

## Amtliche Bekanntmachungen.

### Personal-Veränderungen bei den Baubeamten von Ende October 1871 bis Mitte März 1872.

Des Kaisers und Königs Majestät haben ernannt:  
den Geheimen Baurath Kinel zum vortragenden Rath beim  
Reichskanzler-Amte,

zu Regierungs- und Bauräthen:

die technischen Mitglieder der Eisenbahn-Direction in Elberfeld,  
Baurath Dircksen und  
Baurath Pichier,

den Ober-Betriebsinspector Schwabe in Berlin,

den Eisenbahn-Betriebsdirektor Reder in Cassel,

(Beide letztere sind der Direction der Niederschlesisch-  
Märkischen Eisenbahn in Berlin zugetheilt worden.)

den Baurath Buhse bei der Finanz-Direction in Hannover,  
den Bauinspector Schwatlo bei dem General-Post-Amte in  
Berlin.

Der Charakter als Geheimer Regierungsrath ist ver-  
liehen:

dem Regierungs- und Baurath Bokelberg bei der Landdrostei  
in Lüneburg und

dem Regierungs- und Baurath Mittelbach bei der Land-  
drostei in Hildesheim,

sowie der Charakter als Baurath:

dem Wasser-Bauinspector Klopsch in Elbing,

dem Bauinspector Manger in Berlin,

dem Land-Baumeister Wagner in Verden (Prov. Hannover)

dem Land-Baumeister Peters in Northeim,

dem Bauinspector Franzius in Berlin und

dem Kreis-Baumeister Hoffmann in Pr. Holland.

Befördert sind:

der Wasser-Bauinspector Wellmann in Stettin zum Ober-  
Bauinspector bei dem Polizei-Präsidium zu Berlin,

der Wasser-Bauinspector Hagen in Genthin zum Ober-Bau-  
inspector in Cöslin,

der Bauinspector Kranz in Berlin zum Ober-Bauinspector  
bei der Landdrostei in Hildesheim (vom 1. April ab),

der Eisenbahn-Bauinspector Früh in Saarbrücken zum Ober-  
Betriebsinspector daselbst,

der Wasser-Baumeister Schönwald in Cöslin zum Wasser-  
Bauinspector daselbst (Ressort des Königl. Ministeriums für  
landwirthschaftliche Angelegenheiten),

der Kreis-Baumeister Caesar in Rotenburg zum Bauinspector  
in Cassel,

der Kreis-Baumeister Hoffmann in Melsungen zum Bau-  
inspector in Fulda,

der Assistent des Ministerial-Bauraths im Kriegsministerium,  
Land-Baumeister Voigtel in Berlin, zum Bauinspector,

der Land-Baumeister im Königl. Finanzministerium, Land-  
baumeister Cornelius in Berlin, zum Bauinspector,

Zeitschrift f. Bauwesen. Jahrg. XXII.

der Land-Baumeister Beyer in Spandau zum Bauinspector  
(Ressort des Kriegsministeriums),

der Wasser-Baumeister Oppermann in Meppen zum Wasser-  
Bauinspector,

der Kreis-Baumeister W. Koppen in Hanau zum Bauinspector  
in Berlin (vom 1. April ab),

der Land-Baumeister Wagner in Cöln zum Bauinspector in  
Hanau,

der Eisenbahn-Baumeister Porsch in Rybnik zum Eisenbahn-  
Bau- und Betriebsinspector in Bromberg,

der Eisenbahn-Baumeister Steltzer in Trier zum Eisenbahn-  
Bau- und Betriebsinspector bei den Nassauischen Eisen-  
bahnen zu Wiesbaden,

der Eisenbahn-Baumeister Rupertus in Hanau zum Eisen-  
bahn-Bau- und Betriebsinspector in Aachen,

der Eisenbahn-Baumeister Lehwald zu Sachsenhausen bei  
Frankfurt a. M. zum Eisenbahn-Bauinspector,

der Eisenbahn-Baumeister von Gabain in Elberfeld zum  
zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector zu Arnshausen,

der Eisenbahn-Baumeister Blumberg zu Elberfeld zum Eisen-  
bahn-Bauinspector und Vorsteher des Central-Baubureaus  
der Eisenbahn-Direction daselbst,

der Eisenbahn-Baumeister Tasch in Bromberg zum Eisen-  
bahn-Bau- und Betriebsinspector bei der Ostbahn in Königs-  
berg,

der Eisenbahn-Baumeister Melchior in Unna zum Eisen-  
bahn-Bau- und Betriebsinspector zu Strehlen,

der Eisenbahn-Baumeister Wenderoth in Stargard in Pom-  
mern zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector zu Königs-  
berg i. Pr.,

der Eisenbahn-Baumeister Dulk in Elberfeld zum Eisenbahn-  
Bauinspector daselbst,

der Eisenbahn-Baumeister Alb. Schultze in Saarbrücken  
zum Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector bei der Ostbahn  
in Berlin,

der Kreis-Baumeister De Rège in Weisenfels zum Bauin-  
specteur in Wittenberg,

der Eisenbahn-Baumeister Siecke in Thorn zum Eisenbahn-  
Bau- und Betriebsinspector bei der Ostbahn,

der Eisenbahn-Baumeister Baumert in Schneidemühl desgl.  
der Baucommissar Berner zum Kreis-Baumeister in Franken-  
berg (Reg.-Bez. Cassel),

der Baucommissar Hunrath zum Kreis-Baumeister in Mel-  
sungen,

der Baucommissar Stern zum Kreis-Baumeister in Prüm,  
der Landbau-Conducteur Fischer zum Land-Baumeister bei  
der Finanz-Direction in Hannover.

Ernannt sind:

der Baumeister Meienreis zum Kreis-Baumeister in Leob-  
schütz,

der Baumeister Bruns zum Land-Baumeister in Düsseldorf,  
 der Baumeister Bohl zum Kreis-Baumeister in Kyritz,  
 der Baumeister Schütte zum Kreis-Baumeister in Schleiden,  
 der Baumeister Lütken zum Land-Baumeister in Marienwerder,  
 der Baumeister Köhler zum Land-Baumeister in Schleswig,  
 der Civil-Ingenieur Jul. Mecklenburg zum Eisenbahn-Baumeister in Creuznach,  
 der Baumeister Freudenberg zum Land-Baumeister in Cöln,  
 der Baumeister Gimbel zum Eisenbahn-Baumeister in Berlin (techn. Eisenbahn-Bureau des Ministeriums für Handel etc.),  
 der Sections-Ingenieur Schmidt in Schlüchtern zum Eisenbahn-Baumeister bei der Bebra-Hanauer Eisenbahn zu Hanau,  
 der technische Assistent Velde in Wiesbaden zum Eisenbahn-Baumeister bei der Nassauischen Staatsbahn,  
 die Baumeister:  
 Grüttefien,  
 Kottenhoff,  
 Pauly,  
 Emil Reuter,  
 Naumann,  
 Th. Schulz und  
 Ehlert zu Eisenbahn-Baumeistern bei der Bergisch-Märkischen Eisenbahn,  
 der Baumeister Edgar Schmiedt zu Halle a. S. zum Eisenbahn-Baumeister in Unna,  
 der Baumeister C. L. Lange in Magdeburg zum Eisenbahn-Baumeister bei der Hannoverschen Staats-Eisenbahn in Osna-brück,  
 der Baumeister de Nerée zum Eisenbahn-Baumeister in Saarbrücken,  
 der Baumeister Matthies in Gerdaun zum Eisenbahn-Baumeister und commissarischen Betriebsinspector bei der Ostbahn in Insterburg und  
 der Baumeister Kubale zu Krotoschin zum Eisenbahn-Baumeister bei der Stargard-Posener Eisenbahn zu Stargard in Pommern.

Versetzt sind:

der Regierungs- und Baurath Vogel in Berlin als technisches Mitglied des Eisenbahn-Commissariats nach Coblenz,  
 der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Kricheldorf von Aachen an die Hessische Nordbahn nach Cassel,  
 der Ober-Betriebsinspector Schmeitzer von Hannover zur Niederschlesisch-Märkischen Eisenbahn nach Berlin,  
 der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Heyl von Elberfeld zur Main-Weser-Bahn nach Frankfurt a. M.,  
 der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Lademan von Königsberg nach Bromberg,  
 die Kreis-Baumeister:  
 Stavenhagen von Leobschütz nach Königsberg n. M.  
 Nünneke von Schlawe nach Conitz,  
 Barnick von Conitz nach Schwetz,  
 Zweck von Prüm nach Mayen,  
 der Eisenbahn-Bauinspector Ulrich in Metz als Wasser-Bauinspector nach Genthin,

der Eisenbahn-Baumeister George von Münsterberg nach Rybnik,  
 der Kreis-Baumeister Schmidt von Fulda nach Rotenburg,  
 der Land-Baumeister Kilburger von Cöslin nach Erfurt,  
 der Land-Baumeister Berghauer in Liegnitz als Kreis-Baumeister nach Goldberg,  
 der Eisenbahn-Baumeister Scheuch von Creuznach nach Trier,  
 der Kreis-Baumeister Thordsen von Sonderburg nach Flensburg,  
 der Kreis-Baumeister Schulze (zum 1. April) von Jülich nach Templin,  
 der Eisenbahn-Bauinspector Oberbeck von Breslau nach Berlin in das technische Eisenbahn-Bureau im Königl. Ministerium für Handel etc.,  
 der Eisenbahn-Baumeister Bachmann zu Königsberg i. Pr. als commissarischer Betriebsinspector bei der Ostbahn nach Schneidemühl,  
 der Kreis-Baumeister Franz Meyer zu Otterndorf als commissarischer Bauinspector nach Nienburg,  
 der Kreis-Baumeister Gravenhorst von Nienburg nach Otterndorf.

Der Kreis-Baumeister Klein verlegt seinen Wohnsitz von Wreschen nach Schroda,  
 der Kreis-Baumeister Reinckens verlegt seinen Wohnsitz von Altenkirchen nach Kirchen.

Als Hilfsarbeiter sind in das Königl. Ministerium für Handel etc. berufen:

der Regierungs- und Baurath Grotfend, bisher in Bromberg,  
 der Regierungs- und Baurath Baensch, bisher in Cöslin, und  
 der Regierungs- und Baurath Franz, bisher in Coblenz.

Beurlaubungen:

Der Bauinspector Warsow in Wittenberg ist vom 1. April ab zur Herstellung seiner Gesundheit auf 1 Jahr beurlaubt.  
 Der Urlaub des Wegbau-Conducteurs Reifsner zu Syke ist bis Ende 1872 verlängert,  
 desgleichen der Urlaub des Wasserbau-Conducteurs Beckering auf 2 Jahre.

Der Kreis-Baumeister Kromrey tritt am 1. April in den Ruhestand.

Aus dem Staatsdienste sind geschieden:

der Regierungs- und Baurath Mellin in Berlin,  
 der Ober-Bauinspector Neumann in Berlin,  
 der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector Göring in Schneidemühl und  
 der Eisenbahn-Bauinspector Streckert in Berlin.

Gestorben sind:

der Regierungs- und Baurath Grimsehl in Hildesheim,  
 der Kreis-Baumeister Kraft in Mayen,  
 der Wasserbau-Conducteur Salfeld in Celle und  
 der Eisenbahn-Bauinspector Rosenkranz in Königsberg.

## Bauwissenschaftliche Mittheilungen. Original-Beiträge.

### Der neue Berliner Viehmarkt nebst Schlachthaus-Anlage.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 9 bis 18 im Atlas und auf Blatt A im Text.)

(Schluss.)

Der Verkauf der Kälber findet, wie bereits bemerkt, in einer besonderen Kälberhalle statt, welche auf Blatt 14 in zwei Grundrissen und einem Durchschnitt gezeichnet ist und bei einer Länge von 388 Fufs 7 Zoll ( $121,96^m$ ) resp. 385 Fufs 1 Zoll ( $120,86^m$ ) eine Tiefe von 44 Fufs 4 Zoll ( $13,91^m$ ) resp. 46 Fufs 4 Zoll ( $15,17^m$ ) hat.

Dieses Gebäude enthält aufer dem Parterregechofs, in welchem sich die Verkaufsställe für Kälber, sowie eine Restauration für Viehtreiber etc. befinden, ein Kellergeschofs und zwei Etagen. — Ein kleiner Theil des Kellers dient zur Küche sowie zu Vorrathsräumen für die Restauration, während der gröfsere augenblicklich noch disponibel ist. Es wird aber beabsichtigt, denselben durch Rampenanlagen (ähnlich wie bei den grofsen Rindviehställen), welche sich nach Osten und nach Norden zu gut anbringen lassen, für Vieh zugänglich zu machen, um ihn in der kalten Jahreszeit bei grofsem Auftrieb von Schafen als Reserve-Schafstall zu benutzen, wozu er durch Einsetzen von transportablen Futterbennen leicht einzurichten ist.

In diesen mit hochkantigen scharf gebrannten Mauersteinen gepflasterten Kellern sind vier Kesselanlagen zur Heifswasserheizung ausgeführt, von denen eine die Restauration, die drei andern je eine der durch Brandmauern getrennten Abtheilungen der beiden oberen Etagen heizt.

Im Parterregechofs, dessen Fufsboden  $3\frac{1}{2}$  Fufs ( $1,10^m$ ) über dem äusseren Pflaster liegt, befinden sich die Restaurationslocalitäten sowie die Kälberhalle. Letztere hat eine lichte Länge von 324 Fufs 5 Zoll ( $101,82^m$ ), eine Tiefe von 40 Fufs ( $12,55^m$ ) und eine Höhe von 13 Fufs ( $4,08^m$ ) und ist in ihrer Länge in drei Theile getheilt, welche durch je zwei Stück 8 Fufs ( $2,51^m$ ) weite Oeffnungen mit einander verbunden sind. Die Decke ist eine mit vollem Windelboden versehene, unterhalb geschaltete und geputzte Balkendecke, die in der Mitte, in der Längenrichtung des Gebäudes durch Gurtbögen, welche von eisernen Säulen getragen werden, unterstützt wird.

Das Pflaster der Kälberhalle ist von flachen hart gebrannten Mauersteinen in gemischtem Mörtel, mit einem gleichmäfsigen Gefälle von 3 Zoll ( $0,08^m$ ) auf die halbe Tiefe des Gebäudes hergestellt.

Die Anlage eines Jaucheabflusses wurde nicht für nothwendig erachtet, ist jedoch leicht durch ein Durchstemmen der Aussenwände herzustellen.

Da die Kälber hier zur Zeit noch gebunden zum Verkaufe ausgelegt werden, so sind diese Räume, in welchen ca. 2000 Stück Kälber untergebracht werden können, mit keiner weiteren inneren Einrichtung versehen, als mit einem eingemauerten eisernen Kessel, in welchem das Wasser zum Tränken der Kälber heifs gemacht wird.

Es wird angestrebt, die Kälber später stehend zum Verkauf anzubieten, und ist dann die Anlage von festen Bar-

rieren, welche unten verschaalt und mit Ringen zum Anbinden versehen werden müssen, erforderlich.

Die äufseren Thüren sind 8 Fufs ( $2,51^m$ ) breit und mit Schiebethoren versehen. Die auf der Ostseite des Gebäudes auf Blatt 14 angegebenen Thüren, sowie der auf derselben Seite angegebene 8 Fufs ( $2,51^m$ ) breite und 3 Fufs 6 Zoll ( $1,19^m$ ) hohe Perron, zum Auf- und Abladen des Viehes, ist fortgefallen und nur der an der westlichen Seite angegebene Perron von gleichen Dimensionen ausgeführt, der für den Verkehr vollkommen genügt.

