gekommen, sodafs im allgemeinen der Boden als für die Bauten der Canalisirung sehr günstig bezeichnet werden kann. Flug- oder Trieb sand findet sich nur auf der untersten Strecke vom Kostheimer Wehr bis zum Rhein.

beträgt in Frankfurt 870 m, in Höchst 400 m, in Okriftel 470 m, in Flörsheim 410 m und in Kostheim 1300 m.

Bei sämtlichen Schleusen fallen Canal- und Schleusenachse nicht zusammen, sondern sie sind gleichlaufend so zu einander verschoben, daß die linke Kante der Canalsohle in die Vorder-

fläche der entsprechenden Schleusen-mauer fällt. Die Schleusenachse liegt daher 4,75 m landwärts von der Canalachse entfernt. Die derart entstehende seitlich verschobene Lage des Canals zur Schleuse gestattet

Lageplan der Haltung Okriftel.



den ein- und auslaufenden Schiffen, in gerader Richtung weiter zu fahren, während etwa wartende Fahrzeuge zur Seite im Canal liegen bleiben.

Die Schleusen sind 10,5 m i. l. breit und 85 m von Drepelspitze zu Drepelspitze lang. Die Größe genügt, um Schiffen bis zu 20000 Centnern (1000 Tonnen) Tragfähigkeit den Durchgang zu gewähren. Die Neigung der Drepel beträgt 1:6.

Die Füllung der Kammer geschieht sowohl durch die in den hölzernen Thoren befindlichen, senkrecht beweglichen Thorschützen, wie auch durch Umläufe, welche, 1,3 m breit und rund 2,2 m hoch, durch ein um eine senkrechte eiserne Achse sich bewegendes Drehschütz geschlossen sind. Die Drehschütze sind aus Eisenblech zusammengenietet und so hergestellt, daß sie behufs erforderlicher Ausbesserungen, Reinigungen usw. nach Entfernung ihrer Achse und des besonders zweckentsprechend eingerichteten eigenartigen Spurlagers seitlich herausgenommen werden können. Das Umlauf-Drehschütz ist auf Bl. 15, Abb. 16 bis 24, in seinen einzelnen Theilen dargestellt.

Zur Bewegung des Drehschützes sowohl wie der hölzernen Schleusenthore (Bl. 15, Abb. 12 bis 15) dient die auf Bl. 15, Abb. 25 bis 39 dargestellte Winde. Dieselbe enthält eine einfache Zahnradübersetzung. Das Drehschütz wird durch einen

2. Die Schleusenanlagen mit den Schleusencanälen.

(Blatt 15.)

Die Schleusen sind am linken Ufer im gewachsenen Boden erbaut. Es hat sich so die Anlage mehr oder weniger langer Schleusencanäle ergeben. Die Länge dieser Schleusencanäle



Zahnradquadranten, das Thor durch eine Zahnstange in Bewegung gesetzt.

Sämtliche Winden und sonstige Theile der Schleusen, welche unter Hochwasser kommen können, also die Winden für die Umlaufschütze und die Thore, sowie die Thorschützwinden mit ihrem Gestell und die Handgeländer auf den Thoren sämtlicher Unterhäupter und auch des Oberhauptes in Flörsheim, sind so eingerichtet, daß sie bei eintretenden Hochwassern abgenommen werden können.

Geringe Abweichungen von der auf Bl. 15 dargestellten Kostheimer Schleuse zeigen diejenigen zu Okriftel und Flörsheim. Jene hat zwar noch hochwasserfreie Oberhäupter erhalten, jedoch ist an dem rechten Oberhaupt die bei den anderen angelegte Rampe, wie aus dem Lageplan auch zu ersehen, fortgefallen und eine Treppe dafür angelegt. In Flörsheim sind die Oberhäupter nicht bis über Hochwasser gebaut. An beiden Stellen war die örtliche Verengung des Hochwasserprofils der Grund für diese Mafsnahmen.

Außer den vier Schleusenumläufen und den Thorschützen, welche jetzt schon beim Füllen und Leeren der Schleuse in Thätigkeit treten können, ist an jeder Schleuse noch eine fernere Verbindung zwischen Ober- und Unterwasser vorbereitet, welche dazu dienen soll, auch für den Fall die Schleuse mit füllen zu helfen, wenn es später durch gesteigerten Verkehr sich nothwendig zeigen sollte, den Schleusen eine größere Länge, also eine größere Leistungsfähigkeit, hauptsächlich zum Durchlassen größerer Schleppzüge an der Kette oder hinter freifahrenden Dampfern, zu geben. Es ist deshalb die Ausführung zweiter Unterhäupter unterhalb der Schleusen in Aussicht genommen, wonach die Schleusenkammer alsdann eine nutzbare Länge von 350 m erhält. Dieses zweite Unterhaupt ist in den oben im Text eingefügten Lageplänen von Frankfurt und Okriftel angedeutet.

Die fernere Verbindung zwischen Ober- und Unterwasser, welche oben erwähnt wurde, ist vorläufig nur bei ihrer Ausmündung in die spätere Schleusenkammer im Mauerwerk der Schleuse angelegt. Der Grundriß und die Schnitte der Schleuse auf Bl. 15 zeigen diesen Anbau, welcher am rechten Unterhaupt sämtlicher Schleusen angebracht und bis auf weiteres an seinem hinteren Ende vermauert ist. Im Bedarfsfalle ist dann dieser Zulaufcanal nach rückwärts bis zur Einmündung in das Oberwasser zu verlängern.

Eine Berechnung der Füllungszeit der späteren großen Schleuse hat je nach den Gefällen der einzelnen Haltungen von 1,8 bis 2,7 m eine Zeit von 10 bis 12 $\frac{1}{2}$  Minuten ergeben. Da jedoch sämtliche Oeffnungen zum Einlassen des Wassers nicht, wie in jener Berechnung angenommen war, zugleich plötzlich geöffnet werden können, so dürfte in Wirklichkeit alsdann eine Füllungszeit von 15 bis 18 Minuten eintreten, während die Füllung der Schleusen in ihrer jetzigen Gestalt 4 bis 5 Minuten erfordert.

Schließlich sei hier noch hinzugefügt, daß für die im Main von Mainz bis nach Aschaffenburg hinauf gelegte Kette der Actiengesellschaft „Mainkette“ in Mainz in den Thoren sowohl, wie in den Drempeeln Ausschnitte bzw. Rinnen angelegt sind; die Ausschnitte in den Thoren sind, wie auf Bl. 15 Abb. 13 darstellt, 10  $\times$  12 cm, die Rinnen in den Drempeeln 10  $\times$  10 cm groß. Weitere Vorkehrungen zur Führung der Kette in die richtige Lagerung sind nicht angebracht und haben

sich nunmehr im Betriebe auch nicht als nöthig herausgestellt. Jeder Kettendampfer bemüht sich, beim Durchfahren der Schleusen möglichst die Mitte zu halten; falls sich die Kette nicht genau über ihrem Platze befindet, so wird sie durch geeignete Bewegung der Thore beim Zumachen an ihre Stelle gebracht.

Die Schleusen-Ober- und Untercanäle sind in der Sohle 20 m breit, sämtliche Böschungen 1 $\frac{1}{2}$  fach angelegt. In der Höhe des Stauspiegels befindet sich eine 1 m breite Berme. Die Böschungen sind, soweit sie unter Wasser liegen, mit einer Abpflasterung bzw. Steinpackung, die Trennungsdämme sonst nur mit Rasen versehen, dicht an den Schleusen jedoch und in den Vorköpfen ganz gepflastert.

### 3. Die Nadelwehre.

(Blatt 16.)

Die Nadelwehre liegen sämtlich, wie schon oben berührt, mit Ausnahme der Haltung Frankfurt, neben den Schleusen, und zwar neben deren Unterhaupt. Sie sind nur durch eine ebene Fläche des Trennungsdammes von 25 bis 30 m Breite von der Schleuse getrennt. Je nach den verschiedenen Fluthprofilen der einzelnen Baustellen haben sie eine verschiedene Anzahl von Oeffnungen von ebenfalls wechselnder Breite erhalten. Die lichten Weiten der einzelnen Oeffnungen der Nadelwehre betragen der Reihe nach von links nach rechts:

in Frankfurt 43,4, 43,4, 47 und 26,6 m (vier Oeffnungen),  
in Höchst 59 und 59 m (zwei Oeffnungen),  
in Okriftel 54,2 und 54,2 m (zwei Oeffnungen),  
in Flörsheim 54,2, 55,4 und 54,2 m (drei Oeffnungen),  
in Kostheim 59 und 59 m (zwei Oeffnungen).

In Frankfurt ist die Stellung der Pfeiler nach der Stellung derjenigen der dicht oberhalb liegenden neuen Staatseisenbahnbrücke gewählt worden (siehe den Lageplan auf Seite 21).

Von diesen Oeffnungen sind der Reihe der Haltungen nach, ebenso von links nach rechts gezählt, die dritte, zweite, zweite, zweite und erste als Schiffsdurchlässe ausgebildet, welche dazu bestimmt sind, bei niedrigem Wasser und niedergelegtem Wehr für den Fall von Ausbesserungen an der Schleuse den Schiffen immer noch eine Wassertiefe zu bieten, welche wenigstens der alten Mainfahrtiefe vor der Canalisirung von 0,9 m entspricht. Sie sind aber auch dazu bestimmt, bei höheren Wassern, bei welchen die Wehre schon haben gelegt werden müssen, die Schifffahrt aber noch im Gange ist, den Fahrzeugen als Durchfahrt zu dienen. Dieselben brauchen dann nicht die Schleusen zu benutzen.

Die bezüglichen Oeffnungen werden, wenn sie den Schiffen zur Fahrt offen stehen, durch Fahrzeichen (Körbe), welche auf den beiderseitigen Pfeilern aufgesteckt sind, kenntlich gemacht. Sämtliche andere Oeffnungen der Nadelwehre, die Fluthöffnungen, liegen mit ihrer Sohle 0,6 m höher als die Schiffsdurchlässe, theils ungefähr in der Sohle des Flusses, theils etwas höher.

Bei der Anordnung der Nadelwehre mit allen ihren Theilen haben die Anlagen an der Maas in Belgien als Vorbild gedient. Nicht allein ist die Veröffentlichung von Martial Hans, Mémoire sur les travaux de Canalisation de la Meuse (Deutsch von E. Düsing, Verlag von Bergmann, Wiesbaden 1885) benutzt worden, sondern es haben auch verschiedene von den ausführenden Baubeamten die belgischen Bauten besucht und zum



Zweck der Verwerthung jener Einrichtungen bei der Maincanalisierung eingehend durchforscht.

Die Gründung der Nadelwehre ist in Trafs- und Cement-Beton zwischen Spundwänden erfolgt, auf welchem die Sandsteinquader aufgebracht sind. Nach dem Beispiele der belgischen Ausführungen sind durch den Mauerkörper in Entfernungen von 2,4 m von einander, immer in der Mitte zwischen zwei Böcken, Queranker eingezogen, wie aus den Abbildungen auf Blatt 16 zu ersehen.

Die Pfeiler haben die ungefähre Höhe des höchsten schiffbaren Wasserstandes erhalten.

Die auf Blatt 16 dargestellten Nadelwehrböcke, aus Voll-eisen bestehend, sind von Unter- bis Oberkante der entsprechenden wagerechten Stangen 3,37 m (in den Fluthöffnungen) bzw. 3,97 m (im Schiffsdurchlaß) hoch und stehen von Mitte zu Mitte 1,2 m entfernt. Ihre gegenseitige Verbindung, wenn sie fertig aufgestellt sind, ist eine doppelte; einmal führt von einem Bock zum andern eine bewegliche Eisenstange, an welche sich die Nadeln legen, und zweitens führt über das Ganze eine Brücke, welche aus lauter einzelnen Tafeln besteht, deren jede immer an einem Bock befestigt ist und den nächsten an seiner obersten Stange mit geisfußartigen Klauen faßt. Zur Sicherung gegen Abheben dieser Verbindung wird noch ein an einem kleinen Kettchen hängender Vorstecker benutzt, wie Abb. 11 und 13 auf Blatt 16 zeigen.

In den Abb. 9 bis 13 auf Blatt 16 ist ein Wehrbock der Fluthöffnungen dargestellt. Die Böcke des Schiffsdurchlasses unterscheiden sich von diesen nur dadurch, daß einzelne Theile an ihnen stärker und länger angenommen sind. Bei niedergelegtem Wehr befinden sich die Böcke hinter einem Absatz in den Sandsteinen des Wehrrückens (Abb. 22) von 0,4 m Höhe. Die Anlage einer Nische ist, wie in Belgien, vermieden worden, um Sinkstoffen möglichst wenig Gelegenheit zu geben, sich dort abzulagern. Die Einrichtung hat sich auch insofern vollständig bewährt, als zwar Ablagerungen nicht ganz vermieden werden, jedoch so unbedeutend sind, daß sie überhaupt erwähnenswerthe Nachtheile nicht bringen. Die Böcke haben bereits verschiedene Male gelegen, aber es haben die Ablagerungen (hauptsächlich feiner Kies, auch einzelne Steine) beim Aufrichten derselben mittels der in Abb. 21 dargestellten Winde sich von selbst entfernt.

Ein wesentlicher Bestandtheil der Wehrböcke nach belgischem Muster ist die „Auslösung Kummer“. Dieselbe ermöglicht, ein Spiel Nadeln (sämtliche zwischen zwei nebeneinander stehenden Böcken eingesetzte Nadeln) mit einem Male zu entfernen und so das Feld für den Wasserlauf plötzlich frei zu machen. Es wird öfter nöthig, so rasch als möglich die Wehre zu beseitigen, wenn nicht bedeutende Ueberschwemmungen der oberhalb gelegenen Ländereien und infolge davon Durchbrüche und sonstige Schäden verursacht werden sollen. Wenn dies durch das wegen des hohen Wasserdruckes schwierige und zeitraubende Entfernen jeder einzelnen Nadel geschehen sollte, so wäre eine geraume Zeit erforderlich, bis eine einigermaßen wirksame Oeffnung dem Wasserlauf frei stände. Die Kummer-sche Vorrichtung, die diesen Uebelstand beseitigt, besteht darin, daß die schon oben erwähnte bewegliche Eisenstange, welche in einem Gelenk mit senkrechter Achse am Bock drehbar, je zwei Böcke verbindet, und gegen welche sich die Nadeln anlehnen, ihres Haltes am freien Ende beraubt wird und flufsabwärts

wagerecht durchschlägt, bis sie am Bock, an dem sie befestigt ist, anliegt. Die Nadeln haben so ihren Stützpunkt oben verloren und werden vom Wasserstrom fortgerissen; sie sind jedoch an längeren Leinen, welche durch die an ihrem Kopfe befindlichen Oesen gezogen sind, befestigt und werden dann unterhalb des Wehres emporgezogen. Jenes Freimachen des Endes der beweglichen Stange geschieht dadurch, daß ein in einer Hülse beweglicher Bolzen um  $90^\circ$  gedreht wird und das Ende der Stange dann an sich vorbei durchschlagen läßt. Der Bolzen aus Rundeisen von 50 mm Durchmesser ist nämlich an der Stelle, an welcher das Ende der Stange einschlägt, geschwächt! und zwar so, daß von seinem, übrigens kreisförmigen Querschnitt die halbe Fläche entfernt ist. Die Länge, auf welche dies geschehen, entspricht der Höhe des Endes der beweglichen Stange. Auf Blatt 16 ist dieser Bolzen besonders dargestellt. Bei der einen Stellung des Bolzens nun legt sich das Ende der Stange gegen die durch jene Abarbeitung entstandene Fläche des Drehbolzens, in der andern, um  $90^\circ$  gedrehten, stellt sich diese Fläche senkrecht zu ihrer früheren Lage und giebt das Stangenende frei. Die Bewegung des Bolzens geschieht durch einen einfachen Stockschlüssel, der auf den vierkantigen Kopf des Bolzens aufgesetzt wird.

An den beiderseitigen Pfeilern jeder Nadelwehröffnung sind Blindböcke angebracht, welche dem verschiedenen Zweck der beiden Seiten entsprechen, nämlich einerseits zur Befestigung der ersten Brückentafel und der ersten beweglichen Stange zu dienen, unter welcher beim Niederlegen der erste Bock durchschlägt, und andererseits die letzte Brückentafel und die letzte bewegliche Stange aufzunehmen, welche vom letzten Bock aus am Pfeiler zu befestigen sind.

Zum Aufrichten und Niederlegen der Böcke wird eine nach Abb. 21 angeordnete Winde benutzt, welche in Thätigkeit nach rückwärts mittels Carabinerhakens an den vorhergehenden Bock bzw. an einen auf dem Pfeiler befindlichen Ring befestigt wird und mit ihren Klauen am Fuß auf einem Bock steht. Hierbei sei hinzugefügt, daß sämtliche Böcke bei den vier unteren Haltungen nach links, in Frankfurt jedoch nach rechts sich umlegen. Auch ist hier wegen der Entfernung der Wehre von der Schleuse für die ersteren ein besonderer Wärter vorgesehen, welcher auf dem rechten Ufer wohnt und daher von da aus die Wehre zu betreten und zu handhaben hat, während diese in allen übrigen Haltungen zugleich von den auf dem linken Ufer wohnenden Schleusenmeistern bedient werden.

In Abb. 14 und 15 auf Blatt 16 sind die Lager für die Böcke dargestellt. Während für das Hinterlager die belgische Form im allgemeinen beibehalten ist, wurde für das Vorderlager das Vorbild an der Saar benutzt. Es erschien dies Lager, da von der Anwendung einer hölzernen Anschlagsschwelle für die Nadeln am Main abgesehen wurde, wie sie an der Maas eingeführt ist, zweckentsprechender. Der durch den 0,80 m starken Werkstein gehende Lageranker ist durch ein vorher durchgebohrtes, entsprechend weites Loch im Stein durchgesteckt und dann mit Cement vergossen. Im Hinterlager wird behufs Herausnahme oder Einbringens der Böcke der wagerechte Keil nach Entfernung des Vorsteckers herausgezogen. Der untere Anschlag für die Nadeln ist durch ein Winkeisen gebildet, welches in den Sandstein eingelassen und mittels Steinbolzen am oberen Schenkel befestigt ist. Zur Vermeidung größerer



Abnutzung an der Anschlagstelle hat die Nadel einen kleinen Blechbeschlag erhalten.

Zum sicheren Betreten der Brückentafeln auf den Böcken ist über die ganzen Nadelwehre ein einseitiges abnehmbares Geländer, dessen Handgriff aus einem Drahtseil besteht, nach Blatt 16, Abb. 23 bis 26 ausgeführt. Die Einrichtung hat sich als durchaus zweckentsprechend erwiesen. Die jetzt noch am Main beschäftigten Baubeamten haben öfter Gelegenheit zu beobachten, wie von Personen, welche die Brücke ohne Geländer nicht zu betreten wagten, dieselbe mit Geländer mit großer Sicherheit überschritten wird.

Die Verbindung je zweier nebeneinander befindlichen Nadelwehrböcke mittels Kette, sodafs alle Böcke untereinander zusammenhängen und von Pfeiler zu Pfeiler sozusagen nur eine Kette bilden, darf als bekannt vorausgesetzt werden. Die Ketten sind in der Zeichnung angedeutet. Der letzte Bock legt sich in eine im Pfeiler ausgesparte Nische; um diese nicht zu tief machen zu müssen, ist der Bock mit seiner Achse 1,5 m vom Pfeiler entfernt aufgestellt.

Für die Nadeln selbst ist, auf Grund angestellter eingehender Versuche mit verschiedenen in der Gegend zu Gebote stehenden Holzarten, Tannenkreuzholz aus dem Schwarzwald gewählt. Das Einheitsgewicht desselben wurde auf 0,469 bis 0,539 festgestellt; eine große Nadel wiegt rund 20, eine kleine 15 kg; die Nadeln sogen, nachdem sie sieben Tage unter Wasser gelegen hatten, mit 1 l Holz 0,125 l Wasser auf. Ihr Querschnitt ist nicht der gleiche auf die ganze Länge derselben; er ist in der Mitte größer und nimmt nach den Enden zu ab. Die Ermittlung dieser verschiedenen Querschnitte geschah zeichnerisch nach Auftragung der Angriffs- und Widerstandsmomente. Die Nadeln haben einen einmaligen Anstrich von Carbolinum Avenarius erhalten.

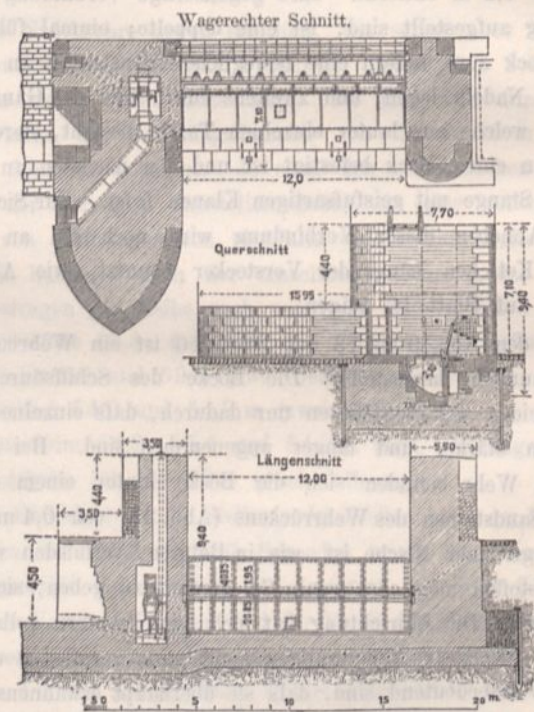
#### 4. Die Flosrinnen und die Trommelwehre.

(Blatt 17.)

Die zum Durchlassen der nur zu Thal fahrenden Flöße bestimmten Flosrinnen am rechten Mainufer sind so angelegt, dafs die Flöße in ihnen 0,9 m Wasser finden. Die Länge der Rinnen ist hiernach durch Berechnung nach Rühlmann bestimmt. Dieselbe hat sich auf den fünf Haltungen, von Frankfurt an, der Reihe nach ergeben zu 400, 200, 200, 200 und 280 m. Das Gefälle der Sohlen derselben beträgt im allgemeinen 1:200. Die Sohlbreite ist 12 m, die Böschungen sind an dem Damm, welcher die Flosrinne von dem Unterwasser der Nadelwehre trennt und mit seiner Krone dicht am Flosrinnenpfeiler 0,5 m höher als das Oberwasser der Stauanlage liegt, sowie am Lande rechts mit 1:1 angelegt. Sämtliche Böschungen, die Krone des Trennungsdammes, sowie die Sohle der Rinne sind gepflastert, wie Blatt 17 zeigt; die letztere ist noch durch eingerammte Pfähle, an denen quer durch die Sohle gezogene Schwellen angebolzt sind, gegen Verschiebung gesichert. Die Fugen des Pflasters wurden mit Kalk-Cementmörtel vergossen. Die Kronen jener Trennungsdämme haben bis nach ihrem Ende hin ein Gefälle von 1:150 bis 1:180 erhalten.

Die am Anfang der Flosrinne angelegten Pfeiler sind über Hochwasser geführt, und zwar hat der untere Theil des Strompfeilers die große Breite von 7 m erhalten, um die verschiedenen Vorrichtungen für die Bewegung des Trommelwehres

aufzunehmen; in dieser Stärke ist er bis auf die Höhe der Strompfeiler der Nadelwehre hoch geführt. Die Fortsetzung der Pfeiler nach oben ist aus kleineren aufgebauten Pfeilern gebildet, wie auf Blatt 16 dargestellt. Auf diesen Pfeilern ist eine kleine eiserne Brücke erbaut, die dem Wehrmeister und den Arbeitern, welche die Wehre bedienen, den Verkehr über sämtliche Wehre und von einem Mainufer zum andern ermöglicht. An den Pfeilern führen kleine Treppen herab. Nur auf Haltung Frankfurt ist, da hier für das Wehr ein besonders hochwasserfrei belegenes Wärtergehöft auf dem rechten Ufer eingerichtet ist, bis zum Lande vom letzten Flosrinnenpfeiler aus noch ein kleiner eiserner Anschlusssteg über die Böschung der hohen Anschüttung hinüber erbaut, sodafs hier der Wehrmeister, ohne eine Treppe ersteigen zu müssen, über diesen Steg auf die Flosrinnenpfeiler gelangt.



Flosrinnenverschluss mit den anliegenden Pfeilern.

Die Oeffnung zwischen den Pfeilern, welche dem Durchfahren der Flöße dient und je nach Bedarf vollständig geschlossen werden, aber auch vor dem Durchkommen eines Flosses in möglichst kurzer Zeit vollständig freigemacht werden sollte, beträgt, der Sohle der Rinne entsprechend, 12 m. Es war von vornherein ins Auge gefasst worden, zu diesem Verschluss ein Winkelschütz nach dem Patent der Ingenieure Nagel und Kämp in Hamburg, Patentschrift des Kaiserlichen Patentamts zu Berlin Nr. 717, zu verwenden. Dieser Gedanke lag um so näher, als im Obermain bei Schweinfurt von der genannten Firma ebenfalls zum Verschluss der dort erbauten Flosrinne eine solche Anlage im Jahre 1873 für die Königlich bayerische Regierung gemacht und seither zur Zufriedenheit in Thätigkeit gewesen ist. Auf eine vorläufige, dem Königlich preussischen Ministerium der öffentlichen Arbeiten eingereichte Bearbeitung der Verschlüsse der Main-Flosrinnen mittels dieses Winkelschützes erfolgte jedoch seitens der Abtheilung für Bauwesen im genannten Ministerium die Entscheidung, ausgesprochen in dem „Technischen Gutachten, betreffend die Verschlüsse der Flosrinnen bei der Main-Canalisation“ vom 10. Juli



1884, dahin, daß das Desfontaines'sche, durch Mohr in Charlottenburg verbesserte Trommelwehr in Anwendung zu bringen sei.

Den ganzen Inhalt dieses, für den Bau ebenso wichtigen wie werthvollen Gutachtens hier wiederzugeben, würde zu weit führen. Es sei nur hervorgehoben, daß in demselben ein Hauptgewicht darauf gelegt ist, daß das Winkelschütz in Schweinfurt einer Nachhülfe insofern bedurft hat, als zur Herstellung der bei den verschiedenen Stellungen nöthigen Gleichgewichtslagen Gewichte, welche beiderseits über Rollen geführt sind, angebracht werden mußten, während die Klappe des Trommelwehrs in jeder Lage sich im Gleichgewicht befindet und bei jedem Wasserstandsunterschiede gut in Thätigkeit trete. Ferner seien zum Feststellen jenes Winkelschützes in tiefster und höchster Stellung Verriegelungen angebracht, welche beim Trommelwehr nicht nöthig seien.

So ist denn der Entwurf der Trommelwehre des Mains entstanden, wie er auf Blatt 17 dargestellt worden ist, und zwar unter Anlehnung an die bisherigen ähnlichen Ausführungen in Deutschland, bei Tarnowke in der Küddow in Westpreußen und bei Charlottenburg in der Spree vom damaligen Wasser-Bauinspector Mohr in Thiergartenschleuse, sowie an die Pläne einer ähnlichen Anlage, welche im Jahre 1883 zur Erbauung eines Winterhafens im oberen Mühlgraben bei Oppeln von Seiten der Oder-Strom-Baudirection ausgearbeitet waren.

Es sollen an dieser Stelle unter Hinweisung auf die Veröffentlichung des seiner Zeit ebenfalls von Mohr erbauten Tarnowker Wehres (vergl. auch Centralblatt der Bauverwaltung, Jahrg. 1882, S. 346) und der Charlottenburger Bauten in d. Zeitschr. für Bauwesen (Jahrg. 1886, S. 338, Bl. 31 u. 32) nur die Abweichungen von den früher angewandten Einrichtungen, welche beim Main zur Ergänzung oder Verbesserung angeordnet sind, aufgeführt werden.

Während die Trommelwehrklappe in Tarnowke 5,20 m, in Charlottenburg schon 10 m breit ausgeführt ist, wurde beim Main dazu geschritten, eine Klappe anzuwenden, welche die ganze, 12 m breite Durchflußöffnung zwischen den Flosrinnenpfeilern schließt. Da dieselbe an jeder Seite, sowie unten mit dem anstossenden Mauerwerk einen Spielraum von 15 mm erhalten hat, so ergibt sich ihre wirkliche Breite zu  $12 - 2 \cdot 0,015 = 11,97$  m.

Die Höhe des Oberwassers über dem Rücken der Flosrinne ist bei der Berechnung der Flosrinne auf 1,70 m festgestellt, da vorher nach Rühlmann (Hydromechanik S. 327) angestellte Versuchsberechnungen mit 1,50 und auch 1,60 m Tiefe des Wassers im Einlauf in die Flosrinne zu große Längen der Rinne ergeben hatten. Hiernach ist die Länge des Oberarmes der Klappe unter fernerer Berücksichtigung der Annahme bestimmt, daß die Oberkante desselben noch einige Centimeter über Oberwasser hervorragen sollte. Nach der Ausführung liegt diese Oberkante 6,5 cm über dem Stauspiegel des Oberwassers.

Die Länge des Unterarmes ist ferner unter Beachtung der Mafse an den Ausführungen bei Tarnowke und Charlottenburg, und mit Rücksicht auf nicht zu tiefe Gründung, sowie in der Absicht, eine gewisse Sicherheit des Betriebes durch die Einrichtung selbst von vornherein zu gewährleisten, in dem oben erwähnten technischen Gutachten auf 2,10 m bestimmt worden, eine um rund 20 cm größere Länge, als der obere Arm erhalten hat.

Die Gestaltung des Unterarmes ferner ist, wie aus der Zeichnung auf Blatt 17 ersichtlich, eine andere wie die in Charlottenburg gewählte. Es ist ermöglicht worden, die früher angewandten zwei Knicke im Unterarm zu vermeiden, erstens dadurch, daß die andersartige Ausbildung der Abdeckung der Vorderkammer am Main die Weglassung der beiden Eisen unter der Decke gestattete, sodann dadurch, daß die ganze Klappe in der Drehachse einen schwächeren Knick erhielt, infolge dessen bei liegender Klappe der Unterarm mit seinem Ende rund 0,60 m unter der Unterkante der Decke blieb und somit genügend Wandfläche für die über ihm noch in der Vorderkammer anzulegende Oeffnung für das Druckwasser zum Aufrichten, bezw. Abfluswasser zum Niederlegen des Wehres frei liefs.

Die sonstige Ausbildung der 1,15 m von Mitte zu Mitte entfernten Arme ist ähnlich wie in Charlottenburg aus Winkelleisen, Stehblech und gußeisernen Naben erfolgt. An den Seiten der Klappe ergaben sich zwei kleine Schlusfelder von je 0,235 m Breite.

Die Ermittlung der verschiedenen Querschnitte jedes Armes ist durch Aufzeichnung der infolge der Beanspruchung durch Wasserdruck erforderlichen und der durch die Zusammensetzung der Eisen vorhandenen Widerstandsmomente erfolgt. Die Momente sind zuerst berechnet unter der Annahme von  $k$  (Beanspruchung des Eisens für 1 qcm) = 1200 kg, und dann aufgetragen; es wurde so untersucht, ob die Verjüngung der Arme nach den Enden zu gestattet sei, und auch, ob und wo die beiden nach hintenzu gelegenen Winkelleisen abzuschneiden waren. Die vier Winkelleisen des Unterarmes mußten darnach bis zum unteren Ende durchgeführt werden, die Abschrägung war gestattet.

Die Einführung jener auf den ersten Blick hoch erscheinenden Beanspruchung von 1200 kg f. d. qcm erschien insofern gerechtfertigt, als einerseits die freie, gefährliche Lage (wenn die Klappe, ohne unten anzuliegen, frei schwebt) unter größtem Wasserdruck nur selten oder gar nicht vorkommt, und als andererseits, wenn die Klappe vielleicht einmal frei steht, ohne daß es beabsichtigt wird, hieran gerade verminderter Wasserdruck schuld sein muß, eine geringere Beanspruchung also vorhanden ist.

Beim Eintritt eines Hindernisses und dadurch verursachten Freistehen der Klappe ist selbstverständlich ein Anliegen des betreffenden Armes anzunehmen. Bei der Ausführung ist die Form der Unterarme jedoch noch eine andere geworden, wie Abb. 3 auf Blatt 17 zeigt, da der Maschinenbauanstalt bei Herstellung der Arme gestattet wurde, die Abschrägung fortzulassen und die Winkel, sowie das dazwischen liegende Flacheisen des Unterarmes bis zum Ende in der Form des vollen Walzquerschnitts durchgehen zu lassen. Als Ersatz für die Minderarbeit erklärten sich die Unternehmer mit der Nichtbezahlung der Eisentheile, welche durch die Abschrägung fortgefallen wären, einverstanden.

Eine weitere Abweichung von den früheren Ausführungen besteht darin, daß die sämtlichen Achslager der Klappe unmittelbar auf dem Mauerwerk des Hinterbodens gelagert wurden und so der schwere, weit freitragende oder nach Charlottenburger Muster schräg gestützte Träger über die ganze Breite von 12 m fortfallen konnte. Nun ergab jedoch die Berechnung, daß ein Steinmaterial gewählt werden mußte, welches für ge-



wöhnlich eine Bruchspannung von 12 kg auszuhalten hatte. Diese Spannung erschien indes zu hoch, um unbedenklich zu sein, und würde selbst einem viel festeren Stein als Sandstein kaum zugemuthet werden können. Zudem scheiterten auch angespannene Unterhandlungen mit Unternehmern, welche derartig umfangreiche Steine aus Granit oder Basalt zu liefern im Stande waren, an den geforderten sehr hohen Preisen, welche wesentlich mit der äußerst mühsamen und kostspieligen Bearbeitung dieser, viele schräge Flächen, Einarbeitungen, Bolzenlöcher usw. enthaltenden Steine begründet wurden und für 1 cbm 160 bis 198  $\mathcal{M}$  betragen. Es wurde deshalb dazu geschritten, den Steinen eine Unterstüzung möglichst nahe der Drehachse, also an der Vorderkante, zu geben. Diese Einrichtung ist auf Blatt 17, Abb. 5 bis 8, dargestellt. Die Stütze hat nach den zusammen gerechneten Gewichten der Wassermasse über dem Deckblech der Vorderkammer, den Gewichten der Lagertrommel und Klappe, sowie der in Betracht kommenden Theile der Abdeckung, der Lagertrommeln usw. sowie des Lagersteins selbst einen Druck von 9602 kg aufzunehmen.

Das erforderliche Trägheitsmoment ergibt sich, wenn die Stütze an beiden Enden als lose angesehen wird, zu

$$J = \frac{P \cdot n \cdot l^2}{10 \cdot E} = \frac{9602 \cdot 5 \cdot 110^2}{10 \cdot 2000000} = 29,05 \text{ in cm.}$$

Es genügt schon ein  $\square$ Eisen D. N. Pr. Nr. 12 mit einem kleinsten Trägheitsmoment  $J = 49,2$ . Dasselbe ruht an beiden Enden in gufseisernen Schuhen, deren Grundflächen hinreichend groß sind, um die Steine nicht zu stark zu belasten. Die Schuhe haben bei 0,48 m Länge eine Breite von 0,15 m erhalten, sodass die Beanspruchung des Mauerwerks sich zu  $\frac{9602}{48 \cdot 15} = 13,3$  kg für 1 qcm ergibt.

Um die Stütze bei etwaigen Ausbesserungen leicht heraus nehmen zu können, sind den Schuhen nur einseitige Backen gegeben; es ist dann zu diesem Zweck nur das Lösen der unteren und oberen Schraube erforderlich. Um ferner gute Berührungsflächen zwischen Guß- und Schmiedeeisen zu erhalten, ist der Steg etwas abgearbeitet, die Flanschen aber samt den entsprechenden Flächen der Schuhe sind abgehobelt und die unveränderte Stellung nur durch einen Bolzen durch den Steg und die Backe des Schuhs gesichert. Auf diese Weise sind sämtliche Tragesteine unmittelbar unterstützt. Gegen etwaiges Kippen der großen Lager sind noch 0,87 m von der Steinvorderkante nach dem Unterwasser zu große tiefgehende Anker angeordnet, welche die Lagerplatten an ihrem äußersten Ende mit doppelten Schraubenmuttern fassen.

Die Anker haben nach der schon oben erwähnten einfachen Gewichts-Zusammenstellung ein Gegengewicht von 2542 kg aufzunehmen und müßten also bei einer angenommenen  $1\frac{1}{2}$ -fachen Sicherheit  $1,5 \cdot 2542 = 3813$  kg tragen; also durch  $\frac{3813}{2200} =$  rund 1,73 cbm Mauerwerk belastet werden. Um dies sicher zu erreichen, sind sie bis nahe zur Sohle der Hinterkammer herabgeführt worden. Hier sind sämtliche Anker, um genügende Angriffsflächen zu erhalten, durch ein mit kleinen Gußeisenblöcken ausgefülltes  $\square$ Eisen gesteckt und mit zwei Splinten gespannt, sodass sie leicht herausgenommen und nachgesehen oder erneuert werden können. Sie sind daher auch ohne jeden Ansatz vorgesehen und zum Schutz gegen Rosten verzinkt; ebenso sind das  $\square$ Eisen und sämtliche Keile verzinkt,

da an alle diese Theile später schwer heranzukommen ist. Für das Antreiben oder Lösen der unteren Splinte sind kleine Nischen im Mauerwerk ausgespart (vergl. Blatt 17, Abb. 3 und 16).

Der Anker ist nach angestellter Rechnung mit 40 mm im Durchmesser genügend stark. Soll derselbe später ausgewechselt oder nachgesehen werden, so ist nur der längere Splint mittels eines durch dessen Auge gesteckten Schlüssels zu entfernen, hierauf die kleinere, mit Ansätzen versehene Einlage abzuheben und der glatt durchgehende Anker nach oben heraus zu ziehen.

Der Zwischenraum zwischen Mauerwerk und Anker ist auf die ganze Länge der letzteren mit einem Stoff ausgefüllt, der, anfangs flüssig, später mehr erhärtet, jedoch nicht so hart wird, daß er ein Hinderniß beim Herausziehen der Anker wäre. Vor allem aber mußte er säurefrei sein. Als ein solcher Stoff wurde nach längeren Nachforschungen und Untersuchungen der verdickte Satz von Carbolinum Avenarius (Verfertiger Avenarius in Gauagesheim a/Rhein) erkannt und angewandt; derselbe ist, etwas erhitzt, dünnflüssig und wird später stearinartig dick.

Der Kopf des Ankers ist durch zwei Gegenmuttern gebildet, die von oben leicht nachgezogen werden können, da der Hinterboden des Wehres bei kleinen Wasserständen nahezu wasserfrei wird. Maßgebend für die Anordnung von Mutter und Gegenmutter ist dabei gewesen, daß die Besorgniß obgewaltet hat, ein angeschmiedeter Kopf könne nicht genügend mit dem Schaft verschweißt sein.

Um etwaige, auf die Drehachse vom Oberwasser herkommende Stöße auf die Auflagersteine besser zu übertragen, ist den Lagerplatten außer der vorderen Nase unten in der Mitte eine Leiste angegossen, welche sich in eine entsprechende Nuth des Auflagersteins legt.

Eine fernere Aenderung gegen die Anordnungen in Charlottenburg und Tarnowke liegt darin, daß die früher die ganze Höhe der Klappe hinaufreichenden Wandkasten bei den Mainwehren bedeutend verkleinert sind. Aus Abb. 9 bis 11 auf Blatt 17 ist ersichtlich, daß die Wandkasten hier nur je 0,98 m hoch sind und, was besonders bemerkenswerth ist, durch Weglassen des oberen Anschlags sehr einfach geformt werden konnten. Die Befestigung geschieht durch vier Anker, welche in einer Länge von 1,1 m durch die Mauer hindurchgehen und an der entsprechenden Wand der Ventilkammer mit Splinten und Unterlagsplatten befestigt sind.

Wie eben schon angedeutet, ist der bisher stets angewandte seitliche Anschlag für den oberen Klappenarm als vollständig überflüssig weggelassen worden. Wenn die Klappe ganz aufgerichtet ist, so ist trotzdem nicht anzunehmen, daß die Abdeckung des Oberarmes am vorgesehenen Anschlag anliegen wird, da bei den Drücken, welche in diesem Falle von vorn durch das Wasser auf die Klappe ausgeübt werden, die Arme der letzteren sich, wenn auch nur ganz unbedeutend, nach hinten durchbiegen werden, und der Oberarm daher den für ihn bestimmten Anschlag nie erreichen wird. In Charlottenburg ist der Anschlag ausgeführt, jedoch nach der Ausführung hier zuerst als überflüssig erkannt und damit eine nicht geringe Zahl kleiner Unzuträglichkeiten vermieden worden. Es durfte nämlich:

1. die Anschlagsleiste nicht in den lichten Raum von 12 m vorstehen und dadurch Veranlassung zum Anstoßen der



Flöfse geben; sie mußte also in das Mauerwerk eingelassen werden;

2. mußte infolge dessen die Trommelwehrklappe  $12 + 2 \cdot 0,04 = 12,08$  m (statt jetzt 11,97 m) lang werden, wenn, nebenbei bemerkt, die Dicke der Leisten zu je 0,04 m angenommen ist;

3. wurde die Form des Wandkastens eine viel schwierigere, usw.

Für den Unterarm der Klappe ist jedoch ein Anschlag in der Art geschaffen worden, daß die Seitenwände und die Sohle der Hinterkammer um 12 bis 13 cm vorgezogen sind und so das Mauerwerk den Anschlag bildet.

Alle Stellen der Klappe, welche am Mauerwerk anliegen können, sind mit Holz gefuttert. Es sind ferner an den unteren und seitlichen Rändern des unteren Klappenarmes Leder- oder Gummistreifen (jone auf drei, diese auf zwei Haltungen) von 7 mm Dicke angebracht, welche dicht über dem abgerundeten Boden und an den Seitenflächen der Vorderkammer schleifend sich bewegen und hierdurch einen möglichst wasserdichten Abschluß der Vorderkammer herstellen. Welcher von diesen beiden Stoffen den Vorzug verdient, läßt sich wegen unzulänglicher Erfahrung noch nicht beurtheilen. Es scheint, als wenn Leder sich besser bewährt, da auf einer Haltung nach der Abdämmung gefunden wurde, daß das angewandte Gummi sich wulstig zwischen Klappe und Mauerwerk klemmte, doch konnte nicht festgestellt werden, ob dies der Grund für einen erschwerenden Gang der Klappe war.

Es ist wesentlich, hier einen möglichst dichten Schluß herzustellen, denn eine Annahme von nur 3 mm großem Spielraum ergibt (bei einer Randlänge des unteren Armes von  $12 + 2 \cdot 1,90 = 15,80 =$  rund 16 m)  $16 \cdot 0,003 = 0,048 =$  rund 0,05 qm freien Querschnitt und, da die Zufluscanäle  $0,5 \cdot 0,5 = 0,25$  qm, die Ventilcanäle sogar nur  $0,45 \cdot 0,45 = 0,203$  qm besitzen, einen Verlust von mindestens 25 pCt. des Querschnitts. Dies muß nach Möglichkeit vermieden werden. Zu dem Ende sind auch die Löcher, mit welchen die Gummi- und Lederstreifen angebolzt sind, länglich rund geschlagen, damit die Streifen von Zeit zu Zeit vorgezogen werden können, wenn sie sich abgerieben haben.

Eine weitere Verbesserung ist bei den Mainwehren in dem glücklichen Umstände begründet gewesen, daß guter Sandstein leicht und billig zu haben war. Die Bekleidung der Rundung der Vorderkammer mit einem Cementputz hat in Tarnowke sowohl, wie in Charlottenburg ganz erhebliche Schwierigkeiten gemacht und schließt überdies nicht die Möglichkeit aus, daß durch den äußeren Wasserdruck ein Stück Cementputz losgerissen und in eine der Kammern befördert wird, was jedenfalls eine Störung im Gange der Klappe zur Folge haben dürfte. Dies ist hier leicht dadurch vermieden worden, daß nach dem Querschnitt Abb. 3 auf Blatt 17 entsprechend gestaltete Sandsteinquader eingemauert und dann abgearbeitet wurden. Zuletzt sind alle Flächen, um sie möglichst glatt herzustellen, mit Basaltstücken nafs abgerieben worden. Bei der Geübtheit der hiesigen Steinmetzen ging diese Arbeit rasch und leicht von statten.

Die aus Gußeisen bestehenden Naben der Lager haben ebenfalls gußeiserne Ansätze erhalten, welche mit den Winkel-eisen möglichst fest verbolzt werden mußten. Da nicht anzunehmen war, daß die Gußeisentheile so genau gegossen und gearbeitet werden konnten, daß sie überall wasserdicht an dem Schmiedeeisen anliegen, so sind die kleinen, nur einige Milli-

meter betragenden Zwischenräume mit einem Metall ausgegossen, welches, flüssig eingebracht, später möglichst hart wird und nicht schwindet. Hierzu ist eine Mischung von mehreren Metallen verwandt worden, welche von der ausführenden Maschinenbauanstalt erdacht und mit dem Namen „Weißmetall“ belegt ist. Die oberen Winkeleisen der Arme legen sich nun von selbst fest gegen die zwischen je einem oberen und einem unteren Winkeleisen liegenden gußeisernen Nabenstücke, welche den Druck sodann auf die Achsen übertragen. Werden nun in der Nullachse der Arme zwei, zugleich zur festen Verbindung beider Nabhälften dienende Bolzen von 30 mm Stärke angebracht, so ist allen Anforderungen genügt. Da indessen auch dadurch die Einspannungsmomente der Klappenarme nicht ganz vermieden werden, so sind zur besseren Druckübertragung der Nabe noch kurze, zwischen die Winkeleisen greifende Ansätze gegeben, welche durch je einen Schraubenbolzen mit den Armen verbunden werden. Es wird dann das entstehende schädliche Moment, wenn nicht ganz vermieden, so doch in seiner Wirkung möglichst beschränkt. Die Verbindung der Nabentheile ist auf Blatt 17 in Abb. 3, 4 und 10 dargestellt.

Die Einlaßöffnung für das Wasser in die Hinterkammer befindet sich in der Nähe des rechtsseitigen Pfeilers in der Rückwand der Hinterkammer. Hiermit ist beabsichtigt, daß bei Spülung der Kammer das durch diesen Einlaß eintretende Druckwasser vor seinem Austritt (in diesem Falle also durch die im Boden liegende Mündung des Spühlrohrs) die ganze Kammer durchströmen und alle Schlammtheile usw. mitnehmen soll. Zu dem Ende ist der Einführungschanal des Wassers in die Hinterkammer unter dem ganzen Hinterboden des Wehres hindurchgeführt, wie auf Blatt 17 aus dem Querschnitt Abb. 2 zu ersehen ist.

Eine Vergleichung der Momente, welche durch den Wasserdruck von unten auf die Abdecksteine dieses Canals und von oben durch das Gewicht dieser Steine in betreff Hochkantens um die hintere Kante sich ergeben, hat dargethan, daß für 1 lfd. m infolge des Steingewichts ein Moment entsteht, welches um 31504 kgcm größer ist als das durch den Wasserdruck hervorgerufene. Eine besondere Verankerung der Steine ist daher unterblieben. Sämtliche Quader sind mit vollen Fugen versetzt und nicht bloß nachträglich vergossen worden.

Die Anordnung der Schlammrinne im Boden der Kammer, sowie in der Verlängerung der Richtung dieser Ausmündung des Spühlrohrchanals ist in der Zeichnung wohl genügend veranschaulicht.

An den beiden Enden der Arme sind hölzerne Anschlagleisten angebracht. Da dieselben jedoch nicht voll durchgehen können, weil die Arme selbst bis zum Ende des Bekleidungsbleches reichen, so wird letzteres zwischen den Armen am Saume nicht genügende Steifigkeit behalten. Es sind daher noch Winkeleisen an den Rändern des Bekleidungsbleches angebracht. Was endlich die Blechstärken für die Bekleidung betrifft, so ist für die äußersten Fälle — daß nämlich eine Haltung gestaut und die nächste bei niedrigem Wasser abgelassen ist — unter der Annahme, daß das Blech als eingespannt anzusehen ist, ermittelt worden, daß die unteren Klappenhälften bei Frankfurt und Kostheim eine Blechstärke von 11 mm, alle anderen Klappenhälften jedoch nur eine solche von 10 mm erfordern. Bei der Ausführung ist anstatt der 11 mm-



Bleche eine Verstärkung der 10 mm-Bleche mittels Winkeleisen vorgenommen worden.

In der Abdeckung der Vorderkammer sowohl, wie in der unteren Klappenhälfte befinden sich Mannlöcher, welche ein bequemes Betreten der Kammern ermöglichen. Außerdem sind auf dem Hinterboden zwei länglichrunde Mann- und Lichtlöcher in den Lagersteinen angebracht, deren Einrichtung die Abb. 24 bis 26 auf Blatt 17 erläutern. Es ist hier allerdings nur das kleinere Mannloch dargestellt worden. Das größere, ebenso gestaltet, unterscheidet sich von diesem nur dadurch, daß es statt der Lichtmaße 400 und 300 mm solche von 600 und 400 mm erhalten hat. Durch das größere Mannloch ist ein bequemes Einsteigen möglich, während das kleinere hauptsächlich zum Einlassen von Luft und Licht dienen soll.

Zum Ein- und Ausströmen der Luft in der Vorderkammer ist neben der Wassereinlaßöffnung in der Vorderkammer dicht unter der Abdeckung ein kreisrunder Luftcanal in beiden Pfeilern angelegt, der bis 0,4 m über das Oberwasser im Mauerwerk hochgeführt ist und hier ausmündet (siehe Abb. 3 auf Blatt 17).

Unter den bei der Bewegung der Trommelwehrklappe über dieselbe stürzenden Wassermassen bildet sich je nach der Stellung der Klappe ein wasserfreier Raum. In diesen muß zeitweise Luft einströmen, aber auch aus ihm zeitweise austreten können. Hierzu sind ebenfalls in beiden Pfeilern Luftschächte von rechteckigem Querschnitt mit Öffnungen nach außen vorgesehen, und zwar befinden sich in dem Raume, der hier in Betracht kommt, je vier Stück, welche sich nach oben zu kurz vor der oberen Ausmündung vereinigen. Die Anlage der vier Öffnungen ist erfolgt, nachdem für mehrere Stellungen der Klappe die Unterflächen der überstürzenden Wasserstrahlen rechnerisch ermittelt und aufgezeichnet waren unter Zugrundelegung der Bedingung, daß bei jeder Stellung der Klappe der wasserfreie Raum hinter derselben durch eine Öffnung oder mindestens einen Theil derselben mit der äußeren Luft in Verbindung stehen sollte.

Die Anordnung der Canäle und Schächte, des Vierwegehahnes, der Drosselklappe im Spülrohr, der Bewegungsvorrichtungen für Ventil und Drosselklappe, sowie der aus einem Wellblech und einem glatten Blech bestehenden, gegen Abheben von unten gesicherten Abdeckung der Vorderkammer dürfte genügend deutlich aus den Zeichnungen auf Blatt 17, Abb. 12 bis 23, hervorgehen.

Zur Eindämmung der Anlage des Trommelwehres behufs Absperrung zu Ausbesserungen usw. ist die in Abb. 27 bis 31 auf Blatt 16 wiedergegebene Dammbalken-Vorrichtung angeschafft worden. Die Einzelheiten gehen aus der Zeichnung hervor. Die Zu- und Ablaufcanäle werden mit einfachen Schützen an den Ausmündungen nach dem Nadelwehr ebenfalls zugestellt.

#### 5. Die Fischpässe.

Der Entwurf der Main-Fischpässe, welche links dicht neben dem Landpfeiler der Nadelwehre angelegt sind, ist nach Unterhandlungen und Anfragen bei verschiedenen Fischerei-Vereinen und nach Einholung von Gutachten sonstiger Sachverständigen festgestellt worden. Sämtliche Pässe sind, nur in ganz unwesentlichen Punkten von einander abweichend, in gleicher Weise wie der auf Blatt 17 in den Abb. 32 bis 34 dargestellte der Haltung Okrifittel erbaut. Sie sind auf Beton gegründet. Die

Seitenwände bestehen aus Bruchsteinmauerwerk mit Moëllon-Verkleidung, die Zwischenwände aus Sandsteinplatten. Der Einlauf liegt mit seiner Sohle 0,80 m unter dem Oberwasser; jede Kammer hat ebenso wie der Einlauf eine wagerechte Sohle und eine Wassertiefe von 0,8 m. Alle anderen Einzelheiten der Einrichtung dürften aus der Zeichnung zu ersehen sein.

Daß die Fischpässe von den Fischen benutzt werden, ist häufig zu beobachten; hauptsächlich im Mai, bei warmem, sonnigem Wetter und nicht trübem Wasser findet ein lebhaftes Springen der Fische durch den Pafs statt.

#### 6. Die Fahrrinne im freien Main.

Wie schon unter 1. angedeutet, ist zwischen den Stauanlagen im freien Main da, wo derselbe nicht tief genug war, die nöthige Tiefe mittels Baggern hergestellt worden.

An einer Stelle unterhalb Frankfurt, von Stat. km 8,20 bis 8,50 zwischen dem Schleusen-Untercanal und der Eisenbahnbrücke der Hessischen Ludwigs-Bahn durchzieht den Main Basalt in kugelförmiger Form. Dieser liefs sich nicht durch Baggern entfernen; die betreffende Stelle wurde deshalb von Fangedämmen umgeben und der Fels theils mit Werkzeugen gebrochen, theils gesprengt. Die Arbeit war an einen Unternehmer vergeben, welcher für 1 m Fangedamm 50  $\mathcal{M}$  und für 1 cbm geförderte Masse einschließlich Gestellens der Pumpen und Freihaltens der Baugrube von Wasser 4  $\mathcal{M}$  erhielt. Die Kosten dieser Ausführung betrugen 96 451  $\mathcal{M}$ .

Ferner haben sich verschiedene Stellen gezeigt, an welchen nach jeder Anschwellung des Mains Ablagerungen von leichtem, ja selbst schwererem Boden und auch kleineren Steinen auftreten, welche Verflachungen des Flußbettes zur Folge haben, deren Beseitigung nicht unbedeutende, kräftig zu betreibende Baggerarbeiten erfordert haben und noch erfordern. Zwei dieser Baggerstrecken, welche schon bei unbedeutenden Anschwellungen sogleich kostspielige Baggerungen verursachen, sollen durch neue Einschränkungswerke besonders verbessert werden, sodafs das Wasser selbst einen Theil der Räumungsarbeiten übernimmt. Die eine Strecke liegt oberhalb des Dorfes Eddersheim bei Stat. 23,5 bis 24,3 und die zweite ist die Mündungsstrecke vom Kostheimer Wehr bis zum Rhein, Stat. 38 bis 40. Auf dieser letzteren beeinflusst das Steigen und Fallen beider Flüsse, des Rheins und des Mains, die Höhenlage des Bodens im Main, zumal hier kein schwerer Kies oder Steine, sondern nur feinerer in der Hauptsache sandiger Boden sich vorfindet, welcher sich je nach der Strömung der Wasser wandernd von einer Stelle zur andern begiebt und Verflachungen hervorruft. Auch hier sollen Werke angelegt werden, welche das Wasser mehr zusammenhalten und eine bessere Räumung der Fahrrinne ermöglichen. Die Entwürfe zu diesen Anlagen sind noch in Arbeit.

Ueber die Wasserstandsverhältnisse auf der Strecke vom Kostheimer Wehr bis zum Rhein sind schon unter „1. Allgemeines“ dieser Beschreibung die wesentlichsten Angaben gemacht worden, auf welche an dieser Stelle Bezug genommen wird.

#### 7. Die Wärtergehöfte.

An jeder Schleuse ist ein Wohnhaus mit einem Nebengebäude für einen Aufsichtsbeamten erbaut. Nachstehende Zeichnung giebt den Grundriß vom Erdgeschofs eines solchen Wehrgehöftes. Während auf den vier unteren Haltungen der



angestellte Beamte zugleich Schleuse und Wehr zu bedienen hat, ist auf Haltung Frankfurt außerdem wegen der örtlichen Entfernung der Schleuse vom Wehr noch ein gleiches Gehöft am Wehr für einen besonderen Wehrmeister hergestellt.

Sämtliche Gebäude liegen hochwasserfrei und sind bis auf die in Okriftel und Flörsheim, welche auf einem über Hochwasser liegenden Bergrücken stehen, auf Sandschüttungen erbaut, welche vorher schichtenweise aufgebracht und gehörig eingewässert wurden. Die Grundmauern sind auf 0,20 m starke, 1 m breite Sandsteinplatten gestellt. Bewegungen haben sich in den Gebäuden nicht gezeigt.

Die Kosten haben in Frankfurt für die Errichtung des Wohngebäudes, welches in der Vorderfront über dem Commissionszimmer mit einem Ziergiebel versehen worden ist, der auf den übrigen Haltungen fehlt, rund 9400 M., für die des Nebengebäudes 7000 M. betragen.

**8. Die Ausführung und die Kosten.**

Da nach Beginn der Ausführung im November 1883 der Winter bald eintrat, so konnte in diesem Jahre nicht viel mehr geschehen, als dafs der Anfang mit den Erdarbeiten gemacht wurde. Im Frühjahr 1884 begann dann der eigentliche Bau. Bei Anordnung der Reihenfolge der einzelnen Arbeiten, namentlich an den Wehranlagen, mußte darauf Bedacht genommen werden, die Schifffahrt auf dem Main nicht zu stören. Es ist deshalb, wie es auch in der Natur der Sache lag, im allgemeinen in der Weise verfahren worden, dafs nur ein Theil der Wehrbaustelle zum Bau mit Fangedämmen abgesperrt wurde und somit der übrig bleibende Theil des Mains möglichst frei für die Schifffahrt blieb. Sobald dann ein Stück des Wehres fertig war, wurde ein weiterer Theil derart in Angriff genommen, dafs die Schifffahrt entweder über einen noch nicht berührten Theil des Mainbettes oder über ein Stück des fertigen Wehres ihren Fortgang nehmen konnte. Selbstverständlich wurde zur Durchfahrt der Fahrzeuge der Schiffsdurchlafs, der mit seiner Sohle 0,6 m tiefer als die anderen Nadelwehröffnungen gelegen ist, sobald er in einem Theile fertig war, vornehmlich benutzt.

Es ist hierbei noch zu erwähnen, dafs, solange die Schiffe diese Fahrt machen mußten, öfter die Strömung des Wassers so stark war, dafs die Bauverwaltung sich genöthigt sah, den zu Berg fahrenden Schiffen Hülfe zu leisten. Dies ist theils dadurch geschehen, dafs ein Draht- oder Hanfseil, welches über eine 100 bis 200 m oberhalb der Durchfahrt an einem eingerammten Holzgerüst befestigte Rolle von 0,3 bis 0,5 m Durchmesser geführt war, zum Ziehen benutzt wurde, theils dadurch, dafs Pferde zum Durchziehen der Schiffe an freihängender Leine zur Verfügung gestellt wurden. Bei dem ersten Verfahren

wurde das Schiff an dem unteren Ende des Seiles befestigt und an dem über die erwähnte Rolle geführten Tau durch Pferde- oder Menschenkraft so weit gezogen, bis es aus der starken Strömung an der Baustelle heraus gelangt war. Ferner ist

noch der freie Leinenzug, verbunden mit dem erwähnten Rollen- seilzug, und endlich auch doppelter Pferde- zug, von beiden Ufern aus, angewandt worden. Dies Durchbringen der Schiffe war eine zeit- raubende und manchmal für die Fahrzeuge nicht ungefährliche Arbeit, weshalb es sich auch

ereignete, dafs ein, freilich nicht an einem über eine Rolle geführ- ten Tau, sondern an zwei frei hängenden Seilen gezogener, mit Backsteinen beladener Kahn auf der Baustelle Höchst von der starken Strömung gegen den fertigen Mittelpfeiler geworfen wurde und untersank. Die Entfernung des Schiffes, das gerade in der für die Schifffahrt bestimmten Fahröffnung lag, konnte nach verschiedenen anderen vergeb- lichen Versuchen nur durch Sprengung mit Pulver und Dynamit erfolgen, welche von den zu dem Zwecke hinzugezogenen Pio- nieren der Festung Castel-Mainz ausgeführt wurde. Trotz des Umstandes, dafs der Schiffskörper dicht am Wehrpfeiler lag, also die Sprengung dicht an dem letztern erfolgen mußte, hatte der Pfeiler doch in keiner Weise Schaden gelitten.

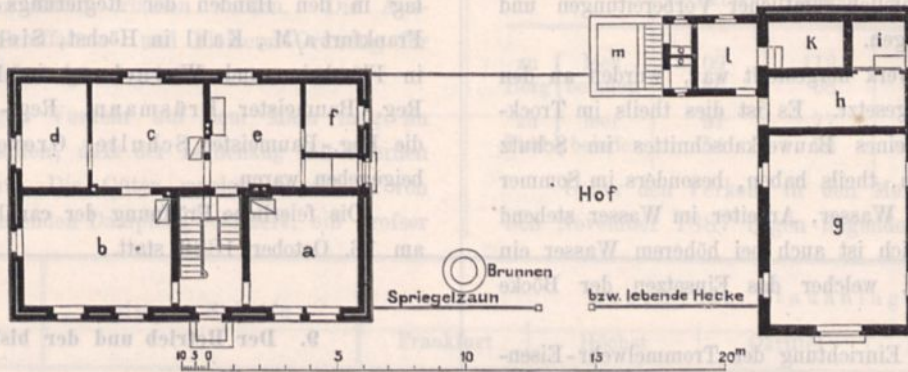
Die Schleusen sind während des Baues der Nadelwehre am linken Ufer im festen Lande vom Anfang 1884 bis zur Mitte von 1886, während welcher Zeit der Main kein wesent- liches Hochwasser hatte, ohne bemerkenswerthe Störungen erbaut, vollendet und, sobald die Schleusencanäle genügend hergestellt waren — ungefähr zu derselben Zeit —, auch sofort dem Schiffsverkehr übergeben worden, worauf dann der Vortheil ein- trat, dafs die Schiffe nicht mehr den an den Wehr-Baustellen immerhin bedeutend verengten und stark strömenden Main zur Fahrt benutzen mußten.

Bei Frankfurt konnten, da sich beim Erdaushub blauer Letten zeigte, der abgegraben fest stand, sämtliche Längsspund- wände der Schleuse fortgelassen werden; der Beton wurde dort seitlich unmittelbar am gewachsenen Boden angeschüttet.

Sämtlicher Beton ist theilweise unter Wasser, theilweise vollständig im Trocknen — so z. B. in der Schleusenbaugrube bei Frankfurt — eingebracht worden. Derselbe blieb dann überall etwa vier Wochen zur Erhärtung unter Wasser liegen, worauf die Auspumpung der Baugruben erfolgte und das Mauer- werk im Schutz der Fangedämme ausgeführt wurde.

Besonders bemerkenswerthe Zufälle haben sich bei allen Bauten nicht ereignet. Dafs ab und zu einmal ein Fangedamm undicht wurde, dafs sich im Boden Quellen zeigten, welche die Aufstellung einer zweiten Pumpe verursachten und dergleichen — alles dies waren unbequeme, jedoch unwesentliche Vorkomm- nisse, unwesentlich insofern, als es stets gelang, nach kurzer

Wehrmeistergehöft bei Frankfurt a/M.



- a Commissionszimmer. b Wohnzimmer. c, d Schlafzimmer. e Küche.
- f Speisezimmer. g Gerätheschuppen. h Kuhstall. i Schweinestall.
- k Kartoffelkeller. l Brennmaterial. m Dungstätte.



Zeit Abhilfe zu schaffen und die kleinen entstandenen Schäden wieder gut zu machen.

Zur Wasserbewältigung dienten Kreiselpumpen, welche von fahrbaren Dampfmaschinen getrieben wurden. Die Pumparbeiten waren an Unternehmer vergeben, und es ist dafür bezahlt worden durchschnittlich 80  $\mathcal{M}$  für 24 Stunden oder 3,34  $\mathcal{M}$  für die Stunde Pumpens, einschliesslich sämtlicher Vorbereitungen und Gestellens aller Vorrichtungen.

Nachdem das Mauerwerk hergestellt war, wurden an den Nadelwehren die Böcke eingesetzt. Es ist dies theils im Trocknen nach Fertigstellung eines Bauwerkschnittes im Schutz der Fangedämme geschehen, theils haben, besonders im Sommer bei warmem und niedrigem Wasser, Arbeiter im Wasser stehend die Arbeit verrichtet; endlich ist auch bei höherem Wasser ein Taucher verwandt worden, welcher das Einsetzen der Böcke besorgte.

Die Aufstellung und Einrichtung der Trommelwehr-Eisenheile erfolgte auf allen Haltungen vom Herbst 1885 an bis zur Mitte 1886. Mit dem Fortschritt der Maurerarbeiten mußte auch hinsichtlich des Ein- und Anbringens der Theile des Trommelwehres Schritt gehalten werden. Die Zusammensetzung sämtlicher Theile geschah seitens der Werkmeister der Maschinenbauanstalt Rössemann u. Kühnemann in Berlin, welche auch alle Eisen- und Metalltheile geliefert hatte.

Zur Abgabe von Nachrichten über Aufrichten und Niederlegen der Wehre, über Hochwasser, Eisgang usw. ist vom Schleusenmeisterhaus bei Frankfurt bis zu demjenigen bei Kostheim ein Morse-Schreibtelegraph angelegt. Die Kosten desselben haben auf die Länge von 35 km rund 16 000  $\mathcal{M}$  betragen.

Hinsichtlich der Kosten der Hauptbauwerke möge hier noch folgendes angeführt werden. Es haben gekostet:

die Schleuse in Frankfurt	rund	297 800 $\mathcal{M}$ ,
„ „ „ Höchst	„	326 450 $\mathcal{M}$ ,
„ „ „ Okriftel	„	302 000 $\mathcal{M}$ ,
„ „ „ Flörsheim	„	267 600 $\mathcal{M}$ ,
„ „ „ Kostheim	„	292 000 $\mathcal{M}$ ,

ferner die Wehre, einschliesslich der Flofsrinne und der Nadelwehrböcke, sowie der Eisen- und Metalltheile zu den Trommelwehren: in Frankfurt usw. der Reihe nach 482 900, 345 500, 290 500, 381 100 und 357 000  $\mathcal{M}$ .

Ein Nadelwehrbock der Schiffsdurchlässe wog 510, ein solcher der Fluthöffnungen 440 kg mit der an ihm hängenden Brückentafel und den Ketten. Unternehmer zur Herstellung der Nadelwehrböcke mit Zubehör waren die Hagen-Grünthaler Eisenwerke in Hagen i/W. Sie erhielten für 1 kg Schmiedeeisen 0,467  $\mathcal{M}$  und für 1 kg Gufseisen 0,240  $\mathcal{M}$ .

Für ein Trommelwehr sind 16 300  $\mathcal{M}$  bezahlt. Es gehörten zu einem Trommelwehr 14 100 kg Gufseisen, 13 000 kg Schmiedeeisen, 284 kg Stahl und 350 kg Rothgufs. Die Unternehmer haben hier für 1 kg Gufseisen 0,4675  $\mathcal{M}$ , für Schmiedeeisen 0,535  $\mathcal{M}$ , für Stahl 0,95  $\mathcal{M}$  und für Rothgufs 5,95  $\mathcal{M}$  erhalten.

Die Gesamtkosten der einzelnen Bauten haben die Anschlagssumme nicht erreicht; der Rest ist auf Baggerungen verwendet worden, sodafs die Summe von 5 $\frac{1}{2}$  Millionen Mark des Allgemein-Anschlags ganz verwendet worden ist.

Sämtliche Arbeiten der Maincanalisirung waren an Unternehmer vergeben. Die Ueberwachung der Bauausführung geschah im Ministerium der öffentlichen Arbeiten durch den Geheimen

Ober-Baurath Bänisch. Die Oberleitung hatte seitens der Königl. Regierung in Wiesbaden der Regierungs- und Baurath Cuno, die besondere Leitung in Frankfurt a/M. der Wasser-Bauinspector Baurath Schwartz. In der Bauleitung und im Entwerfen wurde der letztere unterstützt durch die Regierungs-Baumeister Allendorff und Gutzmer. Die örtliche Bauleitung lag in den Händen der Regierungs-Baumeister Düsing in Frankfurt a/M., Kahl in Höchst, Siebert in Okriftel, Brandt in Flörsheim und Werneburg in Kostheim, welchen bezw. Reg.-Baumeister Prüsmann, Reg.-Bauführer Pfeifer und die Reg.-Baumeister Schulte, Greve und Rasch zur Hilfe beigegeben waren.

Die feierliche Eröffnung der canalisirten Main-Strecke fand am 16. October 1886 statt.

### 9. Der Betrieb und der bisherige Verkehr.

Sämtliche Canalisirungs-Anlagen haben sich als zweckmässig bewährt und gleich nach der Betriebseröffnung einen lebhaften Aufschwung des Schiffahrts-Verkehrs zwischen Frankfurt und dem Rhein veranlaßt. Insbesondere ist es auch mit keinen erwähnenswerthen Schwierigkeiten verbunden gewesen, die Bedienungsmannschaften der Nadelwehre in der Handhabung der Nadelwehre einzuüben. Das Einsetzen der Nadeln erfolgt leicht, indem die Nadel von der Wehrbrücke aus nach dem Oberwasser zu in das Wasser bis auf den Boden gestofsen und an den oberen Anschlag angelehnt wird, nachdem sie der Wasserdruck unten an den Anschlag angepreßt hat. Einzelne Nadeln werden, wenn sie entfernt werden sollen, durch einen Hebeldruck in die Höhe gehoben, sind dann ihres unteren Haltes beraubt und schwimmen fort; sie werden darauf an der Leine, an welcher sie befestigt sind, herausgezogen. Die gleichzeitige Entfernung einer Anzahl von Nadeln geschieht durch die „Auslösung Kummer“.

Ist das Umlegen eines Nadelwehres angeordnet, so werden zuerst auf die beschriebene Art die Nadeln entfernt und dann nach Abnahme des Geländers auf den Böcken letztere einzeln mittels der auf Blatt 16, Abb. 21 dargestellten Winde heruntergelassen.

Die Schleusen und Trommelwehre wirken in vollständig zufriedenstellender Weise.

Beim Betrieb während des Winters 1886/87 hat sich herausgestellt, dafs jedesmal mit der Niederlegung der Wehre sofort vorgegangen werden muß, wenn anhaltender Frost zu befürchten ist. Gerade die Eisbildung ist so plötzlich eingetreten, dafs innerhalb einiger Stunden sämtliche Zwischenräume zwischen den Nadeln des Wehres mit Eiskrystallen zugesetzt waren, das Nadelwehr somit eine wasserdichte Wand durch den Main von einem Ufer bis zum andern bildete und ein gefährlicher Aufstau entstand. Durch Anwendung heifsen Wassers mußte man dann die gleichfalls schon eingefrorene „Auslösung Kummer“ aufthauen, um sie öffnen und so die schleunigste Beseitigung der Nadeln ermöglichen zu können.

Die Niederlegung der bei der Eröffnung im October 1886 stehenden Nadelwehre hat seitdem bis Ende Mai 1887 im ganzen fünfmal stattgefunden, davon dreimal wegen hohen Wassers und zweimal wegen Eisganges. Einmal, im Januar und Anfang Februar, haben die Wehre 34 Tage gelegen, sonst nur 3 bis 18 Tage.



Zur Regelung des Betriebsdienstes auf dem Main ist von dem Regierungs-Präsidenten in Wiesbaden am 22. October 1886 eine Dienstanweisung für die Schleusen- und Wehrmeister und unter dem 15. December 1886 nach Verständigung mit den übrigen Main-Uferstaaten eine Polizei-Verordnung für die Schifffahrt und Flößerei auf dem canalisirten Main von der Stadt Frankfurt bis zum Rhein erlassen worden. Die Ausarbeitung einer neuen Schifffahrts- und Flößerei-Ordnung für den Main oberhalb Frankfurt ist eingeleitet.

Ueber den bisherigen Verkehr auf dem Main mag im allgemeinen angeführt werden, daß der Leinenzug mit Pferden vollständig aufgehört hat. Die Güter werden ebensowohl von der Kette, wie von freifahrenden Dampfern befördert, ein großer

Theil fährt stromab auch frei. Von dem örtlichen Verkehr auf den einzelnen Haltungen mögen hier folgende Angaben ein Bild geben.

Es fuhren an Schiffen im Monat December 1886

		durch die Stauanlage bei				
		Frankfurt	Höchst	Okriftel	Flörsheim	Kostheim
zu Berg	leer	109	112	101	105	117
	beladen	46	68	79	95	91
zu Thal	leer	91	77	73	102	106
	beladen	54	70	67	81	102

Ueber den Verkehr in den Monaten März bis einschließ-lich November 1887 liegen folgende amtliche Angaben vor:

Im Monat	gingen Schiffe		durch die Stauanlage bei				
			Frankfurt	Höchst	Okriftel	Flörsheim	Kostheim
März	zu Berg	leer	165	154	147	160	125
		beladen	88	95	134	143	187
		mit	287 657 Ctr.	406 660 Ctr.	625 613 Ctr.	630 214 Ctr.	619 264 Ctr.
	zu Thal	leer	72	75	81	114	123
		beladen	167	150	149	153	182
		mit	249 880 Ctr.	254 229 Ctr.	256 124 Ctr.	265 082 Ctr.	266 992 Ctr.
April	zu Berg	leer	274	200	193	201	158
		beladen	108	114	144	142	215
		mit	480 984 Ctr.	515 312 Ctr.	695 539 Ctr.	807 639 Ctr.	756 823 Ctr.
	zu Thal	leer	186	108	120	153	147
		beladen	207	203	198	194	234
		mit	341 942 Ctr.	373 492 Ctr.	365 623 Ctr.	375 253 Ctr.	401 691 Ctr.
Mai	zu Berg	leer	292	190	182	190	129
		beladen	120	142	160	167	227
		mit	524 873 Ctr.	679 089 Ctr.	931 720 Ctr.	892 162 Ctr.	1 006 188 Ctr.
	zu Thal	leer	192	110	129	147	147
		beladen	204	198	189	200	238
		mit	355 316 Ctr.	359 651 Ctr.	376 025 Ctr.	382 436 Ctr.	423 883 Ctr.
Juni	zu Berg	leer	304	202	190	184	130
		beladen	109	119	140	141	168
		mit	566 514 Ctr.	622 303 Ctr.	858 855 Ctr.	863 792 Ctr.	720 424 Ctr.
	zu Thal	leer	228	132	151	159	118
		beladen	176	172	171	167	154
		mit	288 566 Ctr.	313 854 Ctr.	339 391 Ctr.	327 692 Ctr.	301 622 Ctr.
Juli	zu Berg	leer	313	187	179	173	124
		beladen	126	151	167	164	235
		mit	611 258 Ctr.	732 182 Ctr.	965 991 Ctr.	945 834 Ctr.	943 193 Ctr.
	zu Thal	leer	246	144	178	180	154
		beladen	196	174	181	173	215
		mit	266 581 Ctr.	263 906 Ctr.	304 157 Ctr.	295 487 Ctr.	323 938 Ctr.
August	zu Berg	leer	293	168	160	149	117
		beladen	139	146	165	174	244
		mit	642 143 Ctr.	756 965 Ctr.	870 058 Ctr.	894 465 Ctr.	881 234 Ctr.
	zu Thal	leer	234	146	165	183	160
		beladen	175	157	154	130	193
		mit	244 461 Ctr.	227 651 Ctr.	252 957 Ctr.	224 505 Ctr.	267 610 Ctr.
September	zu Berg	leer	275	200	183	162	109
		beladen	117	148	160	171	246
		mit	572 305 Ctr.	666 724 Ctr.	838 178 Ctr.	874 405 Ctr.	884 689 Ctr.
	zu Thal	leer	202	145	168	167	159
		beladen	213	192	201	175	206
		mit	263 720 Ctr.	279 669 Ctr.	299 761 Ctr.	281 969 Ctr.	314 362 Ctr.



Im Monat	gingen Schiffe		durch die Stauanlage bei				
			Frankfurt	Höchst	Okriftel	Flörsheim	Kostheim
October	zu Berg	leer	227	190	182	148	111
		beladen	134	157	165	167	200
		mit	400759 Ctr.	461658 Ctr.	541224 Ctr.	523081 Ctr.	528354 Ctr.
	zu Thal	leer	175	144	162	163	144
		beladen	191	190	188	171	187
		mit	195195 Ctr.	207445 Ctr.	226745 Ctr.	215685 Ctr.	228471 Ctr.
November	zu Berg	leer	117	112	111	115	89
		beladen	95	106	129	126	155
		mit	303237 Ctr.	371940 Ctr.	418577 Ctr.	422577 Ctr.	430108 Ctr.
	zu Thal	leer	98	105	123	124	108
		beladen	127	125	120	121	155
		mit	137227 Ctr.	148240 Ctr.	147620 Ctr.	163720 Ctr.	179524 Ctr.
Hiernach wurden in den neun Monaten befördert zusammen			6732618 Ctr.	7640970 Ctr.	9314158 Ctr.	9386178 Ctr.	9478370 Ctr.
Endlich sind Flöße gefahren:							
	im März . . . .	17	14	?	11	15	
	" April . . . .	143	128	?	122	119	
	" Mai . . . .	184	188	181	186	181	
	" Juni . . . .	227	225	222	217	207	
	" Juli . . . .	210	211	206	202	208	
	" August . . . .	221	217	210	211	212	
	" September . .	178	180	180	177	175	
	" October . . .	185	185	184	168	169	

Die Ladung der Schiffe bestand aus sehr verschiedenen Stoffen. Besonders hervortretend war keine Art von Gütern. Es waren ebensowohl Stückgüter wie Bau- und Nutzhölzer, Getreide, Kohlen, Eisenerze und Bausteine geladen.

Auf dem canalisirten Main wird eine Abgabe von den Fahrzeugen nicht erhoben.

Frankfurt a/M., im December 1887.

Cuno.

Gutzmer.

## Statische Bestimmung der Spannungen des Fachwerks im Raume bei schiefer Belastung.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 18 im Atlas.)

### I. Einleitung.

Nachdem Herr Geheimer Ober-Baurath Schwedler Constructionen vorbezeichneter Art über Gasbehälter in Berlin in großen Mafsen ausgeführt und durch eine einfache Theorie begründet hat, sind erhebliche Fortschritte hierin weder in praktischer noch in wissenschaftlicher Beziehung zu verzeichnen. Giebt auch die Abhandlung des Herrn Ingenieur und Oberlehrer A. Föppl in der schweizerischen Zeitschrift: „Die Eisenbahn“, Jahrgang 1881 und 1882, bezw. Band 15, 16 und 17, wichtige Anhaltspunkte für die Vervollständigung der Berechnung, so bedarf dieses Gebiet doch der weiteren eingehenden Bearbeitung, denn die Schwedler'schen Berechnungen langen nur vollständig aus für um den Mittelpunkt der Construction gleichmäßig vertheilte, nicht aber für eigentlich schiefe Belastung, wie z. B. für den Angriff des Sturmes. Herr Föppl giebt durch den ebenso einfachen als geistreichen Gedanken, daß ein System statisch bestimmt sei, wenn die Anzahl der unbekannt Gröfsen (Kräfte in den Auflagern und in den Stäben) ebenso groß ist, als die Anzahl der anzusetzenden Gleichungen, einen höchst wichtigen Fingerzeig für die weitere Behandlung der Sache, er führt die Ermittlung der Spannungen der Stäbe des Systems aber nur für den Fall durch, daß dasselbe keine Spitze hat, vielmehr oben in einem Ringe endigt und seine Auflagerpunkte feste

Punkte sind. Diese Lösung ist aber keine allgemeine und ergibt sehr bedeutende Spannungen in den Constructionstheilen.

Im Nachstehenden ist der Versuch gemacht, eine weitergehende Behandlung des Fachwerks im Raume zu geben, auch ist der Nachweis geführt, daß ein System mit Spitze bedeutend geringere Spannungen in seinen Stäben erfährt, als ein solches ohne Spitze, daß aber eine Spitze auch mit demselben Erfolge durch einen inneren ausgesteiften Ring ersetzt werden kann. Von den Nebenspannungen, welche die starre Verbindung der Knotenpunkte und die durch die Spannungen erzeugten Längenveränderungen der Stäbe hervorrufen, ist abgesehen.

Zunächst dürfte näher auszuführen sein, was unter Fachwerk im Raume zu verstehen ist. Denkt man sich beliebige Dreiecke derartig zusammengefügt, daß stets zwei benachbarte eine gemeinschaftliche Seite haben, so können sie sämtlich in einer Ebene liegen, oder in verschiedenen. Im ersteren Falle ergibt sich ein Fachwerk in der Ebene, im letzteren ein Fachwerk im Raume. Ein Fachwerk in der Ebene ist gegenüber dem Angriff von Kräften in seiner Ebene stabil; es läßt sich wohl durch dieselben in der Ebene verschieben, nimmt aber unter der Annahme, welche nachstehend stets stillschweigend vorausgesetzt wird, daß nicht eine Verlängerung oder Verkürzung der Seiten eintritt, keine Formveränderung an. Ein Fachwerk



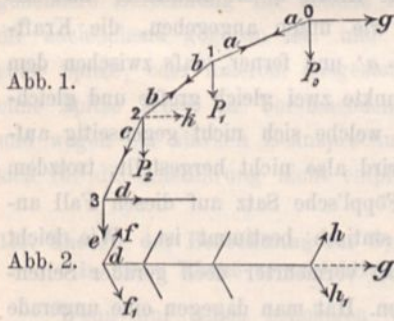
im Raume ist aber nicht ohne weiteres stabil. Ausnahme macht nur eine dreiseitige Pyramide (Tetraeder) und diese ist für die Fachwerke im Raume ebenso das stabile Element, wie das Dreieck für die Fachwerke in der Ebene. Alle Fachwerke im Raume, welche nicht aus Tetraedern zusammengesetzt sind, sind also an und für sich nicht stabil, sondern werden es erst unter anderweitigen, hier zu untersuchenden Bedingungen, wie z. B. feste Auflagerpunkte.

Die am meisten vorkommenden Systeme findet man in den Schwedler'schen Constructionen, deren Auflagerpunkte in einer wagerechten Ebene und deren sämtliche Knotenpunkte in einer Umdrehungsfläche liegen, wie es in den Abbildungen 1 bis 8 auf Blatt 18 dargestellt ist.

Wenngleich die Berechnungen von Schwedler und Föppl durch Veröffentlichungen bekannt sind, so dürften die Principien derselben hier doch in möglichster Kürze anzuführen sein, da sie zum besseren Verständnifs der von mir angeführten Berechnungen dienen.

**II. Principien der Schwedler'schen und Föppl'schen Berechnungen.**

a) Schwedler'sche Berechnung.



Denkt man sich in der bestehenden Abb. 1 den Durchschnitt und in Abb. 2 den Grundrifs eines Sparrens mit den anstossenden Ringtheilen und im Knotenpunkte 1 eine Last  $P_1$ , so kann diese in zwei Seitenkräfte  $a$  und  $b$  zerlegt werden, welche in den

beiden angrenzenden Sparrentheilen ihre Wirkung ausüben. In derselben Weise kann man die Kraft  $P_2$  im Knotenpunkte 2 zerlegen. Ergeben sich in dem zwischen den beiden Kräften befindlichen Sparrentheile zwei gleich große und entgegengesetzte Componenten  $b$  und  $b'$ , so werden sich dieselben ohne Störung des Gleichgewichts aufheben.

Die Componente  $c$  der Kraft  $P_2$  erzeugt im Auflagerpunkte 3 eine wagerechte Componente  $d$  und eine lothrechte  $e$ ; letztere wird durch das Auflager aufgenommen und die erstere zerlegt sich in zwei Componenten  $f$  und  $f_1$ , welche in den anstossenden Ringtheilen wirken. In derselben Weise zerlegt sich die Kraft  $P_0$  in zwei Ringkräfte  $h$  und  $h_1$ , und eine Kraft im Sparren  $a$ , d. h. wenn ein innerer Ring vorhanden ist; ist dort eine Spitze befindlich, so geschieht die Zerlegung so wie die der Kräfte  $P_1$  und  $P_2$ . Hierbei ist es erforderlich, dafs die Neigungen der Sparrentheile den Kräften  $P_0$  bis  $P_2$  entsprechend ermittelt sind, was für eine gegebene Belastung ausführbar ist. Es erleiden dann lediglich die Sparren und der äufsere und innere Ring, falls letzterer vorhanden, Spannungen. Tritt dieser Fall aber nicht ein, ist z. B. die Kraft  $P_2$  größer oder kleiner, als sie es nach obiger Voraussetzung sein müsste, so mufs in diesem Punkte noch eine in Abb. 1 punktirte wagerechte Kraft  $k$  für die Herstellung des Gleichgewichts gedacht werden, welche sich in zwei Componenten in den anstossenden Ringtheilen zerlegen läfst.

Sobald aber Spannungen, welche sich nicht gegenseitig aufheben, in den Ringtheilen entstehen und man ihre Wirkungen

in den benachbarten Knotenpunkten zu verfolgen sucht, ergibt sich dort, dafs die Spannungen auf mehr als drei Stäbe stofsen und man nicht in der Lage ist, durch dieses Verfahren ihre Componenten in den verschiedenen Stäben zu ermitteln. Dieser Fall tritt bei einseitiger Belastung ein und für diese ist von Schwedler nur eine annähernde Berechnung der Diagonalen gegeben. Wie sich aber weiter unten zeigen wird, erleiden bei dieser auch die anderen Constructionstheile erhebliche Spannungen, welche größer sind als die bei höchster Belastung. Für die Ermittlung derselben giebt, wie bemerkt, A. Föppl's Berechnung einen richtigen Fingerzeig.

b) Föppl'sche Berechnung.

Auf dem schon oben angeführten Gedanken: „dafs ein System statisch bestimmt sei, wenn eben so viel Gleichungen als Unbekannte vorhanden sind“ gründet Föppl folgende ebenso einfache als wichtige Gleichung:

Wenn  $a$  die Anzahl der Auflagerpunkte,  $n$  die Anzahl der Knotenpunkte, einschliesslich der Auflagerpunkte, und  $m$  die Anzahl der Stäbe bedeutet, so mufs  $3n = m + 3a$  sein. Denn da für Kräfte im Raume, die an einen Punkt angreifen, drei Gleichungen angesetzt werden können, so ergeben sich bei  $n$  Knotenpunkten  $3n$  Gleichungen. Die Unbekannten sind  $m$  Stabspannungen und  $3a$  Unbekannte für die Auflagerdrucke, weil jeder seiner Richtung und Größe nach unbekannte Auflagerdruck nur durch drei Componenten desselben festgestellt werden kann. Freilich drückt diese Formel nur aus, dafs das System statisch bestimmt, aber noch nicht, dafs es stabil sei. Hierzu gehört, dafs sich die Gleichungen auch lösen lassen und dafs sie keine imaginären oder unendlichen Werthe ergeben.

Für jedes stabile System zeigt dieser Gedanke einen Weg, die sämtlichen Spannungen zu ermitteln; man hat nur  $3n$  Gleichungen anzusetzen, um daraus die gleiche Anzahl Unbekannter zu ermitteln. Leider erweist sich dieser Weg aber in der Regel als zu umständlich. Eine Schwedler'sche Kuppel mit 24 Sparren und 4 Ringen z. B. hat  $4 \cdot 24 = 96$  Knotenpunkte; tritt eine Spitze hinzu, so ergeben sich 97 Knotenpunkte mit  $3 \cdot 97 = 291$  Gleichungen. Hierzu kommt noch, dafs nicht ein Theil der Gleichungen ausgesondert werden kann, um einen Theil der Unbekannten daraus zu ermitteln, vielmehr müssen in diejenige Formel, welche für eine einzige Unbekannte schliesslich den bestimmten Werth ergibt, fast alle anderen Gleichungen mit aufgenommen sein, wodurch sich Formeln von außerordentlicher Länge ergeben. Es mag dies wohl der Grund sein, warum Föppl diesen Weg für seine weiteren veröffentlichten Untersuchungen nicht beschreitet. In einer sehr interessanten Weise findet derselbe vielmehr einen anderen Weg und, wie oben bemerkt, in dem Falle, dafs das System nicht in einer Spitze, sondern in einem inneren Ringe endigt.

Es ergibt sich nämlich, dafs z. B. die Spannung der Stäbe 1 und 2 des Feldes A in Abb. 6 auf Blatt 18 nicht durch Spannungen der Stäbe des benachbarten Feldes B aufgenommen werden kann, weil beide Felder in verschiedenen Ebenen liegen; es gehört dazu noch eine bestimmte äufsere Kraft im gemeinschaftlichen Knotenpunkte I des inneren Ringes, oder ein punktirter Stab 3, welcher zur Spitze oder zu einem anderen Ringe führt. Der innere Ring ist deshalb ohne bestimmte äufsere, in seinen Knotenpunkten wirkende Kräfte zu Kraftübertragungen



nicht geeignet; es müssen deshalb in irgend einem seiner Knotenpunkte wirkende äußere Kräfte in Componenten zerlegt werden, welche auf dem kürzesten Wege zu festen Auflagerpunkten führen.

Da es nicht thunlich ist, hier die sehr schätzenswerthen Föppl'schen Untersuchungen ausführlich zu wiederholen, so möge es genügen, im wesentlichen die Ergebnisse derselben anzugeben.

Der Beweis, daß ein System ohne Spitze stabil ist, wenn seine Auflagerpunkte feste sind, ergibt sich übrigens ganz einfach aus folgender Betrachtung: Faßt man in Abb. 6 auf Bl. 18 einen beliebigen Knotenpunkt desjenigen Ringes ins Auge, welcher den Auflagerpunkten am nächsten liegt (der unterste Ring fällt bei festen Auflagerpunkten als nutzlos fort), so findet man, daß er mit den nächsten drei Auflagerpunkten durch feste Stäbe verbunden ist, wodurch er selbst und mit ihm alle Knotenpunkte dieses Ringes feste Punkte werden. Die Knotenpunkte des nächstfolgenden Ringes sind mit den Knotenpunkten dieses Ringes aber ebenso verbunden, sie werden also, wie schliesslich alle Knotenpunkte des ganzen Systems, zu festen Punkten.

In der vorbezeichneten Abbildung 6 sind die Spannungen für eine Einzellast  $P=1$  angegeben, die Stäbe haben eine den Spannungen entsprechende Breite erhalten. Es sind doppelte, schlaife Diagonalen angenommen, außerdem sind hier und in den übrigen Abbildungen die Druck darstellenden Linien und Flächen mit Querstrichen versehen.

Der Querschnitt der Construction ist der in Abb. 1 auf Blatt 18 angegebene, nur fällt die Spitze fort. Die Ermittlung der Spannungen wird weiter unten erörtert werden, sie ist eine einfachere als die Föppl'sche, beide stimmen in den Ergebnissen überein.

Man ersieht, daß in diesem Falle nur verhältnißmäßig wenige Constructionstheile, diese aber sehr starke Spannungen auszuhalten haben, nämlich bis  $25,75 P$ , weil das System nicht als gewölbformige Construction widersteht, da, wie bemerkt, der innere Ring keine Kräfte überträgt.

In den weiteren Untersuchungen wird sich z. B. ergeben, daß in dem 24eckigen, den ausgeführten Schwedler'schen Constructionen ähnlichen und in Abb. 7 auf Blatt 18 angedeuteten System ohne Spitze, aber mit festen Auflagerpunkten sich in dem Falle, daß ein einziger Sparren auf das höchste belastet ist, die anderen aber gar nicht belastet sind, Spannungen entstehen, welche mehr als 600mal so groß sind, als es die Schwedler'sche Berechnung für höchste Belastung ergibt.

Nun sind die Schwedler'schen Constructionen aber nicht mit festen, sondern mit radial verschieblichen Auflagerpunkten versehen, weil sie auf Schrauben stehen, die sich in nach dem Mittelpunkt gerichteten Rillen der festen Auflagerplatten verschoben lassen.

Für ein solches System ergibt sich der merkwürdige Umstand, daß dasselbe stabil ist, wenn die Anzahl seiner Seiten ungerade, und nicht stabil, wenn die Anzahl gerade ist. In beiden Fällen ist ein regelmäßiges Vieleck als Grundriss vorausgesetzt.

Sind die Auflager nicht fest, so muß ein unterer Ring vorhanden sein; es entstehen dann in den Auflagerpunkten lothrechte Auflagerdrücke und Ringspannungen, ferner ersieht man aus Abb. 6 auf Blatt 18, daß bei regelmäßigem Grundriss diese Ringspannungen sämtlich symmetrisch zu dem belasteten Knotenpunkte auftreten.

Sind radiale Führungen vorhanden, so muß man sich in den Auflagerpunkten winkelrecht auf diese Führungen gerichtete Kräfte, wie  $b$  in der nachstehenden Abb. 3, denken, welche ein Ausweichen der Auflager in den Richtungen jener Kräfte verhindern.

Denkt man sich ein Quadrat als Grundriss eines Systems mit den vier Auflagerpunkten 1, 2, 3 und 4 und den beiden gleich großen Ringspannungen  $a$  symmetrisch zum Knotenpunkte 1 wirkend, so wird, wenn die Spitze fehlt, nur dann Gleichgewicht eintreten können, wenn die Ringspannungen  $a$  durch die Span-

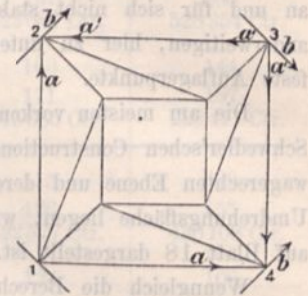


Abb. 3.

nungen der übrigen Theile des unteren Ringes und die Kräfte  $b$  in den Auflagern aufgenommen werden können; denn sind hierzu noch Spannungen in den anderen Stäben erforderlich, so wirken dieselben direct oder, wenn Zwischenringe vorhanden sind, durch ihre Componenten auf die Knotenpunkte im inneren Ringe ein, welcher, wie bewiesen, zur Uebertragung der Kräfte, also zur Herstellung des Gleichgewichts nicht geeignet ist.

In Abb. 3 erzeugen die Kräfte  $a$  die Kräfte  $a'$  und die Kräfte  $b$ . Construiert man, wie unten angegeben, die Kraftdreiecke, so ergibt sich  $a = a'$  und ferner, daß zwischen dem zweiten und dritten Knotenpunkte zwei gleich große und gleichgerichtete Kräfte  $a'$  wirken, welche sich nicht gegenseitig aufheben. Das Gleichgewicht wird also nicht hergestellt, trotzdem man finden wird, daß der Föppl'sche Satz auf diesen Fall anwendbar, das System also statisch bestimmt ist. Wie leicht ersichtlich, gilt dies auch bei vermehrter doch gerader Seitenzahl in regelmäßigen Vielecken. Hat man dagegen eine ungerade Seitenzahl, wie in Abb. 4, so findet man bei derselben Zerlegung der Kräfte, daß schliesslich in einem Ringtheile (hier in dem

Theile zwischen Knotenpunkt 2 und 3) die gleich großen und entgegengesetzten Kräfte  $a'$  sich gegenseitig aufheben. Dieses gilt auch, wie leicht ersichtlich, für alle regelmäßigen vieleckigen Grundrisse mit ungerader Seitenzahl. Diese Systeme sind also stabil

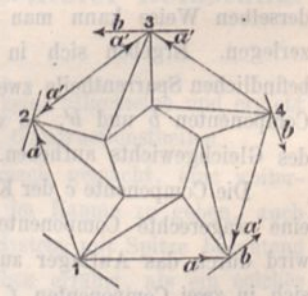


Abb. 4.

und auch statisch bestimmt, jedoch erleiden sie, wie oben nachgewiesen, infolge der fehlenden Spitze sehr starke Beanspruchungen.

Wenn man die vorstehenden Erörterungen auf die über Gasometern ausgeführten Schwedler'schen Constructionen, veröffentlicht in der Zeitschrift für Bauwesen, Jahrg. 1866 S. 21 u. ff. und Jahrg. 1876, S. 179 ff., anwendet, so ergibt sich, daß dieselben für schiefe Belastungen nicht stabil construiert sind; dennoch bewähren sie sich in der Ausführung ausgezeichnet. Dieser Widerspruch klärt sich dadurch auf, daß die Stäbe nicht, wie die Berechnung voraussetzt, in den Knotenpunkten gelenkartig verbunden sind. Hierdurch erhält der innere Ring Unverschieblichkeit, und wenn auch die Kräfte, welche derselbe einem Verschieben entgegengesetzt, nicht bedeutend sind, so wird doch unten nachgewiesen werden, daß schon geringe Kräfte in der Nähe des Scheitels die Bildung großer Spannungen im unteren



Theile der Kuppel verhindern. In der Wirkung gegen Verschiebung der Construction wird der innere Ring noch durch die ebenfalls vernieteten Knotenpunkte der anderen Ringe unterstützt, besonders aber, und dies ist von Schwedler seiner Zeit auch schon angeführt, durch die Dachschalung. Es wäre für weitere Untersuchungen eine dankbare Aufgabe, festzustellen, wie weit die kuppelförmige Schalung schon an und für sich geeignet ist, Lasten zu tragen. Wenn man aber die gefährlichen Möglichkeiten erwägt, welche in einem solchen System bei schiefer Belastung eintreten können, so wird man bewundern müssen, mit welchem kühnen, und, wie die Erfahrung beweist, doch praktischen Blick Herr Schwedler bei dem damaligen Mangel ausreichender Berechnungstheorien das Richtige getroffen hat. Für ähnliche Fälle wird man daher ohne Sorge die Schwedler'sche Berechnung anwenden können. Doch kommen auch Fälle vor, in welchen keine Einschaltung die Verschiebbarkeit des Systems verhindert, wenn z. B. dieselbe durch Glaseindeckung bei Ausstellungspalästen oder durch (der Wärmeausdehnung wegen) verschiebbare Metalleindeckung ersetzt ist. Ferner können diese Systeme auch für Holzconstructions Anwendung finden, und dann fallen die starren Verbindungen der Eisenconstructions in den Knotenpunkten fort. In diesen Fällen wird man eine eingehendere Berechnung für schiefe Belastung aufstellen müssen, die nachstehend gegeben ist, und zwar nur für Systeme mit einer Spitze, oder innerem ausgesteiften Ring, da die Systeme ohne Spitze schon in Vorstehendem genügend betrachtet sind und wegen der starken Beanspruchung ihrer Constructionstheile sich für die Ausführung nicht empfehlen.

**III. Theorie der Berechnung für Systeme mit einer Spitze und in einer Ebene verschieblichen Auflagerpunkten.**

Wenn auf einem beliebigen Wege die Möglichkeit eines Gleichgewichtszustandes mathematisch nachgewiesen werden kann, so ist angenommen, dafs auch irgend ein Gleichgewichtszustand vorhanden ist, fraglich bleibt es dann nur, ob noch andere als der ermittelte Gleichgewichtszustand möglich sind, d. h. ob das System statisch unbestimmt ist. Dieses ist nicht der Fall, sobald der Föppl'sche Satz: „es müssen soviel Unbekannte als Gleichungen vorhanden sein“, angewendet werden kann. Zur Berechnung eines Systems gehören also zwei Erfordernisse:

1. der Nachweis der Möglichkeit eines Gleichgewichtszustandes mit Berechnung der demselben entsprechenden Spannungen, und
2. die Uebereinstimmung mit dem obigen Föppl'schen Satze.

Das bei 1. zu benutzende Verfahren ist ausführlich unten bei IV b erörtert. Zur Ergänzung des Föppl'schen Satzes ist anzuführen, dafs die Unbekannten alle beliebigen Werthe annehmen können; ausgeschlossen sind, wie oben schon bemerkt, die Werthe unendlich, nicht ausgeschlossen die Werthe 0. Diejenigen Kräfte, welche = 0 werden, lassen sich zum Theil von vornherein erkennen, was zur Abkürzung der Berechnung dienen kann.

Allgemein soll nachstehend bewiesen werden, dafs ein System mit einer Spitze statisch bestimmt ist, wenn seine Auflagerpunkte (nicht fest, sondern nur) in einer Ebene verschieblich sind und noch drei Kräfte an beliebigen Auflagerpunkten wirken. Ferner wird sich ergeben, dafs diese drei Kräfte bei der Einwirkung nur lothrechter äufserer Kräfte sämtlich = 0 und bei der Einwirkung wagerechter äufserer Kräfte zuweilen theilweise = 0 werden.

Denkt man sich den Grundrifs eines Systems mit Spitze als Vieleck von beliebiger Seitenzahl  $a$  und ist  $r$  die Anzahl der Ringe, so ergeben sich  $a \cdot r$  Knotenpunkte vermehrt um einen der Spitze, und die Anzahl der Gleichungen ist  $3(a \cdot r + 1)$ . Dem muß die Anzahl der unbekanntnen Gröfsen entsprechen.

$$\begin{aligned} \text{Die Anzahl der Sparrentheile ist} &= a \cdot r, \\ \text{die Anzahl der Ringtheile ist} &= a \cdot r, \\ \text{die Anzahl der Diagonalen ist} &= a(r - 1) \\ \text{Summe} &= 3 \cdot r \cdot a - a; \end{aligned}$$

es fehlen also noch  $3(a \cdot r + 1) - 3ra + a = a + 3$  Unbekannte. In den in einer Ebene verschieblichen  $a$  Auflagern wirken  $a$  lothrechte Kräfte, folglich fehlen noch drei Kräfte, welche mit jenen nicht zusammenfallen, also nicht lothrecht auf dieser Ebene stehen. Diese Kräfte können verschiedenartig angebracht werden, was praktisch von erheblicher Bedeutung ist. Denkt man sich in Abb. 5 ein System auf Fachwerkwänden ruhend, so können diese drei Kräfte durch drei Streben in drei beliebigen Wänden hergestellt werden, die anderen Wände bedürfen, gleichviel wie groß ihre Anzahl ist, oder ob das System regelmäßig ist oder nicht, keiner Streben. Lagert das System auf einer Mauer, so können diese drei Kräfte durch drei radiale Führungen hergestellt werden.

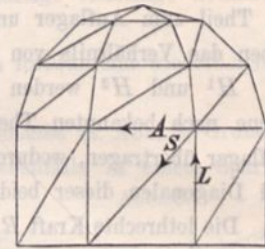


Abb. 5.

In allen Fällen müssen die äufseren Kräfte mit den  $a + 3$  Auflagerkräften im Gleichgewicht stehen. Sind die äufseren Kräfte und die  $a$  Auflagerkräfte lothrecht, die übrigen drei Kräfte wagerecht, so tritt das Gleichgewicht ein, wenn diese drei Kräfte = 0 sind.

Haben die äufseren Kräfte wagerechte Componenten, so müssen auch die Auflagerkräfte solche haben; geht die Mittelkraft derselben z. B. durch einen beliebigen Auflagerpunkt und wird in diesem Punkte eine der Mittelkraft gleich große und entgegengesetzte Kraft angebracht, so wird diese allein genügen, das Gleichgewicht herzustellen, und zwei von den erwähnten Kräften müssen = 0 werden.

Denkt man sich an Stelle dieser Auflagerkraft zwei radiale Führungskräfte  $A$  und  $B$  (s. Abb. 17), welche sich in der Richtung obiger Mittelkraft schneiden, so werden diese beiden gleichfalls das Gleichgewicht herstellen und die dritte Kraft muß = 0 werden. Hat die Mittelkraft dagegen die beliebige Richtung  $W$  in jener Abbildung, so muß sie sich mit einer dritten radialen Führungskraft  $D$  zu einer Mittelkraft zusammensetzen, welche durch den Schnittpunkt der beiden genannten Kräfte  $A$  und  $B$  geht, um aufgehoben zu werden.

In diesem Falle sind also die drei Kräfte  $A$ ,  $B$  und  $D$  sämtlich erforderlich. Aus den oben erörterten Gründen soll die lothrechte und die wagerechte Belastung getrennt behandelt und dabei pyramidale und kuppelförmige Construction unterschieden werden.

**IVa. Anwendung der neuen Theorie auf lothrechte Belastung und pyramidale Dächer mit in einer Ebene verschieblichen Auflagerpunkten und mit einer Spitze.**

Die pyramidalen Dächer lassen sich in sehr einfacher Weise behandeln. Stellt Abb. 6 zwei Felder eines beliebigen pyrami-



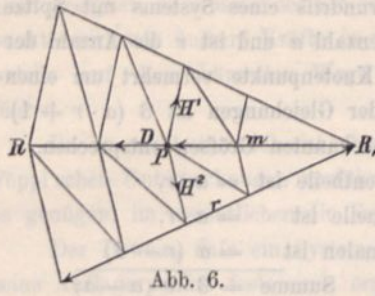


Abb. 6.

dales Daches vor und ist  $P$  eine lothrechte Last in einem gemeinschaftlichen Knotenpunkte, so übertragen die beiden Felder auf den gemeinschaftlichen Auflagerpunkt die lothrechte Last  $R = \frac{P \cdot m}{r}$  und auf die Spitze die loth-

rechte Last  $R_1 = \frac{P(r-m)}{r}$ .

Zur Berechnung der Spannungen in den Ringen und Diagonalen muß man  $P$  in die Kraft  $D$  im Sparren und in die wagerechten Ringkräfte  $H$  und  $H^1$  zerlegen. Von  $D$  gelangt ein Theil zum Auflager und ein Theil zur Spitze, beide Theile haben das Verhältniß von  $R:R_1$  zu einander.

$H^1$  und  $H^2$  werden in den beiden Fachwerken in der Ebene nach bekannten Theorien ebenfalls zur Spitze und zum Auflager übertragen, wodurch sich die Spannungen in den Ringen und Diagonalen dieser beiden Felder ergeben.

Die lothrechte Kraft  $R_1$  vertheilt sich auf sämtliche Sparren. Ist der Grundriß ein regelmäsiges Vieleck, so hat jeder, wenn Gleichgewicht des Systems vorhanden sein soll, eine gleich große Komponente von  $R_1$  aufzunehmen, und hat das Vieleck  $a$  Seiten, so erhält jeder Auflagerpunkt den lothrechten Druck  $\frac{R_1}{a}$ , und

der bei  $R$  den lothrechten Druck  $R + \frac{R_1}{a}$ .

Ist der Grundriß ein unregelmäsiges Vieleck, so haben die Sparren verschiedene Componenten von  $R_1$  aufzunehmen, welche mit  $C_1, C_2, C_3$  bis  $C_a$  bezeichnet werden mögen. Diese erzeugen in den Auflagern lothrechten Auflagerdruck und Ringspannungen, welche letztere zur Herstellung des Gleichgewichts in jedem Ringstabe gleich groß und entgegengesetzt gerichtet sein müssen.

Stellt Abb. 7 ein pyramidales System mit unregelmäßigem Grundriß dar, und ergeben sich in demselben Ringstabe die Spannungen  $dC_1$   $bC_2$ , so müssen beide gleich sein, man kann deshalb soviel Gleichungen ansetzen, als Seiten des Vielecks bzw. Stabspannungen  $C$  vorhanden sind, und dieselben darnach ermitteln;  $d$  und  $b$  sind aus den Abmessungen des Systems zu ermittelnde Größen und unabhängig von  $P$ .

Man findet aber, wie weiter unten an einem Beispiel gezeigt wird, daß die Kräfte  $C$  diese Bedingungen bei beliebiger Größe erfüllen, wenn sie nur bestimmte Differenzen haben. Deshalb braucht man zu ihrer Ermittlung noch eine Gleichung, welche das Gleichgewicht zwischen den Kräften  $C$  und  $R_1$  ausdrückt, d. h. es muß  $R_1 = \sum C_n \sin \alpha_n$  sein, wenn  $\alpha_n$  den zu jedem  $C_n$  gehörigen Neigungswinkel zur Wagerechten ausdrückt. Im beliebigen pyramidalen System werden mithin durch eine Einzellast sämtliche Sparren, sämtliche Stäbe des unteren Ringes und von den Stäben der übrigen Ringe und von den Diagonalen nur die derjenigen beiden Felder gespannt, in welchen der belastete Knotenpunkt liegt.

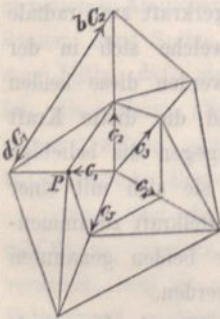


Abb. 7.

Sobald  $P$  bekannt ist und die Abmessungen des Systems gegeben sind, lassen sich nach obigem alle Spannungen ermitteln; hierbei dürfte das einfachste Verfahren für die Zerlegung der Kräfte im Raume in Componenten das in den nachfolgenden Ermittlungen angewendete sein.

**IVb. Anwendung der Theorie auf lothrechte Belastung und kuppelförmige Dächer mit in einer Ebene verschieblichen Auflagerpunkten und mit einer Spitze.**

Man zerlege die in den Knotenpunkten wirkenden äußeren Kräfte  $P$  zunächst in Componenten  $a$  und  $b$  in den Sparren. Die nach dem Scheitel gerichtete Componente, welche  $a$  sein möge, führe man auf dem kürzesten Wege zum Scheitel und dabei entstehende seitliche Componenten, sowie die Componente  $b$  auf dem kürzesten Wege nach den nächsten Auflagerpunkten. Das Endergebniß dieser Zerlegung sind Kräfte  $s$  in den Scheitelstäben und Kräfte  $S$  in den Auflagerpunkten. Für die Kräfte  $s$  setze man andere unbekannte Kräfte  $C$  in den Scheitelstäben ein, welche mit ihnen dieselbe Mittelkraft haben, d. h. als durch sie erzeugt angesehen werden können. Diese Kräfte  $C$  müssen so gewählt sein, daß, wenn sie wiederum auf dem kürzesten Wege nach den Auflagerpunkten geleitet werden, sie dort Componenten ergeben, die sich mit den vorhin ermittelten ins Gleichgewicht setzen.

Man kann die Zerlegung auch in der Weise vornehmen, daß man die äußeren Kräfte, wie in der Föppl'schen Methode, lediglich in Componenten, welche zu den nächsten Auflagerpunkten führen, zerlegt und dann unbekannte Spannungen in den Scheitelstäben annimmt, deren Componenten sich in den Auflagerpunkten mit jenen ins Gleichgewicht setzen.

Beides führt zu denselben Ergebnissen, die erstere Auffassung erscheint aber verständlicher und ist meistens in nachstehenden Berechnungen durchgeführt. Voraussetzung ist hierbei, daß ebenso viel Scheitelstäbe als Auflagerpunkte vorhanden sind. Abweichungen hiervon sind am Schluß dieses Abschnitts behandelt.

Sind die Belastungskräfte  $P$  und die Abmessungen des Systems bekannt, so können daraus alle vorhin angeführten Componenten unmittelbar berechnet bzw. construirt werden, mit Ausnahme der Kräfte  $C$  in den Scheitelstäben. Diese werden durch die oben angeführte Bedingung ermittelt, daß sich ihre Componenten in den Auflagerpunkten mit den vorhin erwähnten Componenten ins Gleichgewicht setzen. Man kann auch sagen, was dasselbe ist, die Scheitelkräfte  $C$  werden derartig gewählt, daß sie sich mit den äußeren Kräften ins Gleichgewicht setzen, und dieser Gleichgewichtszustand wird an den Auflagerpunkten untersucht bzw. durch Gleichungen festgestellt. Man braucht in jedem Auflagerpunkte nur eine Gleichung zur Feststellung des Gleichgewichts, welche ausdrückt, daß in jedem Stabe des unteren Ringes die Spannungen an seinen Enden sich gegenseitig aufheben, denn die Größe der außerdem vorhandenen lothrechten Componenten daselbst ist für den Gleichgewichtszustand gleichgültig, weil sie beliebige Stärke haben können und doch von den Auflagern aufgenommen werden. Man bildet daher soviel Gleichungen als Auflagerpunkte und unbekannte Kräfte  $C$  (wenn, wie gewöhnlich, soviel Scheitelstäbe als Auflagerpunkte vorhanden sind), und kann sämtliche Unbekannte und durch sie alle vorkommenden Spannungen ermitteln. Handelt es sich hierbei z. B.



um ein Vierundzwanzigeck mit beliebiger Anzahl von Ringen, so sind 24 Gleichungen anzusetzen, hat die schiefe Belastung aber eine Symmetrieachse, wie z. B. beim Angriff des Windes, so lassen sich die Gleichungen in der Regel auf die Hälfte einschränken. Es wird sich ferner zeigen, daß sie sich in praktischen Fällen in der Regel fast auf ein Viertel, d. h. auf sieben zurückführen lassen, während man sonst, wie oben angegeben, für ein Vierundzwanzigeck mit vier Ringen 291 Gleichungen brauchte, und wenn man dieselben auch bei einer Symetrieachse der Belastung fast auf die Hälfte vermindern kann, so bleiben doch noch 146 Gleichungen.

Zerlegung der Kräfte.

Bevor man die obigen Gleichungen ansetzen kann, muß man zunächst die Zerlegung der Kräfte  $P$  und  $C$  vornehmen. Föppl giebt hierfür eine schulgerechte graphostatische Methode an, mit einem Kräfteplane im Raume, welcher durch seine Projectionen in zwei Ebenen dargestellt wird. Einfacher dürfte jedoch folgendes Verfahren sein, welche lediglich nachstehende Elemente der Statik zur Grundlage hat:

1. Werden Kräfte durch Linien dargestellt, deren Längen den Gröfsen der Kräfte entsprechen, so lassen sich drei an einen Punkt und in einer Ebene wirkende Kräfte, welche sich im Gleichgewicht befinden, ihrer Gröfse und Richtung nach zu einem Dreieck zusammensetzen.

2. Ein Dreieck bleibt Dreieck in jeder beliebigen Projection, solange es nicht zur geraden Linie zusammenschrumpft.

Wählt man für die Kräftezerlegung die wagerechte Projection, d. h. die Grundrifsfläche, so geht aus 2. hervor, daß je drei nach 1. zusammengehörige Kräfte auch in dieser Projection stets ein Dreieck bilden; für diejenigen Kraftdreiecke dagegen, welche in der Projection eine gerade Linie bilden, d. h. welche in den lothrechten Ebenen der Sparren liegen, muß die Zerlegung in einer Hülfebene erfolgen. Darnach würde man sich mit Zeichnung eines einzigen Kräfteplanes im Grundrifs und einigen Hülfsconstructions im Durchschnitt für alle Zerlegungen begnügen können. Das Zeichnen eines Kräfteplanes ist aber nicht erforderlich, weil man findet, daß die Projectionen der Kraftdreiecke, wenn man noch wenige Hülfslinien zieht, ähnlich sind den Dreiecken der Construction im Grundrifs. Bei regelmäfsigem Grundrifs hat man deshalb nur für ein Feld, wie in Abb. 2 auf Blatt 18 angegeben, die genauen Grundrifsängen und außerdem für den Querschnitt eines Sparrens mit den angrenzenden Diagonalen (s. Abb. 1 auf Blatt 18) einige Längen genau zu zeichnen oder auszurechnen, um alle Verhältnisse für die Zerlegung sämtlicher Kräfte zu besitzen.

Man führt die Zerlegung der Kräfte im Grundrifs vollständig durch und findet dann die wirklichen Längen der Kräfte aus der Bedingung, daß sich dieselben zu ihren Grundrifsängen verhalten wie die wirklichen Längen der entsprechenden Stäbe zu ihren Grundrifsängen. Man drücke diese Verhältnisse, wie in Abb. 2 auf Bl. 18 angegeben, durch in Klammern eingeschlossene Zahlen aus. Dazu sei bemerkt, daß für die Berechnung keineswegs genau ausgeführte Zeichnungen erforderlich sind, es genügen vielmehr Handzeichnungen mit den genau ausgerechneten Mafsen. Muß aber doch eine genaue Zeichnung hergestellt werden, so kann man auch durch Zeichnen die erforderlichen Längen ermitteln, wenn sich nicht die Linien unter

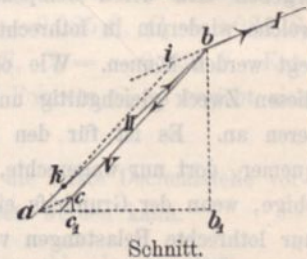
sehr spitzen Winkeln schneiden. Zweckmäfsig ist es dann, mit Rechnen und Zeichnen je nach Bequemlichkeit abzuwechseln. Ferner vereinfacht sich die Ermittlung ganz bedeutend, wenn man in jedem Trapeze zunächst zwei steife Diagonalen annimmt und erst am Schlusse die Spannungen für das Beibehalten nur einer Diagonale in jedem Trapeze näher bestimmt. Es ist nämlich bekannt, daß, wenn man in einem Trapez mit zwei steifen Diagonalen eine fortläßt, oder in einem Trapeze mit einer Diagonale letztere durch eine andere ersetzt, sich dann nur die Spannungen in den Seiten dieses Trapezes, nicht aber die in den übrigen Trapezen ändern.

Nimmt man zwei steife Diagonalen an, so ergeben sich für die mittleren Ringe keine Spannungen, weshalb dieselben zunächst nicht zu berechnen sind.

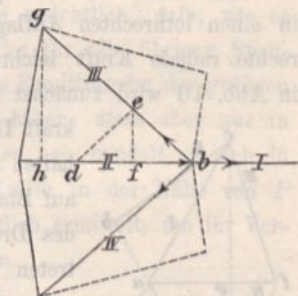
Das Obige wird durch folgende Darstellungen deutlicher werden, wobei zunächst nur regelmäfsige vieleckige Grundrisse betrachtet werden sollen.

Die bei der Kraftzerlegung sich fortwährend wiederholenden Aufgaben zerfallen in drei Arten:

1. Die Kraft  $I$  in einem Sparrenstabe (s. Abb. 8, Grundrifs und Schnitt) soll in die Kraft  $II$  ebenfalls in einem Sparrenstabe und in die beiden Diagonalstabkräfte  $III$  und  $IV$  zerlegt werden. Man denke sich im Schnitt der Abbildung eine Ebene durch  $I$  und  $II$  gelegt und zerlege die gegebene Kraft  $I$  zunächst in  $II$  und  $V$ . Zieht man  $ac$  parallel mit der Richtung von  $I$ , so ist Dreieck  $abc$  ähnlich dem fraglichen Kraftdreieck und seine Seiten verhalten sich wie die entsprechenden Kräfte. Da hier nur mit den Grundrifsängen derselben gerechnet werden soll, so zeichne oder berechne man die Projectionen  $ac_1$  und  $ab_1$ , welche jenen proportional sind. Will man die den Kräften  $II$  und  $V$  entsprechenden Längen durch Zeichnung erhalten, so verlängere



Schnitt.



Grundrifs.

man  $I$  um die seiner Kraft entsprechende Länge über  $b$  hinaus bis  $i$  und ziehe  $ik$  parallel zu  $V$ , dann entspricht  $kb$  und  $ki$  den Kräften  $II$  und  $V$ . Es ist aber  $V$  nur eine für die Hülfsconstruction ermittelte Kraft, dieselbe muß noch in die Kräfte  $III$  und  $IV$  zerlegt werden. Dies geschieht in der Weise, daß man sich in dem Grundrifs der Abb. 8 ihre wirkliche Grundrifsänge  $bd$  eingetragen denkt (ein wirkliches Eintragen ist, wenn man rechnet, nicht erforderlich) und sie ferner in  $III$  und  $IV$  zerlegt. Zu diesem Zwecke ist eine mit  $IV$  parallele Linie  $de$  anzunehmen, dann ist das Dreieck  $deb$  das Kraftdreieck für die Grundrifsängen der Kräfte  $V$ ,  $III$  und  $IV$ , wobei in regelmäfsigen Grundrifsängen  $III = IV$  ist. Zieht man die Lothrechten  $ef$  und  $gh$ , so findet man  $eb : bf = gb : hb$  oder, wenn man nur mit den in Abb. 6 auf Bl. 18 angegebenen Längen rechnet, folgendes: Es verhalten sich die Grundrifsängen der Kräfte  $I$ ,  $II$  und  $V$  wie  $ac_1 : ab_1 : c_1 b_1$  und die Grundrifsänge der Kraft  $V$  zu denen der Kräfte  $III$  und  $IV$ , wie  $2 bh : gb$ .



Ist die Kraft I also gegeben, so kann man die Kräfte II, III und IV durch die im Grundrifs gegebenen Längen (siehe Blatt 18 Abb. 2) mit Hülfe einfacher Rechnung oder auch durch Zeichnen ermitteln.