Ebenso ist das auf dem Situationsplan (Blatt 9) angegebene Geleise nicht ausgeführt, weil die jetzige Ausdehnung der Rangirgeleise auf dem Bahnhofe ein Rangiren der mit Kälbern beladenen Eisenbahnwagen zur Zeit nicht gestattet.

Die Zimmer über der Restauration in beiden Etagen sind theils zu Gastzimmern, theils zur Wohnung für den Restaurateur bestimmt.

Ueber der Kälberhalle sind in jeder Etage 52 kleine Zimmer eingerichtet, welche bis auf je zwei, zu Closets bestimmte, als Logirzimmer für auswärtige Handelsleute und Viehtreiber hergerichtet werden. Der Aufgang zu den Logirzimmern wird durch die beiden vorgelegten Treppenhäuser vermittelt.

Die Lage der Kälberhalle wurde theils durch ähnliche Gründe wie die der Rindviehställe Nr. III u. IV, theils durch die frühere Grenze des Grundstückes bedingt.

Für jetzt ist nur die eigentliche Kälber-Verkaufshalle dem Betriebe übergeben, während die Restauration und die Logirzimmer etc. im Bau noch nicht ganz vollendet sind.

Die beiden nördlich von der Börse gelegenen Verkaufshallen für Kleinvieh, jede 565 Fufs 4 Zoll ( $177,43^m$ ) lang und 70 Fufs ( $21,97^m$ ) tief, sind, wie bereits oben angegeben, in ihrer Construction ganz gleich den Verkaufshallen für Rindvieh. Bei der inneren Einrichtung sind nur die durch Holzriegel verbundenen eisernen Stiele fortgefallen und durch Stiele aus Eichenholz, die mit gehobelten 3 Fufs 8 Zoll ( $1,15^m$ ) hohen Bretterwänden verbunden sind, ersetzt.

Wie bereits bemerkt, findet jetzt, nach Erbauung eines grofsen Schweinestalles, der gleichzeitig als Verkaufshalle dient, in diesen beiden Markthallen nur der Verkauf der Schafe statt, weshalb auch die innere Buchten-Eintheilung beider Hallen gleichmäfsig nach umstehender Skizze, Fig. 12, umgeändert wurde.

In der Mitte sind 2 grofse Buchten, an welche sich beiderseits 4 kleine Buchten anschliessen, welche letzteren es den kleineren Käufern ermöglichen, aus den grofsen Heerden einzelne Schafe herauszunehmen und um diese zu handeln.

Das Pflaster dieser Hallen ist aus hochkantigen Mauersteinen in Cement ausgeführt.

Der Weg zwischen diesen Verkaufshallen ist durch höl-

zerne Gitterthorwege in Abtheilungen eingetheilt, in welchen der Verkäufer dem Käufer die Schafe im Freien vorführen kann.

Nördlich von den Verkaufshallen für Schafe befinden sich die offenen Stände für Schweine und Schafe, 565 Fufs 4 Zoll (177,43<sup>m</sup>) lang und ca. 100 Fufs (31,39<sup>m</sup>) tief.

Dieselben waren hauptsächlich zum Verkauf von Schweinen bestimmt und bestanden aus 2 Fufs 9 Zoll (0,86<sup>m</sup>) hohen einfachen Lattenwänden mit 4 Zoll (0,10<sup>m</sup>) breitem und 3 Zoll (0,08<sup>m</sup>) starkem Holm. Diese werden in der Zeit, wo wenig Schweine und viel Schafvieh zu Markt kommen, auch zu Verkaufsständen für Schafe benutzt. Hierbei erwiesen sich die Lattenwände jedoch zu niedrig und wurden deshalb in der in beistehender Skizze Fig. 13, angegebenen Weise auf 4 Fufs (1,26<sup>m</sup>) erhöht.

Gepflastert sind diese Stände mit möglichst rechteckig bearbeiteten Kopfsteinen, ähnlich wie die Verkaufshallen und Verkaufsstände für Rindvieh.

Der auf Blatt 15 gezeichnete Schafstall ist 566 Fufs 8 Zoll (177,85<sup>m</sup>) lang, 52 Fufs 8 Zoll (16,53<sup>m</sup>) tief und hat eine lichte Höhe von 11 Fufs ½ Zoll (3,47<sup>m</sup>). Der ganze Stall ist in 5 Abtheilungen, welche durch 4 Fufs (1,26<sup>m</sup>) hohe Holzwände wieder in Buchten eingetheilt sind, angelegt. Außerdem sind noch 2 Räume darin vorhanden, die zum Aufbewahren der Geräthschaften, als Besen, Schippen etc., sowie auch als Aufgang zu den Bodenräumen dienen. Um das auf dem Boden lagernde Futter gegen die Ausdünstungen der Schafe zu schützen, ist die Decke des Stalles gewölbt, und zwar zwischen Gurtbögen, die auf zwei Reihen gußeiserner Säulen, welche in 12 Fufs (3,77<sup>m</sup>) Entfernung von einander aufgestellt sind, ruhen. Die Fenster des Stalles sind, dieser Ausdünstung wegen, von Schmiedeeisen angefertigt und theilweise als Kippfenster ausgeführt. Auf 24 Fufs (7,53<sup>m</sup>) Länge ist der Stall in seiner ganzen Tiefe unterkellert, um auch hier einen Raum zum Aufbewahren von Kartoffeln etc. zu gewinnen.

Da dieser Stall anfangs zugleich als Lagerraum für ankommende Güter (Wolle etc.) in Aussicht genommen war, so sind die Thüren 8 Fufs (2,51<sup>m</sup>) breit als Schiebethore angelegt.

Für den Schafstall wären schmalere Thüren genügend und zugleich wünschenswerth gewesen.

Die nach Westen zu projectirten Thüren sind zugemauert, auch ist die Geleisanlage, nachdem das Gebäude ausschließlich zum Schafstall bestimmt ist, bis jetzt noch nicht ausgeführt.

Der Dachboden des Schafstalles ist mit flachen Mauersteinen gepflastert und in jeder der 5 Abtheilungen mit einer breiten, 12 Fufs (3,77<sup>m</sup>) über dem äußeren Straßenspflaster liegenden Luke zum Einbringen resp. Ausgeben des Futters versehen.

Das Pflaster des Stalles ist von hochkantigen Mauersteinen mit Cement ausgegossen, jedoch ohne Gefälle, weil durch das beim Fressen herunterfallende Heu immer so viel Dung vorhanden ist, daß die Jauche gleich in denselben einzieht.

Behufs des Fütterns der Schafe sind an den Wänden theilweise Raufen angebracht, doch werden nach Bedarf noch die transportablen Schafrufen (Schafbennen), vergleiche die untenstehende Skizze Fig. 14, eingesetzt.

Zum Tränken sind einfache Tröge von verschiedener Länge, im Boden 9 Zoll (0,24<sup>m</sup>) und oben 1 Fufs (0,31<sup>m</sup>) weit und 8 Zoll (0,21<sup>m</sup>) tief, vorhanden.

Jede der 5 Abtheilungen faßt 1200 Stück Schafe, so daß also der Stall zu 6000 Stück ausreicht.

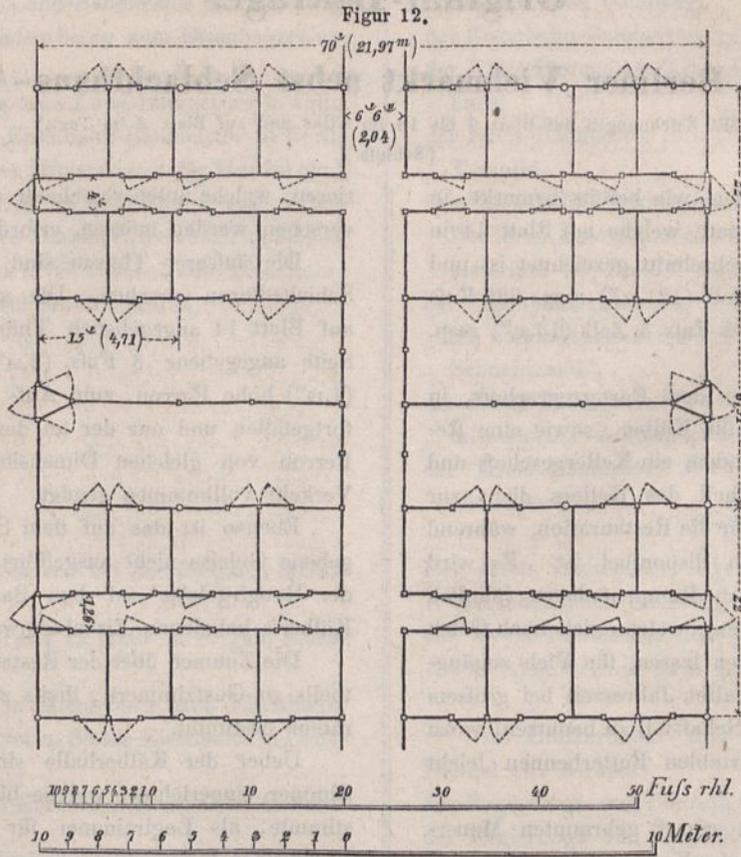
In dem unter der Kälberhalle gelegenen Kellerstall finden etwa 3000 Stück Schafe Platz, und ist derselbe namentlich für solches Vieh bestimmt, welches in der

mit der Viehmarkt-Anlage verbundenen Schlachthaus-Anlage geschlachtet werden soll.

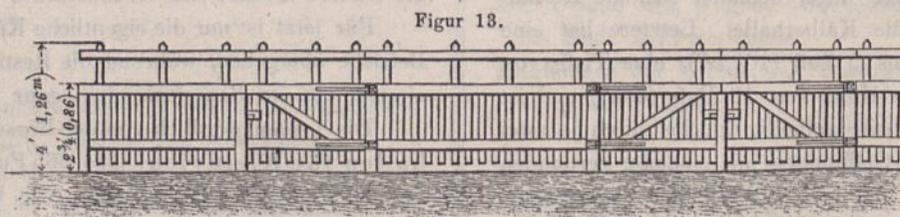
Im Sommer, wo ein stärkerer Auftrieb an Schafvieh stattfindet, werden die Schafe in den verdeckten Verkaufshallen,

sowie auch in den erwähnten offenen Ständen untergebracht, welche Anlagen zusammen für ca. 33000 Stück Platz bieten.

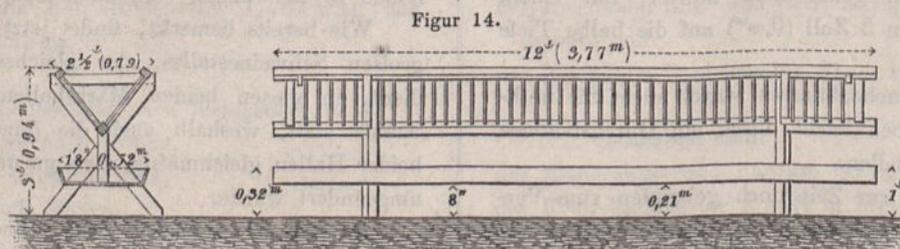
Auf Blatt 15 ist der Schweinestall dargestellt, der, wie aus dem Situationsplan, Bl. 9, ersichtlich, durch einen nach der Eisenbahn führenden Gang in zwei gleiche Hälften getheilt ist. Jede dieser Hälften, deren Länge je 274 Fufs 5 Zoll (86,13<sup>m</sup>) und deren Tiefe je 100 Fufs (31,39<sup>m</sup>) beträgt, enthält zehn Stall-Abtheilungen von 27½ Fufs 4 Zoll (8,56<sup>m</sup>)



Figur 12.



Figur 13.



Figur 14.

Axenweite; je fünf solcher Abtheilungen sind durch eine bis über die Dachfirst geführte Brandmauer abgeschlossen. Im Uebrigen ist der Stall in ausgemauertem, aufsen 5 Zoll (0,13<sup>m</sup>) stark verblendetem Fachwerk ausgeführt, und mit Dachpappe auf Schaalung eingedeckt.

Da in diesem Gebäude gleichzeitig der Verkauf der Schweine stattfindet, so kam es wesentlich darauf an, demselben möglichst viel Licht zuzuführen. Dies ist in zweckentsprechender Weise durch die im Längenschnitt speciell angegebene Anordnung der Dächer erreicht, welche die Anlage von 4 Fufs 3 Zoll (1,33<sup>m</sup>) hohen, durch die ganze Tiefe des Gebäudes gehenden Glaswänden, die nach Osten gerichtet sind, gestattete.

Behufs der Ventilation sind einzelne Theile dieser Glaswände als Kappfenster eingerichtet, die mittelst Ketten von unten aus geöffnet und gestellt werden können. Diejenigen beiden Stall-Abtheilungen, in welchen wegen der Brandmauern die Anlage der Glaswände nicht möglich war, sind mit je 5 Oberlichtern von 6 Fufs 8 Zoll (2,09<sup>m</sup>) Länge und 3 Fufs (0,94<sup>m</sup>) Breite versehen.

Die Buchteneintheilung des Stalles, durch 4 Fufs (1,26<sup>m</sup>) hohe Brettwände gebildet, ist aus dem Grundriß ersichtlich. An der Südfront des Stalles befinden sich aufserhalb 24 Fufs (7,33<sup>m</sup>) tiefe unbedeckte Vorbuchten, in denen die Schweine abgospült und gereinigt werden, zu welchem Zwecke die gleich an den Thüren im Innern des Stalles befindlichen Bewässerungshähne mit Schlauchverschraubungen versehen sind. — Diese Vorbuchten werden an den Markttagen zugleich mit als Verkaufsbuchten benutzt.

An den beiden Enden der ganzen Stall-Anlage ist über den letzten Abtheilungen je ein Bodenraum von 26 Fufs 8 Zoll (8,37<sup>m</sup>) Länge über die ganze Tiefe des Gebäudes angeordnet, in wel-

chen die Streu und das Futter durch eine Luke eingebracht resp. aufgewunden und dann ausgegeben wird.

Das Pflaster des Stalles ist flaches, das der Vorbuchten hochkantiges Mauersteinpflaster in Cement. Die Anlage der Jaucheaflußrinnen neben den Gängen hat sich gut bewährt (vergl. Längenschnitt).

Die Thüren des Stalles sind in ihrer halben Höhe getheilt, so daß behufs besserer Lüftung des Stalles die obere Hälfte geöffnet werden kann, während die untere noch genügenden Verschluss für den Stall bietet.

An der Nordfront der Stall-Anlage sind sogenannte Sandbuchten angelegt, die eine Tiefe von 40 Fufs (12,55<sup>m</sup>) resp. 24 Fufs (7,33<sup>m</sup>) haben. Die Verkleinerung dieser Buchten an der einen (östlichen) Stallhälfte wurde durch die geringe Breite des Weges zwischen dem Stalle und den Zählbuchten der Eisenbahn bedingt.

Die Sandbuchten sind in der hinteren, sich gegen den

Stall lehnenen Hälfte ihrer Tiefe seitlich von Fachwerk ausgeführt und mit Pappe gedeckt, während die vordere Hälfte durch 4 Fufs (1,26<sup>m</sup>) hohe Bretterwände eingeschlossen und unbedeckt ist. Letzterer Theil ist mit hochkantigem Klinkerpflaster versehen, während der überdeckte Theil mit scharfem Sand ausgefüllt ist.