2. Die Diagonalkraft I (s. Abb. 9) soll in die Kräfte II, III und IV zerlegt werden.

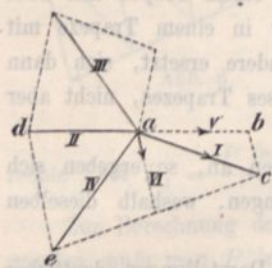


Abb. 9.

Man denke die Kraft I zunächst in die Sparrkraft V und Ringkraft VI zerlegt. Die Grundrifsängen dieser Kräfte verhalten sich wie die Seiten des Dreiecks abc, welche auf Blatt 18, Abb. 2 im Grundrifs angegeben sind. V wird in der vorhin angegebenen Weise zerlegt. VI gehört mit II und IV derselben Ebene an, kann also ohne weiteres in II und IV zerlegt werden und das in der Abbildung mit seinen Seitenlängen angegebene Dreieck ade giebt in diesen die Verhältnisse der Kräfte zu einander an.

3. Nach den Verfahren 1. und 2. werden die Kräfte bis zu den Auflagerpunkten auf kürzestem Wege zerlegt, dort ergeben sich deren Componenten in Sparren und Diagonalen, welche wiederum in lothrechte Kräfte und Ringspannungen zerlegt werden können. Wie oben erörtert, sind die ersteren für diesen Zweck gleichgültig und kommt es lediglich auf die letzteren an. Es ist für den Ansatz der Gleichungen aber bequemer, dort nur wagerechte, radiale Kräfte zu haben, in welche obige, wenn der Grundrifs ein regelmäßiges Vieleck bildet, und nur lothrechte Belastungen vorkommen, sämtlich zerlegt werden können.

Die Kräfte in den Sparren sind in den Auflagerpunkten in einen lothrechten Auflagerdruck und die vorgenannte wagerechte radiale Kraft leicht zu zerlegen. Die Diagonalkraft I in Abb. 10 wird zunächst in die Sparrkraft II und die Ringkraft III zerlegt, ihre Grundrifsängen verhalten sich wie die in der Zeichnung Abb. 2 auf Blatt 18 angegebenen Längen der Seiten des Dreieck abc. Die Ringspannungen III treten bei regelmäßigen Grundrissen stets symmetrisch zu einem Auflagerpunkte auf, d. h. sie sind zu beiden Seiten desselben gleich groß und es verhält sich III : IV

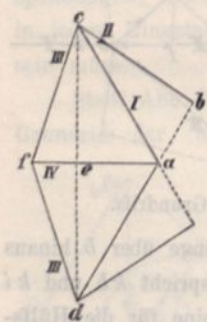


Abb. 10.

sind aber die für die Kräfte I gesuchten wagerechten radialen Kräfte.

Andere Lösungen kommen, solange es sich um Grundrisse handelt, welche als regelmäßige Vielecke gestaltet sind, nicht vor, für unregelmäßige Grundrisse ist am Schlusse dieses Abschnittes das nöthige bemerkt.

Die Ermittlungen der Spannungen sind für ein System ohne Spitze nach obigem leicht anzustellen, dagegen schwieriger für ein System mit Spitze. Die Unterschiede der Spannungen in beiden Systemen ergeben sich am deutlichsten aus den Ermittlungen für eine Einzellast. In den Abbildungen 1 bis 6 auf Blatt 18 sind deshalb zwei solcher Systeme von denselben Abmessungen und mit derselben Einzellast  $P = 1$  in demselben Knotenpunkte und mit den durch  $P$  erzeugten Spannungen dar-

gestellt. Beide Systeme haben doppelte schlaife Diagonalen. Abb. 6 giebt die Spannungen in einem System ohne Spitze, Abb. 5 solche für ein System mit Spitze an. Die Breite der Striche bezw. Flächen entspricht den Stärken der Spannungen.

Die Ermittlungen in Abb. 6 sind in der oben angegebenen Weise vorgenommen und deshalb nicht weiter zu erörtern, wohl aber bedürfen die in Abbildungen 1 bis 5 auf Blatt 18 angegebenen Spannungen noch der Erörterung.

A. Ermittlung der durch eine Einzellast  $P = 1$  erzeugten Spannungen in kuppelförmigen Systemen mit einer Spitze (s. die Abbildungen 1 bis 5 auf Blatt 18).

In Abb. 3 ist die Kraft  $P = 1$  nach den oben bei 1, 2 und 3 angegebenen Verfahren zerlegt, es ergibt sich eine Spannung im Scheitel und im nächsten Sparrenstabe, mit den radial wagerechten Componenten (Grundrifsängen)  $s = S = 4,5 P$ , im mittelsten Auflagerpunkte eine solche  $= 2,347 S$ . In den beiden anderen Auflagerpunkten ergibt sich diese zu  $0,777 S$ . Diese Ergebnisse sollen hier als Beispiel ausgerechnet werden.

$P$  zerlegt sich in die beiden Kräfte I und II, ihrem Kraftdreieck ist das Dreieck abc (Abb. 1) ähnlich, deshalb sind die wagerechten Componenten von I und II  $= 4,5 P$  oder  $= S$ , welche Größe  $S$  der bequemerer Rechnung wegen als Einheit angenommen werden soll. Die Kraft II mit der wagerechten Componente  $= S$  zerlegt sich in III und IV,  $\triangle cde$  ist ihrem Kraftdreieck ähnlich, folglich ist die wagerechte Componente von IV  $= \frac{S \cdot 4,50}{2,332} = 1,930 S$ , von III  $= \frac{S \cdot 2,168}{2,332} = 0,930 S$ ;

III muß in die beiden gleich großen Kräfte V und  $V_1$  zerlegt werden. Nach obigen Erörterungen und dem Grundrifs Abb. 3 auf Blatt 18 verhält sich die wagerechte Componente von III zu der von V wie  $2fc : cg$  bezw. nach Abb. 2 auf Bl. 18 wie  $2 \cdot 2,691 : 7,268$ , also ist die von V  $= \frac{0,930 S \cdot 7,268}{2 \cdot 2,691}$

$= 1,255 S$ . Die Kraft V ist zu zerlegen in die Componenten VI und VII, das Verhältnifs ihrer wagerechten Componenten wird durch die Seiten des Dreiecks  $egi$  ausgedrückt und ist nach obigen Abbildungen  $= 7,268 : 4,50 : 4,658$ ; mithin wagerechte Componente von VI  $= \frac{1,255 S \cdot 4,50}{7,268} = 0,777 S$ ,

wie angegeben, und VII  $= \frac{1,255 S \cdot 4,658}{7,268} = 0,803 S$ .

Die Kräfte VII treten symmetrisch zum Punkt e statt h auf, sind ihren wagerechten Componenten gleich und ergeben in demselben eine radiale wagerechte Kraft  $= \frac{2 \cdot 0,803 S \cdot 1,809}{6,988}$

$= 0,417 S$ . Hierzu tritt, wie oben ermittelt,  $1,93 S$ , mithin, wie angegeben, zusammen  $2,347 S$ .

In derselben Weise hat für eine beliebige Scheitelstabskraft eine Zerlegung in Abb. 4 auf Blatt 18 stattgefunden. Selbstverständlich ist, dafs, da die Spannungen eine Symmetrieachse haben, dieselben nur auf einer Seite und in dieser Achse auszurechnen sind.

Es ergeben sich in den Auflagerpunkten als radiale wagerechte Componenten, wenn  $C$  die wagerechte Componente einer Kraft im Scheitel darstellt,  $9,608 C$ ,  $5,528 C$  und  $0,967 C$ . Die Zerlegung der Kraft  $C$  erfolgt am besten, wenn man sie (s. Abb. 4) zunächst in die Kräfte A, B und D zerlegt und für diese die Componenten ermittelt und addirt. Die Com-



ponenten von  $A$  und  $B$  sind proportional den oben berechneten Componenten von II, was die Rechnung sehr vereinfacht.

In Abb. 5 auf Bl. 18 ist die Bezeichnung der Auflagerpunkte und der  $C$  Kräfte angegeben. Soll Gleichgewicht eintreten, so müssen sich die radialen wagerechten Componenten

Im Auflagerpunkte 0,	$G =$	$2,347 S - 9,608 C_0 + 2 \cdot 5,528 C_1 - 2 \cdot 0,967 C_2;$
desgl. 1,	$G =$	$-0,777 S - 9,608 C_1 + 5,528 (C_0 + C_2) - 0,967 (C_1 + C_3);$
desgl. 2,	$G =$	$-9,608 C_2 + 5,528 (C_1 + C_3) - 0,967 (C_0 + C_4);$
desgl. 3,	$G =$	$-9,608 C_3 + 5,528 (C_2 + C_4) - 0,967 (C_1 + C_5);$
desgl. 4,	$G =$	$-9,608 C_4 + 5,528 (C_3 + C_5) - 0,967 (C_2 + C_6);$
desgl. 5,	$G =$	$-9,608 C_5 + 5,528 (C_4 + C_6) - 0,967 (C_3 + C_5);$
desgl. 6,	$G =$	$-9,608 C_6 + 2 \cdot 5,528 C_5 - 2 \cdot 0,967 C_4.$

Es sind sieben Gleichungen mit acht Unbekannten vorhanden, die unbekannte Größe  $G$  verschwindet aber, wenn man jede Gleichung von der vorhergehenden abzieht und wenn man noch die Differenzen der Größen  $C$  einführt, sodafs  $C_0 - C_1 = c_1$ ;  $C_1 - C_2 = c_2$ ;  $C_2 - C_3 = c_3$  und überhaupt:  $C_n - C_{n+1} = c_n + 1$  gesetzt wird; und wenn man die einzelnen Glieder nach  $c_1, c_2, c_3$  usw. ordnet, erhält man folgende sechs Gleichungen mit sechs Unbekannten, nämlich:

1.  $3,124 S - 15,136 c_1 + 6,495 c_2 - 0,967 c_3 = 0;$
2.  $-0,777 S + 6,495 c_1 - 9,608 c_2 + 5,528 c_3 - 0,967 c_4 = 0;$
3.  $-0,967 c_1 + 5,528 c_2 - 9,608 c_3 + 5,528 c_4 - 0,967 c_5 = 0;$
4.  $-0,967 c_2 + 5,528 c_3 - 9,608 c_4 + 5,528 c_5 - 0,967 c_6 = 0;$
5.  $-0,967 c_3 + 5,528 c_4 - 9,608 c_5 + 6,495 c_6 = 0;$
6.  $-0,967 c_4 + 6,495 c_5 - 15,136 c_6 = 0;$

Man erhält aus 1., 2. und 3. bzw.:

7.  $c_1 = 0,2064 S + 0,4291 c_2 - 0,0639 c_3;$
8.  $c_1 = 0,1196 S + 1,4793 c_2 - 0,8511 c_3 + 0,1489 c_4;$
9.  $c_1 = 5,7166 c_2 - 9,9359 c_3 + 5,7166 c_4 - c_5.$

Zieht man die Gleichungen 8 von 7 und 9 von 8 ab und entwickelt daraus  $c_2$ , so hat man:

10.  $c_2 = 0,0827 S + 0,7496 c_3 - 0,1418 c_4;$
11.  $c_2 = 0,0282 S + 2,1440 c_3 - 1,3140 c_4 + 0,2360 c_5.$

Aus Gleichung 4 erhält man:

12.  $c_2 = 5,7166 c_3 - 9,9359 c_4 + 5,7166 c_5 - c_6.$

Zieht man die Gleichung 11 von 10 und Gleichung 12 von 11 ab und entwickelt daraus  $c_3$ , so hat man:

13.  $c_3 = 0,0391 S + 0,8406 c_4 - 0,1690 c_5;$
14.  $c_3 = 0,0079 S + 2,4134 c_4 - 1,5341 c_5 + 0,2796 c_6.$

Aus Gleichung 5 erhält man:

15.  $c_3 = 5,7166 c_4 - 9,9359 c_5 + 6,7166 c_6.$

Zieht man Gleichung 14 von 13 und Gleichung 15 von 14 ab und entwickelt daraus  $c_4$ , so ergibt sich:

16.  $c_4 = 0,0198 S + 0,8679 c_5 - 0,1777 c_6;$
17.  $c_4 = 0,024 S + 2,5435 c_5 - 1,9487 c_6.$

Gleichung 6 ergibt:

18.  $c_4 = 6,7166 c_5 - 15,6525 c_6.$

Auf demselben Wege, wie oben, findet man:

19.  $c_5 = 0,0104 S + 1,0569 c_6;$
20.  $c_5 = 0,0006 S + 3,2338 c_6;$

und schliesslich  $c_6 = 0,005 S$ .

Setzt man den Werth von  $c_6$  in Gleichung 19 oder 20 ein, so ergibt sich  $c_5$ ; setzt man diese beiden Werthe in Gleichung 16, 17 oder 18 ein, so ergibt sich  $c_4$ , usw., und zwar erhält man  $c_1 = 0,256$ ;  $c_2 = 0,125$ ;  $c_3 = 0,063$ ;  $c_4 = 0,032$ ;  $c_5 = 0,015$ ;  $c_6 = 0,005$ .

der Scheitelkräfte unter sich und mit denen der Kraft  $P$  zu einer in allen Auflagerpunkten gleich grossen Kraft ergänzen, welche mit  $G$  bezeichnet werden möge. Man hat dann nach obigem, und wenn man berücksichtigt, dafs die Spannungen zu beiden Seiten von  $P$  symmetrisch vertheilt sein müssen, folgendes:

Sollen die Scheitelkräfte durch die Componente von  $P$  erzeugt sein, so mufs ferner die lothrechte Componente von dieser  $P$  Componente gleich der Summe der lothrechten Componenten der Scheitelkräfte sein; oder, wenn  $\alpha$  der Neigungswinkel der Scheitelstäbe ist, so mufs  $S \operatorname{tg} \alpha = \sum C_n \operatorname{tg} \alpha$ , oder  $S = \sum C_n$ , oder  $S = 12 C_0 - 11 c_1 - 9 c_2 - 7 c_3 - 5 c_4 - 3 c_5 - c_6$  sein.

Die Werthe  $c_1, c_2$  usw. eingesetzt, ergibt:  $S = 12 C_0 - (2,816 + 1,125 + 0,441 + 0,160 + 0,045 + 0,005) S$  oder  $C_0 = 0,466 S$ ,  $C_1 = 0,210 S$ ,  $C_2 = 0,085 S$ ,  $C_3 = 0,022 S$ ,  $C_4 = -0,010 S$ ,  $C_5 = -0,025 S$ ,  $C_6 = -0,030 S$ . Entwickelt man hiernach aus den ersten Formeln  $G$ , so ergibt sich dies  $= 0,025 S$ .

Es ist selbstverständlich, dafs die letzte Decimalstelle vorstehender Zahlen nicht mehr vertreten werden kann.

Da ferner die Kräfte  $C$  ebensowohl als ihre Differenzen in der Nähe von  $P$  am grössten sind, weiterhin aber sehr klein werden, so ist daraus im allgemeinen ersichtlich, dafs, wie es auch Abb. 5 auf Blatt 18 angiebt, dies für alle übrigen Spannungen zutreffen mufs; und da nur die Ermittlungen der grössten Spannungen einen praktischen Werth haben, diese aber nur in der Nähe der Einzelkraft  $P$  vorkommen, so handelt es sich in praktischen Fällen nur darum, die Kräfte in der Nähe von  $P$  zu ermitteln. Hier aber sind sie sämtlich ermittelt, um ihr Verhältnifs zu einander kennen zu lernen.

Zunächst ist hier wohl noch eines möglichen Einwandes zu gedenken, der gegen diese Berechnung gemacht werden könnte, nämlich desjenigen, dafs der Gleichgewichtszustand eine Erfüllung von drei Gleichungen in jedem Knotenpunkte erfordert, und dafs es fraglich bleibt, ob diese grosse Zahl von Gleichungen durch die wenigen oben angesetzten Gleichungen erfüllt ist. Dem gegenüber ist zu bemerken, dafs vor Ansatz dieser Gleichungen bereits Constante durch Zerlegung der Kräfte ermittelt sind, welche die in jenen Gleichungen enthaltenen Bedingungen erfüllen, denn die Zerlegungen bedingen es, dafs alle für die Kräfte  $P$  und  $C$  ermittelten Componenten sich mit ihnen im Gleichgewicht erhalten, und falls man an irgend einem Punkte, unter Einsetzen der gefundenen Werthe, die Probe durch Berechnung oder Construction macht, so findet man, dafs alle Gleichungen erfüllt werden, soweit sich nicht, wie oben bemerkt, Differenzen in den letzten Decimalstellen ergeben.

Nachstehende Tabelle giebt in der ersten Reihe die Componenten einer Kraft  $C_n = 1$ , in den folgenden die der Kräfte  $C_0$  bis  $C_6$ , welche die Producte aus diesen und den Zahlen in der ersten Reihe sind.



Tabelle I. Wagerechte Componenten der Scheitelkräfte C.

Scheitelkräfte	Componente in den Sparren				Componente in den Diagonalen			Componente in dem untersten Ringe	
$C_n = 1^1)$	+ 2,821	+ 5,445	- 2,816	- 1,542	- 3,540	+ 2,231	+ 1,561	- 0,999	+ 1,266
$C_9 = + 0,466$	+ 1,315	+ 2,537	- 1,312	- 0,719	- 1,650	+ 1,040	+ 0,727	- 0,466	+ 0,590
$C_8 = + 0,210$	+ 0,592	+ 1,143	- 0,591	- 0,324	- 0,743	+ 0,469	+ 0,328	- 0,210	+ 0,266
$C_7 = + 0,085$	+ 0,240	+ 0,463	- 0,239	- 0,131	- 0,301	+ 0,190	+ 0,133	- 0,085	+ 0,108
$C_6 = + 0,022$	+ 0,062	+ 0,120	- 0,062	- 0,034	- 0,078	+ 0,049	+ 0,034	- 0,022	+ 0,028
$C_5 = - 0,010$	- 0,028	- 0,054	+ 0,028	+ 0,015	+ 0,035	- 0,022	- 0,016	+ 0,010	- 0,013
$C_4 = - 0,025$	- 0,071	- 0,136	+ 0,070	+ 0,039	+ 0,088	- 0,056	- 0,039	+ 0,025	- 0,032
$C_3 = - 0,030$	- 0,085	- 0,163	+ 0,084	+ 0,046	+ 0,106	- 0,067	- 0,047	+ 0,030	- 0,038

Diese Kräfte der zweiten bis achten Reihe sind in Abb. 9 auf Bl. 18 eingeschrieben.

Da nun schlafe Diagonalen angenommen sind und in jedem Felde nur eine Diagonale wirksam gedacht werden soll, so muß die Hälfte der Diagonalen fortfallen. Die in zwei Diagonalen desselben Trapezes wirkenden Kräfte sind deshalb addirt und die Summen ebenfalls in Abb. 9 auf Bl. 18 in den verbleibenden Diagonalen angegeben. Die Spannungen der fortfallenden Diagonalen sind in Klammern ( ) eingeschlossen.

Durch den Fortfall einer Diagonale entstehen, wie bemerkt, nur Spannungen in den Sparren und Ringstäben desselben Trapezes, während dies auf die übrigen Trapeze keinen Einfluss ausübt.

Wenn in Abb. 11 die fortfallenden Diagonalen mit  $a$  und  $b$  bezeichnet sind, so bezeichnen die anderen Größen die hierfür in den Ringen und Sparren anzusetzenden Kräfte. Es darf hier wohl nicht unerwähnt bleiben, dafs, wenn beide schlafe Diagonalen eines Trapezes auf Zug beansprucht werden, die obige Kraftvertheilung nicht mit Sicherheit nachweisbar ist, dafs dann vielmehr ein statisch unbestimmter Fall eintritt, der aber für die Praxis unwichtig ist. Will man ihn vermeiden, so darf jedes Feld nur eine Diagonale haben.

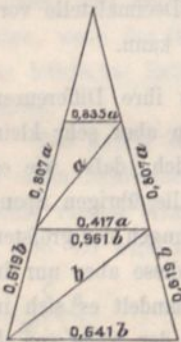


Abb. 11.

Endlich sind für den untersten Ring noch die Componenten für die in den Auf-

lagerpunkten wirkenden Kräfte

$$G = 0,025 S \text{ überall} = \frac{0,025 \cdot 6,988}{2 \cdot 1,809} = 0,048 \text{ in Abb. 9 auf}$$

Bl. 18 eingetragen und die Summen aller Werthe der wagerechten Componenten von den Spannungen der einzelnen Constructionstheile mit unterstrichenen Zahlen angegeben. Da deren Einheit =  $S$  ist, so werden sie auf  $P$  reducirt, wenn man sie mit  $S = 4,5 P$  multiplicirt, und um die in den Stäben wirkenden Kräfte, deren wagerechte Componente sie sind, zu erhalten, müssen sie noch mit den in Abb. 2 auf Bl. 18 angegebenen Verhältniszahlen multiplicirt werden. Es ergeben sich dann die in Abb. 5 auf Bl. 18 angegebenen Größen.

Vergleicht man die so gefundenen Ergebnisse mit denen in Abb. 6 auf Bl. 18 für ein System ohne Spitze und mit festen Auflagerpunkten angegebenen, so findet man, dafs in letzterem die größte Spannung =  $25,75 P$ , in ersterem dagegen nur  $4,01 P$  beträgt, also weniger als  $\frac{1}{6}$ , wodurch der ungemein günstige Einfluss der Spitze für die Lastvertheilung nachgewiesen ist.

Wenn man nach obigem die Spannungen für jede Einzellast ermitteln kann, so kann man dies auch für jede beliebige

1) Siehe Abb. 4 auf Bl. 18.

schiefe Belastung, da sich dieselbe aus Einzellasten zusammensetzt.

Hat man die durch eine Einzellast  $P$  im Knotenpunkte eines Ringes erzeugten Spannungen ermittelt, so findet man die einer anderen Einzellast  $P_1$  in einem anderen Knotenpunkte desselben Ringes, indem man jene sämtlich mit  $\frac{P_1}{P}$  multiplicirt.

Die vollständige oben gegebene Berechnung wäre darnach für jeden Ring einmal durchzuführen und würden schliesslich alle in jedem Stabe zu ermittelnden Spannungen zu addiren sein. Dieses Verfahren ist aber sehr zeitraubend, und es ergibt sich nachstehend, wie man in praktischen Fällen, in denen es sich um Schnee- und Windlast handelt, die Spannungen für schiefe vertheilte Belastung, auf kürzerem Wege als für eine einzige Einzellast ermitteln kann.

Als Beispiel ist hier ein System (siehe Abb. 7 und 8 auf Blatt 18) gewählt, welches den ausgeführten Schwedler'schen ähnlich ist, nämlich ein Vierundzwanzigeck mit vier Ringen.

B. Ermittlung der Spannungen für lothrechte Belastung durch schiefe vertheilten Schnee- und Winddruck auf kuppelförmige Systeme mit einer Spitze.

In den Schwedler'schen Berechnungen ist die Belastung so angenommen, dafs eine Hälfte des Daches am meisten und eine Hälfte desselben gar nicht belastet ist (selbstverständlich vom Eigengewicht abgesehen).

Es ist diese Belastung wohl wegen der nur annähernden Berechnung für schiefe Belastung zu ungünstig im Vergleich zur Wirklichkeit gewählt, denn nur bei einem Satteldach ist ein so plötzlicher Wechsel denkbar. Bei einer Kuppel, in der die Neigungswinkel der Flächen allmählich wechseln, wechselt auch der Winddruck allmählich, ebenso kann auch Sonnenwärme oder Wind nur einen allmählichen Wechsel bzw. eine allmähliche Verminderung der Scheemassen herbeiführen. Am einfachsten würde die Annahme sein, dafs diese Abnahme für jedes Feld der Kuppel, welches vom Scheitel bis zum Auflager reichend gedacht sein soll, in gleichem Mafse erfolge. Diese Annahme erscheint aber zu günstig, weil eine so gleichmäfsige Abnahme für den Wind nachweislich nicht stattfindet und dieselbe für den Schnee nicht nachgewiesen ist. Es ist deshalb nachstehend die für die Berechnung bequemere und doch gegen obige ungünstigere Annahme gemacht, dafs die zufällige Belastung für je zwei Felder gleichmäfsig abnehme, sodafs zwei Felder die volle Maximalbelastung und die beiden entgegengesetzten keine Belastung (außer Eigengewicht) haben. Dazwischen haben stets zwei Felder gleiche Belastung, welche in gleichen Stufen abnimmt. Es ergibt sich dann, dafs wenn in einem  $2_n$ -Eck der am meisten belastete Sparren die Last  $p$  auf 1 qm Grundfläche



trägt, der rechts und links belegene  $p(1 - \frac{1}{n})$ , die folgenden  $p(1 - \frac{2}{n}), p(1 - \frac{3}{n}) \dots$  bis  $p(1 - \frac{n}{n})$  zu tragen haben, d. h. der letzte Sparren wird durch keine zufällige Last belastet.

Unter dieser Voraussetzung läßt sich die Zahl der anzusetzenden Gleichungen sehr vermindern, wobei jedoch ersichtlich sein wird, daß dieselbe Verminderung sich auch bei der Schwedler'schen Annahme der schiefen Belastung durchführen läßt. Es ist nicht zu bestreiten, daß die Richtigkeit der oben angenommenen Vertheilung der schiefen Belastung angefochten werden kann. Solange aber darüber Meinungsverschiedenheiten obwalten, ob der Winddruck dem Neigungswinkel zwischen Fläche und Windrichtung, oder, wie theoretisch richtig, dem Quadrate dieses Winkels entspricht, solange ferner die Abnahme der Schneebelastung nicht durch Beobachtungen bekannt ist, wird man bei obiger Voraussetzung wohl stehen bleiben können, mit der Beruhigung, keine im Vergleich zur Wirklichkeit zu günstige Annahme gemacht zu haben, da ja schon die erste Voraussetzung, daß die beiden dem Winde zugekehrten Flächen die Maximal-, die beiden entgegengesetzten die Minimalbelastung zu tragen haben, im Vergleich zur Wirklichkeit zu ungünstig ist, da auch diese Flächen allmählich in einander übergehen.

Das für die Berechnung gewählte Beispiel eines regelmäßigen Vierundzwanzigecks hat vier Ringe, die Auflagerpunkte liegen in einem Kreise von 24 m, die Knotenpunkte der Ringe in Kreisen von 4, 5, 9,0 und 13,5 m Durchmesser. Die Höhe beträgt 6 m, die Knotenpunkte eines Sparrens liegen in einer solchen Curve, daß die Sparren bei gleichmäßig über die Grundfläche vertheilter Belastung dieselbe allein, ohne Mitwirkung der mittleren Ringe und der Diagonalen tragen und nur den untersten Ring in Spannung versetzen.

Die Scheitelstäbe sind wagerecht angenommen, weil unter dieser Voraussetzung die von ihnen zu übertragenden Kräfte auch durch einen inneren ausgesteiften Ring ersetzt werden können, wie weiter unten näher erörtert werden soll. Es darf nicht unerwähnt bleiben, daß bei unbedingt wagerechten Scheitelstäben die Spitze in einem Fachwerk eine Ebene bildet, sodafs dort anstatt drei nur zwei Gleichungen angesetzt werden können, weshalb also eine Unbekannte, bzw. ein Scheitelstab fortfallen müßte; es ist hier aber in der Spitze ein unendlich kleiner Winkel  $d\alpha$  angenommen, welcher sich stets bildet, wenn dort keine Aussteifung vorhanden ist. Bei Ermittlung der Stabanzahl des inneren ausgesteiften Ringes ist dieser Winkel  $d\alpha$  dagegen gleich 0 gesetzt.

Die grösste zufällige Belastung ist übereinstimmend mit den Schwedler'schen Berechnungen zu 100 kg auf 1 qm Grundfläche angenommen.

Im Knotenpunkte 0,	$G =$	$S - a C_0 + 2 b C_1 - 2 c b_2 + 2 d C_3;$
desgl. 1,	$G =$	$\frac{11}{12} S - a C_1 + b(C_0 + C_2) - c(C_1 + C_3) + d(C_2 + C_4);$
desgl. 2,	$G =$	$\frac{10}{12} S - a C_2 + b(C_1 + C_3) - c(C_0 + C_4) + d(C_1 + C_5);$
desgl. 3,	$G =$	$\frac{9}{12} S - a C_3 + b(C_2 + C_4) - c(C_1 + C_5) + d(C_0 + C_6);$
desgl. 4,	$G =$	$\frac{8}{12} S - a C_4 + b(C_3 + C_5) - c(C_2 + C_6) + d(C_1 + C_7);$
desgl. 5,	$G =$	$\frac{7}{12} S - a C_5 + b(C_4 + C_6) - c(C_3 + C_7) + d(C_2 + C_8);$
desgl. 6,	$G =$	$\frac{6}{12} S - a C_6 + b(C_5 + C_7) - c(C_4 + C_8) + d(C_3 + C_9);$
desgl. 7,	$G =$	$\frac{5}{12} S - a C_7 + b(C_6 + C_8) - c(C_5 + C_9) + d(C_4 + C_{10});$
desgl. 8,	$G =$	$\frac{4}{12} S - a C_8 + b(C_7 + C_9) - c(C_6 + C_{10}) + d(C_5 + C_{11});$
desgl. 9,	$G =$	$\frac{3}{12} S - a C_9 + b(C_8 + C_{10}) - c(C_7 + C_{11}) + d(C_6 + C_{12});$
desgl. 10,	$G =$	$\frac{2}{12} S - a C_{10} + b(C_9 + C_{11}) - c(C_8 + C_{12}) + d(C_7 + C_{11});$
desgl. 11,	$G =$	$\frac{1}{12} S - a C_{11} + b(C_{10} + C_{12}) - c(C_9 + C_{11}) + d(C_8 + C_{10});$
desgl. 12,	$G =$	$- a C_{12} + 2 b C_{11} - 2 c C_{10} + 2 d \cdot C_9.$

In Abb. 7 auf Bl. 18 ist der Querschnitt, in Abb. 8 sind die Grundrisslängen der Stäbe eines Feldes und in Klammern ihr Verhältniß zu den wirklichen Längen angegeben. Da hier jeder Sparren derartig belastet ist, daß die Einzellasten in Componenten, welche in den Sparren liegen, zerlegt werden können, so ist hier die auf Seite 56 dargestellte Zerlegung der Einzellasten in Componenten nicht erforderlich, man weiß vielmehr von vornherein, daß in diesem Falle jeder Sparren in seinem Scheitelstabe und in seinem Auflagerpunkte einen Schub ausübt, dessen wagerechte Componente in beiden Fällen gleich groß ist und mit  $H$  bezeichnet werden soll.

Bezeichnet man den am meisten belasteten Sparren, sowie seinen Auflagerpunkt mit 0, so sei für diesen  $H = S$ , im nächsten Sparren links Nr. 1  $= \frac{11}{12} S$ ; in den Sparren links Nr. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12  $= \frac{10}{12} S, \frac{9}{12} S, \frac{8}{12} S, \frac{7}{12} S, \frac{6}{12} S, \frac{5}{12} S, \frac{4}{12} S, \frac{3}{12} S, \frac{2}{12} S, \frac{1}{12} S, 0 S$ . Die rechts vom Sparren 0 belegenen Sparren sind symmetrisch zu den vorigen belastet. Für diese Scheitelkräfte sind nun andere mit  $C_n$  bezeichnete Kräfte zu setzen, welche mit ihnen dieselbe Mittelkraft haben und deren wagerechte Componenten in den Auflagerpunkten sich mit den wagerechten Componenten der Sparrenschubkräfte daselbst, also mit  $S, \frac{11}{12} S, \frac{10}{12} S \dots$

$\frac{1}{12} S, 0 S$  ins Gleichgewicht setzen, bzw. gleich große radial wagerechte Componenten  $G$  ergeben sollen. Die Zerlegung der Kräfte  $C_n$  in Componenten erfolgt wieder in der oben angegebenen Weise, d. h. auf dem kürzesten Wege zu den nächsten Auflagerpunkten.

Abb. 12 ergibt diese Zerlegung für  $C_n = +1$ .

Es ergibt sich die wagerechte Componente im mittlsten Auflagerpunkte  $a = 1066,92 C$ , in den folgenden  $b = 775,79, c = 282,87$  und  $d = 40,41$ ; darnach ist, wenn  $C_0, C_1, C_2$  usw. die Scheitelkräfte für die Sparren 0, 1, 2, 3 usw. sind:

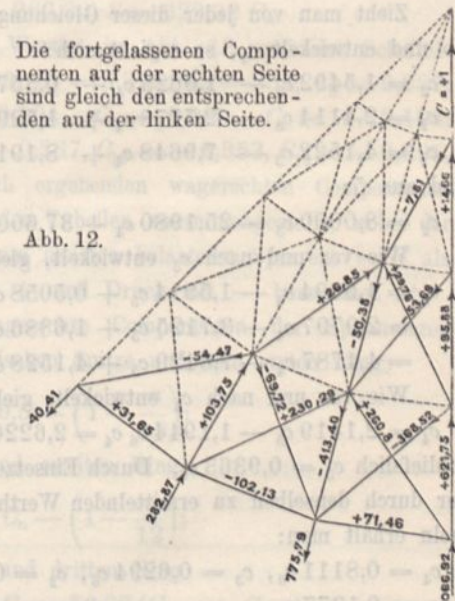


Abb. 12.

Die fortgelassenen Componenten auf der rechten Seite sind gleich den entsprechenden auf der linken Seite.



Zieht man von jeder dieser Gleichungen die nachfolgende ab und setzt  $C_0 - C_1 = c_1$ ,  $C_1 - C_2 = c_2$ ,  $C_2 - C_3 = c_3$ ,  $C_3 - C_4 = c_4$  usw., so ergibt sich:

$$\begin{aligned} -\frac{1}{12} S &= -ac_1 + b(-c_1 + c_2) - c(-c_2 + c_3) + d(-c_3 + c_4); \\ -\frac{1}{12} S &= -ac_2 + b(c_1 + c_3) - c(-c_1 + c_4) + d(-c_2 + c_5); \\ -\frac{1}{12} S &= -ac_3 + b(c_2 + c_4) - c(c_1 + c_5) + d(-c_1 + c_6); \\ -\frac{1}{12} S &= -ac_4 + b(c_3 + c_5) - c(c_2 + c_6) + d(c_1 + c_7); \\ -\frac{1}{12} S &= -ac_5 + b(c_4 + c_6) - c(c_3 + c_7) + d(c_2 + c_8); \\ -\frac{1}{12} S &= -ac_6 + b(c_5 + c_7) - c(c_4 + c_8) + d(c_3 + c_9); \\ -\frac{1}{12} S &= -ac_7 + b(c_6 + c_8) - c(c_5 + c_9) + d(c_4 + c_{10}); \\ -\frac{1}{12} S &= -ac_8 + b(c_7 + c_9) - c(c_6 + c_{10}) + d(c_5 + c_{11}); \\ -\frac{1}{12} S &= -ac_9 + b(c_8 + c_{10}) - c(c_7 + c_{11}) + d(c_6 + c_{12}); \\ -\frac{1}{12} S &= -ac_{10} + b(c_9 + c_{11}) - c(c_8 + c_{12}) + d(c_7 - c_{12}); \\ -\frac{1}{12} S &= -ac_{11} + b(c_{10} + c_{12}) - c(c_9 - c_{12}) + d(c_8 - c_{11}); \\ -\frac{1}{12} S &= -ac_{12} + b(c_{11} - c_{12}) - c(c_{10} - c_{11}) + d(c_9 - c_{10}); \end{aligned}$$

Man hat also zwölf Gleichungen mit zwölf Unbekannten:  $c_1$  bis  $c_{12}$ ; vertauscht man aber  $c_1$  mit  $c_{12}$ ,  $c_2$  mit  $c_{11}$ ,  $c_3$  mit  $c_{10}$ ,  $c_4$  mit  $c_9$ ,  $c_5$  mit  $c_8$  und  $c_6$  mit  $c_7$ , so ergibt sich aus der ersten Gleichung die letzte, nämlich  $-\frac{1}{12} S = -ac_{12} + b(-c_{12} + c_{11}) - c(-c_{11} + c_{10}) + d(-c_{10} + c_9)$ , aus der zweiten Gleichung die vorletzte Gleichung, usw. Wenn nun zwölf Gleichungen die Bedingungen erfüllen, dass man ihre zwölf Unbekannten in der angegebenen Weise vertauschen kann, so folgt daraus, dass die zu vertauschenden Größen

$$\begin{aligned} \text{aus 1, } c_1 &= 0,7465 c_2 - 0,3788 c_3 + 0,1114 c_4 - 0,0139 c_5; \\ \text{aus 2, } c_1 &= 1,3627 c_2 - 1,3334 c_3 + 0,7661 c_4 - 0,2339 c_5 + 0,0292 c_6; \\ \text{aus 3, } c_1 &= 2,9109 c_2 - 5,0667 c_3 + 5,0667 c_4 - 2,9109 c_5 + 0,7778 c_6; \\ \text{aus 4, } c_1 &= 8,0000 c_2 - 26,1980 c_3 + 45,6003 c_4 - 44,6003 c_5 + 18,1980 c_6. \end{aligned}$$

Zieht man von jeder dieser Gleichungen die vorhergehende ab und entwickelt  $c_2$ , so ergibt sich:

$$\begin{aligned} c_2 &= 1,5492 c_3 - 1,0625 c_4 + 0,3570 c_5 - 0,0470 c_6; \\ c_2 &= 2,4114 c_3 - 2,7778 c_4 + 1,7291 c_5 - 0,4829 c_6; \\ c_2 &= 4,1522 c_3 - 7,9648 c_4 + 8,1919 c_5 - 3,4230 c_6; \end{aligned}$$

und aus 5:

$$c_2 = 8,0000 c_3 - 25,1980 c_4 + 37,6003 c_5 - 19,4024 c_6;$$

Wie vor und nach  $c_3$  entwickelt, giebt

$$\begin{aligned} c_3 &= 1,9894 c_4 - 1,5914 c_5 + 0,5058 c_6; \\ &= 2,9797 c_4 - 3,7125 c_5 + 1,6886 c_6; \\ &= 4,4787 c_4 - 7,6429 c_5 + 4,1528 c_6. \end{aligned}$$

Wie vor und nach  $c_4$  entwickelt, giebt

$c_4 = 2,1419 c_5 - 1,1944 c_6$  und  $c_4 = 2,6220 c_5 - 1,6439 c_6$ , und schliesslich  $c_5 = 0,9363 c_6$ . Durch Einsetzen dieses Werthes und der durch denselben zu ermittelnden Werthe in die obigen Formeln erhält man:

$$c_4 = 0,8111 c_6, \quad c_3 = 0,6294 c_6, \quad c_2 = 0,4002 c_6 \quad \text{und} \\ c_1 = 0,1377 c_6.$$

Am besten ermittelt man  $c_6$  aus der in der Spitze vorhandenen Gleichgewichtsbedingung, dass die Summe der Componenten der  $C_n$ - und der  $S$ -Kräfte nach einer Achse in der Windrichtung, welche die Symmetrieachse der schiefen Belastung bildet, einander gleich sein müssen, folglich:

$$\begin{aligned} 6. \quad S + 2 \left( \frac{11}{12} - \frac{1}{12} \right) S \sin 75^\circ + 2 \left( \frac{10}{12} - \frac{2}{12} \right) S \sin 60^\circ + \\ 2 \left( \frac{11}{12} - \frac{3}{12} \right) S \sin 45^\circ + 2 \left( \frac{8}{12} - \frac{4}{12} \right) S \sin 30^\circ + \\ 2 \left( \frac{7}{12} - \frac{5}{12} \right) S \sin 15^\circ = \end{aligned}$$

einander gleich sein müssen. Man hat darnach nur sechs Unbekannte und braucht dazu nur sechs Gleichungen.

Es lässt sich, wie schon bemerkt, in derselben Weise leicht nachweisen, dass auch bei der Schwedler'schen Voraussetzung einer zur Hälfte voll belasteten Kuppel die Zahl der Gleichungen und Unbekannten sich auf sechs einschränken lässt. Wählt man von den obigen Gleichungen die ersten sechs aus, setzt darin  $c_7 = c_6$  und  $c_8 = c_5$ , zieht ferner von jeder Gleichung die folgende ab und setzt die Werthe für  $a$ ,  $b$ ,  $c$  und  $d$  ein, so erhält man:

$$C_0 - C_{12} + 2(C_1 - C_0) \sin 75^\circ + 2(C_2 - C_{10}) \sin 60^\circ + 2(C_3 - C_9) \sin 45^\circ + 2(C_4 - C_5) \sin 30^\circ + 2(C_5 - C_7) \sin 15^\circ.$$

Setzt man diese Werthe von  $c$  ein und  $\sin 75^\circ = 0,9659$ ,  $\sin 60^\circ = 0,8660$ ,  $\sin 45^\circ = 0,7071$ ,  $\sin 30^\circ = 0,5000$  und  $\sin 15^\circ = 0,2588$ , so ergibt sich:

$$\begin{aligned} 4,89130 S &= 2c_1 + 5,8637 c_2 + 9,3278 c_3 + 12,1563 c_4 \\ &\quad + 14,1563 c_5 + 15,1916 c_6, \\ &= (0,2754 + 2,3467 + 5,8709 + 9,8600 \\ &\quad + 13,2545 + 15,1916) c_6, \quad \text{mithin} \end{aligned}$$

$c_6 = 0,1045 S$ , und mittels dieses Werthes findet man:  $c_5 = 0,0978 S$ ,  $c_4 = 0,0848 S$ ,  $c_3 = 0,0658 S$ ,  $c_2 = 0,0418 S$ ,  $c_1 = 0,0144 S$ .

Den Werth von einem  $C$  ermittelt man am einfachsten wie im vorigen Beispiel, indem man die lothrechte Mittelkraft der  $CK$ räfte und der  $SK$ räfte einander gleich setzt. In diesem Falle denkt man sich, wie schon bemerkt, die Stäbe im Scheitel, um den unendlich kleinen Winkel  $d\alpha$  gegen den Horizont geneigt, dann ergibt sich:

$$\begin{aligned} \text{tng } d\alpha S \left[ 1 + 2 \left( \frac{11 + 10 + 9 \dots + 2 + 1}{12} \right) \right] \\ = \text{tng } d\alpha \left[ C_0 + C_{12} + 2 \left( \frac{C_1 + C_2 + \dots + C_{10} + C_{11}}{12} \right) \right]. \end{aligned}$$

Auf beiden Seiten kann man den Factor  $\text{tng } d\alpha$  fortlassen und ferner ist wegen der oben nachgewiesenen Gleichartigkeit der Differenzen  $C_0 + C_{12} = 2 C_6$ ,  $C_1 + C_{11} = 2 C_6$  usw.:

7.  $C_n + C_{12-n} = 2 C_6$ . Darnach ergibt die vorige Gleichung  $12 \cdot S = 24 \cdot C_6$ , oder

$$8. \quad C_6 = \frac{S}{2}.$$



Setzt man ferner die Gleichung für den Werth  $G$  für jeden Auflagerpunkt an und summiert diese Werthe, so ergibt sich aus den Gleichungen im Anfange dieser Herleitung

$$24 G = 12 S + (C_0 + 2 [C_1 + C_2 + C_3 \dots C_{11}] + C_{12}) \times (-a + 2b - 2c + 2d),$$

mithin

$$9. 24 G = 12 S + \sum C (-a + 2b - 2c + 2d)$$

oder nach obigem

$$24 G = 12 S + 12 S (-a + 2b - 2c + 2d)$$

oder, die obigen Werthe eingesetzt,  $G = 0,37 S$ .

Man ersieht aus den Gleichungen 7, 8 und 9, welche für jedes in dieser Weise belastete System gelten, dafs sich zur Ermittlung der Unbekannten auch ein anderer Weg als der gewählte einschlagen läfst. Es läfst sich nämlich  $G$  von

$$\begin{aligned} C_0 &= (0,5 + 0,409) S; & C_1 &= (0,5 + 0,395) S; & C_2 &= (0,5 + 0,353) S; \\ C_3 &= (0,5 + 0,287) S; & C_4 &= (0,5 + 0,202) S; & C_5 &= (0,5 + 0,104) S; \\ C_6 &= (0,5 - 0,000) S; & C_7 &= (0,5 - 0,104) S; & C_8 &= (0,5 - 0,202) S; \\ C_9 &= (0,5 - 0,287) S; & C_{10} &= (0,5 - 0,353) S; & C_{11} &= (0,5 - 0,395) S; \\ C_{12} &= (0,5 - 0,409) S. \end{aligned}$$

Anstatt die Gröfsen  $C_1, C_2, C_3 \dots C_{12}$  mit ihrem ganzen Werthe, kann man sie in diesem Falle um  $0,5 S$  vermindert in Rechnung stellen und den für alle gleich grofsen Werth  $0,5 S$  durch den innern Ring aufgenommen denken. Man erhält in beiden Fällen am Schlusse der Rechnung dieselben Ergebnisse, hat aber im letztern Falle  $C_6 = 0$ , und von den übrigen Werthen sind stets zwei gleich grofs und entgegengesetzt, sodafs nur für eine von ihnen die Componenten zu berechnen sind und  $\sum C = 0$  wird.

Abb. 12 ergibt, wie schon bemerkt, diese Componenten für  $C = 1$ , und man hat folglich die so erhaltenen Werthe nacheinander mit  $0,409, 0,395, 0,353$  usw. bis  $-0,409$  zu multipliciren und die dadurch in jedem Stabe sich ergebenden Spannungen zu addiren, wodurch man sämtliche Stabspannungen erhält.

Es soll hier jedoch zunächst auf einen schon oben erwähnten Umstand aufmerksam gemacht werden. Wenn, wie in diesem Falle, die Stäbe eines Sparrens solche Richtungen haben, dafs sie bei gleichmäfsig vertheilter Belastung nur allein belastet werden, so bezeichnet  $C_n$  den in jedem Sparren überall gleich grofsen Horizontalschub des Sparrens. Hat das System keine Spitze und wäre z. B. nur ein einziger Sparren mit der gröfsten zufälligen Belastung versehen, alle übrigen ohne denselben, so müfste der Schub  $C_n$  in der in Abb. 12 angegebenen Weise nach den nächsten Auflagerpunkten (welche dann feste sein müfsten) geleitet werden. Es ergibt sich dann im untersten Theile des Sparrens die wagerechte Componente der Druckspannung zu  $621,75 C_n$ , während die durch die gröfste Belastung unmittelbar erzeugte  $= C_n$  ist.

Da sich ferner diese Componenten wie die Kräfte selbst verhalten, so folgt daraus, dafs der Sparren in diesem Falle einen mehr als 600mal so grofsen Zug auszuhalten hat, als

vornherein durch Gleichung 9 bestimmen, aus 8 ergibt sich

$C_6 = \frac{S}{2}$  und es können aus Gleichung 7 die Werthe  $C_7$  bis  $C_{12}$  durch die Werthe von  $C_0$  bis  $C_5$  ausgedrückt werden, es bleiben dann nur noch sechs Unbekannte  $C_0$  bis  $C_5$ , welche durch sechs Gleichungen ermittelt werden können.

Ferner ist es für die Praxis nicht erforderlich, mit so vielen Decimalstellen wie in den vorhergehenden beiden Beispielen zu rechnen, indes kam es hier darauf an, auch die geringen Kräfte noch so genau zu bestimmen, dafs zur Prüfung der Rechnung an jedem Knotenpunkte der Gleichgewichtszustand festgestellt werden kann.

Aus  $C_6 = 0,5 S$  (in 8) und den Werthen  $C_1, C_2 \dots C_{12}$  ergibt sich:

seine Druckspannung bei überall gleichmäfsig vertheilter gröfster Belastung ist, d. h. 600mal so grofs als nach der Schwedlerschen Berechnung für gröfste Belastung. (Von den durch Eigengewicht erzeugten Spannungen ist dabei abgesehen.) Ebenso ungünstige Verhältnisse ergeben sich für die benachbarten Diagonalen, insbesondere für die untersten. Diese Zahlen gelten für den Fall, dafs man doppelte steife Diagonalen und keine Mittelringe hat; nimmt man letztere und doppelte schlaife Diagonalen an, so stellt sich für die Sparren ein günstigeres Ergebnifs heraus, für die Diagonalen aber nach Abb. 12 an einer Stelle  $(368,52 + 260,80) S = 629,32 C_n$ .

Die mittels der Werthe in Abb. 12 und der Scheitelspannungen  $C_0 = 0,409, C_1 = 0,395, C_2 = 0,353, C_3 = 0,287, C_4 = 0,202, C_5 = 0,104, C_6 = 0,000, C_7 = -0,104, C_8 = -0,202, C_9 = -0,287, C_{10} = -0,353, C_{11} = -0,395, C_{12} = -0,409$  sich ergebenden wagerechten Componenten sind in den nachstehenden Tabellen zusammengestellt, wobei der wagerechte Schub des am meisten belasteten Sparrens  $= S$  als Einheit gilt, Zug mit  $+$  und Druck mit  $-$  bezeichnet ist.

Tabelle I. Wagerechte Componenten der Spannungen in den Sparren. Zwischen Spitze und dem ersten Ring:

$$= C_n + 0,5 - \left(1 - \frac{n}{12}\right);$$

zwischen dem ersten und zweiten Ring:

$$= 14,658 \cdot C_n - \left(1 - \frac{n}{12}\right);$$

zwischen dem zweiten und dritten Ring:

$$= 95,88 C_n - 50,38 (C_{n-1} + C_{n+1})$$

und zwischen dem dritten und vierten Ring:

$$= 103,75 (C_{n+2} + C_{n-2}) - 413,40 (C_{n+1} + C_{n-1}) + 621,75 C_n - \left(1 - \frac{n}{12}\right).$$

Sparren	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Spannungen zwischen	Spitze u. 1. Ring	-0,09	-0,02	+0,02	+0,04	+0,03	+0,02	-0,00	-0,02	-0,03	-0,04	+0,02	+0,09
	1. u. 2. Ring	+4,99	+4,87	+4,34	+3,46	+2,29	+0,94	-0,50	-1,94	-3,29	-4,46	-5,34	-5,99
	2. u. 3. Ring	-1,57	-1,44	-1,34	-1,19	-1,00	-0,78	-0,50	-0,22	-0,00	-0,19	-0,34	-0,44
	3. u. 4. Ring	-0,04	+0,42	+0,10	+0,03	+0,09	-0,44	-0,50	-0,56	-0,91	-1,03	-1,10	-1,42



Tabelle II. Wagerechte Componenten der Spannungen in den Diagonalen.

Dieselben sind für ein Feld  $n$ , zwischen dem ersten und zweiten Ringe: bei dieser / Richtung =  $-7,81 \cdot C_{n-1}$  und bei dieser \ Richtung =  $-7,81 C_n$ ; zwischen dem zweiten und dritten Ringe: bei dieser / Richtung =  $+29,76 C_n - 53,69 C_{n-1} + 26,85 C_{n-2}$  und bei dieser \ Richtung =  $26,85 \cdot C_{n+1} - 53,69 C_n + 29,76 C_{n-1}$ ; zwischen dem dritten und vierten Ringe: bei dieser / Richtung

=  $-69,72 C_{n+1} + 260,80 C_n - 368,52 C_{n-1} + 230,29 C_{n-2} - 54,47 C_{n-3}$ ; bei dieser \ Richtung =  $-54,47 C_{n+2} + 230,29 C_{n+1} - 368,52 C_n + 260,80 C_{n-1} - 69,72 C_{n-2}$ .

Die mit Differenzen bezeichneten Reihen ergeben die wagerechten Componenten von den Spannungen der in jedem Trapez verbleibenden einen Diagonale. In jedem Trapez werden die Diagonalen mit dem größten Druck oder dem kleinsten Zuge cassirt. (Vergl. Bemerkung auf Seite 59 betreffs zweier gezogenen Diagonalen.)

Feld-Nummer		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Zwischen 1. und 2. Ring	<	-3,19	-3,08	-2,76	-2,24	-1,58	-0,81	0,00	+0,81	+1,58	+2,24	+2,76	+3,08
	Differenz	-3,08	-2,76	-2,24	-1,58	-0,81	0,00	+0,81	+1,58	+2,24	+2,76	+3,08	+3,19
Zwischen 2. und 3. Ring	<	+0,11	+0,32	+0,52	+0,66	+0,77	+0,81	+0,77	+0,66	+0,52	+0,32	+0,11	
	Differenz	+0,40	+0,28	+0,19	+0,08	-0,05	-0,16	-0,30	-0,43	-0,49	-0,52	-0,51	-0,44
Zwischen 3. und 4. Ring	<	+0,44	+0,51	+0,52	+0,49	+0,43	+0,30	+0,16	+0,05	-0,08	-0,19	-0,28	+0,40
	Differenz	+0,04	+0,23	+0,33	+0,41	+0,48	+0,46	+0,46	+0,48	+0,41	+0,33	+0,23	+0,04
	<	-0,58	-0,84	-0,63	-0,56	-0,45	-0,19	-0,09	+0,01	+0,25	+0,39	+0,50	+0,78
	Differenz	-0,78	-0,50	-0,39	-0,25	-0,01	+0,09	+0,19	+0,45	+0,56	+0,63	+0,84	+0,58
		+0,20	+0,34	+0,24	+0,31	+0,44	+0,28	+0,28	+0,44	+0,31	+0,24	+0,34	+0,20

Tabelle III. Spannungen im untersten Ringe

$$= 31,65 (C_{n-3} + C_{n-2}) - 102,13 (C_{n-2} + C_{n+1}) + 71,46 (C_{n-1} + C_n).$$

Feld-Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Spannung . . . . .	1,32	1,26	1,00	0,77	0,44	0,11	-0,11	-0,44	-0,77	-1,00	-1,26	-1,32

Tabelle IV. Wagerechte Componenten der Spannungen in den Sparren, welche durch Beseitigung von je einer Diagonale in jedem Viereck entstehen.

Bezeichnet  $D_n$  die Werthe für die Spannungen in den zu beseitigenden Diagonalen in Tabelle II,  $D_n$  für den der Diagonale links und  $D_{n+1}$  für den der Diagonale rechts von

dem betreffenden Sparren, so ist die zu suchende Componente in den Sparren:

zwischen dem ersten und zweiten Ring =  $0,938 (D_n + D_{n+1})$ ; zwischen dem zweiten und dritten Ring =  $0,843 (D_n + D_{n+1})$ ; zwischen dem dritten und vierten Ring =  $0,742 (D_n + D_{n+1})$ .

Sparren-Nummer	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Zwischen dem 1. und 2. Ring	-5,98	-5,88	-5,48	-4,69	-3,58	-2,24	-0,76	+0,76	+2,24	+3,58	+4,69	+5,48	+5,78
Zwischen dem 2. und 3. Ring	+0,80	+0,68	+0,47	+0,27	+0,03	-0,21	-0,46	-0,73	-0,92	-1,01	-1,03	-0,45	-0,88
Zwischen dem 3. und 4. Ring	-1,16	-1,20	-1,09	-0,88	-0,75	-0,47	-0,21	-0,06	+0,19	+0,47	+0,66	+0,80	+0,86

Tabelle V. Spannungen in den Ringen, welche durch Beseitigung von je einer Diagonale in jedem Viereck entstehen.

Die Werthe für die Diagonalen in Tabelle II mögen für die dem betreffenden Ringtheile am nächsten, und zwar ober-

halb desselben gelegene Diagonale mit  $D_0$  und für die unterhalb gelegene mit  $D_u$  bezeichnet werden, so ist für den ersten Ring die zu suchende Spannung =  $0,490 D_u$ , für den zweiten Ring =  $0,245 D_0 + 0,660 D_u$ , für den dritten Ring =  $0,440 D_0 + 0,775 D_u$  und für den vierten Ring =  $0,581 D_0$ .

Feld-Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Erster Ring . . . . .	-1,56	-1,51	-1,35	-1,10	-0,71	-0,40	-0,0	+0,40	+0,71	+1,10	+1,35	+1,51
Zweiter Ring . . . . .	-0,52	-0,57	-0,55	-0,50	-0,42	-0,30	-0,20	-0,09	+0,06	+0,21	+0,34	+0,46
Dritter Ring . . . . .	-0,43	-0,55	-0,40	-0,40	-0,37	-0,22	-0,20	-0,18	-0,02	+0,07	+0,06	+0,26
Vierter Ring . . . . .	-0,45	-0,49	-0,37	-0,33	-0,26	-0,11	-0,05	+0,01	+0,14	+0,23	+0,29	+0,34

Es fehlen nun noch die im untersten Ringe durch die Kräfte  $G$  erzeugten Spannungen. Nach Gleichung 9 ist, wenn man nach Seite 65  $\sum C = 0$  setzt,  $G = \frac{S}{2}$  und die Spannung im untersten Ringe =  $\frac{S}{4 \cdot \sin 70^\circ 30'}$  =  $1,92 S$ . Ebenso ist im ersten Ringe die Kraft  $0,5 S$  aufzuheben und ergibt dort die

Spannung  $-1,92 S$ ; addirt man hierzu die Werthe aus Tabelle III und V für die Ringe, so erhält man die Ergebnisse der nachstehenden Tabelle VI. Die Werthe für die Sparren ergeben sich aus Summirung der Werthe in Tabelle I und IV, und die Werthe für die Diagonalen sind aus den mit Differenzen bezeichneten Reihen in Tabelle II entnommen.



Tabelle VI. Summen der wagerechten Componenten von den Spannungen sämtlicher Stäbe.

Nummer	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sparren zwischen Spitze u. 1. Ring	-0,09	-0,02	+0,02	+0,04	+0,03	+0,02	0,00	-0,02	-0,03	-0,04	-0,02	+0,02	+0,09
„ „ 1. u. 2. Ring	-0,99	-1,01	-1,14	-1,23	-1,29	-1,30	-1,26	-1,18	-1,05	-0,88	-0,65	-0,39	-0,21
„ „ 2. u. 3. Ring	-0,92	-0,87	-0,94	-0,96	-0,97	-0,96	-0,89	-0,84	-0,77	-0,66	-0,53	-0,36	-0,13
„ „ 3. u. 4. Ring	-1,20	-0,78	-0,99	-0,85	-0,66	-0,91	-0,71	-0,62	-0,72	-0,56	-0,44	-0,62	-0,10
Diagonalen „ 1. u. 2. Ring		+0,11	+0,32	+0,52	+0,66	+0,77	+0,81	+0,81	+0,77	+0,66	+0,52	+0,32	+0,11
„ „ 2. u. 3. Ring		+0,04	+0,23	+0,33	+0,41	+0,48	+0,46	+0,46	+0,48	+0,41	+0,33	+0,23	+0,04
„ „ 3. u. 4. Ring		+0,20	+0,34	+0,24	+0,31	+0,44	+0,28	+0,28	+0,44	+0,31	+0,24	+0,34	+0,20
Im 1. Ringe . . . . .		-3,48	-3,43	-3,27	-3,02	-2,63	-2,32	-1,92	-1,52	-1,21	-0,82	-0,57	-0,41
Im 2. Ringe . . . . .		-0,52	-0,57	-0,55	-0,50	-0,42	-0,30	-0,20	-0,09	+0,06	+0,21	+0,34	+0,46
Im 3. Ringe . . . . .		-0,43	-0,55	-0,40	-0,40	-0,37	-0,22	-0,20	-0,18	-0,02	+0,07	+0,06	+0,26
Im 4. Ringe . . . . .		+2,79	+2,69	+2,55	+2,36	+2,10	+1,92	+1,76	+1,49	+1,29	+1,15	+0,95	+0,94

Um die wirklichen Spannungen zu erhalten, muß man die Werthe aus Tabelle VI nehmen und mit den in Abb. 8 auf Blatt 18 in Klammern angegebenen Zahlen der Verhältnisse zwischen Grundrifs- und wirklichen Stablängen und mit  $S$  multipliciren.

$S$  berechnet sich, wie folgt:

Im ersten Knotenpunkte (siehe Durchschnitt und Grundrifs, Abb. 7 und 8 auf Bl. 18), verhält sich der wagerechte Schub  $S$  zur Last  $Q$  wie 4,5 : 0,667, es ist also  $S = \frac{Q \cdot 4,5}{0,667}$ ; ferner ist

$$Q = \frac{1,175 \cdot 4,5 \sin 82^\circ 30'}{2} \cdot \left(\frac{1}{6} + 1,0\right) \cdot 100, \text{ wenn man}$$

100 kg Belastung auf 1 qm Grundfläche annimmt; dies ergibt  $Q = 611,6$  und  $S = \text{rund } 4130 \text{ kg}$ .

Hierbei wird es für eine Vergleichung mit den Schwedler'schen Ergebnissen nur von Interesse sein, die größten Spannungen einer jeden Art von Stäben zu ermitteln. Man kann aber ohne weiteres auch schon aus dieser Tabelle VI einen solchen Vergleich anstellen.

Bei der größten Belastung ergibt sich die wagerechte Componente aller Sparrenspannungen, soweit diese durch die zufällige Belastung erzeugt sind, nach der Schwedler'schen Berechnung =  $-S$ . In Tabelle VI ergibt sich dieselbe zu  $-1,30 S$ , also größer, weshalb der Satz, daß die Sparren bei der größten Belastung den größten Druck auszuhalten haben, nicht aufrecht erhalten werden kann.

In dem untersten und obersten Ringe ergibt sich der durch die zufällige Belastung bei größter Belastung erzeugte Zug bzw. Druck nach der Schwedler'schen Berechnung zu  $\frac{+S}{2 \cdot \sin 7,5^\circ} = \pm 3,83 S$ . Nach Tabelle VI ergibt sich der größte Zug im untersten Ringe zu  $2,79 S$  und der größte Druck im obersten Ringe zu  $3,48 S$ ; beide Werthe sind also geringer, als die nach der Schwedler'schen Weise berechneten. Die Zahl  $+3,83 S$  muß aber beibehalten werden, weil sie für gleichmäßig vertheilte größte Belastung gilt.

Die wagerechte Componente der größten Diagonalenspannung ergibt sich nach der Schwedler'schen Berechnung, wenn man sie auf die untersten Vierecke anwendet, zu

$$N = \frac{S \cdot 6,065}{2 \cdot 4,50} = 0,674 S, \text{ in den übrigen Feldern stellt sich}$$

$N$  nach dieser Formel geringer.

In Tabelle VI ergibt sich die größte wagerechte Componente derselben Spannung in den Diagonalen der Felder Nr. 6 und 7 zwischen dem ersten und zweiten Ring zu  $+0,81 S$ , also größer. Die wirklichen Spannungen verhalten sich, wie bemerkt, wie die Grundrifsängen zu den wirklichen Längen.

Hierbei ist zu beachten, daß sich beide Berechnungen für die Diagonalenspannungen, wie oben erörtert, auf verschiedenartig schiefe Belastungen gründen, nämlich in der Schwedler'schen auf die zur Hälfte am meisten und zur anderen Hälfte am geringsten belasteten Kuppeln. Die mittleren Ringe sind nach den Schwedler'schen Berechnungen bedeutend stärker beansprucht, weil dort eine möglichst verschiedenartige Belastung ober- und unterhalb derselben vorausgesetzt ist.

Abgesehen von diesen Ringen ergeben sich die in Betracht kommenden größten Spannungen im Vergleich zu den hier berechneten, wenn man 100 kg zufällige und 70 kg Eigenlast auf 1 qm Grundfläche annimmt, wie folgt, wobei  $\varphi$  das Verhältniß der wagerechten Componente zu ihrer wirklichen Spannung ausdrücken soll:

in den Sparren nach der Schwedler'schen Berechnung:

$$\varphi \cdot \frac{S \cdot 170}{100} = \varphi \cdot 1,70 S;$$

nach dieser Berechnung:

$$\varphi S \left(1,30 + \frac{70}{100}\right) = \varphi \cdot 2,00 \cdot S, \text{ also erstere um 15 Procent zu gering;}$$

für den untersten Ring nach der Schwedler'schen Berechnung:

$$3,83 \cdot S \cdot \frac{170}{100} = 6,51 S,$$

nach dieser Berechnung:

$$2,79 S + \frac{3,83 S \cdot 70}{100} = 5,47 S, \text{ also erstere um 12 Procent}$$

zu hoch. Jedoch ist  $6,51 S$  für die gleichmäßig vertheilte größte Belastung, welche vorkommen kann, beizubehalten; ferner für den obersten Ring nach der Schwedler'schen Berechnung ebenfalls zu  $6,51 S$ ,

nach dieser Berechnung:

$$3,48 S + \frac{3,83 S \cdot 70}{100} = 6,16 S, \text{ also}$$

erstere um 6 Procent zu groß, was zum Theil durch die in den Schwedler'schen Constructionen fehlenden Scheitelstäbe veranlaßt wird.

Für die Diagonalen ergibt sich nach obiger Berechnung das Verhältniß wie  $0,81 : 0,67$ , also das Schwedler'sche Ergebniß um 17 Procent zu niedrig.

Man sieht also, daß die Ergebnisse der Schwedler'schen Berechnung nicht wesentlich von den oben angegebenen abweichen, wenngleich sich anfänglich sehr große Componenten in dieser Berechnung ergaben.

Im obigen Beispiel ist ein kuppelförmiges System mit regelmäßiger Grundfläche behandelt. Hat dasselbe eine unregelmäßige Grundfläche, so ist dieselbe auch zulässig und man



kann denselben Gang der Berechnung anwenden, jedoch mit folgenden Abweichungen:

1. werden die Componenten einer Scheitelkraft oder einer Einzellast nicht symmetrisch zum Sparren, in welchem sich dieselbe befindet. Während also die Scheitelkraft  $C_n$  zu beiden Seiten ihres Sparrens in den Auflagern die gleichen Componenten  $bC_n$ ,  $cC_n$  und  $dC_n$  ergab, werden bei unregelmäßigem Grundrifs die Componenten  $b_1C_n$  und  $b_1C_n$ ,  $c_1C_n$  und  $c_1C_n$ , schliesslich  $d_1C_n$  und  $d_1C_n$  entstehen, wobei  $b$  und  $b_1$ ,  $c$  und  $c_1$ ,  $d$  und  $d_1$  verschiedene Werthe haben.

Die Art, in welcher Kräfte in der bei Abb. 8 beschriebenen Weise zerlegt wurden, ändert sich dann nach Abb. 13, woselbst

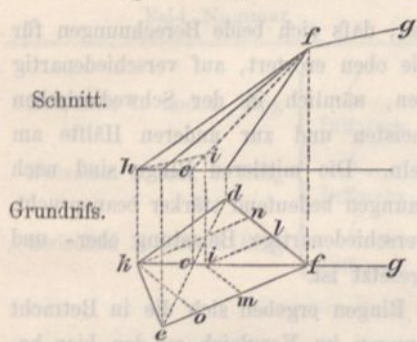


Abb. 13.

die Diagonalen  $fd$  und  $fe$  verschiedene Winkel mit dem von ihnen eingeschlossenen Sparrenstabe bilden. Man hat dann die Schnittlinie  $fc$  zwischen der Ebene der Sparren und der der Diagonalen aufzusuchen. Die gerade Linie zwischen den Knotenpunkten  $d$  und  $e$  schneidet in  $c$  die Ebene des Sparrens. Projicirt man den Punkt  $c$  in den Durchschnitt, so ist  $fc$  eine Linie in der Ebene der Sparren; zieht man ebenda  $hi$  parallel mit  $fg$ , so geben die Seiten des Dreiecks  $hif$  die Verhältnisse der Kräfte an, wenn eine Kraft in der Richtung  $fg$  in Componenten von den Richtungen  $fk$  und  $fi$  zerlegt wird. Projicirt man  $i$  in den Grundrifs und zieht hier die mit den Diagonalen parallelen Linien  $il$  und  $im$  und  $kn$  und  $ko$ , so geben die Seiten der Dreiecke  $knf$  und  $kof$  die Verhältnisse für die Componenten in den Diagonalen.

Es genügt bei unregelmäßigem Grundrifs nicht mehr, ein Feld mit seinen Mafsen im Grundrifs zu zeichnen, es müssen vielmehr so viele, als verschiedenartige Felder vorhanden sind, mit den Hülfslinien  $kn$  und  $ko$  gezeichnet werden.

Der Fall, in welchem die Stäbe desselben Sparrens nicht wie hier in einer Ebene liegen, ist unten bei den Systemen betrachtet, bei welchen die Ringe eine verschiedene Anzahl von Knotenpunkten haben.

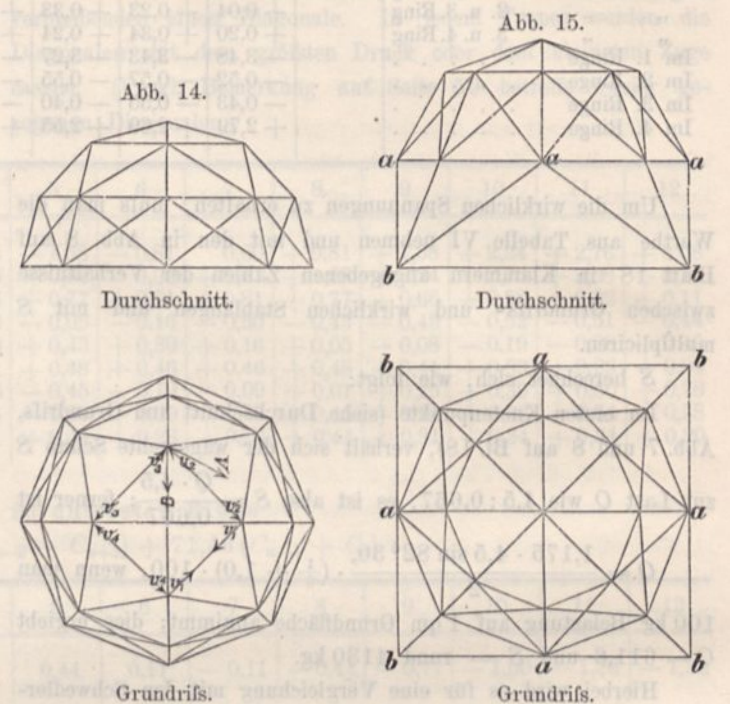
2. werden sich nicht in allen Auflagerpunkten dieselben Kräfte  $G$  ergeben, sondern man kann nur die Bedingung stellen (welche bei regelmäßigem Grundrifs durch die gleich grossen  $G$  Kräfte erfüllt wird), dafs die Kräfte im unteren Ringe sich im Gleichgewicht erhalten, d. h. dafs in jedem Stabe desselben an seinen beiden Enden gleich grosse und entgegengesetzt gerichtete Kräfte entstehen.

Es sind nun diejenigen Systeme zu betrachten, in welchen die Anzahl der Stäbe im Scheitel nicht gleich der Anzahl der Auflagerpunkte ist.

Hierbei sind zwei Fälle zu unterscheiden. Entweder ist die Anzahl der Scheitelstäbe, wie in Abb. 14, oder die der Auflagerpunkte, wie in Abb. 15, die kleinere. Letztere hat nur die vier Auflagerpunkte  $bbbb$ . In beiden Fällen sind doppelte schlaife Diagonalen angenommen; es genügt selbstverständlich eine steife.

Im ersteren Falle mufs man aufser den unbekanntem Scheitelstabspannungen, welche wie vor zerlegt werden, noch

unbekannte Spannungen in den Stäben desjenigen Ringes annehmen, welcher im Uebergange von der kleineren zur gröfseren Anzahl Ring-Eckpunkte liegt, denn wenn man auch wiederum doppelte steife Diagonalen für die Berechnung annimmt, so sind diese Ringstäbe dennoch, wie sich aus dem Föppl'schen Satze ergibt, für die statische Bestimmbarkeit erforderlich, sie müssen also auch zunächst unbekanntem Spannungen erhalten.



Da des Gleichgewichts wegen die Spannungen in jedem dieser Ringstäbe sich aufheben müssen, so sind an den beiden Enden eines jeden Stabes gleich grosse und entgegengesetzt gerichtete Kräfte, welche mit  $V$  bezeichnet werden mögen, anzunehmen, und man hat soviel Unbekannte als Ringstäbe, wodurch die Anzahl der Unbekannten wiederum gleich der Anzahl der Auflagerpunkte wird. Die Kräfte  $V$  zerlegt man in Componenten, welche auf dem kürzesten Wege zu den Auflagerpunkten führen, und zwar zunächst (siehe Abb. 14, Grundrifs) in eine wagerechte Kraft  $A$ , welche dem nächsten unteren Ringe parallel gerichtet ist, und eine wagerechte radiale Kraft  $B$ , deren weitere Zerlegung aus dem Obigen hervorgeht.

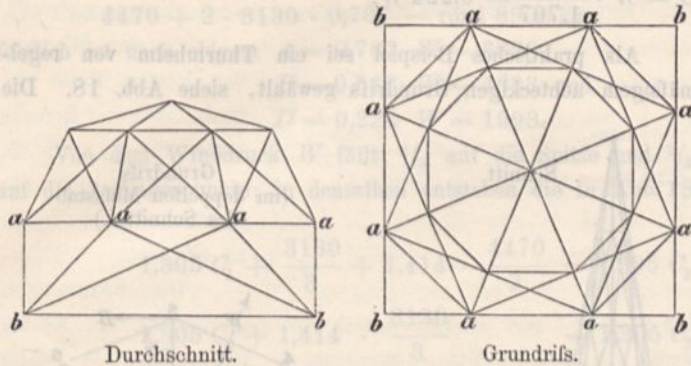
Tritt der Fall Abb. 15 ein, in welchem die Anzahl der Auflagerpunkte kleiner ist, als die der Scheitelstäbe, so ergeben sich die Gleichungen in den Auflagerpunkten wie oben, aufserdem ist aber zu beachten, dafs die Mittelkraft sämtlicher in einem Punkte  $a$  zusammentreffenden Componenten in die Ebene  $abc$ , d. h. in die Ebenen der untersten Dreiecke, fallen mufs, wenn Gleichgewicht vorhanden sein soll, d. h. die Summe der Componenten aller Kräfte in diesem Punkte in einer Achse, welche in demselben senkrecht zur Ebene  $abc$  steht, mufs gleich 0 sein. In Abb. 15 ist dies z. B. der Fall, wenn alle wagerechten radialen Componenten der Kräfte in  $a$  die Summe 0 ergeben, diese Bedingung führt wiederum zur nöthigen Anzahl von Gleichungen.

Liegt der in Abb. 16 angegebene Fall mit den vier Auflagerpunkten  $bbbb$  vor, so genügt es für das Gleichgewicht, wenn in sämtlichen  $a$  Punkten die Mittelkraft der Kräfte in die Ebenen von  $aabb$  fällt, welche in diesem Falle lothrecht sind, aber auch geneigt sein können. Zwischen den Punkten  $aabb$  ist dann ein beliebiges Fachwerk in der Ebene zu construieren,



welches die lothrechte Belastung in den Punkten  $a$  auf die Auflagerpunkte  $b$  überträgt. Bringt man in den Trapezen  $aabb$ , sowie in allen anderen Trapezen nur eine Diagonale an, so trifft der Föppl'sche Satz wieder zu, dafs so viel Gleichungen

Abb. 16.



als Unbekannte vorhanden sind, mit der für lothrechte Belastung oben nachgewiesenen Abweichung, dafs die Zahl der Gleichungen um drei gröfser ist, als die der Unbekannten.

Mit dem oben angegebenen Hilfsmittel kann man die schwierigsten Systeme behandeln.

V. Anwendung der neuen Theorie auf wagerechte Belastung und pyramidale Dächer mit in einer Ebene verschieblichen Auflagerpunkten und mit einer Spitze. Man verfährt hier in derselben Weise wie es unter IVb angegeben ist, welche die Grundlage für alle vorzunehmenden Ermittlungen bildet.

Als Beispiel sei in Abb. 17 eine Pyramide mit regelmäfsigem achteckigen Grundrifs gewählt, welche eine beliebige Anzahl nicht gezeichneter Ringe mit je zwei schlaffen oder einer steifen Diagonale in jedem Viereck hat. In einem beliebigen Knotenpunkte greife eine äufsere wagerechte Kraft  $W$  in beliebiger Richtung an. Nach dem oben angegebenen Verfahren soll die Kraft  $W$  in eine Scheitelcomponente und in Componenten in den nächsten Auflagerpunkten zerlegt werden. Zu dem Zwecke zerlegt man  $W$  in die beiden Ringcomponenten  $r$  und  $r_1$ , in bekannter Weise überträgt man diese Kräfte durch die dort vorhandenen beiden Fachwerke in der Ebene, nach der Spitze und dem Auflagerpunkte 1, woselbst sich die Kräfte  $R$  und  $R_1$  ergeben, welche ebenso grofs und ebenso gerichtet sind, als wenn man den Druck eines mit  $W$  belasteten Balkens in seinen beiden Auflagerpunkten ermittelt. Es ist nun  $R_1$  die Scheitel- und  $R$  die Auflagercomponente von  $W$ .

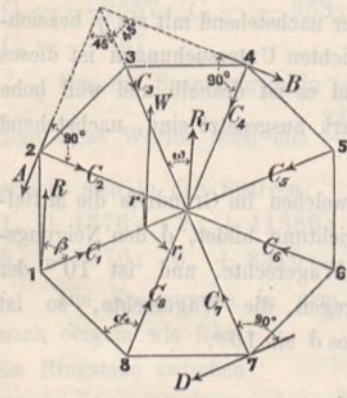


Abb. 17.

Die Scheitelcomponente  $R_1$  soll ferner durch unbekannte Kräfte in den Scheitelstäben ersetzt werden, die, auf kürzestem Wege nach den Auflagerpunkten geleitet, sich mit den übrigen Kräften daselbst ins Gleichgewicht setzen.

Wie unter III. erörtert ist, gehören für wagerechte Belastung aufser den lothrechten Auflagerkräften noch drei Kräfte zur Herstellung des Gleichgewichts, denn wenn auch ohne diese das System durch äufsere Kräfte in keine Formveränderung

gebracht wird, sobald seine Auflagerpunkte nur in einer Ebene verschieblich sind, so sind jene drei Kräfte doch nöthig, um das Fortbewegen des Systems zu verhindern. Diese drei Kräfte seien durch radiale Führungen in drei Auflagerpunkten hergestellt gedacht, und nach der auf Seite 50 gegebenen Entwicklung kann man die in diesen Führungen wirkenden Kräfte aus  $W$  ohne weiteres ermitteln. Sie mögen in Abb. 17 in den Knotenpunkten 2, 4 und 7 liegen und mit  $A$ ,  $B$  und  $D$  bezeichnet werden.

Die wagerechten Auflagercomponenten von  $R_1$  sind bei einer Pyramide gleich den wagerechten Componenten  $C_1, C_2, C_3, C_4 \dots C_8$  der unbekannteren Scheitelkräfte.

Das Gleichgewicht bedingt, wie schon bemerkt, dafs sich in jedem Stabe des untersten Ringes an beiden Enden gleich grofse und entgegengesetzt gerichtete Kräfte ergeben.

Jede Kraft  $C_n$  erzeugt in den Stäben des untersten Ringes eine Componente  $\frac{C_n}{2 \cos \alpha}$ , jede Kraft  $A, B$  oder  $D$  eine solche gleich  $\frac{A}{2 \sin \alpha}, \frac{B}{2 \sin \alpha}$  und  $\frac{D}{2 \sin \alpha}$ .

Zerlegt man die Kraft  $R$  in eine radiale Componente  $= R \cos \beta$  und eine lothrechte dazu  $= R \sin \beta$ , so sind deren Ringcomponenten  $\frac{R \cos \beta}{2 \cos \alpha}$  und  $\frac{R \sin \beta}{2 \sin \alpha}$ . Darnach ergibt sich im Knotenpunkte 1 in den Ringstäben auf der einen Seite

$$R \left( \frac{\cos \beta}{2 \cos \alpha} - \frac{\sin \beta}{2 \sin \alpha} \right) = R \cdot \frac{\sin(\alpha - \beta)}{2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha}$$

und auf der anderen Seite

$$R \left( \frac{\cos \beta}{2 \cos \alpha} + \frac{\sin \beta}{2 \sin \alpha} \right) = R \cdot \frac{\sin(\alpha + \beta)}{2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha}$$

Ermittelt man weiter die Spannungen im unteren Ringe, so mufs sein:

im Ringstabe zwischen den Knotenpunkten

$$1 \text{ bis } 2: \frac{C_1}{2 \cos \alpha} + \frac{R \cdot \sin(\alpha + \beta)}{2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha} = \frac{C_2}{2 \cos \alpha} + \frac{A}{2 \sin \alpha};$$

$$\text{desgl. } 2 \text{ bis } 3: \frac{C_2}{2 \cos \alpha} - \frac{A}{2 \sin \alpha} = \frac{C_3}{2 \cos \alpha};$$

$$\text{desgl. } 3 \text{ bis } 4: \frac{C_3}{2 \cos \alpha} = \frac{C_4}{2 \cos \alpha} - \frac{B}{2 \sin \alpha};$$

$$\text{desgl. } 4 \text{ bis } 5: \frac{C_4}{2 \cos \alpha} + \frac{B}{2 \sin \alpha} = \frac{C_5}{2 \cos \alpha};$$

$$\text{desgl. } 5 \text{ bis } 6: C_5 = C_6;$$

$$\text{desgl. } 6 \text{ bis } 7: \frac{C_6}{2 \cos \alpha} = \frac{C_7}{2 \cos \alpha} - \frac{D}{2 \sin \alpha};$$

$$\text{desgl. } 7 \text{ bis } 8: \frac{C_7}{2 \cos \alpha} + \frac{D}{2 \sin \alpha} = \frac{C_8}{2 \cos \alpha};$$

$$\text{desgl. } 8 \text{ bis } 1: \frac{C_8}{2 \cos \alpha} = \frac{C_1}{2 \cos \alpha} + \frac{R \cdot \sin(\alpha - \beta)}{2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha}$$

Es sind nun acht Gleichungen mit acht Unbekannten vorhanden; da dieselben aber sämtlich richtig bleiben, wenn die Werthe  $C_1, C_2, C_3 \dots C_8$  um dieselbe Gröfse vermehrt oder vermindert werden, so kann man sie noch nicht ermitteln, es ist vielmehr noch eine Scheitelformel anzusetzen, welche ausdrückt, dafs die Summe der lothrechten Componenten der Kräfte in den Scheitelstäben gleich 0 ist. Da dieselben alle gleiche Neigungswinkel haben, so ergibt dies  $C_1 + C_2 + C_3 + C_4 + \dots + C_8 = 0$ .

Man sieht, dafs auch in diesem Falle sämtliche Sparren und sämtliche Stäbe des unteren Ringes gespannt werden, die



anderen Stäbe aber nur in den beiden Feldern, in welchen der belastete Knotenpunkt liegt. Wählt man für die radialen Führungen andere Auflagerpunkte, so ändern sich die Spannungen in den bezeichneten Stäben der beiden Felder nicht, wohl aber in sämtlichen Sparren und in den Stäben des unteren Ringes.

Hat man einen unregelmäßigen Grundrifs, so sind ebenfalls obige Formeln anzusetzen, nur sind dann sämtliche Winkel  $\alpha$  verschieden, auch ist nicht mehr die Summe der Componenten  $C=0$ , vielmehr die Summe der Producte aus diesen Kräften und der Tangente vom Neigungswinkel des betreffenden Stabes.

In praktischen Fällen handelt es sich hier in der Regel um steile Thurmdächer mit regelmäßigem Grundrifs und Windbelastung. In diesem Falle geht die Mittelkraft  $W$  der wagerechten Kräfte durch die Achse des Systems, fällt also in Abb. 17 mit der Kraft  $R_1$  zusammen. Es ist nun zu untersuchen, bei welcher Windrichtung die größten Spannungen in den Sparren und in den Stäben des untern Ringes entstehen, d. h. in welchem Falle eine der Kräfte  $C_1, C_2, C_3 \dots C_8$  den größten in diesen Kräften überhaupt vorkommenden Werth erhält. Da sich dieselben zu 0 ergänzen, so sind ihre positiven und negativen Werthe am größten, wenn ihre Differenzen am größten sind, und diese wachsen wiederum mit den Werthen von  $A, B$  und  $D$ , weshalb es hier auf das Maximum der letzteren ankommt. Das Gleichgewicht erfordert, dafs mit Bezug auf den Mittelpunkt des Grundrisses die Summe ihrer Momente gleich dem Moment der Kraft  $W$  ist, welche, wie schon bemerkt, in Abb. 17 mit  $R_1$  zusammenfällt. Daraus ergibt sich, dafs die Summe der drei Kräfte  $A, B$  und  $D$  in diesem Falle gleich 0 sein mufs, weil sie gleiche Hebelarme haben und das Moment von  $W=0$  ist. Es mufs folglich stets die eine von diesen drei Kräften gleich der Summe der anderen beiden, also gröfser als eine von ihnen sein.

Bildet  $W$  den Winkel  $w$  mit einer durch die Auflagerpunkte 3 und 7 gehenden Ebene, so mufs sein

$$W \cos w = (A + B) \cos 45^\circ \text{ und}$$

$$W \sin w = (A - B) \sin 45^\circ + D, \text{ oder da } A - B = D,$$

$$W \sin w = D(1 + \sin 45^\circ), \text{ folglich}$$

$$D = \frac{W \sin w}{1 + \sin 45^\circ}; \text{ dieses wird am größten für } \sin w = 1 \text{ oder } w = 90^\circ, \text{ und dann ist } D^{max} = 0,586 W.$$

Aus obigen Gleichungen ergibt sich in allen Fällen:

$$A = \frac{W}{2} \left( \frac{\cos w}{\cos 45^\circ} + \frac{\sin w}{1 + \sin 45^\circ} \right);$$

$$B = \frac{W}{2} \left( \frac{\cos w}{\cos 45^\circ} - \frac{\sin w}{1 + \sin 45^\circ} \right).$$

$A$  wird am größten oder kleinsten für  $dA \cdot dw = 0$ ,

$$\text{d. h. } \frac{W}{2} \left( \frac{-\sin w}{\cos 45^\circ} - \frac{\cos w}{1 + \sin 45^\circ} \right) = 0,$$

$$\text{oder } \text{tng } w = \frac{\cos 45^\circ}{1 + \sin 45^\circ}, \text{ wonach } w = 22^\circ 30'.$$

Bildet man die zweite Ableitung von  $dA$  nach  $dw$ , so ergibt sich für  $dA$  ein negativer Werth und es ist deshalb  $A$  am größten für  $w = 22^\circ 30'$ , alsdann ist  $\sin w = 0,383$  und  $\cos w = 0,924$  und  $A^{max} = \frac{W}{2} \left( \frac{0,924}{0,707} + \frac{0,383}{1,707} \right) = 0,767 W$ .

Denselben Werth findet man für  $B$ , wenn  $w = -22^\circ 30'$  wird.

Da das Maximum von  $A$  gröfser als das von  $D$  ist, so entspricht die ungünstigste Windrichtung jenem, es ist dann

$$A = 0,767 W, B = \frac{W}{2} \left( \frac{0,924}{0,707} - \frac{0,383}{1,707} \right) = 0,543 W \text{ und}$$

$$D = W \cdot \frac{0,383}{1,707} = 0,224 W.$$

Als praktisches Beispiel sei ein Thurmhelm von regelmäßigem achteckigen Grundrifs gewählt, siehe Abb. 18. Die

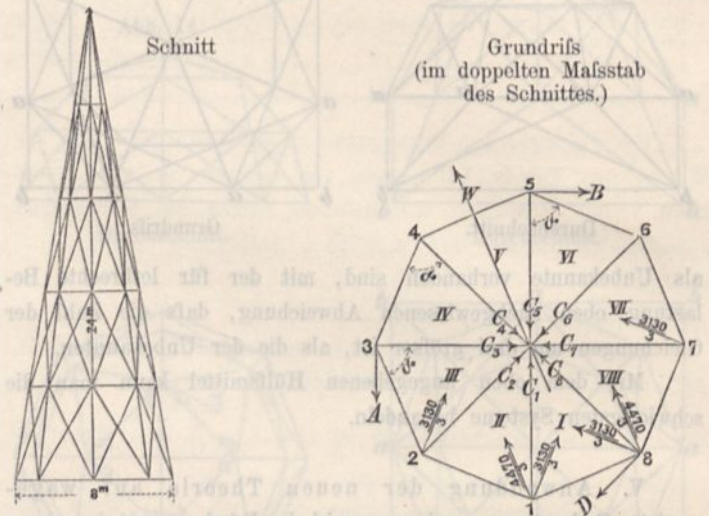


Abb. 18.

Auflagerpunkte desselben mögen in einem Kreise von 8 m Durchmesser liegen und die Thurmhöhe betrage 24 m. Der Winddruck werde auf eine zu seiner Richtung lothrechte Ebene zu 120 kg f. d. qm angenommen. Theoretisch ist derselbe proportional dem Quadrat des Sinus vom Neigungswinkel zwischen Windrichtung und Ebene, welcher nachstehend mit  $\sin \eta$  bezeichnet werden soll. Nach veröffentlichten Untersuchungen ist dieses Verhältnifs aber zu günstig, und es ist deshalb und weil hohe Thürme dem Winde besonders stark ausgesetzt sind, nachstehend  $\sin \eta$  für  $\sin^2 \eta$ , angenommen.

Bezeichnet  $\gamma$  den Winkel, welchen im Grundrifs die Mittellinie einer Fläche mit der Windrichtung bildet,  $\delta$  den Neigungswinkel der Fläche gegen die Wagerechte, und ist  $10^\circ$  der Neigungswinkel des Windes gegen die Wagerechte, so ist  $\sin \eta = \cos \gamma \sin \delta \cos 10^\circ + \cos \delta \sin 10^\circ$ .

In diesem Falle ist:

$$\begin{aligned} \text{für Fläche I} & \quad \cos \gamma = \cos 0 = 1,000; \quad \sin \eta = 1,00, \\ \text{ - - II u. VIII} & \quad \cos \gamma = \cos 45^\circ = 0,707; \quad \sin \eta = 0,71, \\ \text{ - - III u. VII} & \quad \cos \gamma = \cos 90^\circ = 0,000; \quad \sin \eta = 0,03. \end{aligned}$$

Die übrigen Flächen werden nicht vom Winde bestrichen.

Zur Berechnung der Werthe von  $\sin \eta$  ist in obige Formel einzusetzen:

$$\begin{aligned} \sin \delta &= \frac{24}{24,331} = 0,986; \quad \cos \delta = \frac{4}{24,331} = 0,164; \\ \sin 10^\circ &= 0,174; \quad \cos 10^\circ = 0,985. \end{aligned}$$

Der Winddruck normal zu den Flächen ergibt sich, wenn man obige Werthe mit 120 kg f. d. qm multiplicirt. Die lothrechte Componente des Winddrucks ist so gering, dafs sie vernachlässigt werden kann, die wagerechte ist abgerundet für die Fläche I zu 1 und für die Flächen II und VIII zu 0,7 des Winddrucks senkrecht zur Fläche angenommen, für die Flächen III und VII dagegen, weil zu gering, unbeachtet gelassen.



Auf Fläche I wirkt demnach ein wagerechter Winddruck von  $\frac{24,33 \cdot 3,06}{2} \cdot 120 \cdot 1 =$  rund 4470 kg und auf die Flächen II und VIII 0,7 davon = rund 3130 kg.

Die Resultante  $W$  von diesen Kräften ist  $4470 + 2 \cdot 3130 \cdot 0,707 =$  rund 8900 kg, folglich ist nach obigem  $A = 0,767 W = 6826$ ,  $B = 0,543 W = 4833$  und  $D = 0,224 W = 1993$ .

Von dem Winddruck  $W$  fällt  $\frac{1}{3}$  auf die Spitze und  $\frac{2}{3}$  auf die Auflagerpunkte; in denselben entstehen die in Abb. 18

$$\begin{aligned} 1,305 C_1 + \frac{3130}{3} + 1,414 \cdot \frac{4470}{3} &= 1,305 C_2 + \frac{3130}{3}; \\ 1,305 C_2 + 1,414 \cdot \frac{3130}{3} &= 1,305 C_3 + 0,541 \cdot 6826; \\ 1,305 C_3 - 0,541 \cdot 6826 &= 1,305 C_4 = 1,305 C_5 - 4833 \cdot 0,541; \\ 1,305 C_5 + 0,541 \cdot 4833 &= 1,305 C_6 = 1,305 C_7 + 1,414 \cdot \frac{3130}{3}; \\ 1,305 C_7 + \frac{3130}{3} &= 1,305 C_8 + 1,414 \cdot \frac{4470}{3} + \frac{3130}{3} - 1993 \cdot 0,541; \\ 1,305 C_8 + 1,414 \cdot \frac{3130}{3} + \frac{4470}{3} + 1993 \cdot 0,541 &= 1,305 C_1 + 1,414 \cdot \frac{3130}{3} + \frac{4470}{3}; \end{aligned}$$

daraus ergibt sich:  $C_0 = C_1 - 85$ ;  $C_4 = C_1 - 2915$ ;  $C_5 = C_1 - 911$ ;  $C_6 = C_1 + 1093$ ;  $C_7 = C_1 - 37$ ;  $C_8 = C_1 - 825$ .

Aus der Bedingung, dafs  $\Sigma C = 0$  sein soll, erhält man:  $8 C_1 + 1614 - 85 - 2915 - 911 + 1093 - 37 - 825 = 0$ ; oder  $- C_1 = + 258$ ;  $C_2 = + 1872$ ;  $C_3 = + 173$ ;  $C_4 = - 2657$ ;  $C_5 = - 653$ ;  $C_6 = + 1351$ ;  $C_7 = + 221$ ;  $C_8 = - 567$ .

Um die Spannungen in den Sparren zu erhalten, mufs man diese Werthe noch mit  $\frac{24,33}{4} = 6,08$  multipliciren, alsdann ergibt sich in den Sparren:

1, + 1570; 2, + 11380; 3, + 1050; 4, - 16150; 5, - 3970; 6, + 8210; 7, + 1340; 8, - 3450.

Die Spannungen in dem untersten Ringe ergeben sich nach obigem wie folgt: im Ringstabe zwischen:

$$\begin{aligned} 1 \text{ u. } 2 &= 1,305 C_2 + \frac{3130}{3} = 3486 \text{ kg Druck,} \\ 2 \text{ u. } 3 &= 1,305 C_2 + \frac{1,414 \cdot 3130}{3} = 3918 \text{ kg Druck,} \\ 3 \text{ u. } 4 &= 1,305 C_4 = 3467 \text{ kg Zug,} \\ 4 \text{ u. } 5 &= 1,305 C_4 = 3467 \text{ kg Zug,} \\ 5 \text{ u. } 6 &= 1,305 C_6 = 1763 \text{ kg Druck,} \\ 6 \text{ u. } 7 &= 1,305 C_6 = 1763 \text{ kg Druck,} \\ 7 \text{ u. } 8 &= 1,305 C_7 + \frac{3130}{3} = 1332 \text{ kg Druck,} \\ 8 \text{ u. } 1 &= 1,305 C_1 + \frac{1,414 \cdot 3130}{3} + \frac{4470}{3} = 3302 \text{ kg Druck.} \end{aligned}$$

Der Druck in den radialen Führungen von drei Auflagerpunkten ist ohne weiteres durch die Werthe von  $A$ ,  $B$  und  $D$  gegeben.

Es sind nun noch die Spannungen in den mittleren Ringen und in den Diagonalen festzustellen. Die Diagonalen sind nur in den beiden Feldern II und VIII gespannt, im Felde I des-

im Grundrifs angegebenen Kräfte. Nennt man dieselben  $w$ , so erzeugen sie einerseits die Ringspannung

$$\frac{w}{\cos 45^\circ} \text{ und andererseits } \frac{w}{\tan 45^\circ}, \text{ oder } 1,414 w \text{ und } w.$$

Die Bedingung, dafs an den Enden eines jeden untersten Ringstabes gleiche und entgegengesetzt gerichtete Kräfte auftreten, ergibt, wenn man

$$\alpha = 67^\circ 30', \frac{1}{2 \cos \alpha} = 1,305 \text{ und } \frac{1}{2 \sin \alpha} = 0,541 \text{ setzt:}$$

halb nicht, weil dessen beide Sparren gleichmäfsig belastet, für dieses Feld also nur Ringspannungen zu ermitteln sind. Bezeichnet man die Spannung durch die Windbelastung, welche in Ringcomponenten zerlegt ist, im obersten Ringstabe mit  $N$ , so sind wegen des gleichen Abstandes der Ringe die Spannungen im zweiten, dritten und vierten Ringstabe desselben Feldes  $2N$ ,  $3N$  und  $4N$ ; in der Spitze greift die Kraft  $\frac{1}{6}N$  und im untersten Ringe die Kraft  $2\frac{1}{3}N$  unmittelbar an, mithin Gesamtangriff:  $(\frac{1}{6} + 1 + 2 + 3 + 4 + 2\frac{1}{3})N = 12\frac{1}{2}N$ . Hiervon kommt auf einen Auflagerpunkt  $\frac{1}{3}$ , mithin  $4\frac{1}{6}N$ ; dieses ist für das erste Feld, wie oben berechnet bzw. aus Abb. 18 im Grundrifs ersichtlich ist,

$$\begin{aligned} &= \frac{4470}{3} + \frac{1,414 \cdot 3130}{3} = 2884, \\ \text{folglich } N &= \frac{2884 \cdot 6}{25} = 692 \text{ kg; } 2N = 1384 \text{ kg;} \\ 3N &= 2076 \text{ kg; } 4N = 2768 \text{ kg Druck.} \end{aligned}$$

In den Feldern II und VIII ist  $4\frac{1}{6}N = \frac{1,414 \cdot 4470}{3} + \frac{3130}{3} = 3150$  und  $N = 756$ ;  $2N = 1512$ ;  $3N = 2268$ ;  $4N = 3024$ .

Diese Kräfte sind durch die Stäbe der Felder II und VIII auf Spitze und Auflagerpunkte 1 bzw. 8 zu übertragen, mit ihnen gleichzeitig aber noch andere Kräfte, welche aus der Belastung der Felder III und VII sich ergeben und für welche  $N = \frac{3130 \cdot 6}{3 \cdot 25} = 250$  ist. Beide wirken entgegengesetzt und die zu übertragenden Kräfte sind deshalb in den Feldern II und VIII auf  $N = 756 - 250 = 506$  zu berechnen. In den Feldern III und VII ist  $N = \frac{3130 \cdot 1,414 \cdot 6}{3 \cdot 25} = 354$ .

In Abb. 19 ist ein Feld gezeichnet, es sind darin die wirklichen (nicht die Projections-) Längen der Constructionstheile angegeben und nach bekannten Methoden die aus jenen



Kräften sich ergebenden Spannungen als Vielfache von  $N$  ermittelt und in Klammern eingeschrieben.

Setzt man, wie oben berechnet, für die Felder II und VIII  $N = 506$  und für die Felder III und VI  $N = 354$ , so ergeben sich die in nachstehender Tabelle VII angegebenen Spannungen in den nach Abb. 19 bezeichneten Stäben.

Um die Spannungen in den Ringstäben der Felder II und VIII zu erhalten, hat man in Tabelle VII zu den betreffenden Werthen  $-250$  bzw.  $2 \cdot 250$ ,  $-3 \cdot 250$  und  $-4 \cdot 250$  zu addiren, während diese Werthe für die Felder III und VII, sowie die Spannungen für die Diagonalen unmittelbar aus Tabelle VII zu entnehmen sind.

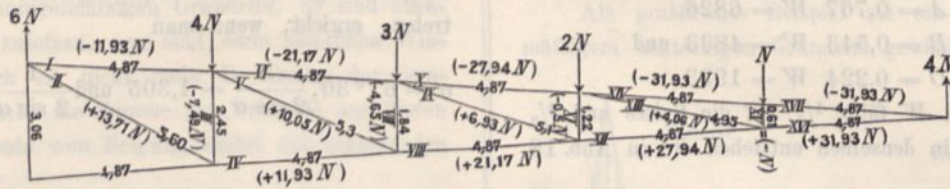


Abb. 19.

Die Spannungen in den Sparren 1 und 8 erhält man, wenn in Tabelle VII zu den betreffenden Werthen  $+1570$ , bzw.  $-3450$  addirt werden.

Die Spannungen in den Sparren 2 und 7 ergeben sich in folgender Weise: Zunächst sind in Tabelle VIII die Werthe aus Tabelle VII für jeden Stab dieser Sparren zusammengestellt.

Zu den Werthen der letzten Reihe ist nach obiger Berechnung für Sparren 2,  $+11380$  und für Sparren 7,  $+1340$  zu addiren.

Die Spannungen der Sparren 3 und 6 ergeben sich aus den Werthen der letzten Reihe von Tabelle VII, wenn man  $+1050$ , bzw.  $+8210$  hinzusetzt.

Tabelle VII.

In Abb. 19 Stabnummer	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII
Spannung in Feld II und VIII	-6037	+6937	-3790	+6037	+5085	-10712	-2353	+10712	+3507	-14138	-253	+14138	+2054	-16157	-506	+16157	-16157
in Feld III und VII	-4223	+4783	-2651	+4223	+3558	-7494	-1646	+7494	+2453	-9891	-177	+9891	+1437	-11308	-354	+11303	-11303

Tabelle VIII. Spannungen in den Sparren 2 und 7.

Für Feld II und VIII . .	0	IV = + 6037	VIII = + 10712	XII = + 14138	XVI = + 16157
Für Feld III und VII . .	I = - 4223	VI = - 7494	X = - 9891	XIV = - 11303	XVII = - 11303
Summe . .	- 4223	- 1457	+ 821	- 2835	- 4854

Die nach vorstehendem ermittelten Werthe sind in Abb. 10 auf Blatt 18 eingeschrieben. Die durch die Eigenlast erzeugten Spannungen sind nicht berücksichtigt.

### VI. Anwendung der neuen Theorie auf wagerechte Belastung und kuppelförmige Dächer mit in einer Ebene verschieblichen Auflagerpunkten und mit einer Spitze.

Man zerlege in jedem Knotenpunkte die Belastung in zwei Ringspannungen  $r$  und  $r'$  (siehe Abb. 17), diese zerlege man wiederum auf dem kürzesten Wege nach den nächsten Auflagerpunkten, so ergeben sich in denselben in Sparren und Diagonalen bestimmte Spannungen. Man nehme dann in den Scheitelstäben Kräfte an, welche sich gegenseitig im Gleichgewicht erhalten und so beschaffen sind, dafs sie, auf dem kürzesten Wege nach den Auflagerpunkten geleitet, sich dort mit den oben erwähnten Spannungen und den früher erwähnten Auflagerkräften  $A$ ,  $B$  und  $D$  ins Gleichgewicht setzen, man erhält aus dieser Bedingung wiederum eine genügende Anzahl Gleichungen, um die unbekanntenen Scheitelkräfte zu ermitteln. In der Regel handelt es sich hier um flache Kuppeln, bei denen die wagerechten Componenten der Windbelastung für die Spannungen in den Stäben des Daches unwesentlich sind, sodafs deren Berechnung unterbleiben kann.

Wohl aber ist es wichtig, die Mittelkraft des Winddrucks annähernd zu kennen, um daraus die Pressungen in den drei

radialen Führungen ermitteln zu können. Anstatt derselben kann man sich auch den in Abb. 5 dargestellten Fall denken, wo drei lothrechte Wände mittels ihrer Streben den wagerechten Schub des Windes aufnehmen sollen. Es liegen dann die drei Kräfte  $A$ ,  $B$  und  $D$  nicht rechtwinklig zu den Halbmessern, sondern in den Wänden und Ringen selbst, die Gleichungen für diese Kräfte ändern sich dann, wie leicht zu ersehen ist; sie können aber festgestellt werden, sobald man die wagerechte Mittelkraft des Winddrucks kennt.

In der betreffenden Wand (Abb. 5) wird die Kraft  $A$ ,  $B$  oder  $D$  durch die Strebe  $S$  und einen Zug oder Druck im Stiel  $L$  aufgenommen, weshalb derselbe, wenn Zug entsteht, genügend belastet oder mit dem Fundament verankert sein mufs. Zuweilen mufs hierbei auch Winddruck von innen, welcher das Dach zu heben strebt, berücksichtigt werden.

Die wagerechte Mittelkraft des Winddrucks bestimmt man, allerdings wohl zu hoch, wie folgt: Man denke sich den Querschnitt des Daches mit  $120$  kg Winddruck belastet und nehme hiervon zwei Drittel. Dies ergibt für das oben berechnete Kuppeldach z. B.  $36 \cdot 6 \text{ m} \cdot \frac{2}{3} \cdot 120 \cdot \frac{2}{3} = 11520$  kg.

### VII. Ersatz der Spitze des Systems durch einen inneren ausgesteiften Ring.

Dieser Fall ist schon bei dem im Abschnitt IV b B berechneten Beispiel einer Spitze mit wagerechten Stäben erwähnt;



er wird dann anzuwenden sein, wenn die Spitze aus praktischen Gründen frei bleiben soll.

Man kann den ausgesteiften Ring als ein ringförmiges Fachwerk in der Ebene herstellen, soll dasselbe aber statisch bestimmbar sein, so müssen an drei Stellen Unterbrechungen des Fachwerks und nur Berührungen in einem Punkte eintreten. Es müssen also z. B. in Abb. 20 die drei punktierten Stäbe

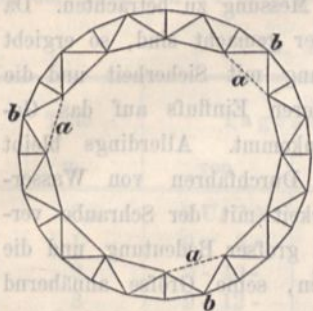


Abb. 20.

fehlen, sodafs drei Fachwerke in der Ebene entstehen. Das obige ergibt sich wie folgt: An jedem Knotenpunkte sind für Fachwerke in der Ebene zwei Gleichungen anzusetzen, welche nach dem Föppl'schen Satze gleich der Anzahl der Unbekannten sein müssen.

Liegt ein  $N$ -Eck vor, so beträgt die Anzahl der Unbekannten (Abb. 20), wenn die Stäbe  $aaa$  fehlen,  $3N - 3$  Stäbe  $+ 3$  unbekannte Reaktionskräfte, zusammen  $3N$ . Es sind  $1\frac{1}{2}N$  Knotenpunkte und folglich auch  $2 \cdot 1\frac{1}{2}N = 3N$  Gleichungen vorhanden, weshalb, wie oben bemerkt, das System statisch bestimmt ist.

Die äußeren Knotenpunkte sind im vorliegenden Beispiel (siehe Abschnitt IV b B) von äußeren radialen Kräften angegriffen, welche sich im Gleichgewicht halten; man kann deshalb die in den Knotenpunkten  $bbb$  angreifenden Kräfte als die durch die übrigen Kräfte hervorgerufenen Reactionen ansehen. Dieselben gehören aber stets zwei von den drei Fachwerken an. Durch Ansetzen einer Momentengleichung für je ein Fachwerk kann man diejenigen Theile dieser Reactionen ermitteln, welche diesem Fachwerk angehören, und mit Hilfe derselben nach bekanntem Verfahren sämtliche Spannungen in diesem Fachwerk ermitteln.

## Strömung und Salzgehalt der Elbe bei Cuxhaven.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 19 im Atlas.)

Im Fluthgebiet der Ströme dringt das salzige Meerwasser mit der Fluth stromaufwärts, vermischt sich mit dem süßen Wasser des oberen Stromes und fließt mit diesem vereint während der Ebbe wieder in die See. Viele Umstände machen diesen Vorgang zu einem verwickelten und wechselvollen. Zu diesen gehören: der Unterschied im specifischen Gewicht des Meer- und des Flußwassers, die verschiedene Höhe der Tiden, die veränderliche Menge des oberen Zuflusses und die Richtung und Stärke des Windes, welche auf den mittleren Wasserstand bald hebend, bald senkend einwirken. Durch diese mannigfachen Einflüsse, welche jede Tide von der vorhergehenden und folgenden abweichend gestalten, ja, welche bewirken, dafs niemals zwei Tiden völlig mit einander übereinstimmen, wird es außerordentlich schwierig gemacht, den regelmäfsigen Zustand des Fluthgebietes festzustellen, und es wird nicht zuviel gesagt sein, wenn man behauptet, dafs diese Aufgabe bisher noch nicht für einen einzigen Fluß völlig gelöst worden ist.

In die weit geöffnete Mündung der Elbe dringt das salzige Wasser weit hinein, je nach Umständen vielleicht 30 bis

VIII. Anwendung der neuen Theorie auf beliebige Belastung und beliebige Systeme mit festen Auflagerpunkten.

Ein Beispiel von diesen Systemen ist das oben unter II beschriebene und in Abb. 6 auf Blatt 18 dargestellte. Wie erörtert, bedingt in diesem der Mangel einer Spitze große Spannungen, man kann aber eine Spitze oder einen inneren ausgesteiften Ring verwenden, dadurch den Vortheil geringerer Spannungen und doch feste Auflagerpunkte haben.

Dieser Fall ist schon bei Abb. 5 erörtert, wenn man die lothrechten Fachwerkswände in demselben als mit zum System gehörig betrachtet. An Stelle der lothrechten können aber auch geneigte Fachwerkswände treten, diese dürfen aber der statischen Bestimmbarkeit wegen nur drei Diagonalen erhalten. Sie dürfen dieselben auch vollzählig haben, dann muß aber eine entsprechende Anzahl Stäbe an einer anderen Stelle fehlen, damit der Föppl'sche Satz Anwendung findet. Der erstere Fall erscheint indes am besten verwendbar. Die Kraftzerlegung bleibt in diesem letzteren Falle dieselbe, die Gleichungen für das Gleichgewicht sind aber nicht in den Auflagerpunkten, sondern in den Knotenpunkten des letzten Ringes anzusetzen, und dabei anstatt der beliebigen lothrechten Auflagercomponenten beliebige Componenten in den untersten Stäben anzunehmen.

In diesen Fällen hat man jedoch stets zu untersuchen, ob das System überall stabil ist, ob nicht zu übertragende Kräfte in Knotenpunkten entstehen, welche zur Uebertragung zu wenig Stäbe haben. Ferner kann der Fall eintreten, dafs wenn man in einem stabilen und dem Föppl'schen Satze sich anpassenden Systeme Stäbe von einer Stelle nach einer andern bringt, sodafs dieser Satz nach wie vor zutrifft, das System doch in einen stabilen und in einen labilen Theil zerfällt.

Weitere Ausführungen würden den für diese Abhandlung gestatteten Rahmen überschreiten.

Hannover, im Februar 1887. Hacker.

50 Seemeilen weit; aber bis zu welchem Punkte unter gegebenen Verhältnissen und in welcher Mischung, darüber dürfte niemand einigermaßen sicheren Aufschlufs zu geben im Stande sein. Ebensovienig ist es bekannt, in welcher Weise das specifische Gewicht und die Strömungen des Wassers mit der Tiefe sich während des Verlaufes der Tide ändern und ob sie sich gegenseitig beeinflussen. Es läßt sich aber voraussetzen, dafs auch von der Beantwortung dieser Fragen nicht nur in wissenschaftlicher, sondern ebensosehr in wasserbaulicher Beziehung wichtige Aufschlüsse zu erwarten sein würden.

Angesichts dieser Verhältnisse darf die Mittheilung einiger Messungen, welche sich auf die Strömungen und den Salzgehalt des Wassers der Elbe bei Cuxhaven beziehen, vielleicht auf allgemeineres Interesse rechnen, obgleich dieselben, wie vorweg bemerkt werden muß, mehr geeignet sind, die vorhandene Lücke zu zeigen, als sie völlig auszufüllen.

### I. Die Strömungen.

Die im Sommer 1884 angestellten Geschwindigkeitsmessungen bezweckten, die Strömungen in verschiedenen Tiefen für



einen einzelnen Punkt des Stromes während der Dauer einer Tide zu ermitteln. Durch die großen Tiefen, die zeitweilig starke Strömung und den oft störenden Seegang wurde diese Aufgabe sehr erschwert, aber glücklicherweise lag während mehrerer Monate ein Feuerschiff auf der Reede, und diese Gelegenheit konnte dazu benutzt werden, eine bequeme und sichere Einrichtung zur Vornahme der Messungen zu treffen. Das Feuerschiff lag auf 15 m Tiefe bei Niedrigwasser, 690 m in der Richtung N. zu O. vom Cuxhavener Leuchthurm entfernt und war derart verankert, daß der Punkt auf dem Schiffe, an dem die Messungen gemacht wurden, während der Ebbe nur 27 m weiter stromabwärts lag als während der Fluth, sodafs sämtliche Messungen als an einem und demselben Punkte angestellt betrachtet werden dürfen.

Für die wassermessende Schraube — d. i. ein Woltman-scher Flügel, dessen Flügel durch eine kleine Schiffsschraube ersetzt sind —, mit der die Geschwindigkeiten gemessen werden sollten, mußte eine besondere Führung geschaffen werden, weil sie wegen der großen Tiefe und wegen der Bewegungen des Schiffes nicht wohl in der sonst üblichen Weise an einer Stange gehandhabt werden konnte. Zu dem Ende wurde durch die Fockwanten des Schiffes eine Spiere gesteckt und auf dieser wurden aufsenbords zwei einscheibige Blöcke befestigt. Durch den äußeren Block lief ein 4 mm starkes Drahtseil, welches durch ein angehängtes, 160 kg schweres Bleigewicht straff gespannt, und durch ein zweites Drahtseil, das vom unteren Ende des ersten nach der Spitze des Klüverbaumes führte, in senkrechter Stellung erhalten wurde. Durch den anderen Block lief ein drittes, aus zwei Drähten von 0,6 mm Durchmesser bestehendes Drahtseil und an diesem hing die Schraube, welche am unteren Ende einer 1,5 m langen, über das senkrechte Drahtseil gestreiften Messingröhre befestigt war. Von den Blöcken waren die beiden Drahtseile nach auf Deck befindlichen Winden geführt und konnten mit Hilfe derselben aufgeholt und niedergelassen werden. Auf diese Weise war die Schraube so bequem zu regieren, daß sie innerhalb 18 bis 20 Sekunden bis zur Tiefe von 14 m gesenkt und wieder gehoben werden konnte.

Zum Zählen der Umdrehungen der Schraube war ein elektrisches Lätwerk vorhanden, dasselbe erwies sich indes als unbrauchbar, weil das salzige Wasser den elektrischen Strom schloß und infolge dessen ein unaufhörliches Klingeln verursachte, sowie sich die Schraube unter Wasser befand. Das Lätwerk wurde deshalb beseitigt, und da sich das Ausrücken des Zählrades mittels einer Schnur ebenfalls als unausführbar herausstellte, erübrigte nur, das Zählrad frei laufen zu lassen und die Schraube nach jeder Messung zum Ablesen der Umdrehungen aus dem Wasser zu heben. Die dabei unvermeidlichen Fehler sollten dadurch ausgeschaltet werden, daß die Zahl der Umdrehungen nicht unmittelbar, sondern aus dem Unterschiede zweier Messungen bestimmt wurde, von denen eine sich über fünf, die andere nur über eine Minute Dauer erstreckte. Der Unterschied sollte die fehlerlose Zahl der Umdrehungen für vier Minuten Dauer ergeben. Thatsächlich stellte sich die Sache jedoch etwas anders, weil die Strömungen keineswegs stetig, sondern abwechselnd stärker und schwächer sind. Die Einminutenmessungen zeigen deshalb viel größere Abweichungen von der durchschnittlichen Stromgeschwindigkeit als die Fünfminutenmessungen, und zieht man erstere von letzteren ab, so erscheint ihr ungenaueres Ergebnifs mit ein Viertel des

Werthes im Gesamtergebnifs, wodurch dieses offenbar verschlechtert wird. Außerdem läßt sich dann kein bestimmter Zeitpunkt für die Messung angeben, was auch als ein wesentlicher Nachtheil zu betrachten ist, weil die Stärke der Strömung sich zu Zeiten so schnell ändert, daß einige Minuten später oder früher schon einen nennenswerthen Unterschied hervorbringen. Es wurde deshalb vorgezogen, die Ein- und Fünfminutenmessungen zu verbinden und wie eine einzige Messung zu betrachten. Da beide stets unmittelbar nach einander gemacht sind, so ergibt sich dann der Zeitpunkt der Messung mit Sicherheit und die kürzere Messung hat keinen größeren Einfluß auf das Gesamtergebnifs, als ihrer Dauer zukommt. Allerdings bleibt dabei der Fehler, welchen das Durchfahren von Wasserschichten verschiedener Geschwindigkeit mit der Schraube veranlaßt, indes ist derselbe nicht von großer Bedeutung, und die folgenden Untersuchungen bezwecken, seine Größe annähernd festzustellen.

In Abb. 1 auf Blatt 19 sind die dreieinhalbstündigen Messungen eines Tages während der stärksten Ebbeströmung in der Art aufgetragen, daß die Ergebniffe der Fünfminutenmessungen durch stetige Linien mit einander verbunden, diejenigen der Einminutenmessungen aber nur durch einzelne Punkte ersichtlich gemacht sind. Man sieht, daß die Punkte oft sehr stark von den gezogenen stetigen Linien abweichen, und meistens ergeben sie größere Geschwindigkeiten, was sich durch die mit der Tiefe abnehmende Strömung erklärt. Mißt man die Abstände der Punkte von den entsprechenden Linien, so findet man, daß die Einminutenmessungen die Geschwindigkeiten

in 3 m, 8,5 m und 14 m Tiefe durchschnittlich um 0,020 m, 0,014 m und 0,109 m größer ergeben als die Fünfminutenmessungen. Aus je sechs Doppelmessungen eines anderen Tages ergaben sich, ebenfalls bei starker Ebbeströmung, in denselben drei Tiefen die Abweichungen in gleichem Sinne zu

0,005 m, 0,004 m und 0,045 m,

folglich viel kleiner. Nimmt man an, daß durch Abzug der aus den beiden Messungen gefundenen Umdrehungen von einander ein durchschnittlich richtiges Ergebnifs erhalten wird, so ist in diesem die Einminutenmessung mit einem Viertel des Betrages ihrer Abweichung von der Fünfminutenmessung enthalten. Fügt man die Umdrehungen der beiden Messungen zu einander, so erscheint dieselbe Abweichung mit einem Sechstel ihres Betrages, und der Fehler beträgt  $\frac{1}{4} + \frac{1}{6} = \frac{5}{12}$  der Abweichung, um welchen Betrag das Ergebnifs zu groß gefunden wird. Im Durchschnitt obiger fünfzehn Doppelmessungen betrage der Fehler demnach:

für 3 m, 8 $\frac{1}{2}$  m und 14 m Tiefe

+ 0,006 m, + 0,004 m und + 0,035 m, ist also nur in der Tiefe von 14 m merklich.

Bei geringeren Stromgeschwindigkeiten wird der Fehler geringer und während der Fluthströmung meistens negativ. Neun, bzw. sechs Doppelmessungen, welche bei einer Stärke des Fluthstromes von 0,8 bis 1 m in der Secunde angestellt wurden, ergaben aus den Einminutenmessungen größere (+) oder kleinere (—) Werthe als aus den Fünfminutenmessungen:

für 3 m, 8 $\frac{1}{2}$  m und 14 m Tiefe

um + 0,013 m,  $\pm$  0,000 m und — 0,019 m

— 0,017 m, — 0,035 m und — 0,065 m und

im Durchschnitt + 0,001 m, — 0,014 m und — 0,037 m.



Der Fehler, welcher durch Zusammenzählen von zwei zusammengehörigen Messungen entsteht, berechnet sich hieraus in der oben angegebenen Weise während starker Fluthströmung:

für 3 m 8,5 m 14 m Tiefe,  
zu  $\pm 0,000$  m  $- 0,006$  m  $- 0,015$  m.

Er ist demnach für die kleineren Tiefen ebenfalls verschwindend, und im ganzen wird man folgern dürfen, daß er selbst in der Tiefe von 14 m etwa 3 pCt. nirgends überschreitet.