Die Sandbuchten dienen den fetten ungarischen (Bakonyer) Schweinen zum Aufenthalt; die Schweine werden vorn nur gefüttert, während sie sich sonst in den kühlen Sand einwühlen. Die Fütterung der übrigen Schweine geschieht in einfachen beweglichen Holztrögen von verschiedener Länge, welche ein gleiches Profil haben, wie beim Schafstall angegeben.

Der Schweinestall, excl. der Vor- und Sandbuchten, faßt 7200 Schweine, und können im Ganzen, wenn ein Theil der Vorbuchten noch zum Spülen reservirt bleibt, bequem 8000 Schweine untergebracht werden.

Die auf Blatt 12 gezeichneten Sandbuchten für Schweine sind in Folge der Erweiterung des Viehmarkt-Terrains in Wegfall gekommen und sollen demnächst der Eisenbahn-Anlage gegenüber in ähnlicher Weise wie die am Schweinestall befindlichen zur Aufstellung gelangen, wo sie wie diese den Vortheil der Nordseite erlangen.

Zum Tränken und Schwemmen des Viehes sind westlich

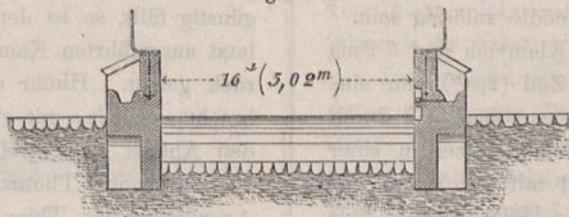
von den Giebeln der Verkaufshallen zwei Tränken nach der in nebenstehenden Skizzen, Fig. 15 u. 16, angegebenen Construction ausgeführt, von denen die eine wesentlich für Rindvieh, die andere für Schweine bestimmt ist. Der Fußboden der Schwemmen ist aus rechteckig bearbeiteten Granitpflastersteinen in Cement-Mörtel hergestellt, die Mauern und Tränktröge sind aus Klinkern in Cement gemauert und glatt geputzt. Der Verkauf der verschiedenen Viehsor-

ten erfolgt nach dem Gewicht; meist begnügen sich die Händler und Käufer damit, dasselbe annähernd durch Schätzung festzustellen. Um dieses Gewicht auch genauer angeben und um namentlich streitige Fälle entscheiden zu können, sind in den Quer-Mittelgängen der Verkaufshallen einige Viehwaagen aufgestellt. — Zur Feststellung des Gewichtes der angelieferten Fourage etc. dient eine unweit der Kälberhalle gelegene Centesimalwaage, die, falls der betr. projectirte Eisenbahnstrang ausgeführt würde, auch zum Wiegen ganzer Eisenbahn-Waggons benutzt werden könnte und mit einem kleinen Waagehäuschen versehen ist.

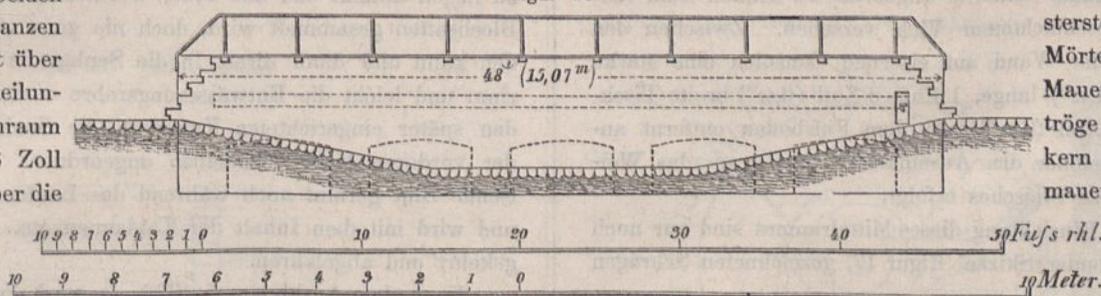
Die Schlachthaus-Anlage.

Die Schlachthaus-Anlage bildet für sich einen abgeschlossenen Theil des ganzen Etablissements; dieselbe ist auch durch einen Zaun begrenzt und dem großen Publicum nicht zugänglich.

Figur 15.



Figur 16.



Sämmtliche Wege des Schlachthofes sind, um jedes Einziehen von Blut in den Boden zu vermeiden, mit guten festen Klinkern in Cement gepflastert.

Das große Schlachthaus für Rinder und Kleinvieh von 269 Fufs 3 Zoll ( $84,51^m$ ) Länge und 96 Fufs ( $30,13^m$ ) Tiefe ist auf Blatt 16 speciell gezeichnet. Dasselbe enthält einen höheren Mittelraum von 29 Fufs 2 Zoll ( $9,15^m$ ) Breite und 29 Fufs 9 Zoll ( $9,34^m$ ) lichter Höhe, welcher zum Schlachten von Kleinvieh und zum Aufhängen und Auskühlen von Fleisch benutzt wird; an diesen schliessen sich auf jeder Seite 16 Schlachtkammern für Rindvieh von 29 Fufs 11 Zoll ( $9,39^m$ ) Tiefe, einer durchschnittlichen Breite von 15 Fufs 6 Zoll ( $4,87^m$ ) und einer lichten Höhe von 17 Fufs 8 Zoll ( $5,55^m$ ) resp. 21 Fufs  $7\frac{1}{2}$  Zoll ( $6,79^m$ ) an.

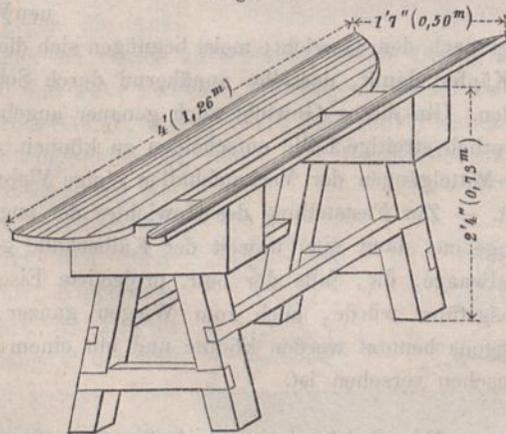
Sämmtliche gemauerte Wände des Schlachthauses sind bis zu einer Höhe von 12 Fufs ( $3,77^m$ ) mit sauber geglättetem Cementputz versehen, während die höher gelegenen Flächen in Kalk geputzt und gut mit Oelfarbe gestrichen sind. Alle Holzscheidewände, sowie die Dachschaalung und alles sonst freiliegende Holzwerk ist gehobelt und stark geölt, resp. mit Oelfarbe gestrichen.

Der Fufsboden ist durchweg mit flachen Mauersteinen in Kalk gepflastert und mit einer 1 Zoll ( $0,025^m$ ) starken Asphaltenschicht versehen. Das Gefälle des Fufsbodens beträgt durchschnittlich 4 Zoll ( $0,10^m$ ) auf 22 Fufs ( $6,91^m$ ); es genügt dies, doch würde ein etwas größeres Gefälle zulässig sein.

Im Mittelraum zum Schlachten von Kleinvieh sind 6 Fufs ( $1,88^m$ ) von den Wänden und 8 Fufs 6 Zoll ( $2,67^m$ ) von einander entfernt, Säulen aufgestellt, von denen oben je 2 durch 4 Zoll ( $10^m$ ) breite und 6 Zoll ( $15^m$ ) hohe Hölzer in einer Höhe von 6 Fufs ( $1,88^m$ ) unter sich und mit der Wand verbunden sind. Nach Innen zu sind diese Hölzer mit  $1\frac{1}{2}$  Fufs ( $0,47^m$ ) von einander entfernt angebrachten Haken zum Anhängen von geschlachtetem Vieh versehen. Zwischen den Säulen ist an der Wand auf eisernen Consolen eine starke 5 Fufs 6 Zoll ( $1,73^m$ ) lange, 1 Fufs 8 Zoll ( $0,52^m$ ) breite Tischplatte 2 Fufs 8 Zoll ( $0,84^m$ ) von dem Fufsboden entfernt angebracht, auf welcher das Auseinanderhauen resp. das Weiterarbeiten des Fleisches erfolgt.

Zur innern Einrichtung dieses Mittelraumes sind nur noch die in nachstehender Skizze, Figur 17, gezeichneten Schragen

Figur 17.



erforderlich, in welche das Vieh beim Schlachten hinein gelegt wird, sowie einfache gebogene Hängestöcke, mittelst deren das Vieh zum Auskühlen etc. aufgehängt wird.

Wie aus dem Grundriß und den Durchschnitten ersichtlich, ist der Fufsboden dieser Mittelhalle mit Längen- und

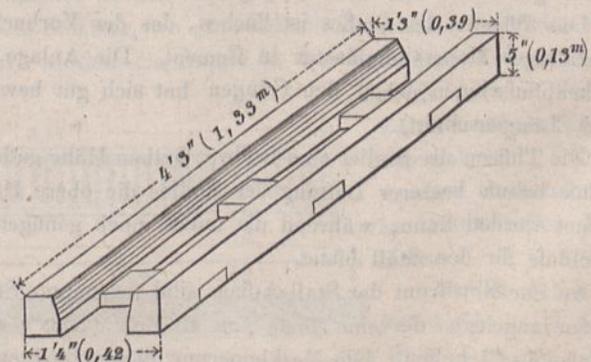
Quergefälle versehen, und findet der Wasser-Abfluß in der Mitte des Gebäudes durch kleine, mit engen, eisernen Gittern bedeckte Senkgruben in Thonröhren von 10 Zoll ( $0,26^m$ ) Weite statt.

In den beiden Giebeln sind, um auch in die Halle hineinfahren zu können, 12 Fufs ( $3,77^m$ ) weite Oeffnungen gelassen, die durch Schiebethore geschlossen sind. Ueber denselben befinden sich je zwei große halbkreisförmige Oberlichte, von welchen einzelne Abtheilungen um vertikale Achsen drehbar und mittelst eines einfachen Mechanismus (Zahnstange mit Trieb) von unten aus zu öffnen und zu schliessen sind, und wird hierdurch eine sehr wirksame Ventilation erzielt. Die übrigen Fenster dieses Raumes können nur von den Dächern der Seitenbauten aus geöffnet resp. geschlossen werden, doch wird beabsichtigt, einige derselben so einzurichten, daß sie direct von der Halle aus zu öffnen und zu schliessen sind.

Beim Schlachten des Rindviehes wird dasselbe nach der hier üblichen Methode zunächst durch einen Schlag auf die Stirn betäubt, fällt hierdurch zu Boden und wird dann erst gestochen. Zu diesem Zweck wird das Vieh mit dem Kopfe an einen eisernen Ring, welcher 5 Fufs ( $1,57^m$ ) von der äusseren Thür entfernt, in einer 4 Fufs im Quadrat großen im Fufsboden der Kammer liegenden starken Granitplatte befestigt ist, angebunden. Da das Vieh jedoch nicht immer günstig fällt, so ist der Ring mit der Granitplatte in den zuletzt ausgeführten Kammern um ca. 2 Fufs ( $0,62^m$ ) weiter zurück gelegt. Hinter dieser Platte ist die Senkgrube angebracht, welche, mit einem engen eisernen Gitter abgedeckt, den Abfluß des Spülwassers etc. durch die unterirdische 10 Zoll weite Thonrohrleitung vermittelt. Da bei dieser Anordnung das Thier beim Fallen zu nahe der Senkgrube zu liegen kommt und das Blut, welches in niedrigen runden Blechsatten gesammelt wird, doch nie ganz aufgefangen werden kann und dann direct in die Senkgrube läuft, dort gerinnt und leicht die Entwässerungsröhre verstopft, so ist bei den später eingerichteten Kammern die Senkgrube in einer der vorderen Ecken derselben angeordnet. Das vorbeifließende Blut gerinnt noch während des Laufens nach dorthin und wird mit dem Inhalt der Kaldaunen etc. zusammen ausgekehrt und abgefahren.

Nach dem Ausbluten des Thieres wird dasselbe mit dem Rücken in einen einfachen, in Skizze Fig. 18 veranschaulichten,

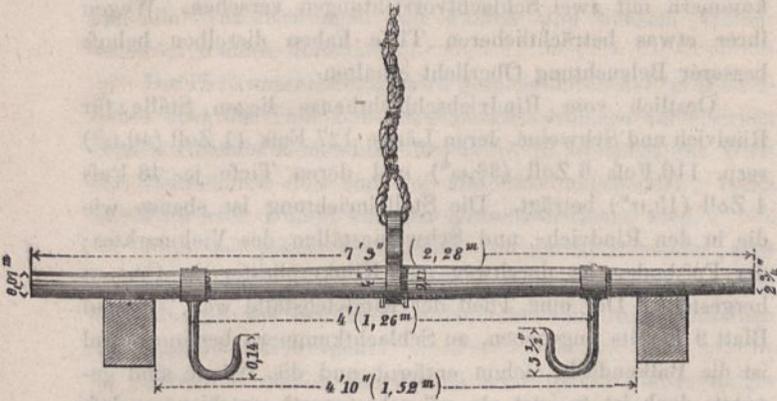
Figur 18.



Schlag gelegt, damit das Fell auf der Brust aufgeschnitten und losgelöst werden kann. Das Vieh wird dann mit den Hinterbeinen in einen Hängebaum, der in umstehendem Holzschnitt Fig. 19 skizzirt ist, mittelst einer doppelt übersetzten Winde,

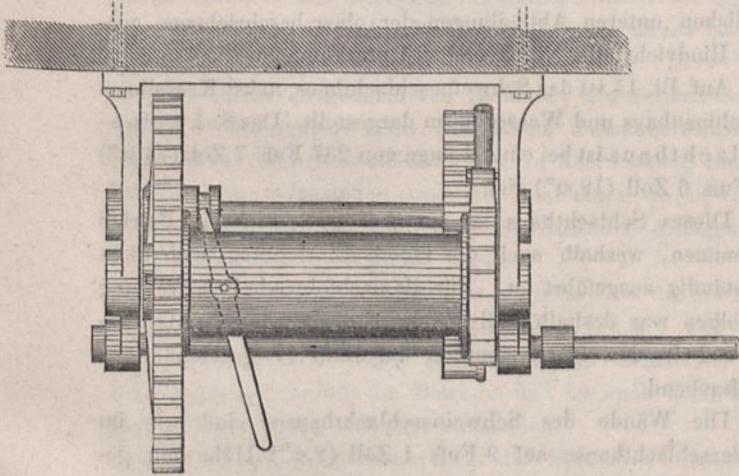
die in den Holzschnitten Fig. 20 bis 22 gezeichnet, in die Höhe gewunden. Das Tau der Winde, welches unten mit einem Haken versehen ist, führt über eine unter der Decke angebrachte Rolle,

Figur 19.

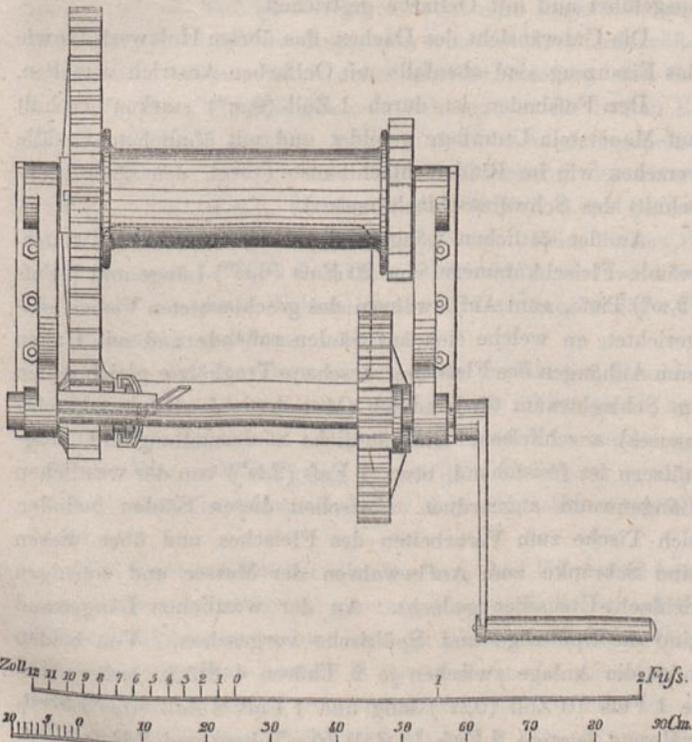


welche 3 Fufs (0,94<sup>m</sup>) hinter dem im Fufsboden angebrachten Ringe zurück liegt, damit, wenn ein Stück Vieh geschlagen

Figur 20. Grundrifs.