Aus den vorhin mitgetheilten Messungen ergibt sich, daß die Stärke der Strömung während der Ebbe von 3 m Tiefe nach abwärts stetig abnimmt, und es bleibt festzustellen, in welcher Tiefe die größte Geschwindigkeit stattfindet. Zu dem Ende sind besondere Messungen in den Tiefen von  $\frac{1}{2}$ , 1, 2, 3 und 4 m gemacht, welche die nachstehende Tabelle vollständig enthält:

15. August 1884. Hochwasser 6 U. 15 M. Vm. Niedrigwasser 0 U. 55 M. Nm.

Tiefe m	Tagesszeit		Anzahl der Umdrehungen	Dauer in Secunden	100 Umdrehungen in Secunden	Geschwindigkeit in 1 Secunde m	100 Umdrehungen in Secunden	Geschwindig- keit in 1 Sec. m
	von	bis						
0,5	9 U. 7 M.	9 U. 8 M.	222	60	—	—	27,0	1,25
1	9 - 8 -	9 - 9 -	209	58	—	—	27,8	1,22
2	9 - 10 -	9 - 11 -	211	59	—	—	28,0	1,21
3	9 - 12 -	9 - 13 -	203	61	—	—	30,0	1,13
4	9 - 13 -	9 - 14 -	196	59	—	—	30,1	1,13
0,5	9 - 18 -	9 - 19 -	134	29	21,7	1,56	20,3	1,67
"	9 - 19 -	9 - 24 -	1478	298	20,2	1,68		
1	9 - 25 -	9 - 26 -	285	58	20,4	1,66	19,8	1,72
"	9 - 27 -	9 - 33 -	1802	359	19,9	1,71		
"	9 - 34 -	9 - 35 -	317	59	18,6	1,83	20,1	1,69
2	9 - 36 -	9 - 37 -	297	60	20,2	1,68		
"	9 - 37 -	9 - 42 -	1494	300	20,1	1,69	21,2	1,60
3	9 - 43 -	9 - 44 -	281	59	21,0	1,61		
"	9 - 44 -	9 - 49 -	1412	300	21,2	1,60	22,1	1,53
4	9 - 50 -	9 - 51 -	273	60	22,0	1,54		
"	9 - 51 -	9 - 56 -	1360	301	22,1	1,53	16,5	2,06
0,5	9 - 56 -	9 - 57 -	374	60	16,0	2,12		
"	9 - 58 -	10 - 3 -	1804	300	16,6	2,05	16,8	2,02
1	10 - 4 -	10 - 5 -	362	60	16,6	2,05		
"	10 - 5 -	10 - 10 -	1781	300	16,8	2,02	17,7	1,93
2	10 - 10 -	10 - 11 -	347	60	17,3	1,97		
"	10 - 12 -	10 - 17 -	1689	300	17,8	1,92	18,6	1,83
3	10 - 17 -	10 - 18 -	330	60	18,2	1,87		
"	10 - 19 -	10 - 24 -	1607	300	18,7	1,82	19,5	1,75
4	10 - 26 -	10 - 27 -	308	60	19,5	1,75		
"	10 - 28 -	10 - 33 -	1534	300	19,6	1,74	16,25	2,09
0,5	10 - 33 -	10 - 34 -	377	60	15,9	2,13		
"	10 - 34 -	10 - 38 -	1463	239	16,3	2,08	16,2	2,10
1	10 - 39 -	10 - 40 -	379	60	15,8	2,14		
"	10 - 40 -	10 - 42 -	733	120	16,4	2,07	17,4	1,96
2	10 - 43 -	10 - 44 -	343	60	17,5	1,95		
"	10 - 44 -	10 - 46 -	685	119	17,4	1,96	18,2	1,87
3	10 - 46 -	10 - 47 -	337	61	18,1	1,88		
"	10 - 47 -	10 - 49 -	665	121	18,2	1,87	18,8	1,81
4	10 - 49 -	10 - 50 -	327	60	18,3	1,86		
"	10 - 50 -	10 - 52 -	632	120	19,0	1,80		

In dieser Tabelle sind beispielshalber die Ergebnisse der Ein- und Fünf-, bzw. Zwei-, Vier- und Sechsmittelmessungen sowohl getrennt wie vereinigt angegeben, aus Abb. 2 auf Blatt 19 jedoch sind nur die letzteren ersichtlich.

Die in denselben Tiefen nach einander gefundenen Geschwindigkeiten sind in Abb. 2 auf Blatt 19 durch stetige Linien aus freier Hand verbunden, und der Augenschein lehrt, daß dieselben im allgemeinen ziemlich parallel verlaufen. Eine Ausnahme macht die um 10 U. 40 $\frac{1}{2}$  M. in 1 m Tiefe gemessene Geschwindigkeit, welche 2,10 m in der Secunde beträgt, nach den übrigen Linien aber nur etwa 2,04 m betragen sollte. Die Ursache dieser Abweichung darf wohl in Unregelmäßigkeiten der Strömung gesucht werden, wie solche sich häufig dem Auge des Beobachters durch senkrechte und wagerechte Wirbel von kürzerer oder längerer Dauer zu erkennen geben. Sucht man für vier beliebige Zeitpunkte nach Maßgabe der gefundenen Linien die gleichzeitigen Geschwindigkeiten in den verschiedenen

Tiefen, so erhält man die folgenden Werthe, denen die daraus gezogenen Mittelzahlen beige geschrieben sind:

Tiefe m	Um	Um	Um	Um	Mittel	Unter- schieide
	9U.12 $\frac{1}{2}$ M.	9U.39M.	10U.7M.	10U.35 $\frac{1}{2}$ M.		
0,5	1,44	1,93	2,08	2,09	1,89	0,07
1	1,35	1,83	2,02	2,09	1,82	0,12
2	1,26	1,69	1,90	1,96	1,70	0,13
3	1,13	1,52	1,77	1,86	1,57	0,09
4	1,12	1,41	1,63	1,77	1,48	

Die Geschwindigkeit nimmt also von 0,5 bis 1 m Tiefe um 0,07 m und dann auf jedes der folgenden Meter bzw. um 0,12 m, 0,13 m und 0,09 m ab, folglich fast gleichmäßig von oben nach unten, und man wird ohne nennenswerthen Fehler annehmen dürfen, daß die Ebbe in unmittelbarer Nähe der Oberfläche am stärksten ist. Die Fluthströmung verhält



sich freilich anders, wie sich später herausstellen wird, aber in allen Fällen wird eine, durch die in den Tiefen von 3,  $8\frac{1}{2}$  und 14 m gemessenen Geschwindigkeiten bestimmte Linie auch die Geschwindigkeit an der Oberfläche mit hinreichender Genauigkeit ergeben. In geringeren Tiefen als 3 m sind sonst keine Messungen gemacht, um einen störenden Einfluss des Feuerschiffes, dessen Tiefgang etwa  $2\frac{1}{2}$  m betrug, mit Sicherheit zu vermeiden.

Da die wassermessende Schraube mit dem Woltman'schen Flügel den Fehler theilt, die Richtung der Strömung nicht anzugeben, so muß man sich über diese anderweitig unterrichten, namentlich wenn die Möglichkeit vorliegt, daß die Stromrichtungen an der Oberfläche und in der Tiefe nicht gleich sind. Eine Holzkugel von 0,4 m Durchmesser, durch Belastung etwas schwerer als Wasser, die an einem sehr dünnen Draht gehalten wurde, erwies sich zu diesem Zwecke sehr brauchbar, später aber doch als entbehrlich, weil die aufeinanderfolgenden Messungen ziemlich stetige Linien ergaben, aus denen die Stromrichtung ohne weiteres gefolgert werden konnte. Mehrfach sind auch die Bewegungen des Fahrzeuges beim Kentern des Stromes beobachtet, jedoch stets so allmählich befunden worden, daß sie auf die Geschwindigkeitsmessungen nicht schädlich einwirken konnten.

Die eigentlichen Messungen, zu deren Besprechung jetzt übergegangen werden soll, erstreckten sich über vier Tage des Monats August 1884, und an jedem dieser Tage wurde von morgens 6 bis abends 7 Uhr ununterbrochen gemessen; eine einzige Unterbrechung von 67 Minuten fand durch einen unvorherzusehenden Zufall statt. In jeder der drei Tiefen sind jedesmal zwei Messungen von zusammen sechs Minuten Dauer gemacht und aus der Summe der gefundenen Schraubenumdrehungen ist die Geschwindigkeit ermittelt. Die nächstfolgenden Tabellen auf Seite 89 bis 92 enthalten die Ergebnisse der einzelnen Doppelmessungen mit Hinzufügung der Höhen und Eintrittszeiten von Hoch- und Niedrigwasser, sowie der Richtung und Stärke des Windes.

Aus diesen Messungen ergeben sich, ungeachtet mancher Abweichungen und Unregelmäßigkeiten im einzelnen, im ganzen ähnliche Linien, welche sich aber nicht unmittelbar mit einander vergleichen lassen, weil die Dauer von Fluth und Ebbe an jedem Tag eine andere ist. Je zwei Tage sind in Bezug auf die Höhen von Hoch- und Niedrigwasser fast gleich: 11. und 23. August sind annähernd Springtiden mit Fluthgrößen von 3,11 bzw. 3,28 m; 16. und 28. August sind annähernd Taubetiden mit Fluthgrößen von 2,60 bzw. 2,62 m. Es sind nun zuerst die Beobachtungen der vier Tage mit großer Sorgfalt sämtlich auf mittlere Fluth- und Ebbedauer bezogen, dann sind aus den eben genannten Tagepaaren die Mittel genommen und, nachdem sich auch zwischen diesen keine wesentlichen Abweichungen zeigten, ist das Mittel aus allen vier Tagen gesucht und in eine neue Tabelle eingetragen. In dieser Tabelle, welche auf Seite 93 u. 94 unmittelbar der ersten folgt, sind die Zahlen der Spalte „Mittel von oben bis unten“ nicht das Mittel aus den in den Tiefen von 3,  $8\frac{1}{2}$  und 14 m gemessenen Geschwindigkeiten, sondern auf zeichnerischem Wege ermittelt, indem, wie aus den mit Abb. 3 bezeichneten Zeichnungen auf Blatt 19 beispielsweise zu ersehen, durch die drei gemessenen Geschwindigkeiten eine stetige Linie aus freier Hand gelegt ist und auf dieser die Geschwindigkeiten in gleichmäßigen Abständen für je ein Fünftel der Tiefe abgemessen wurden.

Die Zahlen der letzten Spalte „Wasserstand über oder unter dem mittleren der Tide“ beziehen sich auf eine mittlere Fluthlinie. Dieselbe ist gefunden, indem die Fluthlinien von vier Tiden, welche sich thunlichst einer mittleren näherten, auf mittlere Fluth- und Ebbedauer und mittlere Hoch- und Niedrigwasserhöhe zurückgeführt sind und dann aus diesen derart erhaltenen Fluthlinien das Mittel genommen wurde.

Nach den Zahlen dieser Tabelle sind in Abb. 4 auf Blatt 19 die vier Geschwindigkeitslinien und die mittlere Fluthlinie aufgetragen. Die wagerechte Linie auf der Zeichnung bedeutet den mittleren Wasserstand der Tide und zugleich den Stromstillstand; von ihr aufwärts sind die Geschwindigkeiten der Fluthströmung, abwärts diejenigen der Ebbeströmung abgesetzt. Betrachtet man in der Zeichnung die Linie der mittleren Geschwindigkeit, die voll ausgezogene Linie, so bemerkt man zunächst, daß der Stromwechsel nicht gleichzeitig mit Hoch- und Niedrigwasser eintritt, sondern später, und zwar sowohl nach Hoch- wie nach Niedrigwasser um 1 Stunde 22 Minuten später.

Weshalb die Verspätung gerade dieses Maßes und nicht mehr oder weniger beträgt, muß sich aus den Verhältnissen des Fluthgebietes im allgemeinen erklären lassen, kann aber hier, bei der Betrachtung einer einzelnen Stelle desselben, nur als Thatsache hingenommen werden. Eine Verspätung überhaupt muß aber in jeder Welle eintreten, denn damit der Scheitel der Welle sich bilden kann, muß das Wasser von niedrigeren Punkten dahin fließen, und ebenfalls ist es zur Erzeugung des Fufspunktes der Welle nothwendig, daß das Wasser von diesem nach höheren Punkten hin sich entfernt. Diese Nothwendigkeit leuchtet ein bei dem geringsten Nachdenken, aber trotzdem ist nichts gewöhnlicher, als die Verwechslung von Fluth mit Fluthstrom und von Ebbe mit Ebbestrom. Auch in anderen Wellen läßt sich unter günstigen Umständen die gegen das Gefälle gerichtete Strömung beobachten, namentlich in engen, von steilen Ufern begrenzten Fahrwassern, welche von Dampfschiffen durchfahren werden. Man sieht dann folgende Erscheinung: Vor dem Bug des Schiffes bildet sich aus dem verdrängten Wasser ein Wellenberg, welcher durch seinen Druck das vor ihm befindliche Wasser ebenfalls hebt. Dadurch senkt sich das in etwas größerer Entfernung vor dem Schiffe befindliche Wasser und bildet ein Wellenthal, welches seinerseits vor dem Schiffe eine gegen dasselbe gerichtete Strömung bewirkt. An dem steilen Ufer bildet sich dann ein Profil, wie es in Abb. 5 dargestellt ist. Die Senkung unter den ungestörten Wasserspiegel  $ab$  kann man bei  $b$  bis zu 0,4 m beobachten und die Strömung auf der Strecke  $ab$  wächst von  $a$  nach  $b$  und ist bei letzterem Punkte lebhaft. Zwischen  $b$  und  $d$  ist die Zeichnung ungenau, weil das Wasser hier heftige, schäumende Bewegungen macht, aber jedenfalls erhebt es sich bei  $b$  über den ungestörten Wasserspiegel und kann nur auf diese Höhe gelangen, indem es aus dem Wellenthal  $ab$  hinauffließt. Derselbe Hergang findet auf offenen Wasserflächen statt. In dem seichten Meerestheile zwischen Rügen und Hiddens-Oe sah der Verfasser die zur Bezeichnung des Fahrwassers dienenden senkrechten, schwimmenden Spieren, vollständig der Strömung auf der Strecke  $ab$  entsprechend, dem Schiffe sich entgegenneigen, sowie dasselbe in ihre Nähe gelangte, und daraus folgt, daß auch die bergan gerichtete Strömung wie bei  $b$  vorhanden gewesen sein muß. In beiden Fällen sind die Erscheinungen dieselben wie in der

(Fortsetzung auf Seite 93.)



Tiefe m	Tageszeit	Strömung in 1 Sec. m	Strom- richtung	Tiefe m	Tageszeit	Strömung in 1 Sec. m	Strom- richtung	Tiefe m	Tageszeit	Strömung in 1 Sec. m	Strom- richtung
<b>11. August 1884.</b> Hochwasser (3 U. 20 M. Vm.) + 4,84 m, Niedrigwasser (10 U. 5 M. Vm.) + 1,83 m.											
Hochwasser 3 U. 45 M. Nm. + 5,03 m, Niedrigwasser (10 U. 25 M. Nm.) + 1,89 m.											
Wind: 11 U. Vm. N. W. 4,45 m. — 4 U. 30 M. Nm. N. W. 3,88 m in 1 Secunde.											
3	6U. 5M.	1,24	Ebbestrom	3	11U. 37M.	0,18	Fluthstrom	3	4U. 3M.	0,38	Fluthstrom
8 1/2	6- 17-	0,98	"	8 1/2	11- 42-	0,47	"	8 1/2	4- 15-	0,32	"
14	6- 31-	0,78	"	14	11- 45-	0,56	"	14	4- 23-	0,32	"
3	6- 42-	1,78	"	3	11- 49-	0,53	"	3	4- 29-	0,18	"
8 1/2	6- 51-	1,23	"	8 1/2	11- 54-	0,71	"	8 1/2	4- 33-	0,19	"
14	7- 3-	0,88	"	14	11- 58-	0,76	"	14	4- 37-	0,21	"
3	7- 17-	1,95	"	3	12- 4-	0,80	"	3	4- 42-	0,09	"
8 1/2	7- 25-	1,47	"	8 1/2	12- 11-	1,02	"	8 1/2	4- 46-	0,17	"
14	7- 33-	1,00	"	14	12- 18-	1,00	"	14	4- 50-	0,17	"
3	7- 41-	1,86	"	3	12- 26-	1,23	"	3	4- 53-	0	"
8 1/2	7- 53-	1,53	"	8 1/2	12- 33-	1,20	"	8 1/2	4- 57-	0	"
14	8- 4-	1,00	"	14	12- 43-	0,99	"	14	5- 1-	0,09	Fluthstrom
3	8- 11-	1,67	"	3	12- 51-	1,21	"	3	5- 12-	0,53	Ebbestrom
8 1/2	8- 24-	1,26	"	8 1/2	12- 58-	1,08	"	8 1/2	5- 16-	0,19	"
14	8- 41-	1,02	"	14	1- 4-	1,02	"	14	5- 20-	0,18	"
3	8- 54-	1,40	"	3	1- 10-	1,05	"	3	5- 27-	0,57	"
8 1/2	9- 6-	1,25	"	8 1/2	1- 17-	1,06	"	8 1/2	5- 36-	0,57	"
14	9- 17-	0,99	"	14	1- 24-	0,95	"	14	5- 44-	0,40	"
3	9- 35-	1,31	"	3	1- 32-	1,04	"	3	5- 51-	0,87	"
8 1/2	9- 54-	1,08	"	8 1/2	1- 48-	0,94	"	8 1/2	5- 59-	0,74	"
14	10- 5-	0,88	"	14	1- 57-	0,94	"	14	6- 6-	0,50	"
3	10- 13-	1,15	"	3	2- 6-	0,95	"	3	6- 13-	1,13	"
8 1/2	10- 21-	0,93	"	8 1/2	2- 14-	0,92	"	8 1/2	6- 20-	0,94	"
14	10- 29-	0,76	"	14	2- 22-	0,90	"	14	6- 27-	0,68	"
3	10- 37-	1,00	"	3	2- 32-	0,91	"	3	6- 34-	1,46	"
8 1/2	10- 44-	0,72	"	8 1/2	2- 45-	0,84	"	8 1/2	6- 42-	1,12	"
14	10- 55-	0,34	"	14	2- 55-	0,60	"	14	6- 53-	0,90	"
3	11- 6-	0,67	"	3	3- 3-	0,75	"	3	7- 3-	1,81	"
8 1/2	11- 14-	0,19	"	8 1/2	3- 11-	0,66	"	8 1/2	7- 10-	1,32	"
14	11- 20-	0,19	Fluthstrom	14	3- 18-	0,60	"	14	7- 21-	0,97	"
3	11- 24-	0,21	Ebbestrom	3	3- 25-	0,71	"				
8 1/2	11- 28-	0,19	Fluthstrom	8 1/2	3- 35-	0,69	"				
14	11- 32-	0,36	"	14	3- 49-	0,59	"				

**16. August 1884.** Hochwasser 7 U. 30 M. Vm. + 4,67 m, Niedrigwasser (1 U. 30 M. Vm.) + 2,18 m.  
 Hochwasser 7 U. 55 M. Nm. + 4,68 m, Niedrigwasser 2 U. 10 M. Nm. + 2,08 m.  
 Wind: 8 U. 30 M. Vm. N. W. 2,14 m. — 3 U. Nm. N. N. W. 2,57 m. — 9 U. Nm. N. O. 2,79 m in 1 Secunde.

3	6U. 3M.	0,95	Fluthstrom	11U. 50M.	1,91	Ebbestrom	3U. 19M.	0,63	Ebbestrom	6U. 12M.	0,99	Fluthstrom
8 1/2	6- 11-	0,88	"	11- 57-	1,37	"	3- 22-	0,29	"	6- 18-	0,99	"
14	6- 18-	0,74	"	12- 5-	1,04	"	3- 26-	0,16	"	6- 36-	0,70	"
3	6- 25-	0,71	"	12- 13-	1,92	"	3- 30-	0,45	"	6- 42-	0,83	"
8 1/2	6- 33-	0,85	"	12- 19-	1,54	"	3- 34-	0,14	"	6- 48-	0,89	"
14	6- 45-	0,74	"	12- 27-	1,16	"	3- 38-	0,18	Fluthstrom	6- 55-	0,78	"
3	6- 57-	0,57	"	12- 35-	1,81	"	3- 41-	0,22	Ebbestrom	7- 2-	0,80	"
8 1/2	7- 4-	0,76	"	12- 41-	1,49	"	3- 45-	0,10	Fluthstrom	7- 9-	0,85	"
14	7- 17-	0,62	"	12- 48-	0,97	"	3- 49-	0,25	"	7- 15-	0,77	"
3	7- 24-	0,55	"	12- 55-	1,58	"	3- 52-	0,19	Ebbestrom	7- 20-	0,72	"
8 1/2	7- 32-	0,64	"	1- 1-	1,18	"	3- 56-	0,19	Fluthstrom	7- 23-	0,75	"
14	7- 38-	0,50	"	1- 8-	0,90	"	4- 0-	0,34	"	7- 27-	0,64	"
3	7- 46-	0,46	"	1- 15-	1,36	"	4- 4-	0	"			
8 1/2	7- 54-	0,50	"	1- 22-	1,12	"	4- 8-	0,44	Fluthstrom			
14	8- 1-	0,41	"	1- 29-	0,90	"	4- 12-	0,50	"			
3	8- 10-	0,21	"	1- 36-	1,18	"	4- 15-	0,39	"			
8 1/2	8- 18-	0,30	"	1- 42-	0,98	"	4- 19-	0,69	"			
14	8- 26-	0,23	"	1- 50-	0,87	"	4- 23-	0,59	"			
3	8- 34-	0	"	1- 57-	1,13	"	4- 28-	0,69	"			
8 1/2	8- 41-	0,18	Fluthstrom	2- 4-	0,98	"	4- 35-	0,89	"			
14	8- 45-	0,12	"	2- 11-	0,85	"	4- 42-	0,77	"			
3	9- 57-	1,02	Ebbestrom	2- 18-	1,17	"	4- 49-	0,90	"			
8 1/2	10- 5-	0,76	"	2- 25-	0,93	"	4- 56-	1,02	"			
14	10- 16-	0,52	"	2- 31-	0,77	"	5- 3-	1,00	"			
3	10- 23-	1,26	"	2- 38-	1,07	"	5- 9-	1,18	"			
8 1/2	10- 30-	0,90	"	2- 45-	0,80	"	5- 16-	1,13	"			
14	10- 40-	0,72	"	2- 52-	0,47	"	5- 23-	1,02	"			
3	10- 51-	1,66	"	2- 57-	0,91	"	5- 30-	1,10	"			
8 1/2	10- 58-	1,15	"	3- 1-	0,59	"	5- 36-	1,28	"			
14	11- 8-	0,84	"	3- 4-	0,31	"	5- 44-	0,92	"			
3	11- 17-	1,82	"	3- 8-	0,75	"	5- 51-	0,85	"			
8 1/2	11- 25-	1,22	"	3- 11-	0,41	"	5- 58-	0,91	"			
14	11- 35-	0,95	"	3- 15-	0,20	"	6- 5-	0,94	"			



Tiefe m	Tageszeit	Strömung in 1 Sec. m	Strom- richtung	Tageszeit	Strömung in 1 Sec. m	Strom- richtung	Tageszeit	Strömung in 1 Sec. m	Strom- richtung	Tageszeit	Strömung in 1 Sec. m	Strom- richtung
23. August 1884. Hochwasser (2 U. 0 M. Vm.) + 4,80 m, Niedrigwasser 9 U. 0 M. Vm. + 1,77 m.												
Hochwasser 2 U. 20 M. Nm. + 5,08 m, Niedrigwasser (9 U. 20 M. Nm.) + 1,71 m.												
Wind: 10 U. Vm. O.N.O. 0,43 m. — 3 U. Nm. N.N.W. 4,26 m in 1 Secunde.												
3	5U.28M.	1,86	Ebbestrom	9U.13M.	1,13	Ebbestrom	12U.27M.	1,07	Fluthstrom	3U.44M.	0,05	Ebbestrom
8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	5- 34-	1,22	"	9- 6-	1,10	"	12- 33-	1,04	"	3- 48-	0,08	"
14	5- 41-	0,90	"	9- 21-	0,86	"	12- 40-	0,97	"	3- 53-	0	—
3	5- 47-	1,98	"	9- 34-	1,06	"	12- 47-	0,98	"	3- 57-	0	—
8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	5- 55-	1,32	"	9- 42-	0,51	"	12- 54-	1,01	"	4- 2-	0,14	Ebbestrom
14	6- 1-	0,88	"	9- 48-	0,30	"	1- 0-	0,89	"	4- 6-	0,26	"
3	6- 7-	2,01	"	9- 54-	0,71	"	1- 7-	0,99	"	4- 10-	0,44	"
8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	6- 14-	1,46	"	9- 59-	0,28	"	1- 13-	0,89	"	4- 15-	0,45	"
14	6- 21-	1,03	"	10- 3-	0,03	Fluthstrom	1- 20-	0,81	"	4- 19-	0,31	"
3	6- 27-	2,01	"	10- 8-	0,32	Ebbestrom	1- 27-	0,95	"	4- 25-	0,68	"
8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	6- 34-	1,47	"	10- 12-	0,11	Fluthstrom	1- 33-	0,87	"	4- 31-	0,67	"
14	6- 41-	1,14	"	10- 16-	0,32	"	1- 40-	0,77	"	4- 38-	0,48	"
3	6- 48-	1,79	"	10- 21-	0	"	1- 46-	0,92	"	4- 44-	0,94	"
8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	6- 54-	1,36	"	10- 26-	0,36	Fluthstrom	1- 53-	0,74	"	4- 51-	0,86	"
14	7- 1-	1,03	"	10- 30-	0,56	"	1- 59-	0,66	"	4- 57-	0,60	"
3	7- 7-	1,56	"	10- 35-	0,42	"	2- 6-	0,83	"	5- 5-	1,26	"
8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	7- 15-	1,36	"	10- 40-	0,68	"	2- 12-	0,75	"	5- 11-	0,98	"
14	7- 21-	1,12	"	10- 44-	0,71	"	2- 19-	0,57	"	5- 17-	0,74	"
3	7- 29-	1,56	"	10- 49-	0,77	"	2- 25-	0,65	"	5- 24-	1,51	"
8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	7- 35-	1,31	"	10- 53-	0,90	"	2- 32-	0,54	"	5- 31-	1,18	"
14	7- 42-	1,04	"	10- 58-	0,89	"	2- 38-	0,40	"	5- 37-	0,89	"
3	7- 48-	1,35	"	11- 3-	0,98	"	2- 45-	0,40	"	5- 44-	1,82	"
8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	7- 55-	1,28	"	11- 10-	1,17	"	2- 52-	0,38	"	5- 50-	1,31	"
14	8- 1-	1,10	"	11- 16-	0,97	"	2- 58-	0,28	"	5- 57-	1,02	"
3	8- 7-	1,47	"	11- 23-	1,37	"	3- 3-	0,29	"	6- 3-	1,99	"
8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	8- 14-	1,19	"	11- 30-	1,15	"	3- 8-	0,27	"	6- 10-	1,36	"
14	8- 20-	0,98	"	11- 36-	0,98	"	3- 12-	0,24	"	6- 16-	0,92	"
3	8- 28-	1,37	"	11- 43-	1,15	"	3- 17-	0,15	"	6- 23-	2,02	"
8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	8- 34-	1,14	"	11- 50-	0,98	"	3- 21-	0,16	"	6- 29-	1,47	"
14	8- 41-	0,97	"	11- 57-	1,04	"	3- 26-	0,11	"	6- 36-	1,02	"
3	8- 48-	1,30	"	12- 3-	1,12	"	3- 30-	0	—	6- 43-	1,87	"
8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	8- 52-	1,05	"	12- 13-	1,16	"	3- 35-	0,03	Fluthstrom	7- 3-	1,62	"
14	8- 59-	0,80	"	12- 20-	1,05	"	3- 39-	0,16	"	6- 50-	1,46	"
										6- 57-	1,02	"

28. August 1884. Hochwasser 5 U. 10 M. Vm. + 4,75 m, Niedrigwasser 11 U. 45 M. Vm. + 2,00 m.  
 Hochwasser 5 U. 15 M. Nm. + 4,49 m, Niedrigwasser (11 U. 55 M. Nm.) + 1,98 m.  
 Wind: 6 U. Vm. S. 4,26 m, 1 U. Nm. S.S.O., 5,14 m, 6 U. Nm. S. 5,12 m in 1 Secunde.

3	5U.41M.	0,26	Fluthstrom	8U.36M.	1,77	Ebbestrom	1U. 5M.	0,30	Ebbestrom	4U.21M.	1,02	Fluthstrom
8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	5- 46-	0,55	"	8- 44-	1,13	"	1- 10-	0,20	Fluthstrom	4- 28-	1,08	"
14	5- 51-	0,38	"	8- 50-	0,84	"	1- 15-	0,41	"	4- 34-	1,04	"
3	5- 55-	0,18	"	8- 58-	1,92	"	1- 19-	0,17	"	4- 41-	1,08	"
8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	6- 0-	0,40	"	9- 5-	1,27	"	1- 24-	0,40	"	4- 48-	1,02	"
14	6- 5-	0,30	"	9- 13-	0,92	"	1- 28-	0,48	"	4- 55-	1,09	"
3	6- 9-	0,13	"	9- 21-	1,77	"	1- 36-	0,33	"	5- 2-	0,74	"
8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	6- 14-	0,30	"	9- 29-	1,46	"	1- 40-	0,65	"	5- 8-	1,09	"
14	6- 18-	0,19	"	9- 40-	1,09	"	1- 45-	0,61	"	5- 14-	1,01	"
3	6- 22-	0	—	9- 47-	1,63	"	1- 50-	0,55	"	5- 20-	0,54	"
8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	6- 26-	0,19	Fluthstrom	9- 54-	1,36	"	1- 54-	0,80	"	5- 24-	0,99	"
14	6- 31-	0,17	"	10- 0-	1,19	"	1- 59-	0,99	"	5- 29-	0,92	"
3	6- 35-	0,19	Ebbestrom	10- 8-	1,58	"	2- 4-	0,76	"	5- 33-	0,45	"
8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	6- 40-	0,19	Fluthstrom	10- 15-	1,39	"	2- 9-	1,02	"	5- 38-	0,92	"
14	6- 45-	0,14	"	10- 22-	1,13	"	2- 13-	0,93	"	5- 43-	0,83	"
3	6- 49-	0,33	Ebbestrom	10- 30-	1,57	"	2- 19-	0,92	"	5- 49-	0,26	"
8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	6- 54-	0,17	"	10- 37-	1,33	"	2- 26-	1,13	"	5- 55-	0,72	"
14	6- 58-	0,16	"	10- 44-	1,06	"	2- 33-	0,80	"	6- 1-	0,76	"
3	7- 3-	0,47	"	10- 51-	1,51	"	2- 40-	1,22	"	6- 5-	0,19	"
8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	7- 7-	0,28	"	10- 59-	1,28	"	2- 47-	1,09	"	6- 9-	0,90	"
14	7- 11-	0,24	"	11- 6-	0,98	"	2- 54-	0,53	"	6- 15-	0,58	"
3	7- 16-	0,72	"	11- 13-	1,44	"	3- 1-	1,28	"	6- 20-	0	—
8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	7- 20-	0,44	"	11- 20-	1,16	"	3- 8-	1,41	"	6- 26-	0,60	Fluthstrom
14	7- 25-	0,33	"	11- 29-	0,94	"	3- 14-	1,51	"	6- 30-	0,43	"
3	7- 30-	0,92	"	11- 37-	1,29	"	3- 21-	1,30	"	6- 34-	0,13	Ebbestrom
8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	7- 38-	0,72	"	11- 44-	1,01	"	3- 28-	1,40	"	6- 39-	0,39	Fluthstrom
14	7- 46-	0,48	"	12- 0-	0,76	"	3- 34-	1,17	"	6- 44-	0,19	"
3	7- 54-	1,13	"	12- 15-	1,01	"	3- 41-	1,07	"	6- 49-	0,16	Ebbestrom
8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	8- 0-	0,90	"	12- 22-	0,75	"	3- 48-	1,28	"	6- 53-	0,19	Fluthstrom
14	8- 7-	0,68	"	12- 28-	0,42	"	3- 55-	1,11	"	6- 58-	0,19	"
3	8- 15-	1,40	"	12- 35-	0,81	"	4- 1-	0,95	"			
8 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	8- 22-	1,03	"	12- 53-	0,23	"	4- 8-	1,10	"			
14	8- 29-	0,76	"	1- 0-	0,16	Fluthstrom	4- 14-	1,15	"			



Mittlere Geschwindigkeiten der vier Tage: 11., 16., 23. und 28. August 1884.  
 Bezogen auf eine mittlere Tide von 5 St. 34 Min. Fluth- und 6 St. 51 Min. Ebbedauer.

Zeitpunkt in der Tide	Geschwindigkeit in der Secunde in der Tiefe von			Mittel von oben bis unten m	Wassertiefe m	Wasserstand über (+) oder unter (-) dem mittleren m
	3 Meter m	8,5 Meter m	14 Meter m			
Niedrigwasser	-1,20	-1,02	-0,85	-1,06	15,0	-1,49
1/2 Stunde nach Niedrigwasser	-1,03	-0,80	-0,61	-0,84	15,1	-1,42
1 " "	-0,65	-0,35	-0,14	-0,42	15,4	-1,13
1 1/2 " "	+0,00	+0,26	+0,38	+0,19	15,8	-0,69
2 " "	+0,63	+0,78	+0,71	+0,70	16,3	-0,20
2 1/2 " "	+1,09	+1,10	+0,93	+1,03	16,7	+0,25
3 " "	+1,15	+1,08	+0,94	+1,05	17,1	+0,62
3 1/2 " "	+1,08	+1,14	+1,03	+1,07	17,4	+0,90
4 " "	+0,99	+1,05	+0,96	+0,99	17,6	+1,09
4 1/2 " "	+0,91	+0,93	+0,86	+0,89	17,7	+1,21
5 " "	+0,85	+0,81	+0,78	+0,81	17,8	+1,29
5 1/2 " "	+0,63	+0,76	+0,70	+0,68	17,8	+1,32
5 St. 34 M. nach Hochwasser	+0,60	+0,74	+0,68	+0,65	17,8	+1,32
6 Stunden " Niedrigwasser	+0,36	+0,53	+0,50	+0,45	17,8	+1,28
6 1/2 " "	+0,12	+0,31	+0,28	+0,22	17,7	+1,16
7 " "	-0,22	+0,03	+0,09	-0,04	17,4	+0,96
7 1/2 " "	-0,57	-0,36	-0,24	-0,39	17,2	+0,70
8 " "	-0,99	-0,72	-0,45	-0,73	16,9	+0,41
8 1/2 " "	-1,34	-0,96	-0,67	-1,00	16,6	+0,11
9 " "	-1,75	-1,16	-0,83	-1,29	16,3	-0,19
9 1/2 " "	-1,92	-1,30	-0,90	-1,42	16,0	-0,48
10 " "	-1,84	-1,44	-1,02	-1,48	15,8	-0,74
10 1/2 " "	-1,70	-1,41	-1,08	-1,43	15,5	-0,98
11 " "	-1,55	-1,32	-1,05	-1,35	15,3	-1,19
11 1/2 " "	-1,40	-1,22	-1,00	-1,24	15,1	-1,36
12 " "	-1,30	-1,10	-0,94	-1,14	15,0	-1,46

Fluthwelle, nur machen sie in dieser einen viel räthselhafteren Eindruck, weil sie unübersehbar sind.

Verfolgt man die Linie der mittleren Geschwindigkeit in Abb. 4 weiter vom Stromwechsel nach Niedrigwasser, so fällt ihre unregelmäßige Form auf. Bis 2 1/2 Stunden nach Niedrigwasser wächst die Strömung schnell, dann langsam und ist während der Fluth am stärksten, 1,07 m in der Secunde, etwa 3 1/2 Stunden nach Niedrigwasser. In den nächsten zwei Stunden, bis Hochwasser, nimmt sie nur wenig ab, dann schneller bis zum Stromstillstande; der Ebbestrom setzt ein und erreicht, ziemlich stetig wachsend, seine größte Schnelligkeit mit 1,48 m in der Secunde 10 Stunden nach Niedrigwasser. Die Abnahme des Ebbestromes erfolgt erst langsamer, in den 2 1/2 Stunden bis Niedrigwasser auf 1,06 m in der Secunde, und darauf schneller in 1 St. 22 M. bis zum Stromstillstande. Gegenüber der so regelmäßigen Fluthlinie sind diese Unregelmäßigkeiten der Strömung nur durch die eigenthümliche Gestaltung des Strombettes zu erklären. Die Elbe fließt bei Cuxhaven in zwei Armen, zwischen denen niedrige Sandbänke und weite Wasserflächen eingeschlossen sind. Um die Zeit, wenn die Stärke des Fluthstromes fast aufhört zu wachsen, 2 1/2 Stunden nach Niedrigwasser, hat das Wasser eben seine mittlere Höhe erreicht und bedeckt die Sände nahezu vollständig. Vielleicht wird dann über diese Sände hinweg den oberen Stromtheilen Wasser zugeführt, wodurch im Cuxhavener Arm die Strömung geschwächt werden müßte. Während der zweiten Hälfte der Ebbe fällt ein starker Strom aus dem Cuxhavener Stromarme quer über die Sände in die zwischen denselben befindlichen Wasserflächen, welche nach unten ihren Abflufs haben, und diese Thatsache

steht im Zusammenhange mit der überwiegenden Bedeutung des südlichen Armes für die Ebbeströmung. Ueberschlägliche Berechnungen, welche mit Hülfe der mittleren Geschwindigkeitslinie angestellt sind, ergeben nämlich, dafs während der Ebbe durch den Cuxhavener Arm etwa 320 Millionen Cubikmeter — während des stärksten Ebbestromes etwa 20000 cbm in der Secunde — abwärts fliefsen, während der Fluth aber nur etwa 220 Millionen Cubikmeter aufwärts. Von dem Mehr von 100 Millionen Cubikmeter trifft ungefähr der fünfte Theil auf dasjenige Wasser, welches die Elbe während der Tide dem Fluthgebiet zugeführt hat, und der Rest von 75 Millionen kann nur daher rühren, dafs die Richtung des Cuxhavener Elbarmes den Abflufs des Ebbewassers gegenüber dem nördlichen Arme begünstigt.

Ein mittelbarer Beweis für den grossen Einflufs der Gestaltung des Strombettes auf die unregelmäßige Form der Geschwindigkeitslinie bei Cuxhaven findet sich in den Ergebnissen der weiter seewärts angestellten Geschwindigkeitsmessungen. Vier Seemeilen unterhalb Cuxhaven ist die Elbe wieder in einem einzigen Stromschlauche vereinigt, den sie auf einer Länge von 10 Seemeilen in fast gerader Linie verfolgt. Auf dieser Strecke, deren Breite zwischen den Tiefenlinien von 10 m bei Niedrigwasser 1500 m beträgt, liegen das dritte und das zweite Elbfeuerschiff, 8 bzw. 12 Seemeilen von Cuxhaven entfernt, und von der Besatzung dieser Schiffe sind die Stromgeschwindigkeiten vom 1. September bis 31. December 1883 von Stunde zu Stunde mit dem Log gemessen worden. Die Messungen zeigen vielfach grosse Abweichungen unter einander, wie solche durch Stürme und Sturmfluthen auch unzweifelhaft veranlaßt werden müssen,







2. Der Salzgehalt oder das specifische Gewicht.

Das specifische Gewicht oder, was dasselbe sagt, der Salzgehalt des Wassers im Fluthgebiet ist nicht nur, wie die Strömungen, veränderlich mit der Zeit in der Tide und mit der Höhe der Tiden, sondern er wechselt auch mit der Menge des Wassers, welche der Strom aus seinem oberen Theile dem Fluthgebiete zuführt.

Da die Menge des Oberwassers täglich eine andere ist und da zu ermitteln bleibt, innerhalb welches Zeitraumes die Veränderungen im Wasserstande des oberen Stromes sich im unteren Theile des Fluthgebietes zu erkennen geben, so werden die gesetzlichen Aenderungen im specifischen Gewicht des Wassers der Elbe bei Cuxhaven sich nur aus längeren Beobachtungsreihen bestimmen lassen.

Um zunächst eine Grundlage, gleichsam einen Maßstab, für die Untersuchungen zu gewinnen, ist während eines halben

Jahres täglich sechsmal das specifische Gewicht des Wassers von dem Verfasser gemessen worden. Der bei der Baggerei beschäftigte Dampfer, welcher an jedem Wochentage 15 bis 20 Schuten in die Mitte des Fahrwassers zu schleppen hatte, wurde beauftragt, dort täglich annähernd zu denselben Tagesstunden, um 7, 9, 11, 1, 3 und 5 Uhr, eine Flasche mit Wasser an der Oberfläche zu schöpfen und abends abzuliefern. Einzelne Unterbrechungen kamen dabei vor und sind, soweit sie ganze Tage betreffen, bei den späteren Zusammenstellungen berücksichtigt worden.

Das specifische Gewicht der abgelieferten Wasserproben wurde, gewöhnlich am nächsten Morgen, mit einem Aräometer von L. Steger in Kiel bestimmt, auf  $17\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$ . bezogen und auf Tausendstel abgerundet. Beispielsweise folgen die Ergebnisse eines Tages:

19. Juli 1884.

Tageszeit . . . . .	6 U. 35 M.	8 U. 55 M.	11 U. 0 M.	1 U. 40 M.	3 U. 30 M.	4 U. 40 M.
Specifisches Gewicht . . . . .	1,0116	1,0146	1,0163	1,0108	1,0102	1,0092
Temperatur . . . . .	19,5° C.	19,6° C.	19,8° C.	19,7° C.	19,9° C.	19,7° C.
Berichtigung . . . . .	+ 0,0004	+ 0,0004	+ 0,0005	+ 0,0004	+ 0,0005	+ 0,0004
Ergebnis . . . . .	1,012	1,015	1,017	1,011	1,011	1,010

Die Beobachtungen der einzelnen Tage wurden in eine Tabelle eingetragen, welche 13 Spalten hatte: die erste für Niedrigwasser, die folgenden für 1, 2, 3, 4, 5 Stunden nach Niedrigwasser, die siebente für Hochwasser und die sechs letzten für 1, 2, 3, 4, 5, 6 Stunden nach Hochwasser. Jede Beob-

achtung wurde in die entsprechende Spalte geschrieben. Am 19. Juli war Niedrigwasser um 3 U. 27 M. Vm. und 4 U. 9 M. Nm., Hochwasser um 9 U. 12 M. Vm., wonach für diesen Tag, dem einige der folgenden beigelegt sind, nachstehende Eintragungen erfolgten:

1884	Niedrigwasser	Stunden nach Niedrigwasser					Hochwasser	Stunden nach Hochwasser						
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5	6	
19. Juli	—	1,010	—	1,012	—	—	1,015	—	1,017	—	1,011	—	—	1,011
21. "	—	1,008	—	1,013	—	1,015	—	—	—	—	1,013	—	—	1,011
22. "	1,009	—	1,008	—	1,016	—	—	1,012	—	1,012	—	1,012	—	—
23. "	—	1,009	—	—	1,016	—	1,017	—	1,017	—	1,013	—	—	1,012
24. "	1,010	—	1,012	—	—	1,017	—	—	1,018	—	1,013	1,011	—	—
25. "	1,011	—	1,012	—	1,018	—	—	1,019	—	1,018	—	1,013	—	—
26. "	—	1,009	—	—	1,016	—	1,017	1,016	—	—	1,014	—	1,013	—
28. "	1,012	—	1,009	—	1,015	—	1,015	—	—	1,015	—	1,012	—	—
29. "	1,011	—	1,010	—	1,014	—	1,015	—	1,016	—	1,012	—	—	—
30. "	—	—	1,011	—	1,017	—	1,018	1,016	—	1,016	—	1,013	—	—

Die Abweichungen zwischen den Zahlen einer und derselben Spalte sind oft sehr groß, größer als zwischen zwei benachbarten Spalten, und eine noch weitergehende Trennung, etwa nach halben Stunden, erschien deshalb unzweckmäßig. Zum Theil sind die Abweichungen durch die Verschiedenheiten in der Fluth- und Ebbdauer veranlaßt, und um diese auf das geringste Maß herabzudrücken, ist nicht von den beobachteten, sondern von den berechneten<sup>1)</sup> Eintrittszeiten von Hoch- und Niedrigwasser abgezählt. Unter gewöhnlichen Witterungsverhältnissen werden dadurch freilich nur Unterschiede von wenigen Minuten veranlaßt, bei Sturmfluthen dagegen betragen sie häufig

eine halbe Stunde und darüber. In solchen Fällen erscheint es aber richtiger, die berechneten und nicht die beobachteten Eintrittszeiten gelten zu lassen, weil der frühere oder spätere Eintritt von Hoch- und Niedrigwasser nicht durch die Fluthwelle, sondern durch die Sturmwelle bewirkt wird, obgleich beide als ein unzertrennliches Ganzes auftreten. Uebrigens sind bei Sturmfluthen regelwidrige Abweichungen unter allen Umständen nicht ganz zu vermeiden, denn z. B. am 27. October 1884 war 3 Stunden nach einem Hochwasser, welches die mittlere Höhe um 2,32 m überschritten hatte, das specifische Gewicht 1,023, während es der Regel nach nur etwa 1,017 hätte betragen dürfen. Die Beobachtungen erstreckten sich in vorstehend beschriebener Weise über den Zeitraum vom 14. Mai bis 15. November 1884. Nachstehende Tabelle enthält die daraus gewonnenen 12 Halbmonatsmittel.

1) Die Grundlagen der Berechnung sind von dem Verfasser veröffentlicht in „Von der Fluth und Ebbe des Meeres“, Hamburg 1873, und werden seitdem zur Aufstellung der amtlichen Fluth-tabellen benutzt.



Specifisches Gewicht des Oberflächenwassers vor Cuxhaven.

1884	Zehntausendstel über Eins												Mittel der Tide	
	Niedrigwasser	Stunden nach Niedrigwasser					Hochwasser	Stunden nach Hochwasser						
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		6
1. bis 15. Juli . . .	103	78	89	130	150	160	162	162	165	129	107	110	108	1,0126
1. bis 15. November .	102	88	94	106	150	150	155	174	168	153	122	120	114	1,0129
14. bis 31. Mai . . .	99	83	104	130	156	172	168	165	156	140	119	113	107	1,0130
16. bis 31. Juli . . .	104	90	102	133	160	160	161	156	172	147	128	121	116	1,0133
1. bis 15. August . . .	113	104	106	147	163	168	163	170	163	156	133	127	122	1,0140
16. bis 30. Juni . . .	112	107	115	137	162	170	157	175	164	152	136	133	123	1,0141
1. bis 15. Juni . . .	118	110	110	140	162	180	172	175	168	157	137	134	123	1,0144
16. bis 30. September .	135	120	137	146	185	182	183	183	184	165	147	147	146	1,0157
16. bis 31. October . .	128	126	136	155	166	169	180	181	192	159	167	142	150	1,0157
16. bis 31. August . . .	136	126	135	155	176	175	183	180	176	190	152	142	143	1,0158
1. bis 15. October . . .	134	127	136	155	180	177	186	182	179	167	152	148	142	1,0158
1. bis 15. September . .	141	130	130	154	184	180	192	187	186	171	153	153	155	1,0162
14. Mai bis 15. November } . . .	119	108	115	141	166	170	171	174	172	154	138	132	130	1,01445

Anzahl der Beobachtungen.

	Anzahl der Beobachtungen.													Summe
1. bis 15. Juli . . .	3	5	7	5	8	4	5	6	4	7	6	6	5	71
1. bis 15. November .	5	5	8	5	8	4	4	7	6	6	8	5	7	78
14. bis 31. Mai . . .	8	6	5	6	5	6	5	6	9	8	7	6	6	83
16. bis 31. Juli . . .	7	6	8	4	8	3	10	5	6	6	8	7	5	83
1. bis 15. August . . .	6	5	7	6	6	4	7	5	7	7	6	7	5	78
16. bis 30. Juni . . .	4	4	6	4	5	3	4	4	5	5	5	6	3	58
1. bis 15. Juni . . .	6	5	4	4	4	5	5	2	6	4	6	5	3	59
16. bis 30. September .	6	7	7	5	6	5	6	6	5	6	7	3	7	76
16. bis 31. October . .	6	7	5	8	7	8	3	7	5	9	6	6	7	84
16. bis 31. August . . .	5	7	6	4	9	2	6	4	11	1	11	4	7	77
1. bis 15. October . . .	5	6	5	6	5	3	5	4	7	6	8	5	6	71
1. bis 15. September . .	7	4	7	5	7	3	4	6	7	7	3	7	4	71
14. Mai bis 15. November } . . .	68	67	75	62	78	50	64	62	78	72	81	67	65	889

Bemerkung. Die Mittelzahlen des specifischen Gewichtes in der letzten Spalte sind nicht unmittelbar aus obigen Zahlen gefunden worden, sondern aus daraus abgeleiteten Werthen, welche gleichmäÙig über die ganze Tide vertheilt waren.

Die zwölf Zeiträume sind nach der Höhe des Oberwasserstandes geordnet und das specifische Gewicht nimmt deshalb von oben nach unten zu, von 1,0126 bis 1,0162. Zeichnet man die Werthe der einzelnen Zeiträume auf, so erhält man ähnliche, wenn auch mehr oder weniger unregelmäßige Linien, welche sämtlich mit der in Abb. 8a auf Blatt 19 dargestellten mittleren, alle sechs Monate umfassenden Linie im wesentlichen übereinstimmen. Diese mittlere Linie verläuft durchaus stetig; sie zeigt das niedrigste specifische Gewicht beim Stromwechsel nach Niedrigwasser, das höchste beim Stromwechsel nach Hochwasser und außerdem mehrere Biegungen, deren Ursache unbekannt ist. Wahrscheinlich werden dieselben, ebenso wie ähnliche in den Geschwindigkeitslinien, durch die Wirkungen der verschiedenen Stromarme auf einander veranlaßt, und es ist zu vermuthen, daß oberhalb der Stromspaltung, etwa bei Brunsbüttel, in dieser Beziehung durchsichtiger Ergebnisse gefunden werden würden.

Da der Wechsel im specifischen Gewicht des Oberflächenwassers allein keinenfalls Aufschluß über die mit der Tiefe veränderlichen Strömungen gewähren konnte, mußten die Untersuchungen auf das Wasser der unteren Schichten ausgedehnt werden. Zu dem Zwecke wurde eine einfache, auch sonst übliche Vorrichtung benutzt. Eine mit Tauwerk umflochtene

Flasche trug unten ein Bleigewicht und war oben an einer Leine befestigt, an welcher der Stöpsel hing. An der Leine wurde die Tiefe, in der Wasser geschöpft werden sollte, abgemessen, der Stöpsel lose aufgesetzt und dann die Flasche über Bord geworfen. Wenn die Leine straff wurde, erfolgte ein Ruck, der Stöpsel löste sich und die Flasche lief voll Wasser. Die anfängliche Besorgniß, der Stöpsel könne sich zu früh lösen, wurde durch gewisse Erscheinungen, welche das aus der Tiefe gehobene Wasser auszeichneten, beseitigt. Wurde nämlich das Wasser, zum Zwecke der Untersuchung, aus der Flasche in ein weißes Glas gegossen, so entwickelten sich nach einiger Zeit kleine Blasen, und zwar häufig in solcher Menge, daß das im Wasser schwimmende Aräometer nicht abzulesen und kaum zu sehen war. Die Menge der Blasen wuchs mit der Tiefe und in den meisten Fällen ermöglichte sie zu bestimmen, ob das Wasser von der Oberfläche, aus der Tiefe von 7 oder 14 m geschöpft war. Es konnten diese Blasen auch nicht mit den während des Einschenkens entstehenden Blasen verwechselt werden, denn sie erschienen erst später, waren viel kleiner und alle von gleicher Größe. Bei einer aus 14 m Tiefe geschöpften Probe zeigte sich in einem Falle, daß die Blasenentwicklung 12 Secunden nach dem Einschenken begann und dann während 93 Secunden anhielt, wobei sie erst allmählich stärker



und dann allmählich wieder schwächer wurde, bis sie ganz aufhörte.

Die Proben aus der Tiefe wurden gleichfalls von Bord des erwähnten Dampfers mitten im Fahrwasser genommen und zwar nachdem derselbe zum Stillstand gebracht war und völlig

ohne Eigenbewegung mit der Strömung trieb. Drei Leute schöpften gleichzeitig von der Oberfläche, aus der Tiefe von 7 und von 14 m, und sowie diese Proben in andere Flaschen übergossen und verkorkt waren, wurden abermals, also so nahe wie möglich an derselben Stelle im Wasser, drei Proben aufgeholt. Z. B.:

9. October 1885. Niedrigwasser 7 U. 50 M. Vm. Wind: Süd, 4,24 m in der Secunde.

Tageszeit	Tiefe m	Specificsches Gewicht	Temperatur	Berichtigung für 17,5 ° C	Ergebnis	Specificsches Gewicht größer als an der Oberfläche
7 U. 29 M. Vm.	0	1,0151	12,4 ° C.	— 0,0008	1,0143	—
	7	1,0156	12,7 ° C.	— 0,0007	1,0149	+ 0,0006
	14	1,0160	11,9 ° C.	— 0,0008	1,0152	+ 0,0009
7 U. 30 M. Vm.	0	1,0152	12,2 ° C.	— 0,0008	1,0144	—
	7	1,0157	12,4 ° C.	— 0,0008	1,0149	+ 0,0005
	14	1,0159	12,6 ° C.	— 0,0008	1,0151	+ 0,0007

Diese Messungen wurden während der zwölf Tagesstunden stündlich wiederholt und um die Zeit des Stromwechsels häufiger, sodafs an einem Tage 15 bis 17 mal sechs Flaschen gefüllt wurden. Die damit verbundenen Arbeiten waren ziemlich zeitraubend und es sind deshalb nur an vier Tagen die Untersuchungen in

dieser Vollständigkeit angestellt. Die daraus gewonnenen Ergebnisse folgen nachstehend, zusammen mit denen einiger Tage, an welchen das specificsches Gewicht 12 bis 15 mal nur an der Oberfläche ermittelt wurde.

Specificsches Gewicht des Elbwassers vor Cuxhaven.

Tag	Tiefe m	In Hunderttausendstel über Eins												Mittel	
		Niedrig- wasser	Stunden nach Niedrigwasser					Hoch- wasser	Stunden nach Hochwasser						
			1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		6
17. Juli 1885	0	1400	1402	1480	1762	1909	1991	2055	2014	1812	1697	1458	1561	1487	1,01688
	7	1436	1458	1559	1804	1985	2110	2100	2052	1951	1904	1764	1567	1498	1,01777
	14	1436	1459	1528	1785	1965	2064	2072	2037	1940	1895	1765	1586	1506	1,01766
31. Juli 1885	0	1281	1207	1281	1495	1753	1827	1883	1838	1845	1689	1517	1450	1356	1,01566
	7	1300	1230	1292	1523	1778	1945	1960	1961	1934	1768	1622	1484	1361	1,01618
	14	1336	1247	1347	1561	1786	1990	1991	2020	1966	1875	1706	1509	1402	1,01664
9. October 1885	0	1372	1222	1357	1602	1797	1894	1917	1937	1952	1819	1640	1493	1470	1,01647
	7	1425	1297	1408	1667	1879	1955	1974	2008	2003	1898	1760	1650	1538	1,01723
	14	1437	1330	1452	1692	1912	2032	2062	2068	2084	2010	1872	1692	1555	1,01778
12. April 1886	0	150	84	123	375	619	866	913	970	870	568	305	291	253	1,00478
	7	172	139	266	556	791	997	1009	1104	1051	897	503	369	263	1,00614
	14	193	184	319	765	971	1177	1288	1359	1287	1140	619	454	304	1,00763
Mittel der vier vorstehenden Tage	0	1051	978	1060	1309	1520	1644	1692	1689	1620	1443	1230	1199	1142	1,01345
	7	1083	1031	1132	1388	1608	1752	1761	1781	1735	1617	1412	1267	1165	1,01433
	14	1100	1055	1162	1450	1658	1816	1853	1871	1820	1731	1490	1310	1192	1,01493
9. April 1886	0	179	196	414	695	918	1220	1251	1341	1245	890	613	445	252	1,00734
10. " "	"	134	80	197	546	642	784	942	976	876	549	180	208	244	1,00481
11. " "	"	200	162	248	442	708	604	634	766	770	657	421	295	213	1,00473
13. " "	"	72	35	153	409	587	703	849	739	647	201	163	136	154	1,00360
14. " "	"	140	124	150	380	703	823	923	1004	900	679	394	210	140	1,00496
15. " "	"	133	74	178	276	511	574	635	739	760	499	348	247	215	1,00395
Mittel 9. bis 15. April	"	144	107	209	446	670	796	878	934	867	577	347	262	210	1,00488

Um die Zahlen dieser Tabelle zu finden, sind die Messungen zunächst aufgetragen und die einzelnen Punkte durch gerade Linien verbunden, wie die Abbildungen 8b und 8c für die Tage 31. Juli 1885 und 12. April 1886 zeigen. Dann ist auf der Zeichnung Abb. 8 die Tide in 25 gleiche Theile getheilt, für jeden Theilpunkt ist das specificsches Gewicht auf der Zeichnung abgemessen und der mittlere Werth aus sämtlichen Theilpunkten ist als „Mittel“ in die letzte Spalte der Tabelle eingetragen. Das specificsches Gewicht in den anderen

Spalten ist gefunden worden, indem die beiden nächstgelegenen der 25 Theilpunkte durch eine gerade Linie verbunden sind und der daraus für die bezügliche Spalte sich ergebende Werth durch Rechnung bestimmt wurde.

Die vier Tage, an denen die Messungen in den verschiedenen Tiefen angestellt wurden, zeigten gewöhnliche Witterungsverhältnisse. Hochwasser fiel beziehungsweise auf 4 U. 40 M., 3 U. 20 M., 1 U. 20 M. und 6 U. 5 M. Nm., die Wasserstände waren mittlere und der Wind mäfsig. Der Stand der Oberelbe war



an den drei ersten Tagen ziemlich niedrig, am letzten Tage und in dem ganzen Zeitraum des Monats April 1886 ein ungewöhnlich hoher.

Die aus den erwähnten 25 Theilpunkten gefundenen Mittelwerthe der vier Tage sind in Abb. 8d aufgezeichnet; die Mittelwerthe der sieben Apriltage für die Oberfläche ebenso in Abb. 8e.

Aus den Zahlen der Tabelle und aus den Zeichnungen ergibt sich, dafs das specifische Gewicht des Wassers im allgemeinen mit der Tiefe wächst. Im Durchschnitt der vier Tage ist es in der Tiefe von 7 m um 0,00088 und in der Tiefe von 14 m um 0,00148 gröfser als an der Oberfläche. In einzelnen Fällen ist es in der Tiefe von 7 m gröfser als in der Tiefe von 14 m, und ein einziges Mal — am 31. Juli 1885 — 1 St. 40 M. nach Niedrigwasser — kommt es vor, dafs das specifische Gewicht an der Oberfläche am gröfsten ist. Dies war aber so vorübergehend und dem Mafse nach so unbedeutend, dafs es nur in Abb. 8b, aber nicht in den Zahlen der Tabelle ersichtlich ist.

Der Unterschied im specifischen Gewicht an der Oberfläche und in der Tiefe ist am gröfsten am 12. April und erreicht an diesem Tage seinen höchsten Werth 3 St. 11 M. nach Hochwasser; um diese Zeit war das specifische Gewicht in 7 m Tiefe um 0,00390 und in 14 m Tiefe um 0,00655 gröfser als an der Oberfläche. Diese großen Unterschiede hängen zusammen mit dem sehr hohen Stande der Oberelbe, dessen Einflufs überhaupt nunmehr näher untersucht werden soll.