Figur 21. Vorder-Ansicht.



und fast ganz hoch gewunden ist, zu welcher Zeit immer noch an demselben gearbeitet wird, ein zweites schon wieder geschlagen werden kann.

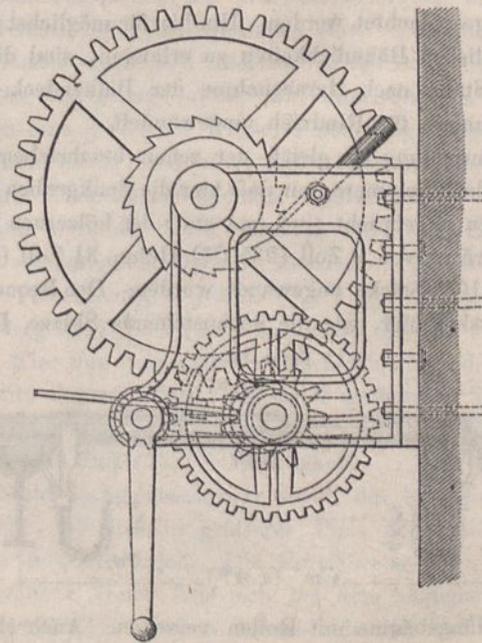
Ist das Thier fertig ausgeschlachtet, so wird es mit dem Hängebaum auf die Traghölzer, welche 4 Fufs 10 Zoll (1,52<sup>m</sup>) im Lichten von einander entfernt und mit ihrer Oberkante 11 Fufs (3,45<sup>m</sup>) über dem Fufsboden liegen, gehängt. Auf demselben wird es dann mit der Mücke, einem mit ca. 10 Fufs (3,14<sup>m</sup>) langem Stiel versehenen gabelförmigen Eisen, gegen die Hinterwand geschoben; auf diese Weise können in jeder Kammer 15 bis 20 Stück Rindvieh geschlachtet werden, ohne daß Fleisch abgefahren zu werden braucht.

Seitlich an den Längswänden sind auf 6 Fufs (1,88<sup>m</sup>) Höhe, 1 Fufs 4 Zoll (0,42<sup>m</sup>) von der Wand abliegend, 3 Zoll (8<sup>m</sup>) hohe und 1/2 Zoll (13<sup>mm</sup>) starke zweimal auf die Länge der Kammer unterstützte Eisenschienen angebracht, auf welche 9 Zoll (22,5<sup>mm</sup>) hohe und mit der Spitze 6 Zoll (15<sup>mm</sup>) weit abstehende Doppelhaken aufgehängt werden, die zum Anhängen der auseinander gehauenen einzelnen Theile des Viehes (Viertel) dienen. Außerdem sind noch zum Anhängen der Köpfe und Geschlinge 3 Fufs 6 Zoll (1,10<sup>m</sup>) vom Fufsboden, 1 Fufs 6 Zoll (0,47<sup>m</sup>) bis 2 Fufs (0,63<sup>m</sup>) von einander entfernt, kleine Haken angebracht. Ferner sind solche in 11 1/2 Fufs (3,61<sup>m</sup>) Höhe vom Fufsboden zum Anhängen von Kleinvieh angeordnet, weil der Schlächter, welcher eine Schlachtkammer miethet, auch gern das Kleinvieh in derselben schlachtet.

Sämmtliche Haken in den Schlachtkammern etc. dürfen vorn nicht spitz, sondern müssen möglichst stumpf sein, damit sich die Arbeiter nicht daran verletzen.

Zur inneren Einrichtung einer Schlachtkammer gehört ferner ein großer Tisch 6 Fufs (1,88<sup>m</sup>) lang, 2 Fufs 10 Zoll (0,89<sup>m</sup>) breit und 1 Fufs 11 Zoll (0,66<sup>m</sup>) hoch, mit 2 Zoll (5<sup>mm</sup>) starker Platte, welcher vor das schon an der Winde hängende Vieh geschoben wird und auf welchem dann das Ausnehmen des Viehes erfolgt. Später werden auf demselben die Kal-

Figur 22. Seiten-Ansicht.



daunen von den übrigen Theilen getrennt und gereinigt. Auf einem zweiten kleineren Tische von 3 Fufs 4 Zoll (1,05<sup>m</sup>) Länge, 2 Fufs 3 Zoll (0,71<sup>m</sup>) Breite und 2 Fufs 6 Zoll (0,78<sup>m</sup>) Höhe wird das sogenannte Mucker (Fett von den Därmen) abgenommen.

Die Thüren der Schlachtkammern sind 4 Fufs 6 Zoll

(1,41<sup>m</sup>) breit und mit einem feststehenden Fenster versehen. Ueber der Thür und zwar noch über dem 6 Fufs (1,83<sup>m</sup>) weit vorspringendem Schutzdach ist ein Kippfenster angebracht, welches durch eine Stange, ähnlich wie dies bei den Rindviehställen beschrieben, von unten aus zu öffnen und zu stellen ist.

Behufs der Ventilation steht jede Kammer mit der Mittelhalle durch eine 4 Fufs 6 Zoll (1,41<sup>m</sup>) breite und 7 Fufs 6 Zoll (2,35<sup>m</sup>) hohe Oeffnung, welche durch ein starkes dichtes Drahtgitter geschlossen ist, in Verbindung. Die Kammern werden Abends durch je 3 Gasflammen erleuchtet, von denen 2 vorn und zwar so angebracht sind, dafs das Licht von jeder Seite auf das in der Winde hängende Vieh fällt, während die dritte Flamme den hintern Theil der Schlachtkammer erleuchtet. In der Mittelhalle sind die Gasflammen über den an den Wänden befestigten Schlachtischen angeordnet.

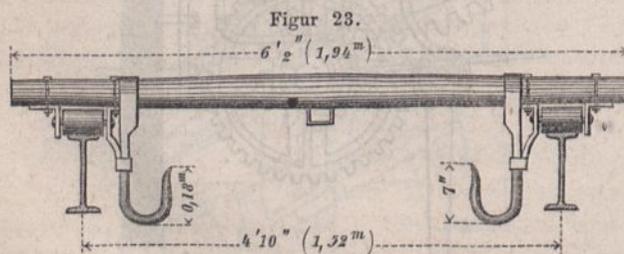
In Betreff der Bewässerung dieses Schlachthauses ist zu bemerken, dafs in der Mittelhalle bei jedem der vorerwähnten Tische und in jeder Schlachtkammer nahe der Thür sich ein Wasser-Auslafshahn befindet.

Da von den Ställen immer etwas mehr Vieh angetrieben wird, als mit einem Male geschlachtet werden kann, so sind zum vorläufigen Anbinden dieses Viehes aufserhalb an den Frontwänden des Schlachthauses eiserne Ringe angebracht, welche 3 Fufs (0,94<sup>m</sup>) über Strafsenpflaster liegen.

Westlich vom Rinderschlachthause liegen, wie Blatt 9 zeigt, die früheren Ställe für das zum Schlachten bestimmte Vieh. Dieselben sind 127 Fufs 11 Zoll (40,15<sup>m</sup>) und 116 Fufs 6 Zoll (36,49<sup>m</sup>) lang und je 27 Fufs 6 Zoll (8,63<sup>m</sup>) tief.

Auf Anordnung des Königl. Polizei-Präsidiiums mußte wegen der Rinderpest im Jahre 1870 und 1871 während zweimal sechs Wochen sämmtliches in Berlin zu consumierende Rindvieh und Kleinvieh, mit Ausnahme der Schweine, die nicht als Träger der Rinderpest anzusehen sind, in dieser neuen Schlachthaus-Anlage unter einheitlicher Controle der Thierärzte geschlachtet werden. Um hierfür möglichst schnell die erforderlichen Räumlichkeiten zu erlangen, sind die letzt erwähnten Ställe nach Herausnahme der Balkendecke in 10 Schlachtkammern für Rindvieh umgewandelt.

Die Einrichtung ist gleich der schon beschriebenen der Rindviehschlachtkammern, nur dafs hier die Senkgruben bereits in den Ecken angebracht sind und statt der hölzernen Tragebalken I-Träger von 9 Zoll (235,5<sup>mm</sup>) Höhe, 3½ Zoll (91,5<sup>mm</sup>) Breite und 10<sup>mm</sup> Stärke angewandt wurden. Der Bequemlichkeit halber sind hier, wie die nebenstehende Skizze, Fig. 23,



zeigt, die Hängebäume mit Rollen versehen. Auch sind auf Wunsch verschiedener Schlächter die I-Träger etwas höher und zwar mit der Oberkante 13 Fufs (4,08<sup>m</sup>) über das Pflaster gelegt.

Drei Endkammern dieser Anlage, welche eine Breite von 28 Fufs (8,79<sup>m</sup>) haben, sind mit doppelter Schlachtvorrichtung versehen, d. h. 4 Tragbalken, 2 Winden etc.

Die an der südlichen Grenze gelegenen 8 Schlachtkammern (siehe Blatt 9), zusammen 158 Fufs 3 Zoll (49,67<sup>m</sup>) lang und 33 Fufs 6 Zoll (10,51<sup>m</sup>) tief, sind ebenso wie die zuletzt beschriebenen mit eisernen Tragbalken und die beiden Endkammern mit zwei Schlachtvorrichtungen versehen. Wegen ihrer etwas beträchtlicheren Tiefe haben dieselben behufs besserer Beleuchtung Oberlicht erhalten.

Oestlich vom Rindviehschlachthause liegen Ställe für Rindvieh und Schweine, deren Länge 127 Fufs 11 Zoll (40,15<sup>m</sup>) resp. 116 Fufs 6 Zoll (36,49<sup>m</sup>) und deren Tiefe je 48 Fufs 4 Zoll (15,17<sup>m</sup>) beträgt. Die Stalleinrichtung ist ebenso wie die in den Rindvieh- und Schweineställen des Viehmarktes; der Fußboden ist durchweg aus Klinkerpflaster in Cement hergestellt. Der eine Theil der Rindviehställe war, wie auf Blatt 9 bereits angegeben, zu Schlachtkammern bestimmt und ist die Balkendecke schon entfernt und die Wände sind geputzt; doch ist es jetzt als wünschenswerth erschienen, dafs dieselben als Ställe für das zu schlachtende Vieh beibehalten werden. Im Uebrigen findet das zum Schlachten angekaufte Rindvieh in den nicht weit von der Schlachthaus-Anlage befindlichen unteren Abtheilungen der oben beschriebenen großen Rindviehställe No. 3 und 4 Unterkommen.

Auf Bl. 17 ist das Schweineschlachthaus nebst Kesselhaus Maschinenhaus und Wasserthurm dargestellt. Das Schweineschlachthaus ist bei einer Länge von 237 Fufs 7 Zoll (74,57<sup>m</sup>) 62 Fufs 6 Zoll (19,61<sup>m</sup>) tief.

Dieses Schlachthaus ist zur Zeit noch nicht in Betrieb genommen, weshalb auch die innere Einrichtung noch nicht vollständig ausgeführt ist. Für die nachfolgende Beschreibung derselben war deshalb theilweis des Project, wie es im Grundriß und in den Durchschnitten auf Blatt 17 gezeichnet ist, maafsgebend.

Die Wände des Schweineschlachthauses sind wie im Rinderschlachthause auf 9 Fufs 1 Zoll (2,85<sup>m</sup>) Höhe mit geglättetem Cementputz versehen; der übrige Putz ist in Kalk ausgeführt und mit Oelfarbe gestrichen.

Die Unteransicht des Daches, das übrige Holzwerk, sowie das Eisenzeug sind ebenfalls mit Oelfarben-Anstrich versehen.

Der Fußboden ist durch 1 Zoll (0,03<sup>m</sup>) starken Asphalt auf Mauerstein-Unterlage gebildet und mit ähnlichem Gefälle versehen wie im Rinderschlachthause (vergl. den Querschnitt des Schweineschlachthauses).

An der östlichen Längswand sind hier durch Bretterwände Fleischkammern von 20 Fufs (6,28<sup>m</sup>) Länge und 7 Fufs (2,20<sup>m</sup>) Tiefe, zum Aufbewahren des geschlachteten Viehes, eingerichtet, an welche sich auf Säulen ruhende und mit Haken zum Anhängen des Fleisches versehene Traghölzer gleich denen im Schlachtraum für Rindvieh (Mittelhalle des Rinderschlachthauses) anschließen. Eine ähnliche Säulenstellung mit Traghölzern ist freistehend, etwa 7 Fufs (2,29<sup>m</sup>) von der westlichen Längswand, angeordnet. Zwischen diesen Säulen befinden sich Tische zum Verarbeiten des Fleisches und über diesen sind Schränke zum Aufbewahren der Messer und sonstigen Schlacht-Utensilien gedacht. An der westlichen Längswand sind die Spültröge und Spültische vorgesehen. Von beiden zeigt die Anlage zwischen je 2 Thüren 4 Stück; erstere sind je 1 Fufs 10 Zoll (0,58<sup>m</sup>) lang und 1 Fufs 8 Zoll (0,52<sup>m</sup>) breit, während letztere 2 Fufs 10 Zoll (0,89<sup>m</sup>) lang und 2 Fufs 6 Zoll (0,79<sup>m</sup>) breit, mit entsprechender Wasser-Zu- und -Ableitung versehen, projectirt sind.

In der Mitte des Schlachthaus sind 9 Stück aus Holz angefertigte Brühbottiche von 6 Fufs (1,88<sup>m</sup>) Länge, 4 Fufs (1,26<sup>m</sup>) Breite und 2 Fufs 6 Zoll (0,79<sup>m</sup>) Höhe aufgestellt, welche durch 2 unter dem Fußboden in getrennten Canälen liegende Wasserleitungen mit kaltem und heißem Wasser versehen werden können.

Die Heißwasserleitung wird gespeist durch das im Kesselhause über der Thür zum Schweineschlachthause auf eisernen Säulen ruhende Heißwasser-Reservoir, in welchem das Wasser theils durch den von der Maschine abgehenden, theils durch directen Dampf aus den Kesseln erwärmt wird.

Nahe bei jedem Brühbottich ist ein feststehender aber drehbarer Krahn gedacht, mittelst dessen die gestochenen Schweine in die Brühbottiche befördert und aus denselben herausgenommen werden.

Zwischen den Brühbottichen sind große Tische aufgestellt, auf welchen die Schweine nach dem Brühen von den Borsten befreit werden etc.

Die Hauptentwässerung findet durch eine nahezu in der Längs-Mittelaxe des Gebäudes liegende Thonrohrleitung statt.

Für zweckentsprechende Gasbeleuchtung dieses Raumes ist Sorge getragen.

Bei einem ausgedehnteren Benutzen des Schlachthaus würde es vortheilhaft sein, den Raum zwischen Schweineschlachthaus und Schweinestall mit zu überdecken, hier die Brühbottiche aufzustellen und das Schlachten zu bewirken. Auch würden auf der anderen Seite Eiskeller-Anlagen sich zweckmäßig damit verbinden lassen.

An das Schweineschlachthaus schließt sich das Kesselhaus in einer Länge von 39 Fufs 8 Zoll (12,45<sup>m</sup>) und einer Tiefe von 27 Fufs 4 Zoll (8,58<sup>m</sup>) an. In demselben sind 2 Dampfkessel bereits im Betriebe und ist auch noch Raum zur Aufstellung eines dritten vorhanden.

Neben dem Kesselhause liegt das Maschinenhaus mit Wasserthurm 22 Fufs 10 Zoll (7,17<sup>m</sup>) lang und 27 Fufs 4 Zoll (8,58<sup>m</sup>) tief. In dem Parterregehoß ist eine liegende Dampfmaschine mit variabler Expansion von ca. 24 Pferdekräften aufgestellt, welche das Wasser mittelst Pumpen aus dem 147 Fufs (46,14<sup>m</sup>) tiefen Brunnen hebt und in die beiden Reservoirs drückt. Letztere stehen in den beiden Geschossen über der Dampfmaschine und liegt die Oberkante des unteren 24 Fufs 6 Zoll (7,69<sup>m</sup>), die des oberen 39 Fufs 6 Zoll (12,40<sup>m</sup>) über dem Fußboden der Maschinenstube. Beide Reservoirs fassen zusammen 7000 Cubikfufs (216,21 kb<sup>m</sup>) und wird von ihnen aus der ganze Viehmarkt, die Schlachthaus-Anlage und der Bahnhof mit Wasser versorgt.

Ueber die Ausführung des eben erwähnten Brunnens dürften die nachfolgenden Angaben von Wichtigkeit sein. Bei der ursprünglichen Anlage des Viehmarktes wurde speciell die Wasser-Versorgung in reifliche Erwägung gezogen, weil hierauf die ganze Existenz des Schlachthausbetriebes basirt.

Es wurden zunächst die Brunnen der Umgegend einer eingehenden Besichtigung unterzogen und in Bezug auf ihre Wasserhaltigkeit beobachtet. Als der günstigste erschien ein zu einer Maschinenbau-Anstalt in der Ackerstraße gehöriger, in einem Keller derselben, etwa 15 Ruthen (56,49<sup>m</sup>) südlich von der verlängerten Feldstraße belegener Brunnen. Der Wasserstand desselben liegt etwa 27 $\frac{1}{2}$  Fufs (8,63<sup>m</sup>) über dem Nullpunkt des Spreepegels und der Wasserzufluß ist so beträchtlich, daß

demselben, wenn weniger Wasser (zur Kesselspeisung) gebraucht wird, freier Abfluß durch die Straßens-Rinnsteine gewährt wird, weil sonst das Wasser in den Keller treten würde. (Der Nullpunkt des Berliner Spreepegels liegt 99,45 Fufs (31,21<sup>m</sup>) höher, als der des Amsterdamer Pegels.)

Darauf sind Bohrversuche auf dem Viehmarkt-Grundstücke angestellt, die sehr verschiedene Resultate lieferten. In einem Bohrloche, welches auf einer Terrainhöhe von ca. 31 $\frac{1}{2}$  Fufs (9,89<sup>m</sup>) über dem Nullpunkt des Spreepegels, etwa nur 12 Ruthen (45,2<sup>m</sup>) von dem eben erwähnten Brunnen entfernt, nahe beim Haupt-Eingange zum Viehmarkt begonnen und ca. 81 Fufs (25,42<sup>m</sup>) tief unter Terrainhöhe gestofsen wurde, fand sich gar kein Wasser. Bis auf ca. 13 $\frac{1}{2}$  Fufs (4,24<sup>m</sup>) unter Terrainhöhe war leichter, später etwas schärferer Sand vorhanden, dann bis zur Einstellung des Bohrversuches Diluvialsand und Diluvialmergel theilweise mit Steinen vermischt.

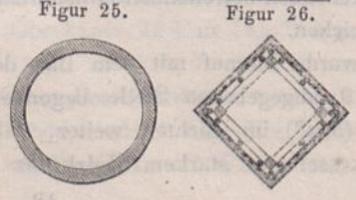
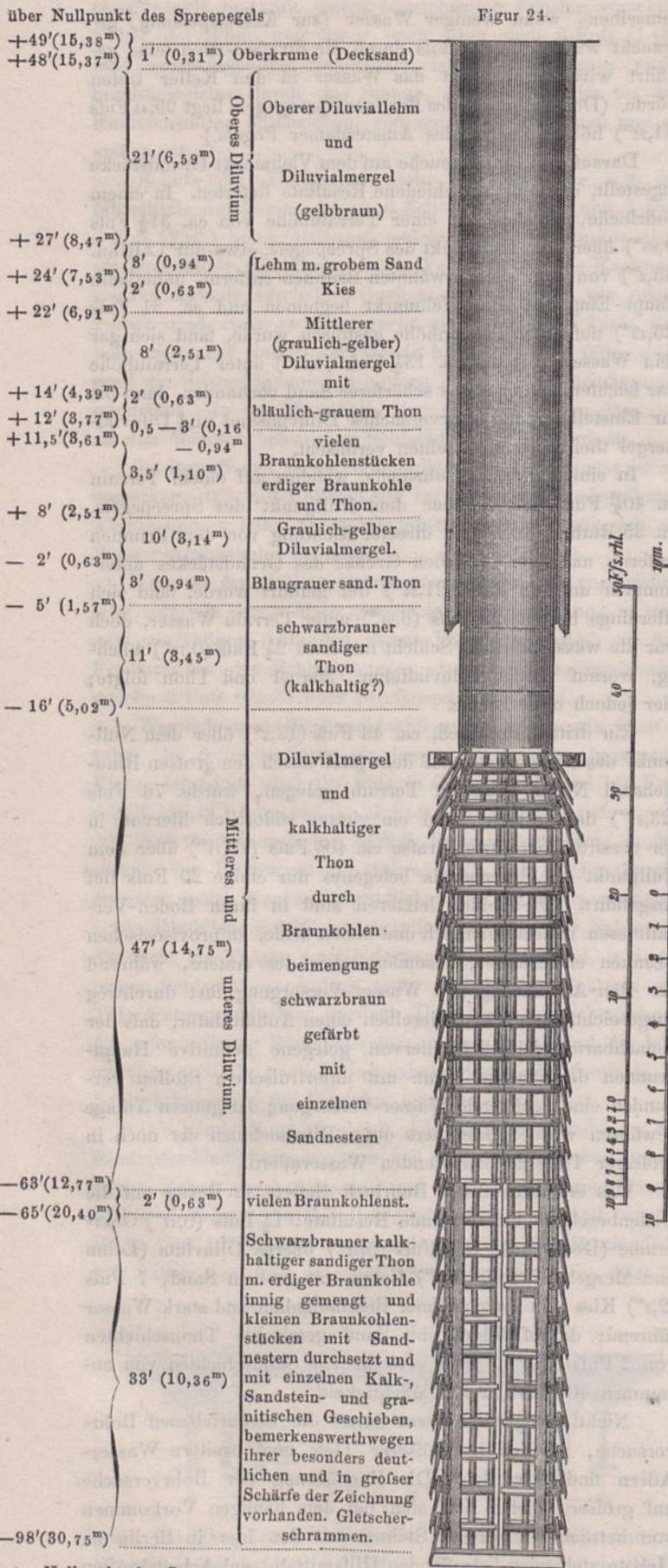
In einem zweiten Bohrloche, welches auf einem Terrain ca. 40 $\frac{1}{2}$  Fufs (12,71<sup>m</sup>) über dem Nullpunkt des Spreepegels, ca. 35 Ruthen (10,97<sup>m</sup>) in directer Richtung von dem Brunnen entfernt, nahe der südlichen Grenze des Grundstückes unternommen und 68 Fufs (21,34<sup>m</sup>) tief geführt wurde, fand sich allerdings bei ca. 22 Fufs (6,91<sup>m</sup>) unter Terrain Wasser, doch war die wasserführende Schicht nur etwa 2 $\frac{1}{2}$  Fufs (0,79<sup>m</sup>) mächtig, worauf wieder Diluviallehm, Mergel und Thon folgte; hier jedoch ohne Steine.

Ein drittes Bohrloch, ca. 43 Fufs (13,5<sup>m</sup>) über dem Nullpunkt des Spreepegels, auf dem jetzt durch den großen Rindviehstall Nr. 4 bebauten Terrain gelegen, wurde 76 Fufs (23,85<sup>m</sup>) tief gestofsen und ein viertes südöstlich hiervon in der cassirten Strelitzer Straße ca. 40 $\frac{1}{2}$  Fufs (12,71<sup>m</sup>) über dem Nullpunkt des Spreepegels belegenes nur einige 20 Fufs tief ausgeführt. Die beiden letzteren sind in ihren Boden-Verhältnissen nahezu identisch und haben beide, zu provisorischen Brunnen eingerichtet, besonders aber der erstere, während der Bau-Ausführung zur Wasser-Versorgung fast durchweg ausgereicht, und gaben dieselben einen Anhalt dafür, daß der benachbarte südöstlich hiervon gelegene definitive Hauptbrunnen der Anlage event. mit unterirdischem Stollen verbunden eine genügende Wasser-Versorgung der ganzen Anlage gewähren würde, besonders unter Hinzunehmen der noch in größerer Tiefe zu erwartenden Wasseradern.

Das erwähnte dritte Bohrloch lieferte in Bezug auf die Bodenbeschaffenheit folgende Resultate: 1 $\frac{1}{2}$  Fufs (0,47<sup>m</sup>) Oberkrume (Decksand), 18 $\frac{1}{2}$  Fufs (5,81<sup>m</sup>) oberes Diluvium (Lehm und Mergel), 7 Fufs (2,2<sup>m</sup>) Lehm mit grobem Sand, 7 Fufs (2,2<sup>m</sup>) Kies von verschiedener Beschaffenheit und stark Wasser führend; darauf folgen mit Sand gemischte Thonschichten von 2 Fufs (0,94<sup>m</sup>), dann verschiedene Sandschichten von zusammen 40 Fufs (12,55<sup>m</sup>) Mächtigkeit.

Nicht nachgewiesen war durch die beschriebenen Bohrversuche, ob sich in größerer Tiefe noch weitere Wasser-Adern finden würden. Die Fortführung der Bohrversuche auf größere Tiefen liefs sich bei dem häufigen Vorkommen von beträchtlich großen Steinen mit den hier in Berlin zu Gebote stehenden betreffenden Hilfsmitteln und Arbeitskräften nicht erreichen.

Es wurde hierauf mit dem Bau des Brunnens an der in Blatt 9 angegebenen Stelle begonnen und zunächst ein 10 Fufs (3,14<sup>m</sup>) im Lichten weiter, 1 Stein (0,26<sup>m</sup>) starker Brunnenkessel auf starkem Holzkranz ca. 57 Fufs (17,89<sup>m</sup>)



tief gesenkt. Dem weiteren Senken stellten sich beträchtliche Schwierigkeiten entgegen, weil die Reibungen zwischen dem Erdreich und der Außenfläche des Brunnenkessels zu stark wurden und letzterer zu zerreißen drohte; auch ging das Senken ziemlich langsam vor sich. Es wurden deshalb auf weitere 12 Fufs (3,77<sup>m</sup>) eiserne Cylinder von etwas geringem Durchmesser gesenkt; da auch dieses sehr langsam von Statten ging, so wurde der weitere Ausbau des Brunnens in Holz bergmännisch betrieben, wie aus nebenstehender Skizze (Fig. 24 bis 26) ersichtlich ist. In derselben sind auch die Erdschichten, die beim Abteufen des Brunnens durchschnitten wurden, genau angegeben. Auf meinen Wunsch hat es mein Bruder, der Professor Dr. Orth zu Berlin, übernommen, die geognostischen Verhältnisse in ihren Beziehungen zu ähnlichen Vorkommnissen in der Mark Brandenburg einer speciellen Besprechung zu unterziehen, welche nachstehend eingefügt ist.

Bei den Erd-, Bohr- und Brunnenarbeiten auf dem neuen Viehhofe zu Berlin (zwischen Brunnen- und Ackerstrafse) haben sich einige Resultate ergeben, welche die Aufmerksamkeit in weiteren Kreisen in Anspruch nehmen und von denen ich, dazu aufgefordert, die bemerkenswerthesten gern hier mittheilen werde.

Der Viehhof liegt auf dem Lehmplateau der rechten Spreehalseite in einer Höhe über dem Nullpunkte des Spreepegels von ungefähr 50 Fufs (15,69<sup>m</sup>) und ist es überall die für das Lehmplateau in der Norddeutschen Ebene charakteristische Diluvialbildung, welche durch Aufräumarbeiten und Bohrungen in verschiedenen Profilen oberflächlich nachgewiesen ist. Zu oberst lagert der das Diluvium der Mark Brandenburg über dem Lehm und Mergel fast überall vertretende Decksand, welcher als eine dünne Schicht von 1 bis 2 Fufs (0,31 bis 0,62<sup>m</sup>) Mächtigkeit (an manchen Stellen findet sich auch eine größere Mächtigkeit, wie der oben angeführte Bohrversuch Nr. I zeigt), die bindigern Schichten des Untergrundes verdeckt und bereits oft zu Täuschungen über die Natur der tieferen Erdschichten bei den sonst weniger aufmerksamen Beobachtern Veranlassung gegeben hat. Der Decksand bedeckt die kalkarme, nach unten sehr unregelmäßig begrenzte und wenig mächtige Schicht des Diluviallehms — die Mächtigkeit wechselt von ½ bis 3 Fufs (0,15 bis 0,94<sup>m</sup>) — und unterhalb des letzteren ist in größerer Mächtigkeit der obere Diluvialmergel nachgewiesen worden. Der Diluviallehm unterscheidet sich von dem gelbbraunen oberen Diluvialmergel durch eine mehr röthlichbraune Färbung.

Die Kiesschicht und sandige Schicht in 22 bis 27 Fufs (6,90 bis 8,47<sup>m</sup>) von oben trennt den oberen Diluvialmergel von dem mittleren Diluvialmergel, welcher durch eine mehr graulich-braune Färbung und scharfeckige prismatische Absonderungen von jenem in der Regel leicht unterschieden werden kann. Diese Kies- und Sandschicht von zusammen 5 Fufs (1,56<sup>m</sup>) vertritt hier die in den meisten Gegenden der Mark Brandenburg mächtig entwickelte Schicht des Diluvialsand und es zeigt sich hier die bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit, wie der im Diluvium der linken Spreehalseite am Kreuzberg und bei Rixdorf stark vertretene Diluvialsand auf der rechten Spreehalseite in dieser Gegend fast vollständig fehlt.