Der erste, seit einer Reihe von Jahren beobachtete Pegel oberhalb der Fluthgrenze liegt bei Artlenburg in der Provinz Hannover. Er ist 16 km von der gewöhnlichen Fluthgrenze und 153 km von Cuxhaven entfernt. Die Schwankungen des Artlenburger Wasserstandes machen sich in den Cuxhavener Wasserständen unter keinen Umständen bemerkbar, und selbst bei dem 71 km weiter stromaufwärts gelegenen Brunshausen sind sie nur aus langen Beobachtungsreihen durch sorgfältige Untersuchungen nachzuweisen. Anders ist es mit dem Salzgehalt des Wassers. Da vom oberen Strome sehr wechselnde Wassermengen abgeführt werden und da der Regel nach unten mit der Ebbe ebensoviel abfliefsen mufs, wie oben während einer Tide dem Fluthgebiet zugeführt wird, so mufs auch das Wasser bei Cuxhaven bald mehr, bald weniger Flufswasser enthalten. Die Mengen des zugeführten Oberwassers wechseln innerhalb weiter Grenzen. Bei dem höchsten Wasserstande in Artlenburg fließt etwa die Hälfte,<sup>1)</sup> bei dem niedrigsten Wasserstande nicht viel über ein Zwanzigstel derjenigen Wassermasse zu, welche durch den Cuxhavener Elbarm abfließt, und in diesem mufs dadurch die Mischung zwischen Seewasser und Süßwasser sehr verschieden ausfallen, wie dies auch die mitgetheilten Zahlen sehr deutlich erkennen lassen. Selbstverständlich können die Wirkungen des Artlenburger Wasserstandes sich nicht unmittelbar in Cuxhaven fühlbar machen, denn das mit der Fluth stets wieder rückströmende Wasser vermag nur mit Unterbrechungen und allmählich sich der See zu nähern. Auch wird es nicht immer denselben Zeitraum gebrauchen, um den Weg durch das Fluthgebiet zurückzulegen, denn je nachdem höhere oder niedrigere Tiden aufeinander folgen oder mitein-

ander abwechseln, wird seine Geschwindigkeit verzögert oder beschleunigt. Die Bestimmung der mittleren oder gewöhnlichen Dauer dieses Zeitraumes ist deshalb schwierig, und erst nach mehreren mißlungenen Versuchen, die nur Widersprüche zu Tage förderten, gelang es auf folgende Weise.

Nach sehr rohen Schätzungen der Stromgeschwindigkeiten gebraucht ein schwimmender Körper sieben Tage, um den Weg von Artlenburg nach Cuxhaven zurückzulegen, und es war zu vermuthen, dafs nach einer Zwischenzeit von ähnlicher Dauer der Artlenburger Wasserstand in Cuxhaven zu spüren sein werde. Es wurde nun nacheinander angenommen, die Zwischenzeit betrage 3, 4, 5 usw. bis 15 Tage, und für jede dieser Annahmen wurde eine Zeichnung gefertigt, wie sie in Abb. 9 beispielsweise für neun Tage in kleinerem Mafsstabe wiedergegeben ist. Auf derselben sind die Abscissen die Artlenburger Wasserstände, die Ordinaten die specifischen Gewichte des Oberflächenwassers bei Cuxhaven. Die Abscissen sind gefunden, indem für jeden Tag, an dem das specifische Gewicht gemessen worden war, der um neun Tage zurückliegende Artlenburger Wasserstand gesucht wurde, und die zugehörigen Ordinaten konnten unmittelbar aus den Tabellen auf Seite 99 und 101 entnommen werden. Dann wurde der mittlere Artlenburger Wasserstand mit den zugehörigen specifischen Gewichten für zwei zusammenfassende Zeiträume aufgetragen: für die sechs Monate des Jahres 1884 und für die sieben Apriltage des Jahres 1886. Die specifischen Gewichte für diese beiden Zeiträume sind durch doppelt umkreiste Punkte in der Zeichnung hervorgehoben, und unter der Voraussetzung, dafs die specifischen Gewichte in geradem Verhältnisse mit dem Artlenburger Wasserstande wachsen und abnehmen, müßten die geraden Linien zwischen den doppelt umkreisten Punkten die specifischen Gewichte für die einzelnen Tage bzw. Halbmonats-Zeiträume ergeben. Die Zeichnung zeigt, dafs dies nur annähernd der Fall ist, denn die specifischen Gewichte der einzelnen Tage und Zeitabschnitte weichen fast sämtlich mehr oder weniger von den geraden Linien ab. Da die „größten und kleinsten specifischen Gewichte während der Tide“ aus einer einzigen oder einer geringen Zahl von Beobachtungen abgeleitet sind, ist auf diese nicht weiter Rücksicht genommen, und nur die Abweichungen der „mittleren“ specifischen Gewichte von der geraden Linie sind auf der Zeichnung gemessen und tabellarisch zusammengeschrieben worden. In der auf Seite 105 oben stehenden Zusammenstellung folgen die Abweichungen, je nachdem die Dauer der fraglichen Zwischenzeit zu 7, 8, 9 oder 10 Tagen angenommen ist.

Es ergibt sich aus dieser Tabelle, dafs die Summe der Abweichungen für die zwölf Halbmonats-Zeiträume allein und auch für die 22 Zeiträume zusammen für den neunten Tag am kleinsten ist, obwohl dies für die einzelnen Zeiträume größtentheils nicht zutrifft. Der gesetzliche Verlauf der Abweichungssummen zeigt sich ebenfalls, wenn man sie in der nächstfolgenden Zusammenstellung auf Seite 105 für die sämtlichen untersuchten Zwischenzeiten von drei bis zu funfzehn Tagen überblickt.

Die drei einzelnen Tage des Jahres 1885 liefern — vermuthlich weil die Anzahl der auf sie treffenden Beobachtungen zu gering ist, um die erforderliche Ausgleichung herbeizuführen — zwar kein bestimmtes Ergebnifs, dagegen fallen und steigen die Abweichungssummen für die beiden anderen Zeitabschnitte innerhalb gewisser Grenzen durchaus stetig, wie die

1) Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins in Hannover. Jahrgang 1882. „Wassermengen in der Elbe bei Altengamm oberhalb Hamburg.“



Zeitraum	Mittleres spezifisches Gewicht	Anzahl der Beobachtungstage	Mittlerer Wasserstand in Artlenburg, um nachstehende Anzahl Tage früher:				Abweichungen des spec. Gewichts der Zeitabschnitte in Hunderttausendstel von der geraden Linie.																	
			Tage früher:				Artlenburger Wasserstand um Tage früher:																	
			7 m	8 m	9 m	10 m	+	-	+	-	+	-	+	-										
1884																								
14. bis 31. Mai . . . . .	1,01300	15	1,45	1,46	1,46	1,47	2	—	8	—	16	—	27	—										
1. bis 15. Juni . . . . .	1,01440	10	0,87	0,92	0,97	1,03	—	10	5	—	23	—	40	—										
16. bis 30. „ . . . . .	1,01410	11	0,73	0,71	0,70	0,69	—	75	—	80	—	81	—	87										
1. bis 15. Juli . . . . .	1,01260	13	1,68	1,62	1,56	1,46	21	—	10	—	3	—	17											
16. bis 31. „ . . . . .	1,01330	14	1,14	1,20	1,27	1,34	—	49	—	31	—	6	19											
1. bis 15. August . . . . .	1,01400	13	0,68	0,69	0,70	0,70	—	98	—	94	—	91	—	94										
16. bis 31. „ . . . . .	1,01580	13	0,47	0,49	0,52	0,54	29	—	33	—	41	—	40											
1. bis 15. September . . . . .	1,01620	12	0,44	0,44	0,44	0,43	60	—	60	—	57	—	50											
16. bis 30. „ . . . . .	1,01570	13	0,55	0,54	0,54	0,53	40	—	36	—	35	—	29											
1. bis 15. October . . . . .	1,01580	13	0,25	0,27	0,29	0,31	—	28	—	25	—	22	—	25										
16. bis 31. „ . . . . .	1,01570	14	0,61	0,57	0,53	0,50	54	—	45	—	32	—	19											
1. bis 15. November . . . . .	1,01290	13	1,53	1,47	1,40	1,33	12	—	1	—	—	10	—	25										
Mittel	1,01445	13	0,88	0,88	0,87	0,87	—	—	—	—	—	—	—											
Summen der 12 Halbmonats-Zeiträume							218	260	198	230	207	210	224	248										
							478		428		417		472											
1885																								
17. Juli . . . . .	1,01688	1	0,26	0,24	0,23	0,24	83	—	74	—	68	—	63	—										
31. „ . . . . .	1,01566	1	0,42	0,47	0,50	0,50	2	—	13	—	21	—	15	—										
9. October . . . . .	1,01647	1	(0,13)	(0,14)	(0,16)	(0,16)	7	—	9	—	9	—	—	2										
1886																								
9. April . . . . .	1,00734	1	4,35	3,95	3,64	3,55	182	—	97	—	43	—	55	—										
10. „ . . . . .	1,00481	1	4,59	4,35	3,95	3,64	—	10	—	52	—	125	—	171										
11. „ . . . . .	1,00473	1	4,70	4,59	4,35	3,95	11	—	3	—	—	24	—	91										
12. „ . . . . .	1,00478	1	4,73	4,70	4,59	4,35	23	—	37	—	47	—	28	—										
13. „ . . . . .	1,00360	1	4,72	4,73	4,70	4,59	—	98	—	74	—	42	—	21										
14. „ . . . . .	1,00496	1	4,60	4,72	4,73	4,70	8	—	60	—	102	—	146	—										
15. „ . . . . .	1,00395	1	4,53	4,60	4,72	4,73	—	111	—	72	—	1	54	—										
Mittel 9. bis 15. April	1,00488	1	4,60	4,52	4,38	4,22	—	—	—	—	—	—	—	—										
Summen der sämtlichen 22 Zeiträume							534	479	491	428	497	402	585	533										
							1013		919		899		1118											

Zeitraum	Abweichungs-Summen in Hunderttausendstel, wenn der Artlenburger Wasserstand um die nachstehende Anzahl von Tagen früher angenommen wird:													
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
14. Mai bis 15. November 1884 . . . . .	716	659	596	532	478	428	417	472	543	655	796	955	1123	
17. Juli, 31. Juli, 9. October 1885 . . . . .	230	166	137	107	92	96	98	80	79	88	82	104	117	
9. bis 15. April 1886 . . . . .	941	838	707	584	443	395	384	566	757	757	593	597	590	
Zusammen . . . . .	1887	1663	1440	1223	1013	919	899	1118	1379	1500	1471	1656	1830	

graphische Darstellung der Abb. 10 auf Blatt 19 noch deutlicher erkennen läßt.

Die Unterbrechung in der Stetigkeit der Linie für die Apriltage 1886, welche mit dem elften Tage beginnt, ist durch den bis zum 28. März dauernden Eisstand des Stromes veranlaßt und dadurch erklärt. Die Quadrate der Abweichungssummen, welche für den achten und neunten Tag untersucht sind, werden für die zwölf Halbmonats-Zeiträume am kleinsten für den neunten, für die sieben Apriltage aber für den achten Tag, und man kann deshalb mit völliger Sicherheit schliessen, daß die Höhe des Artlenburger Wasserstandes sich acht bis neun Tage später in der Zusammensetzung des Wassers bei Cuxhaven zu erkennen giebt. Läßt man den neunten Tag gelten, so wird man aus dem Artlenburger Wasserstande das mittlere spezifische Gewicht des Oberflächenwassers bei Cuxhaven bis auf ein Tausendstel genau und aus dem spezifischen Gewicht des Wassers bei Cuxhaven die Höhe des Artlenburger Wasserstandes bis auf 0,3 m genau berechnen können.

Für einige bemerkenswerthe Wasserstände in Artlenburg findet man das spezifische Gewicht und, indem man die Größe

desselben rechts vom Komma mit 131 multiplicirt, den Salzgehalt des Wassers an der Oberfläche bei Cuxhaven wie folgt:

Wasserstand in Artlenburg	Des Oberflächenwassers der Elbe bei Cuxhaven:		
	während der Tide	spezifisches Gewicht	Salzgehalt ‰
Jahresmittel 1843 bis 1879 + 1,39 m	größter Werth	1,0164	2,15
	mittlerer „	1,0131	1,72
	kleinster „	1,0092	1,21
Juli, August u. September Mittel 1843 bis 1879 + 0,70 m	größter „	1,0179	2,34
	mittlerer „	1,0149	1,95
	kleinster „	1,0110	1,44
Höchstes Monatsmittel März 1876 + 5,02 m	größter „	1,0080	1,05
	mittlerer „	1,0033	0,43
	kleinster „	1,0000	0,00
Niedrigstes Monatsmittel October 1874 - 0,24 m	größter „	1,0201	2,63
	mittlerer „	1,0174	2,28
	kleinster „	1,0135	1,77

Diese Zahlen werden um so ungenauer sein, je weiter die Wasserstände, für welche sie gelten sollen, von den mittleren abweichen, namentlich, da die Möglichkeit vorliegt, daß das



specifische Gewicht des Wassers bei Cuxhaven nicht durchweg in geradem Verhältnisse mit den Artlenburger Wasserständen zu- und abnimmt.

### 3. Vergleich zwischen den Strömungen und den specifischen Gewichten.

Wenn man zum Zwecke des Vergleichs die Strömungen an der Oberfläche und auf dem Grunde mit dem specifischen Gewichte des Wassers an der Oberfläche und mit den Unterschieden des specifischen Gewichtes an der Oberfläche und in den verschiedenen Tiefen zusammenstellt (Abb. 11 auf Blatt 19), so schwindet die Hoffnung, Beziehungen zwischen den eigenthümlichen Strömungsverhältnissen und den specifischen Gewichten des Wassers in den verschiedenen Tiefen zu entdecken. Das specifische Gewicht des Wassers an der Oberfläche ist am kleinsten bei dem Stromwechsel nach Niedrigwasser und am größten bei dem Stromwechsel nach Hochwasser, weil, wie schon vorhin angedeutet, in diesen Zeitpunkten die größten Mengen Flufs- bzw. Seewasser sich im Strome befinden müssen. In dem Verhältnisse der Oberflächenströmung zur Strömung auf dem Grunde treten aber diese Zeitpunkte in keiner Weise hervor, und es ist deshalb durchaus nicht anzunehmen, dafs sie damit irgendwie im Zusammenhange stehen. Ebensowenig zeichnen sich die Biegungen in der Linie des specifischen Gewichtes des Oberflächenwassers, welche vier Stunden nach Niedrigwasser und vier bzw. sechs Stunden nach Hochwasser ersichtlich sind, in den Strömungsverhältnissen aus, sodafs sich ein Einflufs des specifischen Gewichtes des Oberflächenwassers auf das Verhalten der Unter- und Oberströmungen zu einander überhaupt nicht nachweisen läfst.

Das specifische Gewicht in den Tiefen von 7 m und 14 m im Verhältnifs zum specifischen Gewicht des Oberflächenwassers ist in Abb. 11 auf Blatt 19 in der Weise dargestellt, dafs letzteres gleich Null angenommen ist und die überschiefsende

Gröfse des specifischen Gewichtes für die genannten Tiefen nach der Tabelle auf Seite 101 im Durchschnitt der vier Tage 17. Juli, 31. Juli, 9. October 1885 und 12. April 1886 von der geraden Linie abgesetzt wurde. Die beiden dadurch entstehenden Linien verlaufen ziemlich gleichmäfsig, und beide zeigen nur zwei Wendepunkte: ein Maximum etwa  $3\frac{1}{2}$  Stunden nach Hochwasser und ein Minimum  $6\frac{1}{2}$  Stunden nach Hochwasser oder eine halbe Stunde vor Niedrigwasser. Das Maximum trifft freilich mit dem Augenblicke zusammen, in welchem auch der Unterschied zwischen der Ebbeströmung an der Oberfläche und auf dem Grunde am größten ist, aber es ist zu vermuthen, dafs dieser grofse Unterschied in den Strömungen ebenfalls denjenigen im specifischen Gewicht hervorbringt und nicht umgekehrt, denn da während der Ebbeströmung das specifische Gewicht im allgemeinen sich vermindert, so wird es sich wegen der stärkeren Strömung an der Oberfläche dort auch schneller vermindern als auf dem Grunde, wodurch der Unterschied im specifischen Gewicht des Wassers auf diesen Stellen wachsen mufs. Wenn es nicht so wäre, so müfste auch das Minimum in den Unterschieden der specifischen Gewichte sich in den Strömungsverhältnissen bemerkbar machen, oder die auf  $2\frac{1}{4}$  und  $5\frac{1}{4}$  Stunden nach Niedrigwasser fallenden Kreuzungspunkte der Ober- mit der Unterströmung müfsten sich in den specifischen Gewichten kennzeichnen, was doch beides keineswegs zutrifft.

Das so wechselnde, vielleicht auch mit dem Oberwasserstande sich ändernde Verhältnifs der Strömung auf dem Grunde zur Strömung an der Oberfläche ist demnach aus dem specifischen Gewicht des Wassers in den verschiedenen Tiefen nicht zu erklären, und es mufs späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben, den Schleier zu lüften, welcher diese bisher so wenig erforschten Vorgänge zur Zeit noch räthselhaft erscheinen läfst.

H. Lentz.

## Der Kriegshafen von Spezia.\*)

(Mit Zeichnungen auf Blatt 20 bis 22 im Atlas.)

### I. Oertlichkeit und Entstehung des Hafens.

#### 1. Natürliche Verhältnisse.

Der Meerbusen von Spezia (vgl. Abb. 1 auf Blatt 20) ist, wie die Natur ihn geschaffen, einer der größten und besten Häfen des Mittelmeeres. Er ist eingeschlossen von zwei mächtigen Vorgebirgen der Apenninen, welche im Hintergrunde der Stadt sich von dem Hauptstock jenes Gebirgszuges trennen und mit der Punta del Corvo im Osten und der Insel Tino im Westen in das Meer vorspringen. Der im ganzen 2600 ha umfassende Busen mifst von der Mündung bis zur innersten Einbuchtung 7000 m. Die Weite der Mündung beträgt 4500 m. Die Wasserfläche ist durchschnittlich 3200 m breit, während ihre geringste Breite zwischen den Vorgebirgen von S. Bartolomeo und Pezzino sich auf 2800 m beläuft. Von den Ufern ragen

zahlreiche Bergnasen in den Meerbusen hinein, welche im Innern, namentlich auf der Westseite, eine ganze Reihe von Buchten zweiter Ordnung schaffen, die durch beständige Ruhe ihres Wasserspiegels sich auszeichnen. Der Meeresboden innerhalb des Busens weist eine sehr regelmäfsige Gestaltung auf, die Wassertiefe wechselt nur zwischen 10 und 15 m, und endlich ist der Ankergrund ein durchaus sicherer.

#### 2. Geschichtliche Entwicklung.

Die vorstehend dargelegten natürlichen Verhältnisse mußten die Bucht von Spezia von jeher als einen der vorzüglichsten Häfen erscheinen lassen. Schon in früher Zeit ist daher auch die Wichtigkeit dieses Hafens als eines Zufluchtsortes für Kriegsschiffe und als eines Ausgangspunktes für Unternehmungen des Seekrieges erkannt worden. Trümmer alter Befestigungen, welche aus den verschiedensten Zeitaltern, besonders aber aus der Zeit der Genuesischen Republik herrühren, legen dafür ein beredtes Zeugniß ab. Napoleon I. wollte aus Spezia einen Sammelpunkt seiner Seemacht im Mittelmeer machen. Er liefs

\*) Die nachstehenden Mittheilungen beruhen theils auf einem Berichte des technischen Attachés, Herrn Bauinspector Küster in Rom, theils sind dieselben der amtlichen Veröffentlichung: „*Relazioni intorno ai principali lavori eseguiti nell'arsenale militare marittimo di Spezia*“ entnommen.



seit 1805 durch den Ingenieur Sganzi einen Entwurf für einen in Spezia anzulegenden Kriegshafen ausarbeiten und begann im Jahre 1811 mit der Ausführung von Befestigungen dieser Anlage.

Nach dem Sturz der Napoleonischen Herrschaft fiel Spezia mit Genua an das Königreich Sardinien. Die Pläne Napoleons wurden nunmehr aufgegeben, indem der Hafen von Genua als gemeinsamer Handels- und Kriegshafen benutzt wurde, bis er bei dem gleichzeitigen starken Anwachsen der Kriegsflotte und Handelsflotte nicht mehr ausreichte. Man faßte nunmehr die Anlage eines besonderen Kriegshafens in dem Meerbusen von Spezia ins Auge. Die bezüglichen Entwürfe zielten darauf ab, diesen Hafen in der Bucht von Varignano anzulegen (vgl. Abb. 1 auf Blatt 20). Nachdem ein erster Entwurf, den ein hiermit betrauter Ausschuss aufgestellt hatte, im Jahre 1852 von der Kammer nicht genehmigt worden war, wurden zur Ausführung eines ferneren, von dem englischen Ingenieur Rendel ausgearbeiteten Entwurfs durch das Gesetz von 1857 dem Grafen Cavour zehn Millionen Lire bewilligt. Die kaum begonnenen Arbeiten wurden indessen durch den Krieg von 1859 unterbrochen. Nach dem Frieden von Villafranca, in welchem der Hinzutritt der Lombardei das Königreich vergrößerte, setzte das Marineministerium einen Ausschuss ein, welcher den Entwurf Rendel entsprechend den vermehrten Bedürfnissen der italienischen Kriegsflotte abändern sollte. In diesem Ausschuss vertrat namentlich der nachmalige General Chiodo die Ansicht, man solle die Oertlichkeit von Varignano ganz aufgeben und statt dessen den Kriegshafen in der Ebene südwestlich der Stadt Spezia anlegen. Cavour entschied sich zu Gunsten dieser Ansicht. Ein von Chiodo hiernach ausgearbeiteter Entwurf fand mit geringen Abänderungen 1861 die Billigung der Kammer und hat auch im wesentlichen der jetzt nahezu vollendeten Ausführung zu Grunde gelegen.

Die im Jahre 1862 erst langsam begonnenen, seit 1864 kraftvoller fortgeführten Arbeiten waren 1869 soweit gediehen, daß der Hafen von Spezia eröffnet werden konnte. Die zahlreichen damals noch ausstehenden Vollendungsarbeiten in der Ausrüstung des Hafens mit Hochbauten, Hellinggen, Maschinen-Anlagen usw. sind jetzt größtenteils zum Abschlusse gelangt, während man mit der Ausführung neuer Erweiterungen, welche sich inzwischen als wünschenswerth herausgestellt haben, gleichfalls begonnen hat.

## II. Die Gesamt-Anlage.

### 3. Der eigentliche Hafen (vgl. Abb. 2 auf Blatt 20).

An der äußersten in das Land einschneidenden Spitze des Meerbusens von Spezia liegt die Stadt gleichen Namens. Die den Busen hier gewissermaßen gegen das Land abschließende Uferlinie läuft an dieser Stelle von Nordost nach Südwest. An derselben liegt unmittelbar vor der Stadt der nur kleine Handelshafen, während der eigentliche Kriegshafen die Ebene südwestlich von der Stadt einnimmt. Auch vor ihm behält die Uferlinie noch auf ungefähr 600 m die Richtung nach Südwesten bei, und schwenkt dann bei der zu den inneren Hafenbecken führenden Einfahrt (vgl. Abb. 2 auf Blatt 20) in scharfem Winkel nach Südsüdosten um, noch auf fernere 1100 m zum Bereich des Kriegshafens gehörend. Die Wasserfläche, welche vor dieser im Knick verlaufenden Uferlinie sich hinzieht,

dient als Vorhafen (avamperto), in welchem die ankommenden Schiffe vor Anker gehen können. Die künstlich geschaffene Tiefe dieser 100 ha großen Fläche beträgt fast durchweg 10 m, die an derselben vorhandene Kailänge 2000 m. Die Begrenzung des Vorhafens an den Enden bilden zwei Hafendämme, welche von den Ufern rechtwinklig vorspringen. Von diesen ist der eine vorläufig nur in einfacher Steinschüttung hergestellt. Die genannten Dämme sollen zur Ein- und Ausschiffung von Materialien dienen, haben aber außerdem den Zweck, den Wellen und der Küstenströmung den Eintritt in den Vorhafen zu versperren und so das Eintreiben von Strandmaterial in denselben zu hindern.

Längs der zunächst dem Handelshafen bis zur Einfahrt des inneren Kriegshafens in der Richtung von Nordost nach Südwest sich erstreckenden Linie des Vorhafenkais dehnt sich der Schiffsbauplatz aus. Neun Hellinge (scali da costruzione) sind beabsichtigt, von denen die drei mittleren je 120, die übrigen sechs je 100 m Länge besitzen sollen. Von diesen Hellinggen sind jedoch erst drei, je 100 m lang, ausgeführt.

Die von der Einfahrt des Binnenhafens in südsüdöstlicher Richtung verlaufenden, noch nicht vollendeten Kaie sind bestimmt, die Schiffe mit Lebensmitteln, Kohlen und Kriegsbedarf versorgen zu können, und werden mit den entsprechenden Lagerhäusern besetzt werden. Hinter den Uferflächen dieser Kaie, welche dem Meere durch Schüttung abgewonnen sind, befindet sich in einer Thalmulde zwischen den angrenzenden Bergen die Artillerie-Niederlage (Stabilimento di S. Vito), theils in Schuppen, theils in festen Gebäuden untergebracht. Zu dieser Niederlage gehören zwei Wasserbecken von 2,6 ha Gesamtgrundfläche und im Mittel 3 m Wassertiefe, welche zur Aufnahme der Hölzer für den Schiffsbau dienen. Sie enthalten zu diesem Zwecke Seewasser, welches mit dem aus den dortigen Quellen hervorsprudelnden Süßwasser fortwährend gemischt wird. Es soll sich herausgestellt haben, daß derartig zusammengesetztes Wasser das zum Schiffsbau zumeist gebrauchte Eichenholz am besten erhält.

Die Einfahrt in den durchweg 10 m tiefen inneren Kriegshafen liegt vor den sogenannten traversie, d. h. denjenigen Winden, die den Meerbusen der Länge nach bestreichen, also dem Hafen gefährlich werden können, geschützt. Der innere Kriegshafen selbst besteht aus zwei Binnenhäfen. Der erste, in welchen man durch die genannte Einfahrt gelangt, ist ein 200 m breites, 420 m langes Becken, welches über 1200 m Kailänge besitzt. Dieser erste Binnenhafen dient zur Ausrüstung der Schiffe und ist von den entsprechenden Gebäuden, d. h. Schuppen zur Aufbewahrung von Schiffsböten, Segeln, Ketten, Tauen, Masten, Ankern u. dgl., sowie von den Verwaltungsgebäuden für den eigentlichen Seedienst umgeben.

Nördlich von dem Ausrüstungshafen liegt der zweite Binnenhafen, der Ausbesserungshafen, mit dem ersteren durch einen kurzen Canal verbunden, über welchen eine Fußgängerdrehrücke führt. Die Breite des Ausbesserungshafens beträgt 200 m, seine Länge 390 m. Es ist indessen eine Vergrößerung um ein 360 m breites und 200 m langes Stück geplant (in Abb. 2 auf Blatt 20 durch punktierte Linien angegeben). An der nordöstlichen Langseite des Ausbesserungshafens liegen vier Trockendocks (bacini di carenaggio) nebeneinander, von denen die beiden äußeren je 110, die inneren je 132 m lang sind. Die Docks sind von einer Reihe von Gebäuden umgeben. Im Nordosten



der Docks, also an der von dem Ausbesserungshafen abgewandten Seite, liegen die fertig gestellten Häuser für die Maschinen zum Entleeren der Docks und die Tischlerei. Im Südosten befindet sich eine Maschinenwerkstatt im Bau, im Nordwesten der Docks ist der Bau einer Kesselwerkstatt geplant. Den Trockendocks gegenüber, also an der südwestlichen Langseite des Ausbesserungshafens befinden sich ein Wasserdruckkrahnen für Lasten bis zu 160 t (unten beschrieben), ferner ein Krahnen von 50 t Tragfähigkeit, zum Aufrichten der Masten bestimmt, sowie die Baulichkeiten für die Militärgenie-Abtheilung.

Zahlreiche innere Verkehrsstraßen von 8 km Gesamtlänge, sowie eine Abzweigung der ligurischen Bahn, die sich in 7 km Geleislänge entwickelt, ferner 6 km innerer Dienstbahnen vermitteln den Verkehr zwischen den einzelnen Theilen der Hafenanlage. Diese selbst einschließend der Artillerie-Niederlage von S. Vito ist durch eine 4 km lange Mauer mit Graben umgeben. Außerhalb des Grabens läuft eine Umwallungsstraße. Der Hauptzugang zu dem Kriegshafen liegt etwa in der Mitte des stadtseitigen, den Hafen im Nordosten begrenzenden Mauerabschnitts. Man überschreitet den Umwallungsgraben auf eiserner Brücke, über welche man zunächst in einen Vorhof gelangt, den die Verwaltungsgebäude des Kriegshafens umgeben. Der Graben umfließt nur einen Theil der Umwallung und ist hauptsächlich dazu bestimmt, die von den Bergen herabströmenden Quellen und Bäche abzufangen, um das Erdreich der Ufer und Werkplätze des Kriegshafens trocken zu erhalten. Auf dem letzten, bereits als stadtseitige Begrenzung erwähnten, im Nordosten des Kriegshafens belegenen Abschnitt ist der Graben 23 m breit und schiffbar. Bevor er in das Meer fließt, erweitert er sich zu einem Klärbecken, in welchem sich die etwa mitgeführten feineren Sinkstoffe absetzen, nachdem die größeren Stücke schon weiter oberhalb durch Grundwehre, die auch dazu dienen, die Strömung zu mäßigen, abgefangen sind. Das genannte Klärbecken bildet gleichzeitig den somit außerhalb der Umwallung gelegenen Einschiffungshafen für die Mannschaften des Seedienstes. Dasselbe hat 1,8 ha Größe, 3 m Wassertiefe und nahezu 400 m Kailänge.

Als Zubehör des Hafens sind sodann noch mehrere außerhalb der Umwallung vorhandene Anlagen zu betrachten. Zur Versorgung der Schiffe mit Pulver und Granaten dienen die in der Bucht von Panigaglia (vgl. Abb. 1 auf Blatt 20) angeordneten Pulverlagerhäuser, während Ersatzspeicher sich im Innern des Thals von Acquisanta befinden. Alle diese Anlagen sind hinreichend weit von dem eigentlichen Kriegshafen entfernt, um eine Gefährdung desselben durch Explosionen auszuschließen. Ferner liegen außerhalb der Umwallung eine Caserne für 1500 Mann, ein Krankenhaus für 300 Betten und ein Landübungsplatz von 25 ha Größe.

Es mögen nun noch kurz die Erweiterungen aufgeführt werden, deren Plan erst in neuester Zeit fertig gestellt ist, die aber theilweise schon in Ausführung sich befinden. Die beabsichtigte Erweiterung des Ausbesserungshafens wurde schon oben erwähnt. Abweichend von dem Chiodo'schen Erweiterungsplan gedenkt man an diesem Hafen nur noch zwei Trockendocks zu erbauen, ein jedes so groß, daß nöthigenfalls zwei Schiffe hintereinander darin Platz finden. Die Länge dieser Docks, von denen der Bau des einen i. J. 1886 begonnen wurde, beträgt 220 m. Ihr Querschnitt (Abb. 6 u. 7 auf Blatt 21) wird,

um Raum für bequemes Arbeiten darzubieten, erheblich breiter sein, als derjenige der alten Anlagen. An dem neuen Dock arbeitet man mit Unterbrechungen seit ungefähr zwei Jahren. Man hofft den Bau in ferneren zwei Jahren zu vollenden, und dann mit der Aushebung des Erdreiches für die Erweiterung des Ausbesserungshafens zu beginnen.

#### 4. Die Werft bei S. Bartolomeo.

Unabhängig von dem eigentlichen Kriegshafen ist am östlichen Ufer des Meerbusens von Spezia am Fuße des Abhanges von S. Bartolomeo eine Werft für Bau und Ausbesserung der Kriegsschiffe errichtet worden. Der erste Gedanke einer solchen Anlage rührt vom Grafen Cavour her, welcher 1861 als Marineminister die einheimische Industrie zum gleichzeitigen Nutzen der Kriegsmarine fördern wollte und sich bemühte, eine Betriebsgesellschaft zu Stande zu bringen, welche am Busen von Spezia eine Werft zur Erbauung eiserner Handels- und Kriegsfahrzeuge errichten sollte. Nach dem Tode Cavour's ließen sich die Gedanken fallen. Als jedoch am Ende des Jahres 1861 die Erbauung neuer Linienschiffe nothwendig wurde, für welche auf den vorhandenen Stapeln von Genua und Castellamare kein Raum war, so wurden auf Befehl des Marineministeriums bei Spezia Vorarbeiten für eine Werft gemacht. Da man in jener Zeit die Hellinge des Kriegshafens noch nicht fertigstellen konnte, so wählte General Chiodo dieselbe Bucht von S. Bartolomeo, um besagte Werft zu errichten. 1863 erfolgte dann ein besonderer Beschluß des Ministeriums, die Anlage für das Aufschleppen und Ausbessern der Kriegsschiffe zweiter Ordnung einzurichten. So entstand eine aus folgenden Theilen bestehende Anlage (vgl. Abb. 3 auf Bl. 20):

- a) zwei Bauhellinge, je 100 m lang;
- b) ein Helling zum Aufschleppen der Schiffe auf Gleitbahnen, für Schiffe von 90 m Länge und 3000 t Gehalt;
- c) ein Helling zum Aufschleppen der Schiffe auf Wagen, für Schiffe von 80 m Länge und 1500 t Gehalt;
- d) zugehörige Gebäude für Amtsräume, Arbeitsdächer, Werkstätten und Lagerhäuser.

Das Baugebiet für die Werft ist theils durch Abgrabung den Abhängen der Hügel, theils durch Anschüttung der so gefördert Massen dem Meere abgewonnen. Die Reede vor der Werft ist durch eine Mole, welche im Süden der Werft von der Punta di S. Bartolomeo vortritt, gegen die herrschenden Winde geschützt und auf eine Wassertiefe von durchweg 10 m gebracht. Die ganze Anlage ist durch eine Mauer umgeben, welche wiederum von einer Umwallungsstraße eingefasst ist. Der Haupteingang befindet sich an der am tiefsten in das Land einspringenden Ecke der Werft. Eine Küstenstraße und Küstenbahn verbinden letztere mit dem 4800 m entfernten Kriegshafen.

#### 5. Größenverhältnisse und Kosten.

Von der Größe des Kriegshafens von Spezia giebt nachstehende Gegenüberstellung mit derjenigen des Hafens von Toulon ein ungefähres Bild; dabei sei bemerkt, daß bezüglich des ersteren die zum größten Theil bereits verwirklichten Annahmen des durch Gesetz vom 28. Juli 1861 genehmigten Entwurfes zu Grunde gelegt sind.



Es betragen:	in	
	La Spezia qm	Toulon qm
a) Oberfläche der Plätze, Strafsen usw.	941 800	869 700
b) Oberfläche der verschiedenen Gebäude	64 300	211 800
c) Oberfläche der Binnenhäfen, Canäle	280 600	705 300
zusammen	1 286 700	1 786 800

Hierzu treten bei Spezia auferhalb der Umwallung liegend:

d) Oberfläche des Uebungsplatzes, der Casernen, des Krankenhauses . . . . .	347 200
e) Oberfläche der Pulverspeicher usw.	21 000
daher Gesamtoberfläche	1 654 900 qm.

Die Längen der Kais in Spezia sind nach demselben Entwurf:

- a) Kaie, vor welchen 10 m Wassertiefe, 4200 m,
- b) Kaie, vor welchen unter 10 m Wassertiefe, 3500 m.

Es mag nun eine entsprechende Zusammenstellung für die Werft von S. Bartolomeo hinzugefügt werden.

Es betragen daselbst:

a) Oberfläche der Plätze, Strafsen usw. . . . .	109 300 qm,
b) Oberfläche der verschiedenen Gebäude . . . . .	18 100 qm,
c) Oberfläche des Binnenhafens, der Canäle . . . . .	10 800 qm,
daher Gesamtoberfläche	138 200 qm.

Fügt man hierzu die entsprechende Gesamtgröße des eigentlichen Hafens = 1 286 700 qm, so ergeben sich 1 424 900 qm als Größenzahl derjenigen Anlagen bei Spezia, welche den auf 1 786 800 qm sich erstreckenden Anlagen bei Toulon entsprechen.

Die Kosten der sämtlichen im Meerbusen von Spezia ausgeführten Arbeiten, soweit sie den Zwecken der Kriegsmarine dienen, haben bis 1880 betragen:

a) für den eigentlichen Kriegshafen in Spezia einschliesslich der Pulverspeicher, der Caserne, des Krankenhauses usw. . . . .	45 158 000 Lire,
b) für die Werft bei S. Bartolomeo . . . . .	4 924 000 Lire,
c) für die anfänglich in der Bucht von Varignano ausgeführten Arbeiten . . . . .	1 150 000 Lire,
d) für Arbeitsmaschinen und Einrichtungen, die verfügbar sind oder verfügbar werden . . . . .	5 600 000 Lire.
zusammen	56 832 000 Lire.

III. Einzelausführungen.

6. Die Trockendocks am Ausbesserungshafen.

a) Bauliche Einrichtung der Docks. Die Gesamtlage der fertigen vier Docks ist aus dem Grundriss (Abb. 1 auf Blatt 21) ersichtlich, während Abb. 2 auf Blatt 21 den Längsschnitt durch den Entleerungscanal eines der gröfseren Docks 2 und 3, und die Abbildungen 3 und 4 auf Blatt 21 die Einzelanordnung eines der kleineren Docks 1 und 4 zeigen. Die Docks sind von Mitte zu Mitte je 50 m von einander entfernt. Das erste Dock hat, ebenso wie das vierte, eine obere nutzbare Länge von 110 m, eine untere von 90,80 m, während bei dem zweiten und dritten Dock die entsprechenden Mafse 132 m und 109,40 m sind. Die Sohlenbreite ist bei allen Docks 12,40 m, während die obere lichte Weite 28,40 m bei den kleineren Docks und 30,40 m bei den gröfseren beträgt. Alle vier Docks haben eine der Neigung der Schiffskiele sich anpassende Bodenneigung von 1 : 100 nach der Mündung zu.

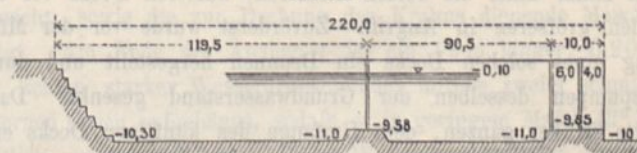
Die Seitenwandungen sind in nur fünf Absätzen von 0,80 m Breite und 1,60 m Höhe abgestuft. Den Zugang zu dem Innern eines jeden Docks bilden acht Treppen. Der tiefste Punkt der Sohle in der Einfahrt der Docks liegt 9,15 m unter M. W. Im Haupte eines jeden der Docks befinden sich für das Einsetzen der Verschlusspontons zwei Falze, je 6 m bei den kleineren, 7,4 m bei den gröfseren Docks von einander entfernt. Gewöhnlich wird das Ponton in den inneren Falz eingesetzt, während der äufere Falz dann gebraucht wird, wenn es gilt, eine gröfserere nutzbare Docklänge zur Verfügung zu haben, sowie ferner dann, wenn der innere Falz ausgebessert werden mufs. Im Innern des Wandmauerwerks eines jeden Docks entlang läuft jederseits ein beim Haupt in den Dockraum mündender Canal von 1 m lichter Weite und 2 m lichter Höhe, welcher zur Entleerung des Docks dient. Die beiden bezüglichlichen Canäle eines Docks vereinigen sich landseitig des Halbrundes in einem Brunnen, aus welchem ein Canal gröfseren Querschnitts zu der Gruppe der vier Sammelbrunnen führt. In dem erstgenannten Brunnen befindet sich ein mit Wasserdruck beweglicher keilförmiger Schieber, welcher dazu dient, die Entleerung des Docks zu regeln und dasselbe je nach Bedarf mit den anderen Docks in Verbindung zu setzen oder von denselben abzusondern. In die Seitencanäle, welche, da sie tiefer liegen als die Docksohle, gleichzeitig in vortheilhafter Weise das etwaige Sickerwasser abfangen, münden auch die Canäle zur Füllung des Docks. Diese haben einen kreisförmigen Querschnitt von 0,80 m Durchmesser, durchdringen, gleichlaufend mit der Dockachse, zunächst in wagerechter Richtung die beiden Seitenmauern des Hauptes und fallen dann lothrecht in die Entleerungscanäle ab. Auf der wagerechten Strecke der Füllcanäle sind die erforderlichen Verschlusschütze angebracht.

Ueber der oben erwähnten Gruppe der vier Sammelbrunnen steht das Maschinenhaus, in welchem sich die zur Entleerung der Docks dienenden Pumpen, theils Kreis-, theils Kolbenpumpen, befinden, deren Sauger in eben diese Sammelbrunnen eingreifen. Die Sohle des tiefsten dieser Brunnen befindet sich 12,50 m unter M. W. Zur Bewegung der Pumpen stehen zwei feste Maschinen von zusammen 520 Pferdekräften zur Verfügung. Mit diesen können die kleinen Docks, welche je 21 000 cbm enthalten, in drei Stunden zehn Minuten entleert werden, die grofsen Docks von je 28 000 cbm Inhalt in vier Stunden.

Der Verschluss der Docks erfolgt durch linsenförmige schmiedeeiserne Pontons.

Die Abweichungen der Anordnung des neuen, z. Z. im Bau befindlichen grofsen Docks von derjenigen der eben beschriebenen vier älteren Docks gehen aus den Abb. 6 und 7 auf Blatt 21, sowie aus der nachstehenden Abb. 1 hervor. Das Liniensbild des Grundrisses ist punktirt in Abb. 2 auf

Abb. 1.



Blatt 20 zu erkennen. Aus Abb. 1 ist auch zu ersehen, dafs das Dock durch Einsetzen eines Zwischenpontons etwa in der Mitte seiner Länge getheilt werden kann. Hierdurch und durch die Möglichkeit, den inneren oder äufseren Pontonfalz zu be-

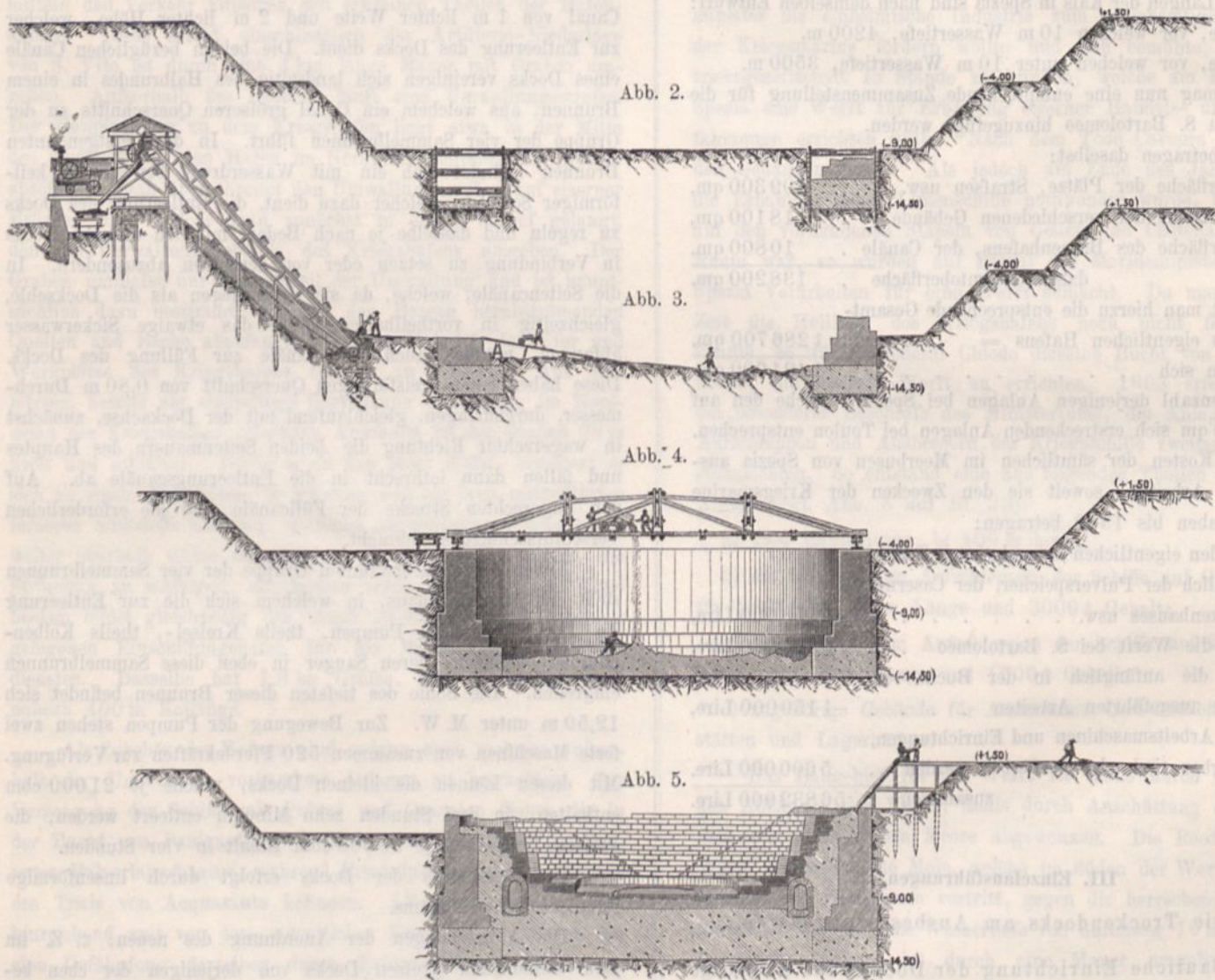


nutzen, lassen sich Dockungsräume von fünf verschiedenen Längen schaffen. Das Längsgefälle der Sohle beträgt auch hier 1 : 100.

b) Die Bauausführung der Docks. Die nachstehenden Abb. 2 bis 5 veranschaulichen die Vorgänge bei der Bauausführung der vier alten Docks, von welcher sich diejenige des neuen großen Docks nicht wesentlich unterscheidet. Es muß hier eingeschaltet werden, daß der Boden, in welchen die Docks eingebaut sind, etwa 1,5 m über M. W. des Meeres lag und bis zu dessen mit 0 zu bezeichnender Höhe aus Mutterboden bestand. Dann folgte von 0 abwärts bis - 2,0 Sand und Kies, von - 2,0 bis - 4,0 feiner, schlammiger Sand,

von - 4,0 bis - 10,0 Schlamm mit vielen Resten von Seegras, Weichthieren usw. Es folgten weitere Schichten von Kies und Sand bis zur Tiefe von - 15,0 m, in welcher sich festgelagerter Thon von unbegrenzter Stärke vorfand. Durch die sandigen und kiesigen Schichten sickerte süßes Wasser. An einigen Stellen zeigten sich sogar Quellen von bedeutendem Druck, während die schlammige Schicht für das Wasser undurchdringlich war.

Vor Beginn der Bauausführung versicherte man sich zunächst durch die Herstellung von Versuchsbrunnen, daß es möglich sein würde, den Grundwasserstand durch Pumpen soweit zu senken, um die Docks vollständig im Trocknen herstellen



zu können. Die Beschränktheit des Raumes ließ eine gleichzeitige Erbauung aller vier Docks nicht ratsam erscheinen. Man nahm daher die beiden kleineren, äußeren Docks vor den beiden größeren in Angriff. Zuvörderst wurde vor der Mündung eines solchen Docks ein Brunnen hergestellt und durch Auspumpen desselben der Grundwasserstand gesenkt. Dann folgte in der ganzen, dem Umfange des künftigen Docks entsprechenden Grundfläche der Aushub des Bodens bis 9 m unter M. W. und die Beseitigung desselben ohne Anwendung mechanischer Hilfsmittel. Man machte die Böschungen der Baugrube möglichst steil, schaltete aber zum Schutze gegen Rutschungen etwa auf halber Höhe einen Absatz ein.

Bei dem fortgesetzten Aushub von - 9,0 abwärts ging man sehr behutsam vor. Es wurde anfänglich nur ein den ganzen Umfang des zukünftigen Docks umlaufender Graben ausgehoben (Abb. 2), welcher auf die durch die künftigen Umfangsmauern des Docks zu besetzende Grundfläche beschränkt wurde. Dieser in 6 m Tiefe, d. h. bis 15 m unter M. W. auszuhebende Graben wurde mit lothrechten, abgesteiften Wänden in Strecken von je 20 m hergestellt, die gleich nach ihrer Vollendung mit Mauerwerk bis zum Rande ausgefüllt wurden. So verminderte man die Gefahr von Gleichgewichtsstörungen im Boden und beschränkte den in dieser Tiefe starken Wasserzudrang nach Möglichkeit.



Die besagte Umfangsmauer bildete nach ihrer Fertigstellung eine sichere Stütze für die oberen Erdböschungen, sodafs man nun ohne Gefahr den von jener Mauer eingeschlossenen, der Grundfläche des Docks entsprechenden Erdkern bis 15 m unter M. W. herausnehmen konnte. Es erschien rathsam, hierbei mechanische Hilfsmittel zu verwenden, um die grofsen zu bewältigenden Bodenmassen bis zur Höhe der natürlichen Erdoberfläche zu heben. Man traf die Anordnung so, wie Abb. 3 veranschaulicht. Ein durch eine Locomobile betriebener, geneigt längs der 9 m hohen Böschung liegender Trockenbagger hob den gewonnenen Boden bis auf 4 m über die natürliche Oberfläche und schüttete ihn unmittelbar in die Spurwagen aus, in welchen er abgefahren wurde. Unten entnahm der Bagger den zu fördernden Boden einer Grube, welcher die Massen beständig neu durch Handkarren zugeführt wurden. Auf diese Weise konnten täglich über 2000 cbm gefördert werden.

Nach Beendigung des Aushubs wurde zur Gründung der Docksohle eine durchweg 4 m starke Betonschicht geschüttet. Es mag bemerkt werden, dafs der Rauminhalt dieser Betongründung bei allen vier Docks zusammen 47000 cbm betrug. Das bei der Verstärkung des Betons befolgte Verfahren ist aus Abb. 4 ersichtlich. Auf der vorläufig nur bis zur Höhe von — 4 m hochgeführten Umfangsmauer des Docks wurden Schienen entlang gelegt und auf diesen eine fahrbare Dienstbrücke hin- und herbewegt, von welcher aus die Verstärkung der Betonkarren stattfand. Der Werkplatz, auf welchem die Mischung des Betons durch Maschinen geschah, und welcher durch Geleise mit den Steinbrüchen, Kalköfen, Lagerplätzen in Verbindung stand, lag aufserhalb der Baugrube neben dem zur Wasserhaltung dienenden Brunnen. Die Dampfmaschine, welche die Pumpen betrieb, lieferte gleichzeitig die Kraft für den Betrieb der Betonbereitungsmaschinen, während das Pumpenwasser zur Einmischung des Betons und zum Waschen des Steinschlags verwendet wurde. Auf dem Werkplatz wurden die gefüllten Betonkarren auf die Plattformen von Eisenbahnwagen gesetzt. Letztere wurden dann auf Dienstgeleisen bis vor Kopf der fahrbaren Dienstbrücke in die Baugrube hinabgeführt, sodafs ein Ueberschieben der Betonkarren von den Plattformen der Eisenbahnwagen auf die gleichhoch gelegene Dienstbrücke möglich war, wonach durch zweckentsprechende Verschiebung der Dienstbrücke und der Betonkarren jeder Punkt der Baugrube erreicht werden konnte. So wurde der Beton in einzelnen Schichten von je 0,50 m Stärke geschüttet. Die grofse Fallhöhe von über 10 m bewirkte eine günstige Zusammendrückung desselben, während eine Schaar Arbeiter unten beschäftigt war, die beim Verstärken gebliebenen Unregelmäßigkeiten auszugleichen.

Auf der Betonunterlage wurde nun die eigentliche Sohle des ganzen Docks hergestellt, darauf die Canäle, die Mauern und Schwelle des Hauptes und die Stufenbekleidung der ganzen Dockkammer unter gleichzeitig fortschreitender Ausfüllung des Zwischenraumes zwischen den Stufen und der Umfangsmauer mit Beton (s. Abb. 5). Gleichzeitig mit den eben beschriebenen Arbeiten an den Docks selbst führte man die Brunnen landseitig der Docks, die äufseren Canäle und die Gruppe der Sammelbrunnen aus, über welcher sich dann das Pumpengebäude erhob. Der Bodenaushub bei den letztgenannten Bauausführungen geschah in ganz derselben Weise, wie bei den Docks selbst.

Man könnte versucht sein, zu befürchten, dafs bei der beschriebenen Herstellungsweise der Docks leicht Undichtigkeiten in der Sohle verbleiben. Dem widerspricht die Erfahrung, insofern die Docks sich gut bewährt haben. Durchsickerungen sind allerdings vorgekommen. Doch beträgt bei dem wenigstens dichten Dock die Menge des Sickerwassers täglich nur 50 bis 100 cbm.

Als Hauptbaustoff ist ein in der Nähe von Spezia gebrochener dunkler Kalkstein von ganz ähnlichem Gefüge, wie Marmor, verwendet. Die zur Abdeckung der Vorsprünge bei den Dockwänden gebrauchten regelrecht bearbeiteten Kalksteine sind auf den Inseln Palmaria und Del Tino beim Meerbusen von Spezia gewonnen. Die Steinbrocken liefs man durch Menschenhand herstellen; für die Deckung des Dockbodens, ferner für die Treppen und die Decklage der Wände ist Sandstein, ebenfalls aus der Umgegend der Stadt, benutzt worden. Die Pontonfalze, sowie die Mauerecken des Hauptes haben Verkleidung mit Granit aus Baveno, die Canäle und Brunnen endlich eine solche mit gebrannten Ziegeln erhalten. Zu dem aus gleichen Theilen Sand, Kalk und Puzzolanerde bestehenden Mörtel wurden theils römische, theils neapolitanische Puzzolane verwendet.

Welchen Umfang die Herstellung der vier fertigen Docks gehabt hat, dürfte sich aus folgenden Zahlen ergeben: Es mußten 500000 cbm Erde bewegt und  $1\frac{1}{2}$  km von der Baustelle niedergelegt, ferner 100000 cbm Beton, 80000 cbm verschiedenartiges Mauerwerk und 20000 qm Fußbodenfläche hergestellt werden. Man gebrauchte 15000 cbm zugerichtete Steine und mußte eine Fläche von 5 ha, die bis auf 15 m unter dem Meeresspiegel auszugraben war, von Wasser freihalten. Günstigerweise konnten alle Arbeiten im Trockenen ausgeführt werden. Durch diesen Umstand haben sich die Kosten der Herstellung ziemlich mäfsig gestellt. Sie betragen für alle vier Docks einschliesslich der Canäle und Maschinen nur 7800000 Lire. Die kleineren Docks haben hiervon je 1840000 Lire und die grofsen je 2060000 Lire erfordert. Das neue Dock wird voraussichtlich soviel kosten, wie ein kleines und ein grofses Dock der fertigen zusammengenommen.

#### 7. Der Wasserdruckkrahnen am Ausbesserungshafen.

Den in Rede stehenden Krahnen von 160 t Tragkraft, dessen Bau durch die Einführung der 100 bis 120 t schweren Kanonenläufe für die Ausrüstung der grofsen Kriegsschiffe nothwendig wurde, hat das Haus W. G. Armstrong in Newcastle ausgeführt. Er ist in Abb. 1 bis 3 auf Bl. 22 dargestellt. Die Ausladungsweite über die Kante der Ufermauer hinaus beträgt 12,20 m, die Hubhöhe 20 m über dem Wasserspiegel, die Hubgeschwindigkeit 0,01 m in der Secunde bei Hebung einer Last von 160 t. Sowohl die Hebung der Lasten wie die Drehung des Krahns erfolgt durch Wasserdruck. Auf einem gemauerten Unterbau ruht eine drehbare Plattform, auf welcher das eigentliche Krahngestell befestigt ist und welche aufserdem das Gegengewicht, sowie die zur Drehung des Krahns dienende Maschine trägt. Am Ende des Auslegers ist ein 12 m langer, 0,203 m im lichten starker Wasserdruckcylinder mittels zweier schmiedeeisernen Oesen aufgehängt, sodafs er in geringem Mafse ( $2^{\circ}30'$ ) seitlich ausschlagen kann. Dieser Wasserdruckcylinder dient zur unmittelbaren Hebung der Lasten, welche an die Kolbenstange angehängt werden. So ist die Gefahr, welche die Anwendung von Ketten bei so schweren Lasten mit sich bringen würde, vollständig vermieden.



An Einzelheiten ist noch folgendes zu bemerken.

In dem Unterbau befinden sich Kessel und Maschine zur Füllung des in der Nähe des Krahnens aufgestellten Kraftsammlers. Von diesem führen Leitungen zurück nach der Plattform und nach dem Wasserdruckcylinder. Außerdem werden aber von dem Kraftsammler noch andere kleinere Wasserdruckkrahne gespeist.

Die Maschine, welche die Drehung des Krahnens besorgt, kann ferner dazu benutzt werden, eine Hilfskette zu bewegen, mit welcher sich Lasten bis zu 7 t in gewöhnlicher Weise heben lassen. Die Bedienung des großen Hebungscylinders erfolgt entweder von der Plattform aus, oder von einer in halber Höhe des Auslegers befindlichen kleinen Brücke.

Das Gewicht des drehbaren Theiles des Krahnens beträgt 126 t, der Druck auf jede der beiden Vorderstützen der Plattform bei Hebung einer Last von 160 t ist 270 t, der durch das Gegengewicht bei unbelastetem Krahn auf jede der beiden Hinterstützen ausgeübte Druck beträgt 160 t.

Besondere Schwierigkeiten machte die Gründung des Krahnens, weil der Unterbau theils auf der Ufermauer, theils auf aufgeschüttetem Boden zu errichten war. Man half sich in der Weise, daß man den unzuverlässigen Baugrund durch Eintreiben eines bis in den festen Thonboden reichenden Pfahlwerkes verbesserte (vergl. Abb. 3, Blatt 22), und über letzterem einen 3,30 m starken Betonkörper ausführte, welcher die Gründung des Krahnunterbaues bildet. Bis jetzt hat sich keine schädliche Bewegung gezeigt.

Die Kosten für den Krahn haben betragen:

a) Ankauf des Krahnens . . . . .	474 000 Lire,
b) Unterbau . . . . .	146 000 Lire,
c) Aufstellung und Ingangsetzung . . . . .	30 000 Lire.
zusammen . . . . .	650 000 Lire.

8. Die Bauhellinge der Werft von S. Bartolomeo.

Die beiden auf der Werft von S. Bartolomeo in den Jahren 1862 bis 1869 errichteten Bauhellinge (vgl. Abb. 4 bis 10 auf Blatt 22) sind für die Größen der damaligen größten Kriegsschiffe berechnet. Die Achsen der beiden Hellinge laufen in 50 m Abstand parallel. Die Länge des über Wasser befindlichen Theils, des eigentlichen oder Stapel-Hellings, beträgt in jedem Falle 100 m, die Breite 6 m und die Neigung  $\frac{1}{16}$ . Der unter Wasser befindliche Theil (Vorhelling) ist 65 m lang, 10 m breit und mit  $\frac{1}{12}$  geneigt. An der Grenze zwischen Stapelhelling und Vorhelling befindet sich eine Stufe von 0,40 m Höhe. Die Wassertiefe am Ende des Vorhellings beträgt 6,50 m. Vor

Boden entsprechend der Neigung in Stufen ausgehoben, deren höchste, bei welcher man Sand antraf, auf  $- 0,42$  und deren tiefste in schlammigem Untergrunde auf  $- 4,50$  liegt. Darauf erfolgte die Einbringung einer Betonschicht, welche durchweg mit ihrer Oberfläche auf  $+ 0,14$  abgeglichen ist. Auf den höchsten Stufen des Bodenaushubs geschah die Betonschüttung im Trocknen, auf den tieferen Stufen im Wasser, indem man durch Holzwände je einen Abschnitt von der Breite des künftigen Hellings und von 10 bis 15 m Länge absonderte. Sobald ein solcher Kasten gefüllt war, schritt man zum Bau und zur Füllung des nächsten, zerstörte jedoch die Holzwand erst nach völliger Erhärtung des Betons, d. h. nach 8 bis 12 Tagen. Nachdem die Gründung solchergestalt beendet war, mauerte man den Helling in Bruchsteinen auf, indem man unter Berücksichtigung der Art und Weise, wie ein Schiff auf dem Helling ruht, große Aussparungen nach Abb. 4, 6 und 8 auf Blatt 22 machte, welche demnächst mit Sand und Kies verfüllt wurden. Die Abdeckung erfolgte mit Kalksteinen von  $\frac{1}{4}$  cbm Größe.