Der mittlere Diluvialmergel nimmt nach unten hin allmählig Braunkohlenstückchen in feinsten Zertheilung auf und

geht in einen kalkhaltigen sandigen Thon über, welcher durch die Beimengung von Braunkohle in großer Mächtigkeit eine schwarzbraune Färbung zeigt. An einzelnen Stellen ist Braunkohle in größeren Mengen eingeschwemmt, z. B. von 14 bis 8 Fufs (4,39 bis 2,51<sup>m</sup>) über dem Nullpunkt des Spreepiegels, wo fetter dunkler Thon mit erdiger Braunkohle und Braunkohlenstücken zusammen vorkommt, und in einer Tiefe von 63 bis 65 Fufs (19,77 bis 20,40<sup>m</sup>) unter dem Nullpunkt des Spreepiegels, wo eine an Braunkohlen reiche Schicht in einer wechselnden Mächtigkeit von 4 Zoll bis 3 Fufs (0,10 bis 0,94<sup>m</sup>) zwischen dem kalkhaltigen, sandigen, Braunkohle führenden Thon nachgewiesen ist. Diese starke Einschwemmung von Bestandtheilen der Braunkohlenformation in das Diluvium stimmt überein mit dem Vorkommen in vielen anderen Gegenden in Norddeutschland, wo ebenfalls Bruchstücke der sandigen oder thonigen Braunkohlen führenden Tertiärformation, auf welcher das Diluvium zum Absatz gelangte, umgelagert (regenerirt) im Diluvium anzutreffen sind, und die Bestimmung der Grenze von Diluvium und Tertiärformation wird dadurch oft in hohem Grade erschwert. Die an hiesiger Stelle bis zu 147 Fufs (46,13<sup>m</sup>) Tiefe vorgenommenen Arbeiten lassen wegen der bedeutenden nordischen Einschwemmungen jedoch keinen Zweifel darüber, daß man es hier überall noch mit entschiedenem Diluvium zu thun hat, das Tertiärgebirge in dieser Tiefe noch nicht erreicht ist. Es sind hier große Massen der Tertiärformation im Diluvialmeer zerkleinert und mit Gesteinsbruchstücken aus dem nordisch-baltischen Gebirgscentrum vermengt ins Diluvium gelangt. Der hier auftretende sandige Thon schließt immerhin noch eine große Quantität von Sand ein, welcher jedoch durch die Vermengung mit feinerdigen Theilen seine Durchlässigkeit größtentheils verloren hat. Dieser Mangel an reinem Diluvialsand erklärt hier die für die Mark sehr bemerkenswerthe Erscheinung einer gewissen Wasserarmuth in größerer Tiefe und macht es erklärlich, weshalb der Brunnenschacht bis fast 100 Fufs (31,35<sup>m</sup>) unter dem Spreespiegel vertieft und ein längerer Querschlag getrieben werden mußte, um eine ausreichende Menge Wasser zu erhalten. Es weist zugleich darauf hin, daß man auch in der sandreichen Mark Brandenburg bei der Schätzung des Untergrundes und Untergrundwassers Ursache hat, mit einer gewissen Vorsicht zu verfahren, und daß das in der Mark Brandenburg in geringer Tiefe von vielen Seiten überall vorausgesetzte „Grundwassermeer“ nicht überall vorausgesetzt werden darf. Um hier ein Vorkommen bei Berlin noch zu erwähnen, so will ich nur auf das Auftreten des Septarienthons bei Hermsdorf nördlich von Berlin aufmerksam machen, welcher daselbst unter einer nicht starken diluvialen Decke bis auf eine Tiefe von 200 Fufs (62,77<sup>m</sup>) nachgewiesen ist, und es würde hier bei Bohrungen sich dasselbe Resultat von Wassermangel selbst in größerer Tiefe ergeben, wie es sich bei den Bohrungen am Oberschlesischen Bahnhofe zu Breslau sogar bis zu einer Tiefe von 390 Fufs (122,40<sup>m</sup>) herausgestellt hat.

Von besonderem Interesse ist noch von den Ergebnissen der Viehmarkts-Brunnenarbeiten der Nachweis über das Auftreten nordischer Geschiebe bis zu einer Tiefe von 147 Fufs (46,13<sup>m</sup>) im Diluvium, und es sind meines Wissens in der Gegend von Berlin bis jetzt an keiner anderen Stelle so viele Geschiebe (und zum Theil von großer Ausdehnung) aus so bedeutender Tiefe zu Tage gefördert, als dies hier der Fall gewesen ist. Es ist auch nur durch die bedeutende Länge

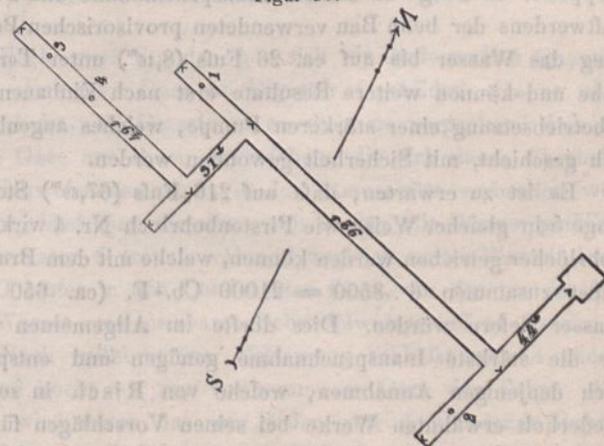
des in 126 Fufs (39,54<sup>m</sup>) Tiefe getriebenen Querschlags möglich gewesen.

Was diesen nordischen Findlingen aber eine ganz besondere Bedeutung verleiht, ist das häufige Auftreten von Gletscherschrammen, eigenthümlichen Streifungen, welche zum Theil einen gewissen Parallelismus zeigen, zum Theil sich unter einem bestimmten Winkel schneiden und in großer Schärfe der Zeichnung erhalten sind, wie es namentlich auf photographischen Abbildungen deutlich hervortritt. Zumal ein nordischer Kalkstein und ein größeres Gneifsgeschiebe sind in dieser Hinsicht sehr charakteristisch. Sie lassen keine andere Erklärung zu, wie die in Schweden an vielen Stellen an anstehendem Gestein beobachteten Gletscherschrammen, wie sie beim Vorrücken der Gletscher in der Schweiz in ihrer Entstehungsweise noch jetzt leicht beobachtet werden können, und die genannten Erscheinungen an den hier zu Tage gekommenen Geschieben sind als solche von schwedischen Naturforschern, welchen ich sie vorlegte, erkannt und identificirt worden. Es sind Erscheinungen, welche in der Norddeutschen Ebene bis jetzt nur vereinzelt beachtet sind, aber sicher in größerer Zahl nachgewiesen werden, wenn überhaupt die Aufmerksamkeit mehr darauf gelenkt wird, und würden dazu namentlich die Architekten bei den von ihnen beaufsichtigten bedeutenden Erdbewegungsarbeiten vielfache Gelegenheit haben. Die Ergebnisse des Brunnenbaues auf dem Viehhofe nehmen in dieser Hinsicht ein besonderes Interesse in Anspruch.

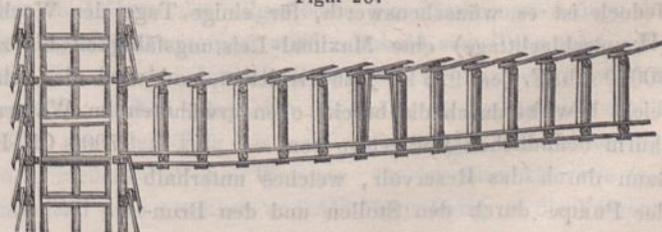
Berlin, den 13. März 1872. Prof. Orth.

Wie bereits angedeutet, ist von dem Brunnenschachte aus in einer Tiefe von 126 Fufs (39,54<sup>m</sup>) unter Terrainhöhe ein Querschlag (Stollen) getrieben, dessen Situation aus dem beigefügten Holzsnitte Fig. 27 ersichtlich und dessen Construction in dem Holzsnitte Fig. 28 angegeben ist; derselbe

Figur 27.



Figur 28.



hat zwischen den einzelnen Jochen (Gerüsten) eine obere Breite von 2½ Fufs (0,75<sup>m</sup>), eine untere von 3½ Fufs (1,09<sup>m</sup>) und eine Höhe von 5 Fufs (1,56<sup>m</sup>). Von diesem Stollen aus sind an den mit 1 bis 4 bezeichneten Stellen Firstenbohr-

löcher nach oben gestofsen, um die Wasser der oberen wasserführenden Schichten dem Brunnenschachte zuzuführen. Nur das letzte, mit 4 bezeichnete Bohrloch hat die erwünschten Resultate geliefert; dasselbe ist ca. 68 Fufs (21,34<sup>m</sup>), also p. pr. bis zum Nullpunkt des Spreepegels in die Höhe gestofsen, hat unten eine Weite von 6 Zoll (0,15<sup>m</sup>) und oben eine solche von 4½ Zoll (0,11<sup>m</sup>); es ist mit schmiedeeisernen fein durchlöchernten und zusammengenieteten Rohren verrohrt und geht das obere 4½ Zoll (0,11<sup>m</sup>) weite Rohr auch von der First des Stollens auf. Die Bohrlöcher 1 und 2 mißglückten, weil sie zu eng, nur 4 Zoll (0,10<sup>m</sup>) weit, angelegt waren. Das dritte Bohrloch, von gleicher Weite wie das vierte, wurde, weil die Verrohrung nicht schnell genug erfolgte, zugeschlemmt. Im Allgemeinen nimmt man an, daß derartige Bohrlöcher auf 40 bis 50 Fufs (12,5 bis 15,6<sup>m</sup>) Entfernung in die Höhe getrieben, eine wirksame und sich gegenseitig nicht beeinträchtigende Vermehrung des Wasserzufflusses bewirken, und würde dieses umso mehr der Fall sein, wenn man die oberen ca. 27 Fufs (8,47<sup>m</sup>) unter Terrainhöhe befindlichen wasserführenden Schichten zu erreichen sucht. Das Treiben solcher Bohrlöcher von unten nach oben ist, mit genügend weiten Rohren ausgeführt, weit bequemer, als das Bohren von oben nach unten, weil der angebohrte Boden bei jenem nachfällt, bei diesem zu heben ist. Es wird dadurch das Bauen von solchen Stollen mit Firstenbohrlöchern ein zweckmäßiges und sehr wirksames Mittel der Wasser-Gewinnung, besonders dann, wenn man wie hier den Querschlag in undurchlässigem Boden treiben kann. Doch ist es nothwendig, den Brunnenkessel so tief zu treiben, daß er noch unterhalb des Stollens ein Reservoir bildet, welches beim Antreffen beträchtlicher Wasser-Adern eine Gefahr für die im Stollen Arbeitenden verhindert.

Vor Ausführung der Firsten-Bohrlöcher lieferte der Brunnen nach den angestellten Messungen pro Tag ca. 3500 Cb.-F. (108 kb<sup>m</sup>), nach Vollendung des vierten Bohrloches ca. das Doppelte. In Folge zu starker Inanspruchnahme und Schadhafwerdens der beim Bau verwendeten provisorischen Pumpe stieg das Wasser bis auf ca. 26 Fufs (8,16<sup>m</sup>) unter Terrainhöhe und können weitere Resultate erst nach Einbauen und Inbetriebsetzung einer stärkeren Pumpe, welches augenblicklich geschieht, mit Sicherheit gewonnen werden.

Es ist zu erwarten, daß auf 216 Fufs (67,89<sup>m</sup>) Stollenlänge 5 in gleicher Weise wie Firstenbohrloch Nr. 4 wirksame Bohrlöcher getrieben werden können, welche mit dem Brunnen selbst zusammen  $6 \cdot 3500 = 21000$  Cb.-F. (ca. 650 kb<sup>m</sup>) Wasser liefern würden. Dies dürfte im Allgemeinen auch für die stärkste Inanspruchnahme genügen und entspricht auch denjenigen Annahmen, welche von Risch in seinem wiederholt erwähnten Werke bei seinen Vorschlägen für die Berliner Viehmarkt- und Schlachthaus-Anlage gemacht sind. Jedoch ist es wünschenswerth, für einige Tage der Woche (Hauptschlachttag) eine Maximal-Leistungsfähigkeit bis zu 30000 Cb.-F. (ca. 928 kb<sup>m</sup>) zu erreichen, und wird dies sehr leicht bewirkt durch die bereits oben erwähnten im Wasserturm befindlichen Reservoir von 7000 Cb.-F. dann durch das Reservoir, welches unterhalb der Pumpe durch den Stollen und den Brunnenkessel gebildet wird, von ca.

7500 -  
Sa. 14500 Cb.-F.

(ca. 548 kb<sup>m</sup>). Auch lassen sich die Reservoir im Wasserturm noch leicht auf ein Gesamtquantum von 30000 Cb.-F.

vermehrten. Zur Reserve, bei etwaigem Schadhafwerden der definitiven Pumpe etc., wird zur Zeit durch ein 7 Zoll (0,18<sup>m</sup>) weites eisernes Rohr eine Verbindung eines Hauptstranges der Berliner Wasserleitung mit den mehrfach erwähnten Hochreservoir der Schlachthaus-Anlage hergestellt. Es ist früher von dieser Vorsichtsmaßregel Abstand genommen, weil die desfallsigen Verhandlungen zu keinem befriedigenden Resultate führten und die eigene Wasserförderung trotz der beträchtlichen Anlage-Kosten bedeutend billiger ist, und es zudem wünschenswerth erschien, durch die Kessel-Anlage das heiße Wasser für die Schweineschlächtereier und den Dampf für die Talgschmelze gleich mit zu liefern. —

Auf dem Schlachthofe wurde die Einrichtung einer besonderen Kaldaunenwäsche beabsichtigt, und zwar sollte dieselbe in dem Gebäude östlich von den oben erwähnten 8 Rinderschlachtkammern an der südlichen Grenze (vergl. den Situationsplan Blatt 9) errichtet werden. Auf Wunsch der hiesigen Schlächter, welche das Auswaschen und Reinigen der Kaldaunen gleich mit in den Schlachtkammern bewirken, ist dies jedoch unterblieben. Die localen Gewohnheiten der hiesigen Schlächter sind in dieser Beziehung wesentlich abweichend von denjenigen, welche sich in anderen größeren Schlachthaus-Anlagen herausgebildet haben. Es würde, selbst wenn die Kaldaunenwäsche eingerichtet wäre, eine Benutzung derselben vorläufig nicht eingetreten sein, und wird daher das hierzu ursprünglich bestimmte Gebäude zur Zeit als Lager-raum für die sich an dasselbe anschließende Talgschmelze und Albuminfabrik benutzt.

Bei Anlage der Talgschmelze, welche auf Blatt 18 gezeichnet ist, war der Gesichtspunkt maßgebend, abweichend von beinahe allen übrigen auf Schlachthöfen und sonst vorhandenen Schmelzen eine fast vollkommene Geruchlosigkeit zu bewirken. Dies ist auch bei den getroffenen Anordnungen in sehr befriedigender Weise erreicht.

Ein zweiter Vortheil, welcher durch diese Anordnungen erzielt wurde, ist der, daß durch die Behandlung des frischen oder sogenannten grünen Talgs mit gespannten Wasserdämpfen, anstatt des veralteten Kochens desselben mit verdünnter Schwefelsäure, ein säurefreies und somit viel besseres Product gewonnen wird.

Bei dem fast gänzlichen Mangel an derartigen besseren Anlagen dürfte wohl eine etwas ausführlichere Beschreibung der Apparate der Talgschmelze und des Betriebes derselben nicht ohne Interesse sein.

Der beim Schlachten gewonnene sogenannte grüne Talg wird zu ebener Erde neben dem Fahrstuhl, welcher in einem Vorbau an dem Talgschmelzerei-Gebäude untergebracht ist, von den einzelnen Schlächtermeistern abgeliefert, gewogen und dann mittelst ersterem auf den Dachboden geschafft, sortirt und in die Digestoren A geworfen. Jede Qualität kommt, je nachdem es Rind- oder Hammel-Talg, gute oder schlechte Waare ist, in einen derselben. Diese Digestoren haben eine mittlere Höhe von 9 Fufs 9 Zoll (3,06<sup>m</sup>) und einen lichten Durchmesser von 5 Fufs 2 Zoll (1,62<sup>m</sup>). Durch ein oben angebrachtes mit Bügelverschluss versehenes Mannloch a eingeschüttet, fällt der Talg auf einen Siebboden b, der einen Fufs vom Boden des Schmelzkessels entfernt ist. Unter dem Siebboden befindet sich das ringförmige mit kleinen Oeffnungen versehene Dampfrohr c, welches durch das aus dem vorerwähnten Kesselhause kommende Dampfzuleitungsrohr e

gespeist wird und mittelst Hahnverschlufs in dem kleinen Zuleitungsrohr *f* abgestellt werden kann.

Am untersten tiefsten Theile des Schmelzcyinders befindet sich ein mit Hahn versehenes Ableitungsrohr *g*, das durch den Fußboden des Erdgeschosses hindurch in den Keller mündet und zum Ablassen der flüssigen Producte bestimmt ist, die nach vollendetem Schmelzproceß in darunter gestellte dicht geschlossene Transportfässer geleitet werden.

Nahe über dem Siebboden ist in der Wandung des Schmelzcyinders ein ebenfalls mit Bügelverschlufs versehenes Mannloch *h*, durch welches nach vollständigem Abflufs der der dünnen Brühe die festen ungelösten Bestandtheile, Knochen etc. herausgeholt und in geeignete, gleichfalls fest geschlossene Transportgefäße geschüttet werden.

Nach 10stündiger Einwirkung der stark gespannten Wasserdämpfe befindet sich alles Fett an der Oberfläche. Die Operation ist beendet, und wird nun die ganze Masse des Fetts mittelst Dampfdruck durch das am Boden von *A* mündende Rohr *o* in die Klärgefäße *B* gedrückt. Letztere sind aus Eisenblech, 4 Fufs im Durchmesser, 4 Fufs (1,26<sup>m</sup>) hoch und haben einen doppelten Boden, der dazu dient, entweder den entweichenden Dampf oder kaltes Wasser, je nach Erfordern, hindurchzuleiten. Aus diesen Klärgefäßen wird nachher das durch Kochen von Wasser befreite Fett in die im Keller befindlichen transportablen hölzernen Kühlgefäße von 5 Fufs (1,57<sup>m</sup>) Durchmesser und 3½ Fufs (1,10<sup>m</sup>) Höhe geschöpft, aus denen es bei eintretender Krystallisation in die Transportfässer vergossen wird.

Das Abzugsrohr *n* führt in den auf dem Dachboden befindlichen Condensator *C*, ein geschlossenes schmiedeeisernes Gefäß von 6 Fufs (1,88<sup>m</sup>) Durchmesser und 6 Fufs (1,88<sup>m</sup>) Höhe, welches bis zu 4 Fufs 6 Zoll (1,41<sup>m</sup>) Höhe mit Wasser gefüllt ist. Das Wasser läuft durch die Leitung *p* beständig zu, damit der einströmende Dampf, welcher es natürlich erwärmt, gehörig condensirt wird. Der Abflufs geschieht durch das etwa 18 Zoll (0,47<sup>m</sup>) weite Rohr *q*, durch welches gleichzeitig die entweichenden Gase austreten. Dies Rohr führt in den Fettsammler *D*, der ebenfalls aus Eisenblech besteht, luftdicht geschlossen ist, 3 Fufs (0,94<sup>m</sup>) Durchmesser und 5 Fufs (1,57<sup>m</sup>) Höhe hat. Ueber der Wasser-Oberfläche im Fettsammler bleibt das leichtere Fett, welches durch den abziehenden Dampf aus den Schmelzkesseln mit fortgerissen wurde, in dem Condensator aber wieder condensirt ist, stehen und kann von Zeit zu Zeit durch in verschiedener Höhe angebrachte Ablafshähne *r* abgelassen werden. Der Wasserstand in diesem Fettsammler wird dadurch regulirt, daß das Wasserabflufsrohr *s*, welches erwärmtes Wasser nach außerhalb führt, nach oben gebogen ist und das Wasser in demselben Niveau abzuffießen zwingt, unter welchem es, vermischt mit Fett, aus dem Condensator in den Fettsammler tritt.

In dem Deckel des Fettsammlers befindet sich die Abzugsöffnung für die entweichenden Gase, die durch das Rohr *t* und den unterirdischen gemauerten Canal *u* vor die Dampfkessel und durch ein Abzweigrohr unter die Roste hindurch in die Feuerrohre der Dampfkessel geführt werden. In jedem der 29 Zoll (0,76<sup>m</sup>) weiten Feuerrohre befindet sich in 15 Zoll (0,39<sup>m</sup>) Entfernung hinter der Feuerbrücke ein gitterförmiger Einsatz aus feuerfester Chamottmasse von 2 Fufs (0,63<sup>m</sup>) Länge, etwa 9 Zoll (0,24<sup>m</sup>) von den oberen und unteren Bogen des Feuerrohres entfernt. Die auf dem Roste ent-

wickelte Flamme streift, nachdem sie über die Feuerbrücke getreten ist, oberhalb, unterhalb und innerhalb dieses Gitters weiter und bringt dasselbe in das heftigste Weißglühen. Die aus den Abzweigrohren kommenden Schmelzgase treten nun in den Raum zwischen Feuerbrücke und Gitter, mischen sich sogleich mit den in höchster Gluth befindlichen Feuergasen, verbrennen nachher vollkommen an den weißglühenden Gitterflächen und entweichen vollkommen geruchlos aus dem 90 Fufs hohen Dampfschornstein.

Den Umfang des Betriebes der Talgschmelze anbelangend, ist zu bemerken, daß beabsichtigt wird, möglichst das ganze Quantum Rohtalg, welches täglich in Berlin gewonnen wird, in der beschriebenen Anlage zu verarbeiten.

Es wird hierzu angenommen, daß täglich in Berlin durchschnittlich etwa 200 Stück Rindvieh,

600 Stück Hammel

geschlachtet werden.

1 Stück Rindvieh liefert etwa ¼ Ctr. Rohtalg,

1 - Hammel - - - 10 Pfd. -

demnach würden täglich ca. 210 Ctr. Rohtalg zu schmelzen sein. Es sind dem entsprechend 4 Schmelzcyinder von je ca. 200 Kb.-Fufs (ca. 6 kb<sup>m</sup>) Inhalt und 5 Klärgefäße von den oben angegebenen Dimensionen in der auf der Zeichnung dargestellten Art und Weise zur Aufstellung projectirt; aber da zur Zeit der Betrieb noch geringer ist, so sind vorläufig nur zwei Schmelzcyinder (Digestoren) und Klärbottiche etc. aufgestellt.

In Betreff des Ganges der Operationen beim Talgschmelzen dürfte noch Folgendes zu bemerken sein:

Sind die Digestoren gefüllt, so giebt man etwas Wasser hinzu, schließt alle Mannlöcher und läßt den auf 3 Atmosphären gespannten Dampf eintreten. Die Luft entweicht durch den Condensator *C*. Derselbe wird gegen *A* gesperrt, sobald Alles im Kochen, und schnell bildet sich in dem Schmelzkessel (Digestor) nahezu dieselbe Spannung wie im Dampfkessel.

Nach zwei Stunden hat sich ein bedeutendes Quantum stark stinkender Gase im Digestor *A* gebildet. Da es nicht möglich ist, die Digestoren so dicht zu verpacken, daß gar keine Gase aus ihnen entweichen, die sich dann, überladen mit Schwefelwasserstoff, in der Atmosphäre verbreiten würden, so läßt man dieselben nun in den mit Wasser gefüllten Condensator *C* treten, während zugleich kaltes Wasser durch den Trichter in den Condensator fließt, um den nur im kalten Wasser condensirbaren Schwefelwasserstoff zu fesseln.

Nach vollkommener Entleerung schließt man *A* wieder ab und kocht bis zur vollkommenen Gare des Talgs. Als dann wird durch das am Boden von *A* mündende Rohr *o* der Schmelzcyinder entleert. Zunächst kommt Wasser, welches in Röhren der allgemeinen Entwässerungs-Anlage des Etablissements zugeführt wird. Sobald sich Talg zeigt, läßt man ihn in den Bottich *B* treten. In letzterem, welcher zwischen seinen doppelten Wänden Wasserdampf erhält, kocht man den Talg bis zum vollständigen Entweichen des noch zurückgehaltenen Wassers. Er ist dann klar wie Oel, und nach dem Absetzen und Abkühlen fertig, in die Versandfässer gegossen zu werden. —

Die Apparate zur Talgschmelze, welche sich sehr gut bewährt haben, sind nach den speciellen Angaben des Chemikers Dr. Emil Meyer ausgeführt. Einige kleine Abän-

derungen, die sich bei dem Betriebe als wünschenswerth herausstellten, sind von dem jetzigen Pächter der Talgschmelze etc., Chemiker Dr. L. Heffter, bewirkt, welchem auch die hier gegebenen Notizen über den Betrieb der Talgschmelze und Albuminfabrik zu verdanken sind.

Letztere befindet sich in demselben Gebäude wie die Talgschmelze und ist ebenfalls auf Blatt 18 gezeichnet. Sie besteht im Wesentlichen aus den im Kellergeschoß gelegenen Heizkammern und den im Parterregechoß befindlichen Trockenkammern, deren Einrichtung aus der Zeichnung wohl genügend ersichtlich ist. Die Feuergase münden durch den Canal *x* in den Schornstein der Kessel-Anlage.

In runden Zinksatten wird in den Schlachtkammern das beim Schlachten gewonnene Blut aufgefangen; es gerinnt alsbald und wird in die Kellereien zum Abtropfen getragen.

Hier werden die Blutkuchen in kleine Würfel geschnitten, dieselben auf Zinksiebe gelegt und nun zum Abtropfen sich selbst überlassen.

Nach dreißig Stunden ist der sich freiwillig von der Placenta (Blutkuchen) trennende Theil des Serums (Blutwasser) als gelbliche Flüssigkeit in einen Zinkkasten getropft, aus dem es mit Vorsicht in Sammelgefäße aus Steingut gebracht wird.

Hat sich das Serum, welches fast nur aus Eiweiß besteht, hier 24 Stunden lang durch Absetzen geklärt, so ist es zum Trocknen fertig, eine Operation, welche in den Trockenstuben bei 35° R. vorgenommen wird.

Es ist bekannt, daß Blutalbumin zum Klären des Zuckers und zum Befestigen vieler Farben in den Zeugdruckereien angewendet wird. —

Nördlich von der eben beschriebenen Schlachthausanlage wird zur Zeit eine Erweiterung derselben ausgeführt. Es sind daselbst zwei Gebäude von je 301 Fuß 6 Zoll (94,63<sup>m</sup>) Länge u. 96 Fuß (30,13<sup>m</sup>) Tiefe im Bau begriffen. Sie sind ähnlich wie das bereits oben ausführlich beschriebene große Rinderschlachthausm. höher geführter Mittelhalle und niedrigeren Seitenbauten angelegt, jedoch (abweichend von diesem) in ihrer ganzen Ausdehnung unterkellert. Beide Gebäude sind zur Zeit in den Außenmauern und in der Bedachung vollendet; Kellergewölbe, Pflasterung und innere Einrichtung fehlen noch. Letztere anlangend, wird für die Kellergeschosse, wie auf Blatt 14 angegeben, nach der Richtung der Längsmittelaxe der Gebäude die Anlage eines beträchtlichen Eiskellers beabsichtigt, an welchen sich zu beiden Seiten Kühlkammern zur Aufbewahrung des Fleisches anschließen, die behufs Erhaltung einer möglichst niedrigen und gleichmäßigen Temperatur durch doppelte Thüren (Thürvorbauten) zugänglich sind.

Die Einrichtung der Erdgeschosse steht noch nicht fest, doch wird das eine Gebäude wahrscheinlich in ähnlicher

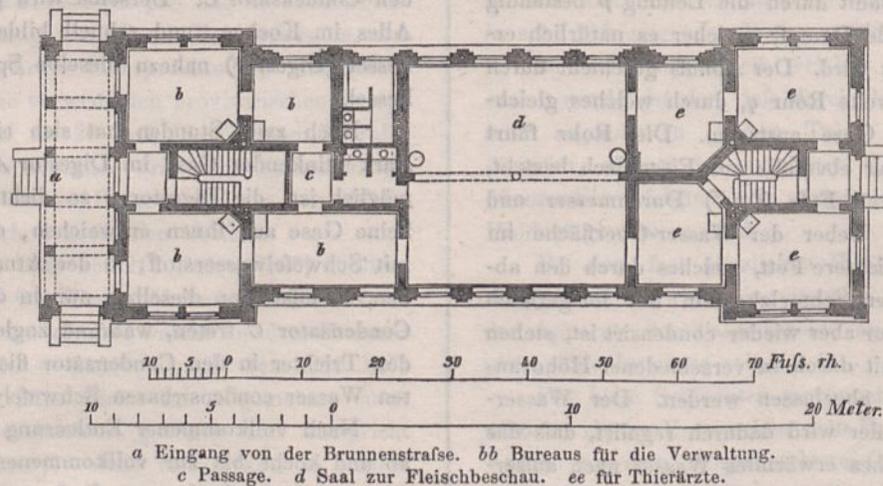
Weise, wie oben beschrieben, als Rinderschlachthaus, das andere als Schweineschlachthaus ausgeführt werden.

Es wird beabsichtigt, die Resultate der Verhandlungen, welche durch gütige Mitwirkung des durch sein Werk über Viehmarkt- und Schlachthaus-Anlagen bekannten Stadtraths Risch mit hervorragenden Mitgliedern des Berliner Schlächter-Gewerkes geführt sind, in ausgedehntem Maasse zu benutzen, sowie dieselben die bereits oben angedeuteten kleinen Abänderungen in den ausgeführten Schlachtkammern herbeigeführt haben.

Für die Schlachthausanlage ist noch ein Verwaltungs-Gebäude, welches auf Bl. 9 angedeutet und hiernächst in Fig. 29 im Grundriß beigefügt ist, speciell projectirt. Dasselbe ist nicht genehmigt worden und deshalb nicht speciell veröffentlicht. Es dürfte aber die Anlage eines solchen Gebäudes von dieser oder ähnlicher Disposition sich später noch als nothwendig erweisen. Dieses Gebäude sollte Bureaus für die Schlachtmeister und die Schlachtverwaltung etc. mit den Räumen zur Untersuchung des Fleisches, nebst den dazu nöthigen Apparaten und die Bureaus für die zur Aufsicht bestimmten Thierärzte vereinigen, sollte Keller zur Aufbewahrung von zu untersuchendem und untersuchtem Fleisch und oben Wohnungen für den Schlachthausinspector und einen Thierarzt aufnehmen. Von einer specielleren Beschreibung dürfte hier Abstand zu nehmen sein, und soll nur noch bemerkt werden, daß an beiden Seiten Centesimal-Waagen angenommen waren, deren Wiegeresultate im Bureau gleich abzulesen gewesen wären.

Es sollte an dieser Seite der Hauptzugang zum Schlachthaus, aber keine Durchfahrt zum Markte stattfinden, damit für die Schlachthausanlage eine genügende Aufsicht möglich würde.

Figur 29. Verwaltungsgebäude.



a Eingang von der Brunnenstraße. bb Bureaus für die Verwaltung.  
c Passage. d Saal zur Fleischschau. ee für Thierärzte.