Der Untergrund, auf welchem der Vorhelling zu erbauen war, besaß eine natürliche Abdachung. Diese verwandelte man durch Baggern in ebene Stufen (Abb. 6 auf Blatt 22) und stellte hierauf durch eine Schüttung aus kleinen Steinen von 5 bis 100 kg annähernd die mit  $\frac{1}{12}$  geböschte Unterlage der Ablaufebene des Vorhellings her. Die Breite der Schüttung bemafs man natürlich größer, als diejenige des Hellings, und zwar auf etwa 16 m. Die Steinschüttung wurde sehr sorgsam ausgeführt und obenein durch Taucher eingeebnet. Dann wurde überall durch Aufbringung einer Betonschicht, deren Stärke je nach der Regelmäßigkeit der Oberfläche der Steinschüttung von 0,60 bis 0,80 m wechselte, die eigentliche mit  $\frac{1}{12}$  geneigte Oberfläche des Vorhellings gebildet. Dies geschah in folgender Weise (vgl. nachstehende Abb. 6 und 7). Es wurde über der Steinschüttung in der Richtung des Vorhellings auf drei Reihen zu diesem Zwecke eingeschlagener Pfähle ein Sturzgerüst gebildet, auf welchem man gleichzeitig den Beton mischte. An jeder der drei Pfahlreihen wurde eine hölzerne Schiene befestigt, deren mit  $\frac{1}{12}$  geneigte Oberkante genau der zu bildenden Oberfläche des Vorhellings entsprach. Hierauf stellte man mit Betonsäcken von  $\frac{1}{25}$  cbm Inhalt zunächst zwei Mauerchen längs der

beiden äußeren Schienen her, welche die beiden Seitenkanten des Vorhellings bezeichneten und daher genau bis zur Höhe der Schienen abgeglichen wurden. Es erübrigte nun nur noch, auch den Zwischenraum zwischen beiden Mauerchen bis zur richtigen Höhe mit Beton zu füllen. Man schüttete den Beton

Abb. 6.

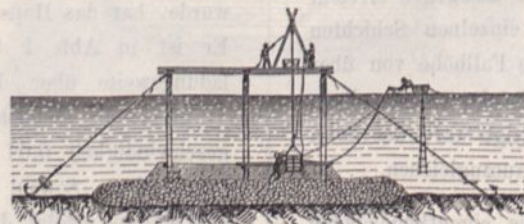
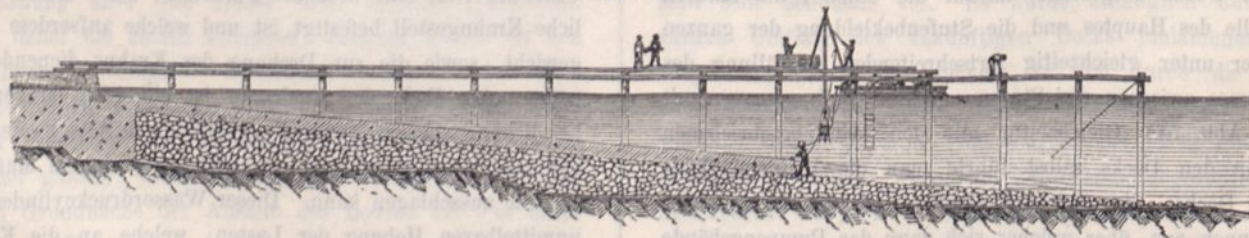


Abb. 7.



dem Beginn des Baues eines Schiffes wird jedesmal auch auf dem Helling die Neigung  $\frac{1}{12}$  durch Aufklotzungen hergestellt. Zur Herstellung der Gründung des Stapelhellings wurde der

zu diesem Behufe in dünnen Lagen, wobei man sich der bekannten Betonkasten mit beweglichem Boden bediente, während unten zwei Taucher beschäftigt waren, die Unregelmäßigkeiten



einzebnen. Für die letzte Lage von 10 bis 15 cm Stärke wurde zur Betonmischung feiner Kies verwendet und die Oberfläche demnächst von einem Taucher mit einem längs der Oberkanten der Holzschienen geführten Streichbrett abgeglichen.

Schließlich wurden auch die Pfähle in Höhe der so hergestellten durchaus glatten Ablaufebene abgeschnitten.

Die Kosten eines Hellings einschließlich des Vorhellings haben 145 000 Lire betragen.

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

(Aus den Jahres-Rapporten für 1886.)

### I. Kirchen.

Während des Jahres 1886 befanden sich 45 Kirchenbauten (gegen 39 im Vorjahre) in der Ausführung, darunter 23, welche fortgesetzt und 22, welche neu begonnen wurden.

Von den fortgesetzten Kirchenbauten wurden 15 beendet. Unvollendet blieben die Kirche zum Heil. Kreuz in Berlin (V)\*), ferner die Kirchen in Alt-Geltow (VI), Missen (VII), Juncewo (XII), Lubom (XV), Gr. Chelm (XV), Birkungen (XVIII) und die Willibrordi-Kirche in Wesel (XXXII). Bis auf letztere war die Vollendung dieser Bauten für das Jahr 1887 vorgesehen.

#### Neu angefangene Kirchenbauten.

##### a) Neubauten.

Von Neubauten wurden folgende 14 (gegen 8 im Vorjahre) begonnen:

1. Die evangelische Kirche in Seeburg (I). Dieselbe ist massiv in Ziegelrohbau in gothischen Formen erbaut und zur Aufnahme von 222 Sitzplätzen bestimmt. Das Dach des Thurmes ist mit Blei auf Schalung, das der Kirche mit Pfannen eingedeckt. Anschlagss. 29500  $\mathcal{M}$  (156,06  $\mathcal{M}$  f. d. qm, 21,05  $\mathcal{M}$  f. d. cbm. und 132,88  $\mathcal{M}$  f. einen Sitzplatz).

2. Die reformirte Kirche in Insterburg (II). Die in romanischen Formen entworfene Kirche ist mitten auf dem Markgrafenplatze als dreischiffige, überwölbte Hallenkirche in Ziegelrohbau unter Schieferdach errichtet. Die Breite des Mittelschiffes beträgt 12,0 m, die Höhe 16,0 m und die Länge 31,47 m. Als Heizung ist eine Niederdruck-Dampfheizung vorgesehen, deren Kessel seinen Platz in der Unterkellerung des Chores erhalten soll. Anschlagss. 435 050  $\mathcal{M}$  (359,30  $\mathcal{M}$  f. d. qm, 25,0  $\mathcal{M}$  f. d. cbm und 279,6  $\mathcal{M}$  f. einen Sitzplatz).

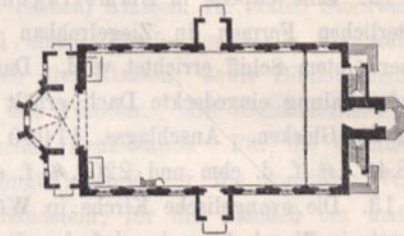
3. Die evangelische Kirche in Laugszargen (II). Die Kirche ist massiv in Ziegelrohbau mit Rundbogen unter sparsamer Verwendung von Formsteinen aufgeführt und mit Pfannen auf Schalung eingedeckt. An das mit einer hölzernen, in den Dachraum hineingebauten Balkendecke versehene Langschiff schließt sich die überwölbte, rechteckige Altarnische an, sowie eine kleine Sacristei und ein rechteckiger, mit spitzwinkligem Satteldach gekrönter Thurm. Das Schiff bietet Raum für 500 Sitzplätze. Anschlagss. 37400  $\mathcal{M}$  (141,90  $\mathcal{M}$  f. d. qm, 19,80  $\mathcal{M}$  f. d. cbm und 74,80  $\mathcal{M}$  f. einen Sitzplatz).

4. Die katholische Kirche in Grofs-Bislaw (IV), in einfachen gothischen Formen im Ziegelrohbau unter geringer Verwendung von Formsteinen erbaut und mit Pfannen eingedeckt.

\*) Die neben den Ortsnamen eingeklammerten römischen Zahlen haben die gleiche Bedeutung wie bei den „Zusammenstellungen“ in den vorhergehenden Jahrgängen.

Das Schiff, zur Aufnahme von 333 Sitzplätzen für Erwachsene und von 177 für Kinder bestimmt, ist mit einer Holzdecke in Form einer spitzbogigen Tonne versehen. Anschlagss. 85 858  $\mathcal{M}$  (137,20  $\mathcal{M}$  f. d. qm, 13,70  $\mathcal{M}$  f. d. cbm und 168,35  $\mathcal{M}$  f. einen Sitzplatz).

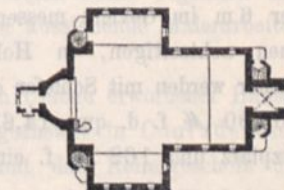
5. Die katholische Kirche in Long (IV). Nach dem beigegebenen Grundplane wird dieselbe in Ziegelrohbau unter Verwendung weniger und einfacher Formsteine in gothischen Formen errichtet und mit Pfannen auf überstülpter Schalung eingedeckt.



Das Schiff ist mit einer nach der Mitte ansteigenden Holzdecke überdeckt und enthält 400 Sitzplätze für Erwachsene und 125 für Kinder. Anschlagss. 119 000  $\mathcal{M}$  (141,90  $\mathcal{M}$  f. d. qm, 12,80  $\mathcal{M}$  f. d. cbm und 226,67  $\mathcal{M}$  f. einen Sitzplatz).

6. Die evangelische Kirche in Betzin (VI). Sie wird massiv in Ziegelrohbau in einfachen romanischen Formen erbaut und mit Pfannen eingedeckt. Das mit sichtbarer Holzdecke versehene Schiff bietet Raum für 265 Sitzplätze, wovon 230 für Erwachsene und 35 für Kinder. Anschlagss. 33 580  $\mathcal{M}$  (139,00  $\mathcal{M}$  f. d. qm, 17,30  $\mathcal{M}$  f. d. cbm und 126,71  $\mathcal{M}$  f. einen Sitzplatz).

7. Die protestantische Kirche in Gorgast (VII), nach bestehendem Grundrifs in den Formen des Rundbogenstiles in Ziegelrohbau erbaut. Sie enthält 975 Sitzplätze, und zwar 787 für Erwachsene, 188 für Kinder, und wird mit Biberschwänzen zum Kronendach eingedeckt. Das Langschiff erhält eine nach der Mitte ansteigende, jeder der Kreuzarme eine gerade Holzdecke. Anschlagss. einschließlich 11 220  $\mathcal{M}$  für künstliche Gründung 94 770  $\mathcal{M}$  (161,63  $\mathcal{M}$  f. d. qm, 17,17  $\mathcal{M}$  f. d. cbm und 85,69  $\mathcal{M}$  f. einen Sitzplatz);



8. Die evangelische Kirche in Voigtshagen (VIII), in einfachen gothisirenden Formen in Ziegelrohbau und mit Ziegelkronendach ausgeführt. Das mit gewölbter Decke versehene Schiff weist 348 Sitzplätze auf, wovon 278 für Erwachsene und 70 für Kinder. Der an der Westseite gelegene quadratische Thurm erhält einen in Holz hergestellten achteckigen Helm. Anschlagss. 42 600  $\mathcal{M}$  (163,0  $\mathcal{M}$  f. d. qm, 17,50  $\mathcal{M}$  f. d. cbm und 122,41  $\mathcal{M}$  f. einen Sitzplatz).

9. Die evangelische Kirche in Strelowshagen (VIII). Dieselbe ist aus Feldsteinen, mit Ziegel-Einfassung der rundbogigen



Oeffnungen und unter Ziegelkronendach erbaut. Das mit gerader Holzdecke versehene Schiff enthält 186 Sitzplätze für Erwachsene, die Orgelempore 46 Sitzplätze für Kinder. Anschlagss. 22500  $\mathcal{M}$  (123,00  $\mathcal{M}$  f. d. qm, 17,00  $\mathcal{M}$  f. d. cbm und 97,00  $\mathcal{M}$  f. einen Sitzplatz).

10. Die evangelische Kirche in Grofs Tuchen (IX) ein einfacher Ziegelrohbau mit geringer Verwendung von Formsteinen und Ziegelkronendach. Das zur Aufnahme von 1293 Sitzplätzen bestimmte Schiff erhält eine nach der Mitte ansteigende Holzdecke. Anschlagss. 102700  $\mathcal{M}$  (78,89  $\mathcal{M}$  f. einen Sitzplatz).

11. Die evangelische Kirche in Scheidelwitz (XIII). Dieselbe ist in Formen des Rundbogenstiles als dreischiffige Anlage in Ziegelrohbau ausgeführt. Das Mittelschiff ist mit Kreuzgewölben, jedes der Seitenschiffe mit böhmischen Kappen überwölbt. Anschlagss. 55500  $\mathcal{M}$  (130,99  $\mathcal{M}$  f. d. qm, 16,03  $\mathcal{M}$  f. d. cbm und 71,89  $\mathcal{M}$  f. einen Sitzplatz).

12. Eine Capelle in Emmeringen (XVI), welche in mittelalterlichen Formen in Ziegelrohbau mit 50 Sitzplätzen und überwölbtem Schiff errichtet wird. Das mit deutschem Schiefer auf Schalung eingedeckte Dach erhält einen kleinen Dachreiter für die Glocken. Anschlagss. 11000  $\mathcal{M}$  (133,50  $\mathcal{M}$  f. d. qm, 18,40  $\mathcal{M}$  f. d. cbm und 220  $\mathcal{M}$  f. einen Sitzplatz).

13. Die evangelische Kirche in Wörblitz (XVII). Sie wird massiv in Ziegelrohbau in einfachen Formen romanischer Bauart ausgeführt und mit Schiefer eingedeckt. Die Decke des 228 Sitzplätze enthaltenden Schiffes wird durch den mit gehobelter und gespundeter Schalung versehenen Dachverband gebildet. An der Westseite erhebt sich ein quadratischer Thurm von 4,10 m Seite. Anschlagss. 27500  $\mathcal{M}$  (140,20  $\mathcal{M}$  f. d. qm, 18,05  $\mathcal{M}$  f. d. cbm und 120,61  $\mathcal{M}$  f. einen Sitzplatz).

14. Die katholische Kirche in Leinefelde (XVIII). Die Kirche wird in frühgothischem Stile in einfachen Formen massiv aus Kalksteinen mit äußerer Verblendung von Mehlsteinen erbaut und zeigt eine dreischiffige Hallenanlage. Sie erhält Sitzplätze für 498 Erwachsene und 177 Kinder. Sämtliche Räume mit Ausnahme der Sacristei sind mit Kreuzgewölben überdeckt. Der 6 m im Geviert messende Thurm an der Nordseite trägt einen achtseitigen, in Holz hergestellten Helm. Sämtliche Dächer werden mit Schiefer eingedeckt. Anschlagss. 150000  $\mathcal{M}$  (206,00  $\mathcal{M}$  f. d. qm, 14,63  $\mathcal{M}$  f. d. cbm, 22,22  $\mathcal{M}$  f. einen Sitzplatz und 162  $\mathcal{M}$  f. einen Kirchgänger).

#### b) Um- bzw. Erweiterungsbauten.

Neu begonnen wurden folgende 6 Um- bzw. Erweiterungsbauten, von denen 5 sich lediglich auf die Erneuerung von Thürmen erstreckten:

1. An der evangelischen Kirche in Kuttien (II) wurde ein durchgreifender Umbau vorgenommen. Anschlagss. 15500  $\mathcal{M}$ .

2. An der katholischen Kirche in Pogutken (III) wurde der Thurm mit einer neuen in Holz hergestellten und mit deutschem Schiefer auf Schalung nach deutscher Art eingedeckten Spitze versehen. Anschlagss. 13800  $\mathcal{M}$  (294,4  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 46,0  $\mathcal{M}$  f. d. cbm).

3. Die Kirche in Französisch Buchholz (VI) erhielt an Stelle des baufälligen Dachreiters einen neuen massiven und mit Schiefer abgedeckten Thurm. Derselbe ist an der südlichen Ecke des Lang- und Querschiffes angebaut und vermittelt nunmehr durch eine Sandsteintreppe den Zugang zur Orgel-Empore.

Anschlagss. 11500  $\mathcal{M}$  (748,21  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 47,72  $\mathcal{M}$  f. d. cbm).

4. An der Kirche in Liepen (VIII) wurde statt des alten durch Blitzstrahl entzündeten und eingäscherten Thurmes aus Fachwerk ein neuer massiver Thurm aufgeführt, die beiden unteren Geschosse aus gesprengten Feldsteinen, die beiden oberen aus Ziegelsteinen, und zwar der Kirche entsprechend in gothischen Formen. Die 14 m hohe Spitze wird in Holz hergestellt und mit Schiefer eingedeckt. Anschlagss. 13000  $\mathcal{M}$  (510,00  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 33,63  $\mathcal{M}$  f. d. cbm).

5. Die Thurmspitze der evangelischen Kirche in Ohlau (XIII), welche durch Blitz und Sturm zerstört war, wurde in der Weise wiederhergestellt, dass das oberste Geschoss in Ziegelrohbau und gothischen Formen aufgeführt und mit einem achtseitigen, hölzernen und mit Schiefer gedeckten Helm bekrönt wurde. Anschlagss. 28500  $\mathcal{M}$  (479,86  $\mathcal{M}$  f. d. qm, und 24,32  $\mathcal{M}$  f. d. cbm).

6. Die Kirche in Bothfeld (XIII) hat, an Stelle des alten abgebrochenen, einen neuen Thurm aus Bruchstein mit Hausteinecken erhalten; die Spitze desselben ist in Holz hergestellt und mit Schiefer auf Schalung abgedeckt. Anschlagss. 10500  $\mathcal{M}$  (621,00  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 32,80  $\mathcal{M}$  f. d. cbm).

#### c) Wiederherstellungsbauten.

1. Die Kirche in Zorndorf (VII) wurde einer Wiederherstellung unterzogen und mit einem neuen Thurm versehen. Das untere Stockwerk desselben konnte im Kern erhalten werden und ist äußerlich mit Ziegeln verblendet, die oberen Stockwerke sind in Ziegelrohbau ausgeführt. Der Helm, in Holz errichtet, hat ein deutsches Schieferdach erhalten. Anschlagss. 15800  $\mathcal{M}$ .

2. Der Wiederherstellungsbau der ehemaligen Abteikirche in Werden (XXXII) begann mit der Beseitigung der alten, das vermauerte Westfenster verdeckenden Orgel. Das Fenster ist in den Leibungen und dem Maßwerk aus Obernkirchener Sandstein hergestellt. Im Westthurme sind die nöthigen Arbeiten zur Aufnahme der bisher im Dachraume des Vierungsturmes untergebrachten Glocken ausgeführt. Auch sind daselbst in dem Glockengeschoss die acht einfachen Fenster als Schallöffnungen in gekuppelte Rundbogenfenster umgewandelt. Anschlagssumme 155900  $\mathcal{M}$ .

## II. Pfarrhäuser.

An Pfarreibauten befanden sich 31 (gegen 42 im Vorjahre) in der Ausführung. Von denselben wurden 13 früher begonnene zu Ende geführt, während das Pfarrhaus in Grofs-Woltersdorf (VI) noch unvollendet blieb. Unter den 17 neu begonnenen Bauausführungen befanden sich 11 Wohngebäude, 1 ganzes Gehöft, 3 Stallgebäude und 2 Scheunen. Von diesen wurden 6 Bauten im selben Jahre auch vollendet, während die Vollendung der übrigen für das folgende Jahr in Aussicht genommen wurde. Die 12 Wohngebäude auf den Pfarreien sind sämtlich massiv in Ziegelrohbau ausgeführt, 7 erhielten ein Schieferdach, 4 wurden mit Biberschwänzen als Kronendach und 1 mit Dachpfannen eingedeckt.

Die Baukosten betragen für ein Pfarrhaus nach den Anschlägen zwischen 15000  $\mathcal{M}$  (Poln. Cexzin IV) und 28500  $\mathcal{M}$  (Sulzbach XXX), f. d. qm bebauter Grundfläche zwischen 73,10  $\mathcal{M}$  (Grünheide II) und 169,40  $\mathcal{M}$  (Sulzbach XXX) und f. d. cbm





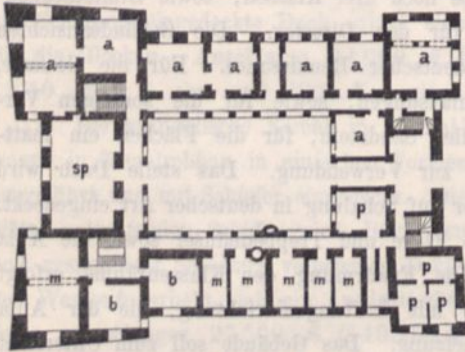


2. das Lehrerinnen-Seminar in Saarburg (XXXIV), für welches nur noch einige Nach- und Nebenarbeiten herzustellen blieben.

Neu begonnen wurden 5 Seminarbauten, von denen der nachfolgend zuerst genannte auch beendet wurde:

1. Bei dem Umbau des alten Klassengebäudes in Petershagen (XXVII) zu Wohnräumen für 60 Seminaristen wurde auf das alte Gebäude, welches ein Kellergeschoß, Erdgeschoß und ein Stockwerk enthielt, noch ein zweites Stockwerk von 3,7 m Höhe aufgesetzt und dieses zu Schlafsälen eingerichtet. In der Mitte des Gebäudes wurde eine massive Steintreppe eingebaut. Anschlagssumme 33000 *M*.

2. Der Umbau des Seminares in Osterode (I) besteht im wesentlichen in der Neuherstellung der westlichen Frontwände des Hauptgebäudes, Einsetzen von Granit-Sohlbänken in sämtliche Fenster, Oelanstrich der Ansichten, Neubeschaffung von 16 inneren Thüren und 40 Doppelfenstern, sowie in der Einrichtung von Musikzimmern im Dachboden, Ausbesserung der Fußböden usw. Anschlagssumme 73000 *M*.

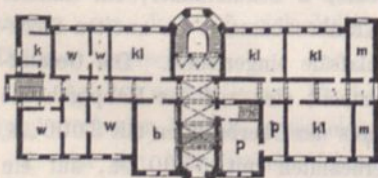


3. In Proskau (XV) wurde das Schloß zu einem katholischen-Lehrer-Seminar umgebaut. Beistehende Abbildung zeigt den Grundriß des Erdgeschosses, in welchem *a* Arbeitszimmer, *b* Sammlungszimmer, *m* Musikzimmer und *p* Wohnung des Hauswartes bezeichnet.

Anschlagssumme 14300 *M*.

4. Das Seminar in Osterburg (XVI) wurde durch einen Anbau erweitert. Ein hochgeführter Treppenthurm vermittelt die Verbindung des Hauptgebäudes mit dem Erweiterungsbau sowie die Stockwerksunterschiede. Anschlagssumme 107900 *M* (182,26 *M* f. d. qm und 11,72 *M* f. d. cbm).

5. Der Neubau des Seminares in Siegburg (XXXIII) besteht in einem Gebäude von 46,77 m Länge und 17,34 m Tiefe, welches aufser einem überwölbten Kellergeschoß ein Erdgeschoß und zwei Stockwerke enthält. Es ist massiv aus Feldbrandziegeln, mit äußerer Verblendung von gelben Thonsteinen und Gesimsen von Werksteinen, ausgeführt und mit Schiefer eingedeckt. Die Heizung erfolgt durch eiserne Oefen. In dem beistehenden Grundriß des Erdgeschosses bedeutet *b* Sammlungszimmer, *p* Hauswart, *kl* Klassenzimmer, *m* Musikzimmer, *w* Lehrerwohnung. Anschlagssumme



160000 *M* (182,9 *M* f. d. qm und 12,66 *M* f. d. cbm).

Außerdem sind 23000 *M* (71,83 *M* f. d. qm und 10,37 *M* f. d. cbm) für eine Turnhalle veranschlagt.

**VII. Turnhallen.**

An Turnhallen-Bauten befanden sich 3 neu begonnene in der Ausführung:

1. Die Turnhalle für das Seminar in Peiskretscham (XV), welche im selben Jahre vollendet wurde. Das Gebäude

ist auf dem Turnplatze parallel zum Seminargebäude massiv in Ziegelrohbau errichtet und mit Pappe eingedeckt. Anschlagss. 20500 *M* (75,13 *M* f. d. qm, 10,88 *M* f. d. cbm und 410,00 *M* für einen Turner).

2. Die Turnhalle für das Gymnasium in Colberg (IX). Dieselbe mußte auf Senkkasten etwa 5 m tief gegründet werden. Sie ist ein Ziegelrohbau unter Holzcementdach. Anschlagss. 18500 *M* (72,00 *M* f. d. qm, 9,4 f. d. cbm und 370,00 *M* f. einen Turner), wovon 6500 *M* auf die künstliche Gründung entfallen. Für Geräte sind außerdem noch 2500 *M* veranschlagt.

3. Die Turnhalle für das Seminar in Osterburg (XVI) Diese ist auf dem Turnplatze, welcher sich an das Seminargehöft anschließt, massiv in Ziegelrohbau unter Schieferdach erbaut und auf einer 1 m hohen Sandbettung gegründet. Zur Einfassung der Fenster und Nischen sind Formsteine verwendet. Anschlagssumme 15900 *M* (59,56 *M* f. d. qm, 10,27 *M* f. d. cbm und 318,00 *M* für einen Turner).

**VIII. Universitätsbauten.**

Gebäude dieser Gattung befanden sich 22 (gegen 15 des Vorjahres) in der Ausführung. Von denselben sind 8 schon früher angefangene zu Ende geführt, 9 neu begonnen worden. Unvollendet blieben:

1. das physicalische Institut in Königsberg i. P. (I), welches zum 1. April 1887 in Benutzung genommen werden sollte;
2. das chemische Laboratorium der vorgenannten Universität, für welches noch der innere Ausbau herzustellen blieb;
3. der Umbau des großen Universitätsgebäudes in Greifswald (X), von dem der Mittelflügel im Rohbau vollendet wurde;
4. das physiologische Institut der Universität in Marburg (XXIX), welches zum größten Theile im Mauerwerk bis zum Hauptgesims hochgeführt, zum Theil unter Dach gebracht wurde;
5. die Regelung der Umgebung der klinischen Anstalten der Universität in Bonn (XXXIII).

Neu begonnen wurden:

a) Neubauten.

1. Das Obductionshaus der Universitäts-Frauenklinik in Berlin (V), welches sich an den östlichen Giebel des an der Ziegelfraße gelegenen Hauptgebäudes der Universitäts-Frauenklinik anschließt und diesem entsprechend einen Ziegelrohbau mit Verblendung von rothen und gelben Siegersdorfer Ziegeln unter Verwendung von gleichen Formsteinen darstellt. Es enthält in gleicher Höhe mit dem Straßenspflaster ein durchweg überwölbtes Kellergeschoß, dessen Anordnung sich aus der nebenstehenden Grundrißzeichnung ergibt; in derselben bedeutet 1 Aufbahrungsraum, 2 Leichenkeller, 3 Waschraum, 4 Raum für die pathologisch-anatomische Sammlung und 5 Dienerzimmer.



Im ersten Stockwerk liegt über 2 und 3 der Secirsaal, über 4 die mikroskopische Sammlung und über 5 ein Arztzimmer. Das zweite Stockwerk umfaßt einen Mikroskopierraum und zwei Untersuchungszimmer. Wegen des erst in größerer Tiefe vorhandenen guten Baugrundes ist das Gebäude auf einer 0,66 m starken, mit Eisen verankerten Beton-



schrift gegründet. Anschlagssumme 54000  $\mathcal{M}$  (198,50  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 19,12  $\mathcal{M}$  f. d. cbm).

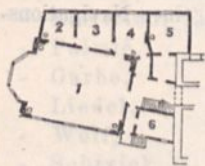
2. Das physiologische Institut der Universität in Greifswald (X), ebenfalls ein Ziegelrohbau, welcher zum Theil mit Schiefer in deutscher Art eingedeckt ist, zum Theil ein Holzcementdach erhalten hat. Es enthält Kellergeschofs, Erdgeschofs und der Vorderbau ein oberes Stockwerk. Das Kellergeschofs nehmen eine Dienerwohnung und Wirthschaftsräume ein. In dem



beigegebenen Grundriffs des Erdgeschosses ist 1 chemischer Arbeitsraum, 2 Vorbereitungsraum, 3 physicalischer Arbeitsraum, 4 Umgang, 5 Hörsaal, 6 Kleiderablage, 7 physicalisches Zimmer, 8 Sammlungsraum, 9 Zimmer des Directors, 10 Zimmer

des Assistenten, 11 optisches Zimmer und 12 Mikroskopzimmer. Ueber 6 bis 12 liegt die Dienstwohnung des Directors. Anschlagssumme 161200  $\mathcal{M}$  (198,95  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 18,94  $\mathcal{M}$  f. d. cbm). Ferner sind 19400  $\mathcal{M}$  für die innere Einrichtung und 9750  $\mathcal{M}$  für Nebenanlagen veranschlagt.

3. Die Operationsbaracke für die chirurgische Universitätsklinik in Breslau (XIII). Dieselbe schließt sich unmittelbar an die Südwestfront des Pulvermacherschen Krankenhauses an, in welchem sich zur Zeit die Klinik befindet. Sie ist ein eingeschossiger Ziegelfachwerksbau, mit Pappbedachung. In dem



beigefügten Grundpläne bezeichnet 1 Operationssaal, 2 Wartezimmer für Zuhörer, 3 Sammlungsraum, 4 Ablegeraum für operierte Kranke, 5 Zimmer des Directors bzw. Privat-Operationszimmer und 6 Zimmer für den Diener. Anschlagssumme 30000  $\mathcal{M}$

(99,00  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 20,65  $\mathcal{M}$  f. d. cbm).

4. Die chirurgische Klinik der Universität in Göttingen (XXI), auf einem im Norden der Stadt gelegenen freien Platze im Zusammenhange mit den übrigen klinischen Bauten errichtet. Die Ausführung erfolgt in einfachem Ziegelrohbau mit Sandsteingesimsen. Der Mittelbau, welcher ein Kellergeschofs, Erdgeschofs und oberes Stockwerk erhält, wird mit Schiefer eingedeckt, während die nur in zwei überwölbten Geschossen angelegten beiden Flügelbauten ein Holzcementdach haben. Im Mittelbau enthält der Keller eine Dienerwohnung sowie Räume für Verwaltungszwecke, das Erdgeschofs Krankenzimmer und das obere Stockwerk Räume für die Poliklinik und den Unterricht, sowie die erforderlichen Räume für Aerzte und Wärter. Die beiden Flügelbauten enthalten nur Krankenzimmer und Wärterzimmer. Die Erwärmung erfolgt durch eine Sammelheizung. Im ganzen sollen 100 Betten Platz finden. Anschlagssumme 511000  $\mathcal{M}$  (214,00  $\mathcal{M}$  f. d. qm, 18,13  $\mathcal{M}$  f. d. cbm und 5110  $\mathcal{M}$  f. ein Bett). Für Nebenanlagen sind außerdem noch 33000  $\mathcal{M}$  veranschlagt.

5. Das pathologische Institut der Universität in Marburg (XXIX), welches auf einem an der Rosenstrasse gelegenen Grundstück hinter dem chemischen Laboratorium und der Augenklinik errichtet wird. Es ist in frühgothischer Bauart ein Ziegelrohbau mit mäfsiger Verwendung von Sandstein, unter einem deutschem Schieferdach aufgeführt. Anschlagssumme 180000  $\mathcal{M}$

#### b) Umbauten und Erweiterungsbauten.

1. An dem Universitätsgebäude in Königsberg (I) wurde die Dachbrüstung beseitigt und die alte schadhaft gewordene Gesimsabdeckung durch eine neue von Granitplatten ersetzt. Ferner wurden die Abfallrohre erneuert und eine neue Drainage- und Entwässerungsanlage hergestellt. Anschlagss. 61000  $\mathcal{M}$

2. Der Anbau eines Hörsaales an das Hauptgebäude der Gebäranstalt der Universität in Kiel (XIX) kam in der Weise zur Ausführung, dafs ein früherer Abortraum als Zugangsflur vom Hauptgebäude und eine alte Theeküche als Eingangsflur für die Studirenden hergerichtet wurden. Der ganz unterkellerte eingeschossige Anbau ist ein einfacher Ziegelrohbau unter einem Holzcementdach. Der Hörsaal erhält Terrazzo-Fufsboden und soll durch eiserne Mantelöfen erwärmt werden. Anschlagss. 11700  $\mathcal{M}$  (121,00  $\mathcal{M}$  f. d. qm und 18,00  $\mathcal{M}$  f. d. cbm). Außerdem sind noch 800  $\mathcal{M}$  für den Umbau der angrenzenden Räume des Hauptgebäudes veranschlagt.

3. Das alte Aulagebäude der Universität in Marburg (XXIX) wurde abgebrochen und durch einen auf 51770  $\mathcal{M}$  veranschlagten Neubau ersetzt.

4. Bei dem Umbau des alten Gymnasialgebäudes in Göttingen (XXI) für Zwecke eines physiologischen Institutes konnten nur die Umfassungswände sowie die Dachbalkenlage und der Dachverband stehen bleiben, bezw. wieder benutzt werden, sämtliche Innenwände dagegen wurden neu aufgeführt. Aufser dem bisherigen Haupteingange an der Burgstrasse wurde noch am Wilhelmsplatze für die Studirenden ein besonderer Zugang geschaffen und daselbst ein neues Treppenhaus angelegt. Der Putz der Außenflächen ist zum Theil erneuert und die Fenster sind mit Sandstein eingefasst worden. Die Erwärmung sämtlicher Räume erfolgt mittels Oefen. Anschlagss. 61000  $\mathcal{M}$ . Außerdem sind noch veranschlagt 13152  $\mathcal{M}$  für die innere Einrichtung und 2148  $\mathcal{M}$  für Stallungen und Nebenanlagen.

#### IX. Gebäude für wissenschaftliche und künstlerische Institute bzw. Sammlungen.

Von hierher gehörigen Bauten befanden sich 10 im Jahre 1886 (gegen 12 des Vorjahres) in der Ausführung. Vier früher angefangene wurden zu Ende geführt, zwei blieben unvollendet und vier wurden neu begonnen. Unvollendet blieben:

1. das Museum für Völkerkunde in Berlin (V), für welches noch die Regelung der Umgebungen sowie die Einrichtung einer elektrischen Beleuchtung erübrigte;
2. das naturhistorische Museum in Berlin (V), bei welchem die gesamte Eindeckung beendet, die massiven Decken und Fufsböden ausgeführt und die Putzarbeiten im wesentlichen fertig gestellt wurden.

Neu begonnen wurden:

1. Der Neubau des botanischen Museums und des pflanzenphysiologischen Instituts in Breslau (XIII). Dasselbe wird in dem botanischen Garten an der Kleinen Domstrasse in einfachem Backsteinrohbau errichtet und erhält Kellergeschofs, Erdgeschofs und zwei Stockwerke. Das Kellergeschofs nimmt zwei Unterbeamten-Wohnungen und die Räume für die Sammelheizung auf, das Erdgeschofs enthält die Wohnung des Garteninspectors sowie Räume für den botanischen Garten, während die botanischen Sammlungen im ersten Stockwerk aufgestellt werden und



das pflanzenphysiologische Institut das zweite Stockwerk einnimmt. Sämtliche Räume des Gebäudes werden mit feuerfesten Decken versehen. Für die Erwärmung ist eine Luftheizungs-Anlage vorgesehen. Von der Gesamtanschlagssumme von 196800 *M.* entfallen auf das Gebäude 179000 *M.* (245,90 *M.* f. d. qm und 13,75 *M.* f. d. cbm), 17100 *M.* auf die Nebenanlagen und 700 *M.* auf Abbruchsarbeiten.

2. Im botanischen Garten in Kiel (XIX) wurden ein Pflanzenhaus, ein Vermehrungshaus und die Aufsenanlagen neu hergestellt. Das Pflanzenhaus umfaßt je ein großes und ein kleines Kalt- und Warmhaus. Als Heizanlage ist Warmwasserheizung gewählt; außerdem wird zur Entwicklung von Dampf für die Befeuchtung der Luft noch eine Niederdruck-Dampfheizung angelegt. Anschlagss. 82000 *M.* (124,00 *M.* f. d. qm und 23,1 *M.* f. d. cbm). Das Vermehrungshaus mit den Frühbeethäusern schließt sich unmittelbar an das Pflanzenhaus an und ist auf 11757 *M.* veranschlagt. Für die Herstellung der Aufsenanlagen sind 66000 *M.* vorgesehen.

3. Der Neubau des Staatsarchivgebäudes in Münster (XXVI). Die Anlage besteht aus zwei Haupttheilen, dem Geschäftshaus und dem eigentlichen Archivgebäude, welche durch einen Zwischenbau mit einander verbunden sind. Die Ansichtsflächen zeigen die Formen deutscher Renaissance; Gesimse, Fenster- und Thürumrahmungen, Giebelabdeckungen und Bekrönungen werden aus Sandstein hergestellt, die Flächen dagegen mit dunkelrothen Ziegeln verblendet. Die Dächer, deren Gerippe ganz aus Eisen besteht, werden mit Schiefer eingedeckt. Sämtliche Decken und Treppen werden durchaus feuersicher ausgeführt. Das Geschäftshaus enthält ein Kellergeschofs, Erdgeschofs und I. Stockwerk.

Im Erdgeschofs befindet sich die Wohnung des Archivdieners und das Botenzimmer, während im I. Stockwerk die Geschäftsräume und das Lesezimmer angeordnet sind. Das Archivgebäude, welches über einem Kellergeschofs fünf niedrige Stockwerke zeigt, dient ausschließlich zur Unterbringung von Archivalien. Die Erwärmung der Räume soll durch eine Warmwasserheizung erfolgen. Da der Bauplatz über dem ehemaligen mit Bauschutt verfüllten Stadtgraben liegt, wurde eine Gründung auf Sand-schüttung erforderlich. Von der Gesamtanschlagssumme von 187000 *M.* entfallen auf das Hauptgebäude 165500 *M.* (326,40 *M.* f. d. qm und 21,50 *M.* f. d. cbm), 13500 *M.* auf die Sandschüttung und 8000 *M.* auf die Nebenanlagen.

4. In Göttingen (XXI) wurde die Sternwarte einem Umbau unterzogen. Der Mittelbau enthält einen mittleren Kuppelbau und zwei seitlich angrenzende Beobachtungsräume. Die vorhandene nicht drehbare Kuppel soll beseitigt und an Stelle derselben eine neue drehbare beschafft werden. Ferner sollen die Dächer der Beobachtungsräume mit Holzcementbedachung versehen werden. Die Neubeschaffung eines Heliometers ist angeordnet. Anschlagss. für den Umbau des Gebäudes 62500 *M.*, für die Nebenanlagen 4500 *M.* und für Instrumente 36000 *M.*, zusammen 103000 *M.*

**X. Technische Lehranstalten, Akademien und Fachschulen.**

Von den Bauten dieser Art, zwei an der Zahl (gegen 3 im Vorjahre) wurde der bereits früher begonnene zu Ende geführt. Neu begonnen wurde nur der Neubau einer Navigationsvorschule in Westrhauderfehn (XXV).

(Schluß folgt.)

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

(Am 1. December 1887.)

**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, Ober-Bau- und Ministerial-Director der technischen Abtheilung für die Staats-Eisenbahnen.

**a) Vortragende Räthe.**

- Hr. Schönfelder, Ober-Baudirector.
- Herrmann, desgl.
- Siegert, Geheimer Ober-Baurath.
- Schwedler, desgl.
- Baensch, desgl.
- Franz, desgl.
- Dieckhoff, desgl.
- Wiebe, desgl.
- Oberbeck, desgl.
- Hagen, desgl.
- Grüttefien, desgl.
- Adler, desgl.

- Hr. Küll, Geheimer Ober-Baurath.
- Schröder, desgl.
- Kozlowski, desgl.
- Stambke, desgl.
- Endell, Geheimer Baurath.
- Nath, desgl.
- Jungnickel, desgl.
- Dresel, desgl.
- Lange, desgl.
- Tolle, Geheimer Regierungsrath
- von Tiedemann, desgl. } technische Hilfsarbeiter.

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

- Hr. Ehlert, Regierungs- und Baurath, Vorsteher des Bureaus.
- Claus, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Huntemüller, desgl.



- Hr. May, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Fritze, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Thelen, desgl.

e) Im technischen Bureau der Abtheilung für das Bauwesen.

- Hr. Sarrazin, Regierungs- und Baurath.  
 - Thiele, Baurath.

B. Bei dem Eisenbahn-Commissariat in Berlin.

- Hr. Bensen, Geheimer Ober-Regierungsrath.

C. Bei den Königlichen Eisenbahn-Directionen.

1. Eisenbahn-Direction in Berlin.

- Hr. Wex, Präsident.  
 - Krancke, Ober-Baurath, Abtheilungs-Dirigent.  
 - Grapow, Geheimer Regierungsrath, Mitglied der Direction.  
 - Rock, desgl. desgl.  
 - Bachmann, desgl. desgl.  
 - Hasse, Regierungs- und Baurath, desgl.  
 - Werchan, Eisenbahn-Director, desgl.  
 - Wichert, desgl. desgl.  
 - Sattig, Regierungs- und Baurath.  
 - Haafsen-gier, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Becker, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Piernay, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Köhne, desgl. desgl.  
 - Schrey, Eisenbahn-Bauinspector.  
 - Lamfried, Eisenbahn-Maschineninspector in Halensee.  
 - Palmié, desgl. in Stargard.  
 - Garbe, desgl. in Berlin.  
 - Liedel, desgl. in Frankfurt a/O.  
 - Wolf, desgl. in Greifswald.  
 - Sobtzick, desgl. in Eberswalde.  
 - Götze, desgl. in Breslau.  
 - Wagner, desgl. in Lauban.  
 - Haas, Eisenbahn-Bauinspector in Guben.

Betriebsamt Berlin (Berlin-Sommerfeld).

- Hr. von Schütz, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Nowack, desgl.  
 - Weiss, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Roth, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Frankfurt a/O.  
 - Mehrtens, desgl. desgl.

Betriebsamt Berlin (Stadt- u. Ringbahn).

- Hr. Taeger, Regierungs- und Baurath.  
 - Housselle, desgl.  
 - Schwartz, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Courtois, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Grapow, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Betriebsamt Stralsund.

- Hr. Klose, Regierungs- und Baurath.  
 - Michaelis, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Goos, desgl.  
 - Kirsten, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Schüler, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Schröder, desgl. in Berlin.

Betriebsamt Breslau (Breslau-Sommerfeld).

- Hr. Schulze, Regierungs- und Baurath.  
 - Bartels, desgl. (beurlaubt).  
 - Massalsky, Baurath.

- Hr. Hinkeldeyn, Land-Bauinspector, Vorsteher (auftrw.)  
 - L. Böttger I., Land-Bauinspector.  
 - Nitka, desgl.  
 - Bohn, desgl. (beurlaubt).  
 - Meyer, Wasser-Bauinspector.  
 - P. Böttger II., Land-Bauinspector.  
 - Wiethoff, desgl.  
 - Claussen, Wasser-Bauinspector.  
 - Kieschke, Land-Bauinspector.

- Hr. Koschel, Regierungs- und Baurath.

- Hr. Vogel, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - König, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Kieckhoefer, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Liegnitz.

Betriebsamt Breslau (Breslau-Halbstadt).

- Hr. Monscheuer, Regierungs- und Baurath.  
 - Rebentisch, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Wüstnei, Eisenbahn-Bauinspector  
 - Sartig, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Liegnitz.

Betriebsamt Görlitz.

- Hr. Garcke, Regierungs- und Baurath.  
 - Wollanke, desgl.  
 - Suck, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Gantzer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Cramer, desgl. in Hirschberg.  
 - Bothe, desgl. in Waldenburg.

Betriebsamt Stettin (Berlin-Stettin).

- Hr. Blanck, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Jacobi, desgl.  
 - Stösger, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Heinrich, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Wiegand, desgl. in Freienwalde.  
 - Bathmann, desgl. in Berlin.

Betriebsamt Stettin (Stettin-Stralsund).

- Hr. Lademann, Regierungs- und Baurath.  
 - Wolff (Leopold), desgl.  
 - Lücken, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Rosenkranz, Eisenbahn-Bauinspector.  
 - von Boguslawski, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Lorentz, desgl. in Greifswald.

Betriebsamt Berlin (Berlin-Dresden).

- Hr. Fischer, Regierungs- und Baurath.  
 - Lutterbeck, Eisenbahn-Maschineninspector.

Betriebsamt Cottbus.

- Hr. Wagemann, Regierungs- und Baurath.  
 - Sprenger, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Kuntze, Eisenbahn-Bauinspector.  
 - Wetz, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Rieken, desgl. in Berlin.

Betriebsamt Guben.

- Hr. Büttner, Regierungs- und Baurath.  
 - Klemann, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Bansen, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Züllichau.  
 - Plate, desgl. in Schwiebus.



2. Eisenbahn-Direction in Bromberg.

- Hr. Schmeitzer, Ober-Baurath, Abtheilungs-Dirigent.  
 - Suche, Regierungs- und Baurath, desgl. (auftrw.)  
 - Graef, Eisenbahn-Director, Mitglied der Direction.  
 - Giese, Regierungs- und Baurath, desgl.  
 - Baumert, desgl. desgl.  
 - Ramm, Eisenbahn-Director, desgl.  
 - Bauer, Regierungs- und Baurath, desgl.  
 - Reuter, desgl. desgl.  
 - Bachmann, Regierungs- und Baurath.  
 - Niemann, Baurath.  
 - Rohrmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Doepke, desgl.  
 - Holzheuer, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Mertz, desgl.  
 - Storbeck, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Bergmann, Land-Bauinspector.  
 - Klövekorn, Eisenbahn-Maschineninspector in Bromberg.  
 - Bellach, desgl. in Königsberg.  
 - Rustemeyer, desgl. in Berlin.  
 - Pfützenreuter, Eisenbahn-Bauinspector in Ponarth.

Betriebsamt Berlin.

- Hr. Rasch, Regierungs- und Baurath.  
 - Dr. zur Nieden, desgl.  
 - Müller (Karl), Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Hoffmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Stuertz, desgl. in Landsberg.

Betriebsamt Bromberg.

- Hr. Blumberg, Regierungs- und Baurath.  
 - Siehr, desgl.  
 - Naud, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Franck, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Doerenberger, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Schulte, desgl. in Graudenz.

Betriebsamt Danzig.

- Hr. Wolff (Adolf), Regierungs- und Baurath.  
 - Darup, desgl.  
 - Stephan, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Multhaupt, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Braune, desgl. in Elbing.  
 - Francke (Adolf), desgl. in Dirschau.

Betriebsamt Königsberg.

- Hr. Rupertus, Regierungs- und Baurath.  
 - Sperl, desgl.  
 - Buchholtz, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Merseburger, Eisenbahn-Bauinspector.  
 - Lincke, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Tilsit.  
 - Dunaj, desgl. in Lyck.

Betriebsamt Thorn.

- Hr. Kahle, Regierungs- und Baurath.  
 - Grofsmann, desgl.  
 - Bockshammer, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Boysen, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Graudenz.  
 - Paffen, desgl. in Osterode.

Betriebsamt Schneidemühl.

- Hr. Vieregge, Regierungs- und Baurath.  
 - Balthasar, Baurath.  
 - Vofsköhler, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Sauer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Coulmann, desgl. in Conitz.

Betriebsamt Stettin.

- Hr. Richter, Regierungs- und Baurath (beurlaubt).  
 - Mohr (Georg), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Schnebel, desgl. in Stargard.  
 - Stiebler, Eisenbahn-Maschineninspector in Stolp.  
 - Ritter, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector daselbst.

Betriebsamt Stolp.

- Hr. Nahrath, Regierungs- und Baurath.  
 - Schultz, desgl.  
 - Stempel, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Löhr, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Neustettin.

Betriebsamt Allenstein.

- Hr. Reys, Regierungs- und Baurath.  
 - Röhner, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Scheibke, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Fuchs, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Tacke, desgl. in Insterburg.

Betriebsamt Posen.

- Hr. Kricheldorff, Regierungs- und Baurath.  
 - Frankenfeld, desgl.  
 - Oertel, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Prins, desgl. in Inowrazlaw.

3. Eisenbahn-Direction in Hannover.

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

- Früh, Geheimer Regierungsrath, Mitglied der Direction.  
 - Rampoldt, desgl. desgl.  
 - Ruchholtz, Regierungs- und Baurath, desgl.  
 - Tacke, Eisenbahn-Director, desgl.  
 - Busse, Regierungs- und Baurath, desgl.  
 - Uhlenhuth, Eisenbahn-Director, desgl.  
 - Leuchtenberg, Regierungs- und Baurath.  
 - Hellwig, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Führ, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - du Plat, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Schwering, desgl.  
 - Dieckhaut, Eisenbahn-Maschineninspector in Cassel.  
 - Thiele, desgl. in Leinhausen.  
 - Schneemann, desgl. daselbst.  
 - Trapp, desgl. in Göttingen.  
 - Müller (Wilh.), desgl. in Paderborn.  
 - Castell, desgl. in Minden.  
 - von Borries, Eisenbahn-Bauinspector in Leinhausen.

Betriebsamt Hannover (Hannover-Rheine).

- Hr. Maret, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Köster, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Herzog, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Bremer, desgl.  
 - Schmiedt, Baurath in Minden.  
 - Arndt, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Osnabrück.  
 - Wollanke, desgl. in Hamm.

Betriebsamt Hannover (Hannover-Altenbeken).

- Hr. Beckmann, Regierungs- und Baurath.  
 - Göring, desgl.  
 - Boedecker, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Schellenberg, desgl. in Hameln.

Betriebsamt Paderborn.

- Hr. Schulenburg, Regierungs- und Baurath.  
 - Koch, desgl.  
 - George, Baurath.  
 - Tilly, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Sarrazin, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.



Betriebsamt Harburg.

- Hr. Melchior, Regierungs- und Baurath.  
 - Lobach, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Diefenbach, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Sauerwein, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Müller (Johannes), desgl. in Uelzen.

Betriebsamt Cassel (Hannover-Cassel).

- Hr. Wilde, Regierungs- und Baurath.  
 - Sobeczko, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Reusing, desgl.  
 - Vockrodt, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Fischer (August), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Hannover.

Betriebsamt Cassel (Main-Weser-Bahn).

- Hr. Uthemann, Regierungs- und Baurath.  
 - Förster, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Werres, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Beckmann, desgl.  
 - Heyl, Baurath, in Frankfurt a/M.  
 - Schwamborn, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Marburg.

Betriebsamt Bremen.

- Hr. Scheuch, Baurath.  
 - Bischof, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Baehrecke, desgl.  
 - Wiesner, desgl.  
 - Dege, Eisenbahn-Maschineninspector.

4. Eisenbahn-Direction in Frankfurt a/M.

- Hr. Vogel, Ober-Baurath, Abtheilungs-Dirigent.  
 - Sebaldt, Regierungs- und Baurath (beurlaubt).  
 - Böttcher, Regierungs- und Baurath, Mitglied der Direction.  
 - Heckmann, Eisenbahn-Director, desgl.  
 - Porsch, Regierungs- und Baurath desgl.  
 - Hottenrott, desgl.  
 - Kirsten, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Velde, desgl.  
 - König (Josef), desgl.  
 - Fischer, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Hanke, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Riese, desgl.  
 - Jung, Eisenbahn-Maschineninspector in Limburg.  
 - Oestreich, desgl. in Fulda.  
 - Olfenius, desgl. in Halle a/S.

Betriebsamt Frankfurt a/M.

- Hr. Knoche, Regierungs- und Baurath.  
 - Schmidt, desgl.  
 - Schmitz, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Wolff, desgl.  
 - Siegel, Eisenbahn-Bauinspector.  
 - Bücking, Baurath in Fulda.  
 - Seliger, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Göttingen.

Betriebsamt Nordhausen.

- Hr. Ballauff, Regierungs- und Baurath.  
 - Gudden, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Franke (Ernst), desgl.  
 - Holzapfel, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Danziger, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - König (Rudolf), desgl. in Eschwege.  
 - Busse, desgl. in Halle a/S.

Betriebsamt Wiesbaden.

- Hr. Hilf, Geheimer Regierungsrath.  
 - Usener, Baurath.  
 - Wagner, desgl.  
 - Zickler, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Neuschäfer, Ober-Maschinenmeister.  
 - Alken, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Frederking, desgl. in Limburg.

Betriebsamt Berlin.

- Hr. Stock, Regierungs- und Baurath.  
 - Ritter, Baurath.  
 - Callam, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Richard, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Schmidt (Hermann), desgl. in Hettstedt.

5. Eisenbahn-Direction in Magdeburg.

- Hr. Loeffler, Präsident.  
 - Spielhagen, Ober-Bau- und Geheimer Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent.  
 - Hardt, Geheimer Regierungsrath, Mitglied der Direction.  
 - Schubert, Regierungs- und Baurath, desgl.  
 - Büte, Eisenbahn-Director, desgl.  
 - Skalweit, Regierungs- und Baurath, desgl.  
 - Landgrebe, Eisenbahn-Director, desgl.  
 - Hassenkamp, Regierungs- und Baurath, desgl. (auftrw.)  
 - Neitzke, desgl.  
 - Eggert, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Erdmann, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Farwick, desgl.  
 - Crüger, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Albert, desgl.  
 - Turner, Eisenbahn-Maschineninspector in Potsdam.  
 - Brünjes, desgl. in Stendal.  
 - Thomas, desgl. in Buckau.  
 - Vocke, desgl. in Berlin.  
 - Harsleben, desgl. in Braunschweig.  
 - Rimrott, Eisenbahn-Bauinspector in Halberstadt.

Betriebsamt Berlin (Berlin-Lehrte).

- Hr. Illing, Regierungs- und Baurath.  
 - Masberg, desgl.  
 - Rehbein, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Schumacher, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Schmedes, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Neuenfeldt, desgl. in Stendal.

Betriebsamt Berlin (Berlin-Magdeburg).

- Hr. Schneider, Regierungs- und Baurath.  
 - Beil, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Meyer (August), Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Mackenthun, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Schucht, Baurath in Brandenburg.

Betriebsamt Magdeburg (Wittenberg-Leipzig).

- Hr. Urban, Regierungs- und Baurath.  
 - Knebel, desgl.  
 - Kern, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Meyer (Robert), Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Bode, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Müller (Arthur), desgl.  
 - Mackensen (Wilh.), desgl.  
 - Nitschmann, desgl. in Halle a/S.  
 - Peltz, Land-Bauinspector daselbst.



Betriebsamt Magdeburg (Magdeburg-Halberstadt).

- Hr. Seick, Regierungs- und Baurath.
- Schwedler (Friedrich), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Schlemm, desgl.
- Schmidt (Friedrich Karl), desgl.
- Wilhelm, Eisenbahn-Bauinspector.

Betriebsamt Halberstadt.

- Hr. Theune, Regierungs- und Baurath.
- Ziegler, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Schunck, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Henning, desgl.

Betriebsamt Braunschweig.

- Hr. Sternke, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Menadier, desgl.
- Fuldner, desgl.
- Steigertahl, desgl.
- Kelbe, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Peters, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Seesen.

6. Eisenbahn-Direction in Köln (linksrheinisch).

- Hr. Lohse, Ober-Bau- und Geheimer Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent.
- Dirksen, desgl. desgl.
- Rüppell, Regierungs- und Baurath, Mitglied der Direction.
- von Gabain, Regierungs- und Baurath, desgl.
- Siegert, Eisenbahn-Director, desgl.
- Jüttner, Regierungs- und Baurath.
- Gehlen, desgl.
- Semler, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Jaehns, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Kohn, desgl.
- Schürmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Rohde, Eisenbahn-Maschineninspector in Crefeld.
- Woytt, desgl. in Nippes.
- Schlesinger, desgl. daselbst.
- Oehlert, desgl. daselbst.
- Wenig (Karl), desgl. in Saarbrücken.

Betriebsamt Trier.

- Hr. de Nerée, Regierungs- und Baurath.
- Schäfer, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Müller (Eduard), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Blum, desgl.
- Hacke, desgl.

Betriebsamt Coblenz.

- Hr. Altenloh, Regierungs- und Baurath.
- Wachenfeld, Baurath.
- Schreinert, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Heimann, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Viereck, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Bonn.

Betriebsamt Köln (linksrheinisch).

- Hr. Dieckmann, Regierungs- und Baurath.
- Braun, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Wessel, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Rennen, desgl.
- Westphal, Baurath in Euskirchen.

Betriebsamt Crefeld.

- Hr. v. d. Sandt, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Homburg, desgl.
- Kunz, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Hagen, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Cleve.

Betriebsamt Saarbrücken.

- Hr. Bormann, Regierungs- und Baurath.
- Usener, desgl.
- Loycke, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Könen, desgl.
- Hirsch, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Daub, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Zeh, Baurath in Creuznach.

Betriebsamt Aachen.

- Hr. Dulk, Regierungs- und Baurath.
- Hentsch, desgl.
- Rücker, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Losehand, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Rettberg, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Berthold, desgl. in M.-Gladbach.

7. Eisenbahn-Direction in Köln (rechtsrheinisch).

- Hr. Jaedicke, Ober-Bau- und Geheimer Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent.
- Rumschoettel, Regierungs- u. Baurath, Mitglied der Direction.
- Girscher, Eisenbahn-Director, desgl.
- Spoerer, desgl. desgl.
- Schilling, Regierungs- und Baurath, desgl.
- Bessert-Nettelbeck, desgl. desgl.
- Kottenhoff, desgl. desgl.
- Meifsner, desgl.
- Kluge, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Esser, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Schmitz (Gustav), desgl.
- Pohlmeier, Eisenbahn-Director in Dortmund.
- Sürth, Baurath daselbst.
- Kohler, Eisenbahn-Maschineninspector in Osnabrück.
- Boecker, desgl. in Oberhausen.
- Monjé, desgl. in Speldorf.
- Hummell, desgl. in Lingen.
- Claasen, desgl. in Betzdorf.
- Ingenohl, desgl. in Deutz.
- Schiffers, desgl. in Deutzerfeld.
- Bobertag, Eisenbahn-Bauinspector in Dortmund.

Betriebsamt Münster (Münster-Emden).

- Hr. Buchholtz, Regierungs- und Baurath.
- Haarbeck, desgl.
- Arndts, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Höbel, desgl.
- Seeliger, desgl.
- Wilhelmi, Eisenbahn-Bauinspector.
- Vofs, Baurath in Emden.
- Herold, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Norden.

Betriebsamt Münster (Wanne-Bremen).

- Hr. van den Bergh, Regierungs- und Baurath.
- Lueder, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- von Flotow, desgl.
- Friedrichsen, desgl.
- Böhme, desgl. in Osnabrück.

Betriebsamt Dortmund.

- Hr. Zillefsen, Regierungs- und Baurath.
- Janssen, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Attern, gen. Othegraven, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Caspar, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Ulrich, desgl.
- Stölting, desgl. in Hamm.



## Betriebsamt Essen.

- Hr. Grünhagen, Regierungs- und Baurath.  
 - Brennhausen, Baurath.  
 - Pilger, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Bönisch, desgl.  
 - Koch, desgl.  
 - Vollrath, desgl.  
 - Goldkuhle, desgl.

## Betriebsamt Düsseldorf.

- Hr. Ruland, Regierungs- und Baurath.  
 - Totz, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Schmitz (Karl), Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Staggemeyer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Meisel, desgl. in Wesel.

## Betriebsamt Wesel.

- Hr. von Geldern, Regierungs- und Baurath.  
 - Heis, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Fank, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Schmidt (Rudolf), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector  
 in Burgsteinfurt.

## Betriebsamt Köln.

- Hr. Behrend, Regierungs- und Baurath.  
 - Paul, desgl.  
 - Reichmann, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Mackensen (Ernst), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Altstaedt, desgl.  
 - Thomsen, desgl. in Wetzlar.

## Betriebsamt Neuwied.

- Hr. Menne, Regierungs- und Baurath.  
 - Lange, desgl.  
 - Richter, Baurath.  
 - Hövel, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Meyen, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Dr. Bräuler, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector  
 in Limburg.

## 8. Eisenbahn-Direction in Elberfeld.

- Hr. Brandhoff, Ober-Bau- und Geheimer Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent.  
 - Quensell, Geheimer Regierungsrath, Mitglied der Direction.  
 - Mechelen, Regierungs- und Baurath, desgl.  
 - Lex, desgl. desgl.  
 - Finckbein, Eisenbahn-Director, desgl.  
 - Delmes, Regierungs- und Baurath.  
 - Fischbach, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Hesse, Eisenbahn-Maschineninspector (tritt am 1. 1. 88 in den Ruhestand).  
 - Clausnitzer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Hesse (August), desgl.  
 - Nöh, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Rumschöttel, desgl. (beurlaubt).  
 - Wittmann, desgl. in Arnberg.  
 - Schmidt, desgl. in Witten.  
 - Müller (Gustav), desgl. daselbst.  
 - Köhler, desgl. daselbst.  
 - Eichacker, desgl. in Siegen.  
 - Rofskothen, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinsp. in Düsseldorf.  
 - Stoeckel, Eisenbahn-Maschineninspector in Langenberg.  
 - Schachert, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Barmen.  
 - Mayr, Eisenbahn-Bauinspector in Elberfeld.  
 - Mohr (Julius), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector  
 in Kirchen.

## Betriebsamt Düsseldorf.

- Hr. Siewert, Baurath.  
 - Brewitt, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Keller, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Brökelmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Goepel, desgl.  
 - von den Bercken, desgl. in Lennep.  
 - Lottmann, desgl. in Elberfeld.

## Betriebsamt Essen.

- Hr. Janssen, Regierungs- und Baurath.  
 - Berendt, Baurath.  
 - Awater, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Kuhlmann, desgl.  
 - Sprengell, desgl.

## Betriebsamt Cassel.

- Hr. Tobien, Regierungs- und Baurath.  
 - Eibach, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Kiene, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Hahn, desgl. in Warburg.  
 - Ehrenberg, desgl. in Arnberg.

## Betriebsamt Altena.

- Hr. Otto, Regierungs- und Baurath.  
 - Rump, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Werner, desgl.  
 - Philippi, desgl. in Siegen.

## Betriebsamt Hagen.

- Hr. von Rutkowski, Regierungs- und Baurath.  
 - Schmidts, desgl.  
 - Bechtel, Baurath.  
 - Bartels, desgl.  
 - Eversheim, desgl.  
 - Schmidt, Eisenbahn-Bauinspector.

## 9. Eisenbahn-Direction in Erfurt.

- Hr. Quassowski, Ober-Bau- und Geheimer Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent.  
 - Messow, Regierungs- und Baurath, Mitglied der Direction.  
 - Wiedenfeld, desgl. desgl.  
 - Lochner, Eisenbahn-Director, desgl.  
 - Dato, Regierungs- und Baurath, desgl.  
 - Diedrich, Eisenbahn-Director, desgl.  
 - Textor, Regierungs- und Baurath (scheidet am 1. 1. 88 aus dem Staatsdienste).  
 - Bork, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Kistenmacher, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Kiepenheuer, desgl.  
 - Meyer (James), Eisenbahn-Maschineninspector in Gotha.  
 - Schröter, desgl. in Cottbus.  
 - Schwahn, desgl. in Tempelhof.  
 - Langbein, desgl. in Erfurt.

## Betriebsamt Cassel.

- Hr. Hinüber, Regierungs- und Baurath.  
 - Allmenröder, desgl.  
 - Urban, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Hinrichs, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

## Betriebsamt Erfurt.

- Hr. Schwarzenberg, Baurath.  
 - Claudius, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Geitel, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Schwedler (Gustav), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Höft, desgl. in Arnstadt.



## Betriebsamt Weifsenfels.

- Hr. Lütteken, Regierungs- und Baurath.  
 - Wenderoth, Baurath.  
 - Brettmann, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Bens, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Zinkeisen, desgl. in Leipzig.

## Betriebsamt Berlin.

- Hr. Magnus, Baurath.  
 - Hennig, Eisenbahn-Director.  
 - Lantzendörffer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Kolle, desgl.  
 - Clemens, Baurath in Wittenberg.  
 - Gestewitz, desgl. in Leipzig.

## Betriebsamt Dessau.

- Hr. Murray, Regierungs- und Baurath.  
 - Bollmann, Baurath.  
 - Zeyfs, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Fischer (Julius), desgl.  
 - Wenig (Robert), Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Horwicz, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Hoyerswerda.

## Betriebsamt Halle a/S.

- Hr. Kessel, Regierungs- und Baurath.  
 - Abraham, desgl.  
 - Ahrendts, Eisenbahn-Bauinspector.  
 - Blumenthal, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

## 10. Eisenbahn-Direction in Breslau.

- Hr. Grotefend, Ober-Bau- und Geheimer Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent.  
 - Schwabe, Geheimer Regierungsrath, Mitglied der Direction.  
 - Grimmer, Eisenbahn-Director, desgl.  
 - Schmitt, Regierungs- und Baurath, desgl.  
 - Bender, desgl. desgl.  
 - Jordan, desgl. desgl.  
 - Mentzel, desgl.  
 - Piosseck, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Mohn, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Bindemann, desgl.  
 - Hirsekorn, desgl. in Breslau.  
 - Schiwon, desgl. daselbst.  
 - Traeder, desgl. in Posen.  
 - Hessenmüller, desgl. in Breslau.

## Betriebsamt Breslau (Brieg-Lissa).

- Hr. Grofse, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Gabriel, desgl.  
 - Eberle, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Doulin, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

## Betriebsamt Breslau (Breslau-Tarnowitz).

- Hr. Naumann, Regierungs- und Baurath.  
 - Sellin, Baurath.  
 - Stratemeyer, desgl.  
 - Fuhrberg, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Tarnowitz.

## Betriebsamt Glogau.

- Hr. Gutmann, Regierungs- und Baurath.  
 - Beyer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Klopsch, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Reimer, Baurath in Stettin.

## Betriebsamt Oppeln.

- Hr. Wernich, Regierungs- und Baurath.  
 - Schaper, desgl.  
 - Dr. Mecklenburg, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

## Betriebsamt Lissa.

- Hr. Pauly, Regierungs- und Baurath.  
 - Büscher, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Fein, desgl.

## Betriebsamt Kattowitz.

- Hr. Steegmann, Geheimer Regierungsrath.  
 - Neumann, Regierungs- und Baurath.  
 - Kolszewski, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Brauer, desgl.  
 - Brosius, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Gottstein, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Beuthen O/S.

## Betriebsamt Ratibor.

- Hr. Schröder, Regierungs- und Baurath.  
 - Reck, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Urban, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

## Betriebsamt Posen.

- Hr. Kielhorn, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Buddenberg, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Treibich, desgl.  
 - Thewalt, desgl.

## Betriebsamt Neifse.

- Hr. Taeglichsbeck, Regierungs- und Baurath.  
 - Mappes, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Müller (Paul), desgl.  
 - Augustin, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Sugg, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Glünder, Baurath in Glatz.

## 11. Eisenbahn-Direction in Altona.

- Hr. Tellkamp, Ober-Bau- und Geheimer Regierungsrath, Abtheilungs-Dirigent.  
 - Wegener, Eisenbahn-Director, Mitglied der Direction.  
 - Krause, Regierungs- und Baurath, desgl.  
 - Kuppisch, Eisenbahn-Maschineninspector, desgl. (auftrw.)  
 - Ulrich, desgl.  
 - Passauer, desgl.  
 - Caesar, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Haafs, desgl.  
 - Schneider, Eisenbahn-Maschineninspector in Neumünster.  
 - Reimann, desgl. in Wittenberge (tritt am 1. 1. 88 in den Ruhestand).  
 - Walter, desgl. in Berlin.  
 - Fenkner, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Pritzwalk.  
 - Rizor, Eisenbahn-Bauinspector in Wittenberge.

## Betriebsamt Berlin.

- Hr. Eilert, Regierungs- und Baurath.  
 - Schneider, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Maercker, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Kühnert, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Wittenberge.

## Betriebsamt Hamburg.

- Hr. Jungbecker, Regierungs- und Baurath.  
 - Kärger, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
 - Brandt, Eisenbahn-Maschineninspector.  
 - Hesse (Robert), Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

## Betriebsamt Kiel.

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



Betriebsamt Flensburg.

- Hr. Petersen, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
- Reinert, Eisenbahn-Maschineninspector.
- Fieck, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

D. Bei Provincial-Verwaltungs-Behörden.

1. Regierung in Königsberg in Pr.

- Hr. Zastrau, Regierungs- und Baurath in Königsberg.
- Natus, desgl. daselbst.
- Hellwig, desgl. daselbst.
- Schmarsow, Kreis-Bauinspector in Neidenburg.
- Dempwolff, Baurath, Hafen-Bauinspector in Memel.
- Friedrich, Baurath, Kreis-Bauinspector in Braunsberg.
- Ihne, desgl. in Königsberg (Ldkr. Fisch-
- Cartellieri, Baurath, desgl. in Allenstein. hausen).
- Kaske, desgl. desgl. in Bartenstein.
- Schütte, desgl. desgl. in Rastenburg.
- Siebert, desgl. desgl. in Königsberg (Stadtkreis I).
- Ossent, desgl. desgl. in Ortelsburg.
- Meyer, desgl. desgl. in Memel.
- Funck, desgl. desgl. in Königsberg (Ldkr. Eylau).
- Rauch, Kreis-Bauinspector in Königsberg (Landkreis).
- Hoehne, desgl. in Rüssel.
- Bessel-Lorck, Land-Bauinspector, (technischer Hilfsarbeiter) in Königsberg.
- Fuchs, Kreis-Bauinspector in Mohrungen.
- Gibelius, desgl. in Osterode O/Pr.
- Dapper, desgl. in Labiau.
- Mende, desgl. in Wehlau.
- Schierhorn, Hafen-Bauinspector in Pillau.
- vom Dahl, Bauinspector, (techn. Hilfsarbeiter) in Königsberg.
- Morgenstern, Wasser-Bauinsp. in Zölz bei Maldeuten O/Pr.
- Fechner, desgl. in Tapiau.
- Tieffenbach, comm. Kreis-Bauinspector in Königsberg (Stadt-
- kreis II).

2. Regierung in Gumbinnen.

- Hr. Dittmar, Regierungs- und Baurath in Gumbinnen.
- Kröhnke, comm. desgl. daselbst.
- Siehr, Baurath, Kreis-Bauinspector in Insterburg.
- Kapitzke, desgl. desgl. in Tilsit.
- Schlichting, Baurath, Wasser-Bauinspector daselbst.
- Dannenberg, desgl. Kreis-Bauinspector in Lyck.
- Zirolecki, desgl. in Johannisburg.
- Blankenburg, desgl. in Gumbinnen.
- Kellner, desgl. in Kaukehmen.
- Schoetensack, Wasser-Bauinspector in Kuckerneese.
- Bluhm, Kreis-Bauinspector in Pillkallen.
- Marggraff, Kreis-Bauinspector in Angerburg.
- Scheurmann, desgl. in Sensburg.
- Voerkel, desgl. in Lötzen.
- Beckmann, desgl. in Ragnit.
- Hausmann, Bauinspector (techn. Hilfsarbeiter) in Gumbinnen.
- Pelizäus, comm. Kreis-Bauinspector in Goldap.
- Baumgarth, Kreis-Bauinspector in Stallupönen.

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

- Hr. Kozlowski, Regierungs- und Baurath, Strom-Baudirector in Danzig.
- Kischke, Baurath, Wasser-Bauinspector in Elbing.
- Barnick, desgl. desgl. in Marienwerder.
- Steinbick, desgl. desgl. in Danzig.
- Bauer, Wasser-Bauinspector in Culm.
- Görz, Wasser-Bauinspector und Stellvertreter des Strom-Bau-
- directors in Danzig.

4. Regierung in Danzig.

- Hr. Ehrhardt, Regierungs- und Baurath in Danzig.
- Loenartz, desgl. daselbst.

12. Main-Neckar-Bahn.

- Hr. Cordes, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Frankfurt a. M.

- Hr. von Schon, Baurath, Kreis-Bauinspector in Danzig.
- Passarge, desgl. desgl. in Elbing.
- Dittmar, Kreis-Bauinspector in Marienburg.
- Beckershaus, desgl. in Carthaus.
- Habermann, Bauinspector (techn. Hilfsarbeiter) in Danzig.
- Kummer, Hafen-Bauinspector in Neufahrwasser.
- Mau, Kreis-Bauinspector in Berent.
- Siefer, desgl. in Neustadt W/Pr.
- Afsmann, comm. Kreis-Bauinspector in Pr. Stargard.

5. Regierung in Marienwerder.

- Hr. Schmidt, Regierungs- und Baurath in Marienwerder.
- Freund, desgl. daselbst.
- Schmudt, Baurath, Kreis-Bauinspector in Graudenz.
- Elsafer, desgl. desgl. in Strassburg W./Pr.
- Koppen, Kreis-Bauinspector in Dt. Crone.
- Otto, desgl. in Conitz.
- Büttner, desgl. in Marienwerder.
- Dollenmaier, desgl. in Dt. Eylau.
- Klopsch, desgl. in Thorn.
- Schauensteiner, desgl. in Schlochau.
- Wilcke, desgl. in Flatow.
- Bickmann, desgl. in Schwetz.
- Salzmann, Bauinspector (techn. Hilfsarbeiter) in Marienwerder.

6. Ministerial-Bau-Commission in Berlin.

- Hr. Keller, Regierungs- und Baurath.
- Emmerich, desgl.
- Haesecke, Bauinspector.
- Röhnisch, Baurath.
- Spitta, Bauinspector.
- Schulze, desgl.
- Klutmann, desgl.
- Kleinwächter, desgl.
- Ertmann, Wasser-Bauinspector.
- Germelmann, desgl.
- Oehmcke Land-Bauinspector } technische
- Eger, Wasser-Bauinspector } Hilfsarbeiter.

7. Polizei-Präsidium in Berlin.

- Hr. Garbe, Regierungs- und Baurath in Berlin.
- Weber, desgl. daselbst.
- Badstübner, Baurath, Bauinspector, daselbst.
- Soenderop, desgl. desgl. daselbst.
- von Stuckrad, desgl. desgl. daselbst.
- Krause, desgl. desgl. daselbst.
- Tiemann, desgl. daselbst.
- Runge, desgl. in Charlottenburg.
- Launer, desgl. in Berlin.
- Froebel, desgl. daselbst.

8. Regierung in Potsdam.

- Hr. Dieckhoff, Regierungs- und Baurath in Potsdam.
- Lorenz, desgl. daselbst.
- Werner, comm. desgl. daselbst.
- Rotmann, Baurath, Kreis-Bauinspector in Prenzlau.
- Koppen, desgl. in Berlin.
- Blaurock, Baurath, desgl. in Angermünde.
- Düsterhaupt, desgl. desgl. in Freienwalde a/O.
- Schuke, desgl. Wasser-Bauinspector in Rathenow.
- Thiem, desgl. desgl. in Eberswalde.
- Köhler, Baurath, Kreis-Bauinspector in Brandenburg a/H.
- Leiter, Wasser-Bauinspector, in Thiergartenschleuse bei Ora-
- nienburg.



- Hr. Schönrock, Baurath, Kreis-Bauinspector in Berlin.
- Brunner, desgl. desgl. in Neu-Ruppin.
  - Domeier, Kreis-Bauinspector in Beeskow.
  - Reinckens, desgl. in Jüterbog.
  - Bohl, Baurath, desgl. in Berlin.
  - von Lancizolle, desgl. in Nauen.
  - Toebe, desgl. in Perleberg.
  - Rhenius, desgl. in Wittstock.
  - Wiesel, Wasser-Bauinspector in Zehdenick.
  - Müller, Karl, desgl. in Potsdam.
  - Saal, Kreis-Bauinspector in Potsdam.
  - Prentzel, desgl. in Templin.
  - Krüger, Land-Bauinspector (techn. Hilfsarbeiter) in Potsdam.
  - Thomas, Wasser-Bauinspector in Fürstenwalde, Spree.
  - Borchers, desgl. (techn. Hilfsarbeiter) in Potsdam.

## 9. Regierung in Frankfurt a/O.

- Hr. Schack, Geheimer Regierungsrath in Frankfurt a/O.
- von Morstein, Regierungs- und Baurath daselbst.
  - Pollack, Baurath, Kreis-Bauinspector in Sorau.
  - Treuhaupt, desgl. Wasser-Bauinspector in Landsberg a/W.
  - Petersen, desgl. Kreis-Bauinspector daselbst.
  - Giebe, desgl. desgl. in Friedeberg N.-M.
  - Müller, Louis, desgl. desgl. in Arnswalde.
  - von Rutkowski, desgl. desgl. in Königsberg N.-M.
  - Müller, August, Kreis-Bauinspector in Guben.
  - Beutler, desgl. in Cottbus.
  - Bertuch, desgl. in Frankfurt a/O.
  - von Niederstetter, Land-Bauinspector (techn. Hilfsarbeiter) in Frankfurt a/O.
  - Engisch, Kreis-Bauinspector in Züllichau.
  - Mebus, desgl. in Zielenzig.
  - Lipschitz, desgl. in Luckau.
  - Nienburg, comm. Bauinspector (techn. Hilfsarbeiter) in Frankfurt a/O.

## 10. Regierung in Stettin.

- Hr. Steinbrück, Regierungs- und Baurath in Stettin.
- Haupt, desgl. daselbst.
  - Richrath, Baurath, Hafen-Bauinspector in Swinemünde.
  - Alberti, Kreis-Bauinspector daselbst.
  - Weizmann, Baurath, desgl. in Greifenhagen.
  - Krone, desgl. in Anklam.
  - Steinbrück, desgl. in Cammin.
  - Jacob, desgl. in Demmin.
  - Schleppe, desgl. in Greifenberg.
  - Balthasar, desgl. in Stargard i/P.
  - Mannsdorf, desgl. in Stettin.
  - Hermann, Wasser-Bauinspector in Stettin.
  - König, Bauinspector (techn. Hilfsarbeiter) in Stettin.
  - Johl, Kreis-Bauinspector in Naugard.

## 11. Regierung in Cöslin.

- Hr. Döbbel, Regierungs- und Baurath in Cöslin.
- Benoit, desgl. daselbst.
  - Kleefeld, Baurath, Kreis-Bauinspector in Neustettin.
  - Jaeckel, desgl. desgl. in Stolp.
  - Backe, desgl. desgl. in Dramburg.
  - Naumann, desgl. desgl. in Cöslin.
  - Anderson, Hafen-Bauinspector in Colbergermünde.
  - Kosidowski, Kreis-Bauinspector in Belgard.
  - Pfeiffer, desgl. in Schlawe.
  - Thoemer, Bauinspector (techn. Hilfsarbeiter) in Cöslin.
  - Schwarze, comm. Kreis-Bauinspector in Lauenburg i/Pomm. (vom 1. 1. 88 ab).

## 12. Regierung in Stralsund.

- Hr. Wellmann, Regierungs- und Baurath in Stralsund.
- Cramer, Baurath, Kreis-Bauinspector daselbst.
  - Siber, desgl. Wasser-Bauinspector daselbst.
  - Barth, desgl. Kreis-Bauinspector daselbst.
  - Frölich, desgl. desgl. in Greifswald.

## 13. Regierung in Posen.

- Hr. Koch, Geheimer Regierungsrath in Posen.
- Albrecht, Regierungs- und Baurath daselbst.
  - Schönenberg, Baurath, Kreis-Bauinspector in Poln. Lissa.
  - Habermann, Wasser-Bauinspector in Posen.
  - Hirt, Kreis-Bauinspector daselbst.
  - Wronka, Baurath, Kreis-Bauinspector in Ostrowo.
  - Helmeke, desgl. desgl. in Meseritz.
  - Volkmann, Kreis-Bauinspector in Obornik.
  - Stocks, desgl. in Samter.
  - de Groot, desgl. in Wollstein.
  - Grafsmann, desgl. in Rawitsch.
  - Schulz, Joh., Wasser-Bauinspector (techn. Hilfsarbeiter) in Posen.
  - Spanke, Kreis-Bauinspector in Krotoschin.
  - Schulz, Paul, desgl. in Wreschen.
  - Engelmeier, desgl. in Birnbaum.
  - Hauptner, desgl. in Schrimm.

## 14. Regierung in Bromberg.

- Hr. Reichert, Regierungs- und Baurath in Bromberg.
- Michaelis, desgl. daselbst.
  - Herschenz, Baurath, Kreis-Bauinspector in Gnesen.
  - Graeve, desgl. desgl. in Czarnikau.
  - Küntzel, desgl. desgl. in Inowraclaw.
  - Heinrich, desgl. in Mogilno.
  - Bauer, desgl. in Nakel.
  - Muttray, desgl. in Bromberg.
  - Wichgraf, Bauinspector (techn. Hilfsarbeiter) in Bromberg.
  - Teubert, Wasser-Bauinspector in Bromberg.
  - Wagenschein, Kreis-Bauinspector in Schubin.
  - Baske, desgl. in Wongrowitz.

## 15. Oberpräsidium (Oderstrom-Bauverwaltung) in Breslau.

- Hr. Bader, Geheimer Regierungsrath, Strom-Baudirector in Breslau.
- Cramer, Baurath, Wasser-Bauinspector in Brieg.
  - Orban, desgl. desgl. in Cüstrin.
  - Müller, desgl. desgl. in Crossen a/O.
  - N. N., Wasser-Bauinspector und Stellvertreter des Strom-Baudirectors in Breslau.
  - Roeder, R., Wasser-Bauinspector in Ratibor.
  - Brinkmann, desgl. in Steinau a/O.
  - Bretting, desgl. in Glogau.
  - Hamel, desgl. (technischer Hilfsarbeiter) in Breslau.

## 16. Regierung in Breslau.

- Hr. Herr, Geheimer Regierungsrath in Breslau.
- Beyer, Regierungs- und Baurath daselbst.
  - Baumgart, Baurath, Kreis-Bauinspector in Glatz.
  - Stephany, desgl. desgl. in Reichenbach.
  - Knorr, desgl. desgl. in Breslau.
  - Woas, Kreis-Bauinspector in Brieg.
  - Hammer, Baurath, Kreis-Bauinspector in Schweidnitz.
  - Reuter, desgl. desgl. in Strehlen.
  - Berndt, Kreis-Bauinspector in Trebnitz.
  - Lünzner, desgl. in Wohlau.
  - Reiche, desgl. in Oels.
  - Jonas, desgl. in Neumarkt.
  - Weinbach, Bauinspector (techn. Hilfsarbeiter) in Breslau.

## 17. Regierung in Liegnitz.

- Hr. von Zschock, Geheimer Regierungsrath in Liegnitz.
- Fölsche, Baurath, (Hilfsarbeiter) in Liegnitz.
  - Borchers, desgl. Kreis-Bauinspector in Sagan.
  - Starke, desgl. in Görlitz.
  - Schiller, Baurath, Kreis-Bauinspector in Bunzlau.
  - Weinert, desgl. desgl. in Grünberg.
  - Jahn, desgl. desgl. in Liegnitz.
  - Momm, Kreis-Bauinspector in Landeshut.
  - Jungfer, desgl. in Hirschberg.
  - Schmitz, comm. desgl. in Hoyerswerda.



18. Regierung in Oppeln.

- Hr. Laessig, Regierungs- und Baurath in Oppeln.
- Schattauer, desgl. daselbst.
  - Rösener, Baurath, Kreis-Bauinspector in Neifse.
  - Bachmann, desgl. desgl. in Oppeln.
  - Staudinger, desgl. desgl. in Cosel.
  - Schorn, desgl. desgl. in Ratibor.
  - Holtzhausen, desgl. desgl. in Leobschütz.
  - Roseck, desgl. desgl. in Carlsruh O/S.
  - Becherer, desgl. desgl. in Rybnik.
  - Moebius, desgl. desgl. in Gr. Strehlitz.
  - Schalk, desgl. desgl. in Grottkau.
  - Blau, desgl. desgl. in Beuthen O/S.
  - Happe, desgl. desgl. in Kreuzburg.
  - Posern, desgl. desgl. in Ples.
  - Dittrich, Wasser-Bauinspector in Oppeln } techn.
  - Baumert, comm. Land-Bauinspector daselbst } Hülfсарbeiter.
  - Ritzel, comm. Kreis-Bauinspector in Neustadt O/S.
  - Adank, desgl. desgl. in Oppeln.
  - N. N. desgl. desgl. in Gleiwitz.

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

- Hr. Muyschel, Geheimer Regierungsrath, Strom-Baudirector in Magdeburg.
- Katz, Baurath, Wasser-Bauinspector in Lüneburg.
  - Schramme, Baurath, desgl. (technischer Hülfсарbeiter) in Magdeburg.
  - Maafs, desgl. desgl. in Magdeburg.
  - Heyn, desgl. desgl. in Stendal.
  - Grote, desgl. desgl. in Torgau.
  - Bayer, desgl. desgl. Stellvertreter des Strom-Baudirectors in Magdeburg.
  - Fischer, Wasser-Bauinspector in Wittenberge.
  - Krebs, desgl. desgl. in Lauenburg a/E.

20. Regierung in Magdeburg.

- Hr. Döltz, Regierungs- und Baurath in Magdeburg.
- Pralle, desgl. desgl. daselbst.
  - 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.
  - Gerlhoff, desgl. desgl. in Osterburg.
  - Fiebelkorn, desgl. desgl. in Schönebeck.
  - Meifsner, desgl. desgl. in Salzwedel.
  - Schmidt, desgl. desgl. in Wolmirstedt.
  - Varnhagen, desgl. desgl. in Halberstadt.
  - Pitsch, desgl. desgl. in Wanzeleben.
  - Heller, desgl. desgl. in Neuhaldensleben.
  - Haake, Bauinspector (techn. Hülfсарbeiter) in Magdeburg.

21. Regierung in Merseburg.

- Hr. Becker, Regierungs- und Baurath in Merseburg.
- Michaelis, desgl. desgl. daselbst.
  - Pietsch, Baurath, Kreis-Bauinspector in Torgau.
  - Werner, desgl. desgl. in Naumburg a/S.
  - Kilburger, desgl. desgl. in Halle a/S.
  - Boës, Wasser-Bauinspector in Naumburg a/S.
  - Schröder, Baurath, Kreis-Bauinspector in Sangerhausen.
  - Mathy, Wege-Bauinspector in Halle a/S.
  - Thurmann, Kreis-Bauinspector in Wittenberg.
  - Lucas, desgl. desgl. in Delitzsch.
  - Brünecke, Wasser-Bauinspector in Halle a/S.
  - Delius, Kreis-Bauinspector in Eisleben.
  - Bastian, desgl. desgl. in Merseburg.
  - Boltz, desgl. desgl. in Weissenfels a/S.
  - Biedermann, Wege-Bauinspector in Merseburg.
  - Heeren, desgl. desgl. in Torgau.

- Hr. Brinkmann, Land-Bauinspector in Merseburg. } techn.  
 - Gnuschke, Bauinspector daselbst. } Hülfсарbeiter.

22. Regierung in Erfurt.

- Hr. Hesse, Regierungs- u. Baurath in Erfurt.
- Boetel, Baurath, Kreis-Bauinspector in Erfurt.
  - Daemicke, Baurath, (techn. Hülfсарbeiter) in Erfurt.
  - Heller, desgl. Kreis-Bauinspector in Nordhausen.
  - Linker, desgl. desgl. in Mühlhausen i/Thür.
  - Beisner, desgl. desgl. in Heiligenstadt.
  - Caspary, desgl. desgl. in Suhl.

23. Regierung in Schleswig.

- Hr. Germer, Regierungs- und Baurath in Schleswig.
- Suadicani, desgl. desgl. daselbst.
  - Balzer, comm. desgl. desgl. daselbst.
  - Nönchen, Baurath, Kreis-Bauinspector in Hadersleben.
  - Edens, desgl. desgl. Wasser-Bauinspector in Rendsburg.
  - Weinreich, desgl. desgl. in Husum.
  - Friese, desgl. desgl. Kreis-Bauinspector in Kiel.
  - Kröhnke, desgl. desgl. in Glückstadt.
  - Treede, desgl. desgl. in Husum.
  - Greve, desgl. desgl. in Altona.
  - Heydorn, desgl. desgl. in Ploen.
  - von Wickede, desgl. desgl. in Meldorf.
  - Jensen, desgl. desgl. in Flensburg.
  - Hotzen, desgl. desgl. in Schleswig.
  - Frölich, Wasser-Bauinspector in Glückstadt.
  - Münchhoff, Land-Bauinspector (techn. Hülfсарbeit.) in Schleswig.
  - Reimers, Wasser-Bauinspector in Tönning.
  - Boden, desgl. desgl. (techn. Hülfсарbeiter) in Schleswig.
  - Natorp, Kreis-Bauinspector in Oldesloe.

24. Regierung in Hannover.

- Hr. Sasse, Regierungs- und Baurath in Hannover.
- Buhse, desgl. desgl. daselbst.
  - Heye, Baurath, Wasser-Bauinspector in Hoya.
  - Meyer, desgl. desgl. in Hameln.
  - Hacker, desgl. desgl. Kreis-Bauinspector in Hannover.
  - Rodde, Bauinspector (techn. Hülfсарbeiter) in Hannover.
  - Bergmann, Kreis-Bauinspector daselbst.
  - Tophof, desgl. desgl. in Hameln.
  - Tesmer, desgl. desgl. in Nienburg.
  - Hensel, desgl. desgl. in Hannover.
  - Lehmböck, desgl. desgl. in Diepholz.

25. Regierung in Hildesheim.

- Hr. Rumpf, Regierungs- und Baurath in Hildesheim.
- Cuno, desgl. desgl. daselbst.
  - Praël, Baurath, Kreis-Bauinspector in Hildesheim.
  - Koppen, desgl. desgl. in Einbeck.
  - Westphal, desgl. desgl. in Clausthal.
  - Wichmann, desgl. desgl. in Hildesheim.
  - Freye, desgl. desgl. in Goslar.
  - Wolff, desgl. desgl. in Osterode a/H.
  - Gamper, desgl. desgl. in Göttingen.
  - Schade, Wasser-Bauinspector in Hildesheim.
  - Heimann, Bauinspector (techn. Hülfсарbeiter) in Hildesheim.

26. Regierung in Lüneburg.

- Hr. Höbel, Regierungs- und Baurath in Lüneburg.
- Heithaus, desgl. desgl. daselbst.
  - Brünneke, Baurath, Kreis-Bauinspector in Lüneburg.
  - Fenkhausen, desgl. desgl. in Celle.
  - Höbel, desgl. desgl. in Uelzen.
  - Hartmann, desgl. desgl. in Walsrode.
  - Röbbelen, Kreis-Bauinspector in Gifhorn.
  - Junker, desgl. desgl. in Harburg.
  - Lindemann, Kreis-Bauinspector in Hitzacker.
  - Prowe, comm. Wasser-Bauinspector in Harburg.



## 27. Regierung in Stade.

Hr. Pampel, Regierungs- und Baurath in Stade.

- Hasenjäger, desgl. daselbst.
- Tolle, Baurath, Wasser-Bauinspector in Vegesack.
- Schaaf, desgl. desgl. in Stade.
- Valett, desgl. Kreis-Bauinspector in Buxtehude.
- Höbel, Baurath, Wasser-Bauinspector in Geestemünde.
- Schulz, desgl. Kreis-Bauinspector in Verden.
- Bertram, desgl. Wasser-Bauinspector daselbst.
- Schwägermann, desgl. Kreis-Bauinspector in Stade.
- Post, Kreis-Bauinspector in Neuhaus a/Oste.
- Beuck, Bauinspector (techn. Hilfsarbeiter) in Stade.
- Hellwig, Kreis-Bauinspector in Geestemünde.

## 28. Regierung in Osnabrück.

Hr. Grahn, Regierungs- und Baurath in Osnabrück.

- Meyer, Baurath, Wasser-Bauinspector in Lingen.
- Haspelmath, desgl. Kreis-Bauinspector daselbst.
- Oppermann, desgl. Wasser-Bauinspector in Meppen.
- Reifsner, desgl. Kreis-Bauinspector in Osnabrück.
- Theune, desgl. desgl. daselbst.
- Ratjen, Bauinspector (techn. Hilfsarbeiter) daselbst.

## 29. Regierung in Aurich.

Hr. Heidelberg, Regierungs- und Baurath in Aurich.

- Schelten, desgl. daselbst.
- Clauditz, Baurath, Wasser-Bauinspector in Leer.
- Wertens, Kreis-Bauinspector daselbst.
- Dr. Taaks, Baurath, Wasser-Bauinspector in Wittmund.
- Panse, desgl. desgl. in Norden.
- Dannenberg, desgl. in Emden.
- Breiderhoff, Kreis-Bauinspector in Norden.

## 30. Regierung in Münster.

Hr. Steinbeck, Regierungs- und Baurath in Münster.

- Quantz, Baurath, Kreis-Bauinspector daselbst.
- von Hülst, desgl. in Recklinghausen.
- Herborn, desgl. in Rheine.
- Schmitz, Bauinspector (techn. Hilfsarbeiter) in Münster.
- Roeder, Franz, Wasser-Bauinspector in Hamm.
- Niermann, Kreis-Bauinspector in Münster.

## 31. Regierung in Minden.

Hr. Eitner, Regierungs- und Baurath in Minden.

- Winterstein, Baurath, Kreis-Bauinspector in Höxter.
- Cramer, desgl. desgl. in Bielefeld.
- Harhausen, desgl. desgl. in Herford.
- Biermann, desgl. in Paderborn.
- Saran, comm. Bauinspector (techn. Hilfsarbeiter) in Minden.

## 32. Regierung in Arnberg.

Hr. Geifslers, Regierungs- und Baurath in Arnberg.

- Haege, Baurath, Kreis-Bauinspector in Siegen.
- Haarmann, desgl. desgl. in Bochum.
- Westphal, desgl. desgl. in Soest.
- Genzmer, desgl. desgl. in Dortmund.
- Hammacher, Kreis-Bauinspector in Hagen.
- Carpe, desgl. in Brilon.
- Landgrebe, desgl. in Arnberg.
- Annecke, Bauinspector (technischer Hilfsarbeiter) daselbst.

## 33. Regierung in Cassel.

Hr. Zeidler, Geheimer Regierungsrath in Cassel.

- von Schumann, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Neumann, desgl. daselbst.
- Kullmann, Baurath, Wasser-Bauinspector in Rinteln.
- Hoffmann, desgl. Kreis-Bauinspector in Fulda.
- Spangenberg, desgl. desgl. in Steinau.
- Schwartz, Baurath, Wasser-Bauinspector in Cassel.

Hr. Koppen, Julius, Baurath, Kreis-Bauinspector in Schmalkalden.

- Arnold, desgl. desgl. in Hanau.
- Knipping, desgl. desgl. in Rinteln.
- Schuchard, desgl. desgl. in Cassel.
- Difsman, desgl. desgl. in Melsungen.
- Bornmüller, Kreis-Bauinspector in Gelnhausen.
- Wurffbain, desgl. in Hersfeld (v. 1./1. 88 ab).
- Büchling, desgl. in Eschwege.
- Loebell, desgl. in Hofgeismar.
- von Lukomski, desgl. in Cassel.
- Weyer, Land-Bauinspector (HülfSar.) in Cassel.
- Ruppel, Bauinspector (techn. Hilfsarbeiter) in Cassel.
- Wentzel, Kreis-Bauinspector in Marburg.
- Leithold, desgl. in Frittlar.
- Beckmann, desgl. in Fulda.
- Lütcke, desgl. in Kirchhain.
- Roskoth, desgl. in Frankenberg.
- von den Bercken, desgl. in Homberg.

## 34. Regierung in Wiesbaden.

Hr. Cremer, Regierungs- und Baurath in Wiesbaden.

- Cuno, desgl. daselbst.
- Wagner, Baurath, Kreis-Bauinspector in Frankfurt a/M.
- Herrmann, desgl. desgl. in Geisenheim.
- Helbig, desgl. desgl. in Wiesbaden.
- Moritz, desgl. desgl. daselbst.
- Eckhardt, desgl. Wasser-Bauinspector in Frankfurt a/M.
- Scheele, desgl. Kreis-Bauinspector in Dillenburg.
- Cramer, desgl. in Langen-Schwalbach.
- Spinn, desgl. in Weilburg.
- Holler, Baurath, desgl. in Homburg v/d. Höhe.
- Hilgers, Bauinspector (techn. Hilfsarbeiter) in Wiesbaden.
- Hehl, Kreis-Bauinspector in Diez.
- Lauth, desgl. in Biedenkopf.
- Holtgreve, desgl. in Montabaur.
- Dr. von Ritgen, Bauinspector (techn. Hilfsarbeiter) in Wiesbaden.
- Wolfram, Wasser-Bauinspector in Diez.

## 35. Ober-Präsidium (Rheinstrom-Bauverwaltung) in Coblenz.

Hr. Berring, Geh. Regierungsrath, Strom-Baudirector in Coblenz.

- Hartmann, Baurath, Wasser-Bauinspector in Düsseldorf.
- Demnitz, desgl. in Cöln a/Rh.
- von Dömming, desgl. (Stellvertreter des Strom-Baudirectors) in Coblenz.
- Kirch, Wasser-Bauinspector (techn. Hilfsarbeiter) daselbst.
- Rüsgen, desgl. daselbst.
- Beyer, desgl. in Wesel.

## 36. Regierung in Coblenz.

Hr. Kirchhoff, Regierungs- und Baurath in Coblenz.

- Möller, Baurath, Kreis-Bauinspector in Creuznach.
- Scheepers, Baurath, Kreis-Bauinspector in Wetzlar.
- Zweck, desgl. desgl. in Andernach.
- Henderichs, desgl. in Coblenz.
- Höffgen, Wasser-Bauinspector in Cochem a. Mosel.
- Kifs, Bauinspector (techn. Hilfsarbeiter) in Coblenz.

## 37. Regierung in Düsseldorf.

Hr. Borggreve, Geheimer Regierungsrath in Düsseldorf.

- Lieber, Regierungs- und Baurath daselbst.
- Denninghoff, desgl. daselbst.
- Bormann, Baurath, Kreis-Bauinspector in Elberfeld.
- Niedieck, desgl. desgl. in Essen.
- Radhoff, desgl. desgl. in Geldern.
- Möller, desgl. desgl. in Düsseldorf.
- Ewerding, desgl. in Crefeld.
- von Perbandt, Bauinspector (techn. Hilfsarbeiter) in Düsseldorf.
- Hillenkamp, Kreis-Bauinspector in Wesel.
- Rohns, Wasser-Bauinspector in Ruhrort.



38. Regierung in Köln.

- Hr. Gottgetreu, Geheimer Regierungsrath in Köln.  
 - Eschweiler, Baurath, Kreis-Bauinspector in Siegburg.  
 - Freyse, desgl. in Köln.  
 - Reinike, desgl. in Bonn.  
 - Kosbab, Bauinspector (techn. Hilfsarbeiter) in Köln.

39. Regierung in Trier.

- Hr. Seyffarth, Geheimer Regierungsrath in Trier.  
 - Heldberg, Regierungs- und Baurath daselbst.  
 - Schönbrod, Baurath, Wasser-Bauinspector in Saarbrücken.  
 - Brauweiler, Baurath, Kreis-Bauinspector in Trier.  
 - Freudenberg, Baurath, desgl. in Berncastel.

- Hr. Krebs, Kreis-Bauinspector in Trier.  
 - Treplin, Wasser-Bauinspector daselbst.  
 - Koch, Kreis-Bauinspector in Saarbrücken.

40. Regierung in Aachen.

- Hr. Kruse, Regierungs- und Baurath in Aachen.  
 - Nachtigall, Baurath, Kreis-Bauinspector in Düren.  
 - Mergard, desgl. desgl. in Aachen.  
 - Friling, Kreis-Bauinspector inurtscheid bei Aachen.  
 - Stoll, desgl. in Aachen.  
 - Spillner, Bauinspector (techn. Hilfsarbeiter) in Aachen.

41. Regierung in Sigmaringen.

- Hr. Laur, Regierungs- und Baurath in Sigmaringen.

Verwaltung für Berg-, Hütten- und Salinenwesen.

- Hr. Gebauer, Geheimer Bergath 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.

- Hr. Buchmann, Baurath, Bauinspector im Ober-Bergamts-District Halle a/S., in Schönebeck bei Magdeburg.  
 - Braun, Bau- und Maschineninspector im Bezirk der Bergwerks-Direction Saarbrücken.  
 - Gieseke, Bauinspector im Ober-Bergamts-District Dortmund, in Osnabrück.  
 - Haselow, Bauinspector im Ober-Bergamts-District Breslau, in Gleiwitz.

II. Im Ressort anderer Ministerien und Behörden.

1. Beim Hofstaate Sr. Majestät des Kaisers u. Königs, beim Hofmarschallamte, beim Ministerium des Königlichen Hauses.

- Hr. Persius, Hof-Architekt und Geheimer Regierungsrath in Berlin. (s. auch bei II. 2.)  
 - Tetens, Hof-Baurath in Berlin.  
 - Hofsfeld, Hof-Bauinspector daselbst.  
 - Bohne, desgl. in Potsdam.  
 Hr. Krüger, Hofkammer- und 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.  
 - Geyer, Hof-Bauinspector in Berlin.

2. Beim Ministerium der geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten und im Ressort desselben.

- Hr. Spieker, Geheimer Ober-Regierungsrath in Berlin.  
 - Persius, Geheimer Regierungsrath, Conservator der Kunstdenkmäler, in Berlin.  
 - Voigtel, Geheimer Regierungsrath, Dombaumeister in Cöln.  
 - Dr. Meydenbauer, Regierungs- und Baurath beim Ministerium in Berlin.  
 - Leopold, Baurath bei der Kloster-Verwaltung in Hannover.  
 - Hofmann, Land-Bauinspector und akademischer Baumeister in Greifswald.  
 - Merzenich, Land-Bauinspector, Architekt für die Königl. Museen in Berlin.

- Hr. Bückner, Land-Bauinspector im Ministerium in Berlin.  
 - Ditmar, desgl. daselbst.  
 - Weber, comm. Bauinspector, Zeichenlehrer a. d. Landesschule in Pforta.

3. Beim Ministerium für Landwirthschaft, Domänen und Forsten.

- Hr. Cornelius, Geheimer Ober-Regierungsrath in Berlin.  
 - Kunisch, desgl. in Berlin.  
 - Reimann, Land-Bauinspector in Berlin.  
 - Runde, Baurath, Meliorations-Bauinspector in Kiel.  
 - Hefs, desgl. desgl. in Hannover.  
 - Schulemann, desgl. desgl. in Bromberg.  
 - Schönwald, desgl. desgl. in Cöslin.  
 - Schmidt, desgl. desgl. in Cassel.  
 - Gravenstein, desgl. desgl. in Düsseldorf.  
 - Köhler, desgl. desgl. in Potsdam.  
 - Wille, desgl. desgl. in Magdeburg.  
 - Fahl, desgl. desgl. in Danzig.  
 - von Münstermann, desgl. desgl. in Breslau.  
 - Nestor, desgl. desgl. in Trier.  
 - von Lancizolle, desgl. desgl. in Münster.  
 - Gerhardt, desgl. desgl. in Königsberg i/Pr.

4. Den diplomatischen Vertretungen im Auslande sind attachirt:

- Hr. Pescheck, Wasser-Bauinspector in Paris.  
 - Küster, Land-Bauinspector in Rom.  
 - Volkmann, Wasser-Bauinspector in St. Petersburg.  
 - Thür, Land-Bauinspector in London.  
 - Bassel, Königl. Regierungs-Baumeister in Washington.

III. Bei besonderen Bauausführungen.

- Hr. Fülcher, Regierungs- und Baurath, Mitglied der Kaiserl. Canal-Baucommission in Kiel.  
 - Tiede, Baurath, leitet den Bau des naturhistorischen Museums in Berlin.  
 - Haeger, Baurath, beim Bau des Reichstagsgebäudes in Berlin.  
 - Mohr, Baurath, leitet den Bau des Oder-Spree-Canals in Fürstenwalde/Spree.

- Hr. Eggert, Land-Bauinspector, leitet den Bau des Kaiserpalastes in Straßburg i. Els.  
 - Breymann, Land-Bauinspector, leitet die Universitätsbauten in Göttingen.  
 - Waldhausen, Land-Bauinspector, leitet die Universitätsbauten in Breslau.  
 - Kracht, Wasser-Bauinspector, bei den Rheinstrombauten, in Bonn.



Hr. Mütze, Wasser-Bauinspector, bei Rheinstrombauten,  
in Coblenz.  
- Tolkmitt, Wasser-Bauinspector, beim Bau des Nord-Ostsee-  
Canals, in Kiel.  
- Keller, Wasser-Bauinspector, beim Bau des Nord-Ostsee-  
Canals, in Brunsbüttel.  
- Schröder, Land-Bauinspector, leitet den Restaurationsbau der  
Schloßkirche in Wittenberg.  
- Bergmann, Land-Bauinspector, leitet den Neubau des Eisen-  
bahn-Directionsgebäudes in Bromberg.  
- Kayser, Wasser-Bauinspector, bei Elbstrombauten in Witten-  
berge.

Hr. Kuntze, Wasser-Bauinspector, bei dem Bau des Nord-Ostsee-  
Canals, in Kiel.  
- Peltz, Land-Bauinspector, leitet den Neubau des Empfangs-  
gebäudes auf Bahnhof Halle a/S.  
- Burczek, Wasser-Bauinspector, bei Elbstrombauten in Wit-  
tenberg.  
- Löwe, Wasser-Bauinspector, bei den Warthe-Regulirungsbauten,  
in Landsberg a/W.  
- Schultz, Herm., Wasser-Bauinspector, bei den Weichselstrom-  
bauten, in Kurzebrack bei Marienwerder.  
- Gorgolewski, Land-Bauinspector, leitet die Universitätsbauten  
in Halle a/S.

#### IV. Im Ressort der Reichs-Verwaltung.

##### A. Im Ressort des Reichs-Amtes des Innern.

Hr. Busse, Geheimer Regierungsrath in Berlin.

##### B. Bei dem Reichs-Eisenbahn-Amt.

Hr. Streckert, Geheimer Ober-Regierungsrath in Berlin.

Hr. Gimbel, Geheimer 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. Zimmermann, Dr., Regierungsrath in Berlin.

Bei den Reichseisenbahnen in Elsaßs-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, Regierungsrath, desgl.  
- Schieffer, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector, Hilfsarbeiter  
bei der Kaiserl. General-Direction; sämtl. in Straßburg.  
- Kecker, Eisenbahn-Betriebs-Director, in Metz.  
- Büttner, desgl. Vorsteher des betriebstechnischen  
Büreaus in Straßburg.  
- Ostermeyer, desgl. daselbst.  
- Steltzer, desgl. in Colmar.  
- Coermann, desgl. in Mülhausen.  
- Schröder, desgl. in Straßburg.  
- Kriesche, desgl. Vorsteher d. bautechnischen  
Büreaus in Straßburg.  
- Koeltze, desgl. in Saargemünd.  
- Schneidt, desgl. Vorsteher des Materialien-  
büreaus in Straßburg.  
- von Kietzell, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Hagenau.  
- Pabst, desgl. in Straßburg.

Hr. Schultz, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Schlettstadt.

- Wachenfeld, desgl. in Mülhausen.  
- Ottmann, desgl. in Diedenhofen.  
- Bennegger, desgl. in Colmar.  
- Weltin, desgl. in Straßburg.  
- Dietrich, desgl. in Saarb. u. Saarburg.  
- Lachner, desgl. in Saargemünd.  
- Strauch, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Mülhausen.  
- Franken, desgl. in Metz.  
- Rhode, desgl. daselbst.  
- Bossert, desgl. in Saargemünd.  
- Fetzer, desgl. daselbst.  
- Laubenheimer, Dr., desgl. in Straßburg.

##### b) bei der der Kaiserl. General-Direction der Eisen- bahnen in Elsaßs-Lothringen unterstellten Wilhelm- Luxemburg-Bahn.

Hr. de Bary, Eisenbahn-Betriebsdirektor,  
- Salenty, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.  
- Graff, desgl.  
- Mersch, Ingenieur,  
sämtlich in Luxemburg.

##### D. Bei der Reichs-Post- und Telegraphen-Verwaltung.

Hr. Kind, Geheimer Ober-Regierungsrath in Berlin.  
- Neumann, Post-Baurath in Erfurt.  
- Arnold, desgl. in Karlsruhe i/Baden.  
- Wolff, desgl. in Stettin.  
- Cuno, desgl. in Frankfurt a/M.  
- Nöring, desgl. in Königsberg i/Pr.  
- Zopff, desgl. in Dresden.  
- Tuckermann, desgl. in Berlin.  
- Hindorf, desgl. in Köln (Rhein).  
- Skalweit, desgl. in Hannover.  
- Hegemann, desgl. in Arnberg.

Hr. Kefler, Post-Baurath in Berlin.  
- Schmedding, desgl. in Breslau.  
- Hake, desgl. in Hamburg.  
- Perdich, desgl. in Schwerin i/M.  
- Kux, desgl. in Düsseldorf.  
- Stüler, stellvertretender Post-Baurath in Berlin.  
- Neumann, Post-Bauinspector in Berlin.  
- Boettger, desgl. in Breslau.  
- Techow, desgl. in Berlin.  
- Hintze, desgl., zur Zeit stellvertretender Post-Baurath  
in Leipzig.

Hr. Busse, Geheimer Ober-Regierungsrath, Director der Reichsdruckerei in Berlin.



## E. Bei dem preussischen Kriegsministerium in Berlin und im Ressort desselben.

## a) Ministerial-Bau-Abtheilung.

- Hr. Afsmann, Geheimer Ober-Baurath, Abtheilungs-Chef.  
 - Voigtel, Geheimer Ober-Baurath.  
 - Bernhardt, Geheimer Baurath.  
 - Wodrig, Intendantur- und Baurath.  
 - Bandke, desgl.

Technische Hilfsarbeiter  
in der Ministerial-Bau-Abtheilung:

- Hr. Köhne, Garnison-Bauinspector.  
 - Goebel, desgl.

b) Intendantur- u. Bauräthe und Garnison-  
Baubeamte.

## 1. Bei dem Garde-Corps.

- Hr. Schönhals, Intendantur- und Baurath, in Berlin.  
 - Verworn, Garnison-Bauinspector daselbst.  
 - la Pierre, desgl. in Berlin.  
 - Pieper, desgl. in Potsdam.  
 - Böhm, desgl. in Berlin.  
 - Kahl, desgl. daselbst.

## 2. Bei dem I. Armee-Corps.

- Hr. Bruhn, Intend.- und Baurath, in Königsberg i/Pr.  
 - Kienitz, Garnison-Bauinspector in Graudenz.  
 - Zacharias, desgl. in Insterburg.  
 - Böhcker, desgl. in Königsberg i/Pr.  
 - Stegmüller, desgl. in Danzig.  
 - Lehmann, desgl. in Allenstein.  
 - Allihn, desgl. in Königsberg i/Pr.  
 - Bagniewski, desgl. in Graudenz.

## 3. Bei dem II. Armee-Corps.

- Hr. Gödeking, Intendantur- und Baurath, in Stettin.  
 - Bobrik, Garnison-Bauinspector, Baurath, in Colberg.  
 - Gerasch, Garnison-Bauinspector in Stralsund.  
 - Dublanski, desgl. in Thorn.  
 - Saigge, desgl. in Stettin.  
 - Koch, desgl. in Bromberg.

## 4. Bei dem III. Armee-Corps.

- Hr. Boethke, Intendantur- u. Baurath, in Berlin.  
 - Spitzner, Garnison-Bauinspector in Frankfurt a/O.  
 - Arendt, desgl. in Berlin.  
 - Busse, desgl. daselbst.  
 - Döbber, desgl. in Spandau.  
 - Rofsteuscher, desgl. daselbst.  
 - Neumann, desgl. in Frankfurt a/O.

## 5. Bei dem IV. Armee-Corps.

- Hr. Habbe, Intendantur- und Baurath in Magdeburg.  
 - Ullrich, Garnison-Bauinspector in Erfurt.  
 - v. Rosainski, desgl. in Wittenberg.  
 - Schneider I., desgl. in Halle a/S.  
 - v. Zychlinski, desgl. in Magdeburg.  
 - Grell, desgl. daselbst.

## 6. Bei dem V. Armee-Corps.

- Hr. Schüßler, Intendantur- u. Baurath in Posen.  
 - Kalkhof, Garnison-Bauinspector in Glogau.  
 - Schneider II., desgl. in Posen.  
 - Herzog, desgl. in Liegnitz.  
 - Bode, desgl. in Posen.

## 7. Bei dem VI. Armee-Corps.

- Hr. Steuer, Intendantur- u. Baurath in Breslau.  
 - Brook, Garnison-Bauinspector in Gleiwitz.  
 - Zaar, desgl. in Breslau.  
 - Ahrendts, desgl. daselbst.  
 - Kahrstedt, desgl. in Neisse.

## 8. Bei dem VII. Armee-Corps.

- Hr. Kührtze, Intendantur- u. Baurath in Münster.  
 - Veltman, Garnison-Bauinspector in Minden.  
 - Beyer, desgl. in Münster.  
 - Gabe, desgl. in Wesel.

## 9. Bei dem VIII. Armee-Corps.

- Hr. Steinberg, Intendantur- u. Baurath in Coblenz.  
 - Goldmann, Garnison-Bauinspector, Baurath, daselbst.  
 - Hauck, desgl. desgl. in Cöln.  
 - Heckhoff, Garnison-Bauinspector in Trier.  
 - Thielen, desgl. in Deutz.

## 10. Bei dem IX. Armee-Corps.

- Hr. von Sluyterman-Langeweyde, Intendantur- und Baurath  
in Altona.  
 - Kentenich, Garnison-Bauinspector in Altona.  
 - Bolte, desgl. in Flensburg.  
 - Drewitz, desgl. in Schwerin.  
 - Schmidt, desgl. in Altona.  
 - Wellmann, desgl. in Wandsbeck.

## 11. Bei dem X. Armee-Corps.

- Hr. Schuster, Intendantur- und Baurath in Hannover.  
 - Linz, Garnison-Bauinspector daselbst.  
 - Werner, desgl. in Oldenburg.  
 - Atzert, desgl. in Braunschweig.

## 12. Bei dem XI. Armee-Corps.

- Hr. Sommer, Intendantur- und Baurath in Cassel.  
 - Gummel, Garnison-Bauinspector, Baurath, daselbst.  
 - Rettig, Garnison-Bauinspector in Darmstadt.  
 - Reinmann, desgl. in Mainz.  
 - Meyer, desgl. in Frankfurt a/M.  
 - Blenkle, desgl. in Mainz.

## 13. Bei dem XIV. Armee-Corps.

- Hr. Duisberg, Intendantur- u. Baurath in Karlsruhe.  
 - Gerstner, Garnison-Bauinspector daselbst.  
 - Jungeblodt, desgl. in Freiburg i/B.  
 - Jannasch, desgl. in Karlsruhe.

## 14. Bei dem XV. Armee-Corps.

- Hr. Appelius, Intendantur- u. Baurath in Straßburg i/E.  
 - Ecklin, Garnison-Bauinspector in Mülhausen i/E.  
 - Rühle v. Lilienstern, desgl. in Straßburg i/E.  
 - Stolterfoth, desgl. in Metz.  
 - Schmedding, desgl. in Straßburg i/E.  
 - Hartung, desgl. in Metz.  
 - Schmid, desgl. in Straßburg i/E.  
 - Böhmer, desgl. in Dieuze.  
 - Andersen, desgl. in Colmar i/E.

## F. Bei dem Marineministerium und im Ressort desselben.

## 1. In der Admiralität.

- Hr. Wagner, Geheimer Admiralitätsrath und vortragender Rath  
in Berlin.  
 - Vogeler, Wirklicher Admiralitäts- und vortragender Rath  
in Berlin.

## 2. Bei den Werften und Hafenbau-Commissionen.

- Hr. Rechtern, Marine-Hafenbau-Director in Wilhelmshaven.

- Hr. Franzius, Marine-Hafenbau-Director in Kiel.  
 - C. Müller, desgl. in Danzig.  
 - Schirmacher, Marine-Hafenbau-Oberingenieur in Kiel.

## 3. Bei den Marine-Intendanturen.

- Hr. Bugge, Marine-Garnisonbau-Oberingenieur in Wilhelmshaven.  
 - Krafft, desgl. in Kiel.



## Verzeichniss der Mitglieder der Akademie des Bauwesens.

Präsident: Hr. Ober-Bau- und Ministerial-Director Schneider.

Stellvertreter: Hr. Ober-Baudirector Herrmann.

### A. Abtheilung für den Hochbau.

#### 1. Ordentliche Mitglieder.

1. Hr. Ober-Baudirector Herrmann, Stellvertreter des Präsidenten und Abtheilungs-Dirigent.
2. - Geheimer Regierungsrath Professor Ende, Stellvertreter des Abtheilungs-Dirigenten.
3. - Geheimer Ober-Baurath Professor Adler.
4. - Geheimer Ober-Regierungsrath Kind.
5. - Geheimer Ober-Regierungsrath Spieker.
6. - Geheimer Regierungsrath Persius.
7. - Geheimer Ober-Baurath Afsmann.
8. - Geheimer Regierungsrath und Professor Raschdorff.
9. - Professor Jacobsthal.
10. - Baurath Heyden.
11. - Professor Otzen.
12. - Stadt-Baurath Blankenstein.
13. - Baurath Schmieden.
14. - Geheimer Ober-Regierungsrath Cornelius.
15. - Architekt von Grosfheim.

#### 2. Aufserordentliche Mitglieder.

##### a) Hiesige.

16. Hr. Director und Professor von Werner.
17. - Professor A. Wolff.
18. - Wirklicher Geheimer Ober-Regierungsrath Dr. Schöne.
19. - Professor Geselschap.
20. - Director an der Kgl. Nationalgalerie Dr. Dohme.
21. - Regierungs- und Baurath Emmerich.
22. - Geheimer Baurath Endell.
23. - Professor und Baurath Kühn.
24. - Professor und Bildhauer F. Schaper.

##### b) Auswärtige.

25. Hr. Ober-Baurath und Professor Lang in Karlsruhe.
26. - Geheimer Regierungsrath Voigtel in Köln.
27. - Geheimer Regierungsrath u. Professor Hase in Hannover.
28. - Baurath und Director Lüdecke in Breslau.
29. - Professor Giese in Dresden.
30. - Professor und Ober-Baurath Dr. von Leins in Stuttgart.
31. - Ober-Baurath, Hof-Baudirector von Egle in Stuttgart.
32. - Ober-Baudirector Siebert in München.

### B. Abtheilung für das Ingenieur- und Maschinenwesen.

#### 1. Ordentliche Mitglieder.

1. Hr. Ober-Bau- u. Ministerial-Director Schneider, Präsident.
2. - Ober-Baudirector Schönfelder, Abtheilungs-Dirigent.
3. - Geheimer Ober-Baurath Schwedler, Stellvertreter des Abtheilungs-Dirigenten.
4. - Geheimer Ober-Baurath Grüttefien.
5. - Wirkl. Geheimer Ober-Regierungsrath Kinel.
6. - Geheimer Ober-Regierungsrath Streckert.
7. - Professor Dr. Winkler.
8. - Geheimer Ober-Baurath Baensch.
9. - Geheimer Ober-Baurath A. Wiebe.
10. - Geheimer Ober-Baurath L. Hagen.
11. - Geheimer Commerzienrath Schwartzkopff.
12. - Eisenbahn-Directions-Präsident Wex.
13. - Geheimer Ober-Baurath Stambke.
14. - Geheimer Ober-Baurath Kozlowski.
15. - Geheimer Baurath Dresel.

#### 2. Aufserordentliche Mitglieder.

##### a) Hiesige.

16. Hr. Geheimer Regierungsrath u. Professor Dr. von Helmholtz.

17. Hr. Geheimer Regierungsrath Dr. Werner Siemens.
18. - Civilingenieur Veitmeyer.
19. - Geheimer Admiralitätsrath Wagner.

##### b) Auswärtige.

20. Hr. Ober-Baurath Dr. Scheffler in Braunschweig.
21. - Wasser-Baudirector Nehls in Hamburg.
22. - Ober-Baudirector Franzius in Bremen.
23. - Geheimer Regierungsrath Prof. Launhardt in Hannover.
24. - Geh. Rath, Director und Professor Dr. von Bauernfeind in München.
25. - Professor O. Grove in München.
26. - Professor Bauschinger daselbst.
27. - Geheimer Rath, Professor Dr. Zeuner
28. - Geheimer Finanzrath Köpcke
29. - Wasser-Baudirector Schmidt
30. - Ober-Baurath von Brockmann in Stuttgart.
31. - Eisenbahn-Director Wöhler in Straßburg i/E.
32. - Baudirector Dr. von Ehmann in Stuttgart.
33. - Baudirector Honsell in Karlsruhe.