Vorläufig ist nur die südöstliche Anlage eingefriedigt. Bei der ausgeführten Schlachthausanlage wird sich event. noch später eine Ueberdeckung der Straßen zwischen den Schlachthäusern und den gegenüber liegenden Ställen als zweckmäßig erweisen, besonders für das Schweineschlachthaus.

Auch würde eine Wieder-Umwandlung der zu Schlachtkammern eingerichteten Viehställe ge-

genüber dem großen Rindviehschlachthause für den Betrieb und die Benutzung sehr bequem sein, sobald für einen umfassenden Betrieb anderweitig Schlachtkammern genügend vorhanden sind.

In Betreff der Entwässerung der Schlachthaus- und Viehmarkt-Anlage ist Folgendes zu bemerken:

Das mit Blut und Schlachtabgängen vermischte Spülwasser aus den Schlachtkammern fließt durch die bereits oben erwähnten 10 Zoll (0,26<sup>m</sup>) weiten Thonröhren durch Vermittelung von Senkgruben dem Hauptentwässerungsrohre zu. Letzteres ist mehrfach von Senkgruben unterbrochen und hat anfangs eine Weite von 12 Zoll (0,31<sup>m</sup>), später eine

solche von 15 Zoll (0,39<sup>m</sup>). Die Senkgruben sind aus Klinkern in Cement mit Geruchverschluss, der durch eine eingemauerte Zunge hergestellt wird, so eingerichtet, dass von ihnen aus das Reinigen der Röhren erfolgen kann.

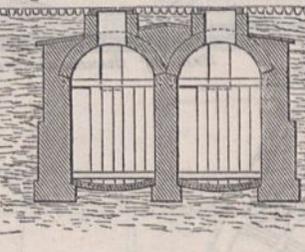
Ihre Sohle liegt ca. 2 Fufs (0,63<sup>m</sup>) tiefer als die Unterkante der ein- und ausmündenden Thonröhren, damit die schwereren Stoffe in denselben sich lagern und von Zeit zu Zeit herausgenommen werden können.

Behufs der Farblosmachung und der Desinfection des Blutwassers ist in der nordwestlichen Ecke des Rindviehstalles No. IV eine Einrichtung getroffen, von welcher aus beständig eine flüssige Desinfectionsmasse in eine nahe dem Stall im Hauptentwässerungsröhre liegende Senkgrube läuft.

Von hier aus fließt dann das Blutwasser mit der Desinfectionsmasse vermisch ca. 55 Ruthen (207<sup>m</sup>) bis zu dem auf Blatt 9 angegebenen Ablagerungsbassin.

Letzteres ist in den Holzsnitten Fig. 30 bis 33 speciell dargestellt und hat den Zweck, dem Wasser einen möglichst langen Lauf und dadurch Zeit zum Ablagern der Sinkstoffe zu geben, welches durch eingesetzte dichte Holzwände erreicht ist. Das Bassin ist durch eine Längsscheidewand, wie aus dem Holzsnitt ersichtlich, in zwei Theile

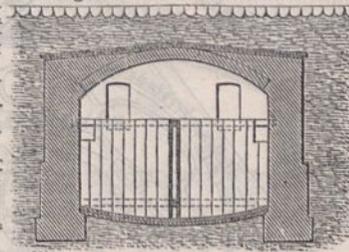
Figur 30. Querschnitt nach ab.



verlängerte Feldstrasse bis zur Ackerstrasse, durch diese, die Liesenstrasse und Chausseestrassen in die Panke, wie dies auf dem beigefügten generellen Situationsplane (Fig. 34) punktirt angegeben ist. Die Weite der Thonrohrleitung beträgt in der Ackerstrasse 21 Zoll (0,55<sup>m</sup>), am Schnittpunkt der Gartenstrasse und Liesenstrasse wird in die Leitung ein Theil der Entwässerung der neuen Berliner Verbindungsbahn mit aufgenommen und mittelst eines 28 Zoll (0,73<sup>m</sup>) im Lichten weiten eisernen Rohres gleichzeitig mit der Viehmarkt-Entwässerung unter der Stettiner Bahn durchgeführt.

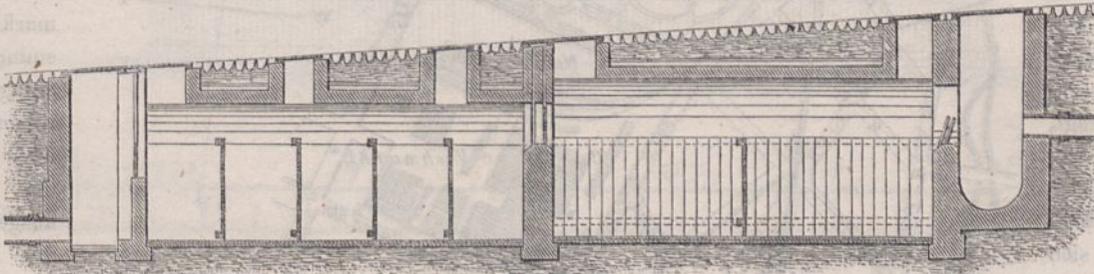
Von hier aus sind durch die Liesenstrasse zwei neben einander liegende Thonröhren von 21 Zoll (0,55<sup>m</sup>) Weite und durch die Chausseestrassen zwei von 21 Zoll (0,55<sup>m</sup>) resp. 24 Zoll (0,63<sup>m</sup>) angeordnet, weil beabsichtigt wurde, hier noch einen Theil der Entwässerung der Chausseestrassen aufzunehmen. Die Ausmündung in die Panke selbst geschieht durch einen von Klinkern in Cement ausgeführten ca. 4 Fufs (1,26<sup>m</sup>)

Figur 31. Querschnitt nach cd.

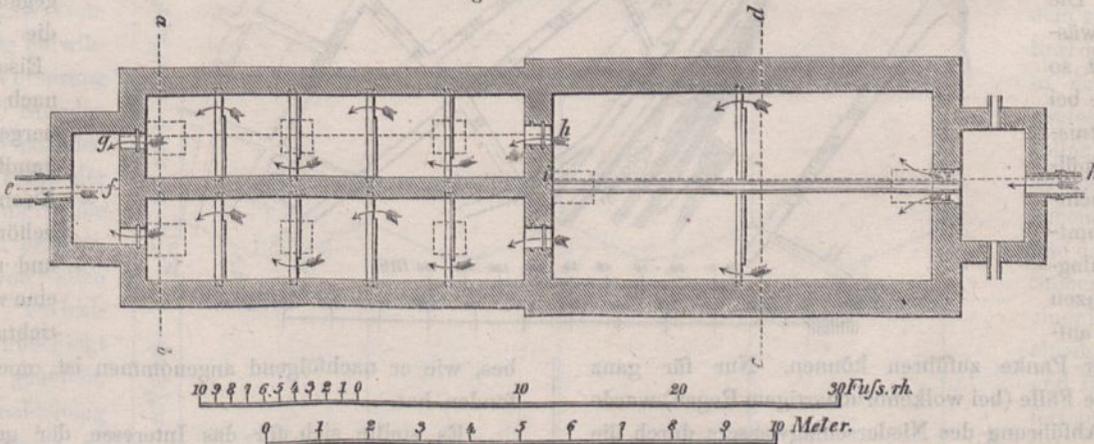


im Quadrat weiten Canal, der sich dem Lauf der Panke möglichst anschliesst und 1 Fufs (0,31<sup>m</sup>) unter dem niedrigsten Wasserstand derselben mündet. Die Anordnung von zwei nebeneinander liegenden Thonröhren musste aus dem Grunde erfolgen, weil zur Zeit der Ausführung der Leitung

Figur 32. Längenschnitt nach e f g h i k.



Figur 33. Grundriß.



getheilt, die, jeder für sich, durch Schützvorrichtungen abgestellt werden können, so dass der eine Theil in Benutzung ist, während der andere gereinigt wird.

Diese Anlage hat sich gut bewährt, denn bei den öfters vorgenommenen Reinigungen fand sich in dem vorderen Theile des Bassins eine 6- bis 7 mal größere Ablagerung als in dem hinteren Theile, in welchem dieselbe nur einige Zolle betrug, vor.

Von hier aus fließt das gereinigte und desinficirte Wasser durch eine 18 Zoll (0,47<sup>m</sup>) weite Rohrleitung durch die

im Jahre 1870 wegen des Krieges weitere Thonröhren, als die hier auf Lager befindlichen und hier angewendeten, von England nicht zu beschaffen waren.

Bei jeder Veränderung der Richtung sowie der Weite der Leitung, ferner auch in angemessenen Zwischenräumen sind große Senkgruben von verschiedener, aber mindestens 3 Fufs (0,94<sup>m</sup>) und 5 Fufs (1,57<sup>m</sup>) großer Weite angeordnet, deren Sohle mindestens 18 Zoll (0,47<sup>m</sup>) unter der Unterkante der ein- und ausmündenden Röhren liegt und die ein bequemes Reinigen der letzteren gestatten.

Im Niveau des Straßensplasters sind die Querschnitte der Senkgruben durch Ueberkrägung auf eine Weite von 3 Fuß (0,91<sup>m</sup>) im Quadrat zusammengezogen und mittelst schmiedeeiserner, durch angenietete Rippen verstärkter Platten in Granitzargen abgedeckt. 9 Zoll (0,24<sup>m</sup>) unter diesem oberen Belag, der nur mittelst Schlüssel zu öffnen ist, befindet sich noch ein zweiter dichter Belag aus starken hölzernen Bohlen.

Das Tageswasser (die atmosphärischen Niederschläge) der Viehmarkt- und Schlachthaus-Anlage, sowie des Viehmarkt-Bahnhofes wird ebenfalls dieser allgemeinen Entwässerung durch entsprechend weite Thonröhren zugeführt; jedoch fließt nur das der südlichen Hälfte der ganzen Anlage (bis zum Schweinestall) mit durch das Ablagerungs-Bassin; das der nördlichen Hälfte (Bahnhof) tritt erst hinter dem letzteren in einer Senkgrube nahe dem Haupt-Eingange zur Hauptleitung. — Die Thonrohr-Leitungen haben auf dem Grundstücke selbst ein Minimal-Gefälle von 1:576, während dasselbe in der Acker-, Liesen- und Chaussee-straße 1:956 beträgt, welches durch die Höhenlage der Ackerstraße und der Panke bedingt war und sich auch als ausreichend erwiesen hat. — Die Weite der Entwässerungsröhren ist so bemessen, daß sie bei normalen Verhältnissen außer dem Spülwasser der Schlachthaus-Anlage sämtliches Niederschlagswasser der ganzen Anlage bequem aufnehmen und der Panke zuführen können. Nur für ganz außergewöhnliche Fälle (bei wolkenbruchartigem Regen) wurde eine theilweise Abführung des Niederschlagswassers durch die Straßens-Rinnsteine für statthaft erachtet und zu diesem Zwecke eine in der verlängerten Feldstraße befindliche Senkgrube mit einem Nothauslaß versehen, der den Austritt des überschüssigen Wassers in den Straßens-Rinnstein gestattet.

#### Die Eisenbahn-Anlage.

Die Eisenbahn-Anlage ist erst während der Entwicklung des Viehmarkt-Unternehmens durch eine größere Terrain-Erwerbung möglich geworden. Es hat die hierdurch sehr erschwerte organische Anfügung an die bereits großentheils fertige Marktanlage sich trotzdem erreichen lassen.

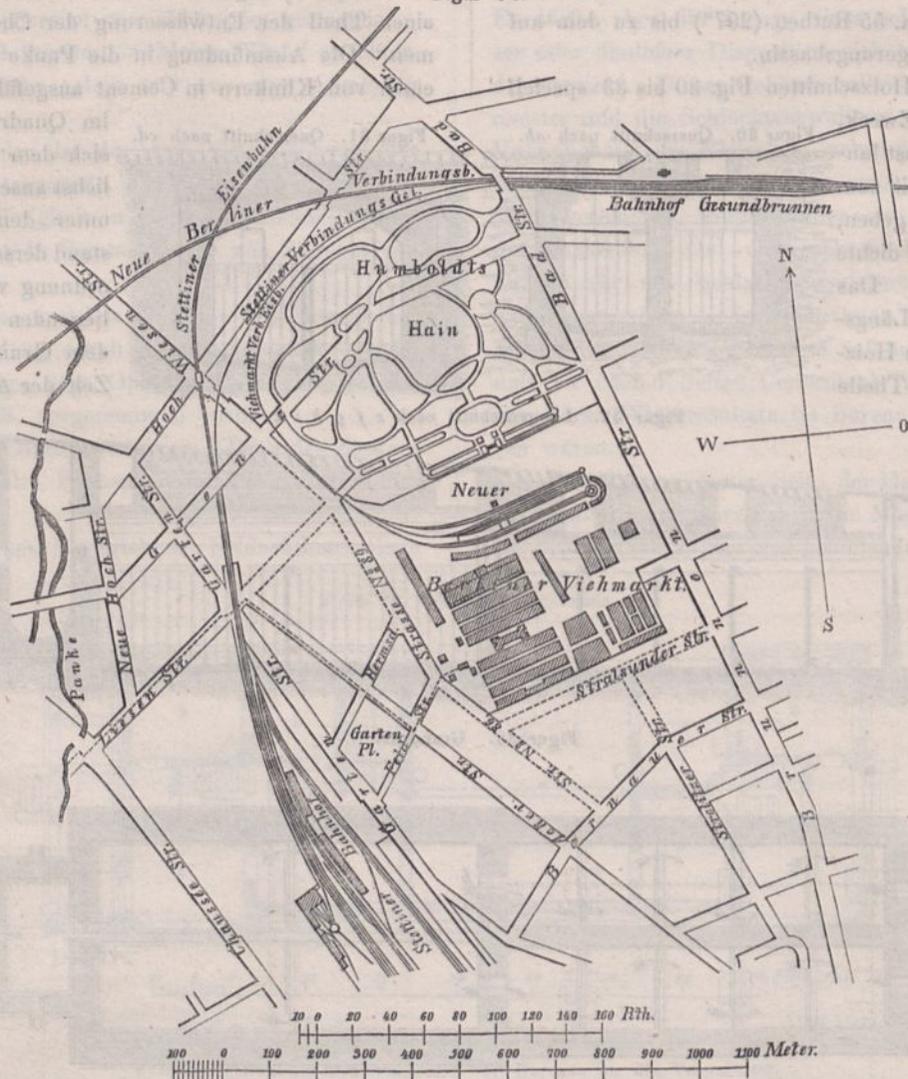
Es ist aber gerade hier noch vieles bloß Project und für den Augenblick die vollständige Ausführung nicht wohl möglich ohne eine Aenderung des projectirten directen Weg-Übergangs in der verlängerten Liesenstraße. Es wird hier voraussichtlich nöthig werden, die Liesenstraße in ihrer noch nicht ausgeführten Verlängerung bei der Anlage so tief liegen zu lassen, daß sie mit einer Unterführung unter der Eisenbahn durchgeführt wird und erst im Terrain des Humboldthaines die daselbst angenommene Höhe ersteigt.

Es wird dann die Eisenbahn-Ueberführung in größerer Breite angelegt werden können und eine leichtere Einführung in den Bahnhof und ein bequemer Rangiren möglich werden, und dadurch die im Situationsplane Blatt 9 angegebenen Geleise zur vollen Ausnutzung gelangen. Die jetzige Ausführung ist in dem in Holzschnitt, Fig. 34, beigefügten generellen Situationsplane angegeben.

Da der Verfasser während der Verhandlungen über die Bildung einer Actiengesellschaft behufs Betreibung des Viehmarktes nach Vollendung der Hauptanlagen, zum Theil wegen Differenzen über die Einrichtung des Bahnbetriebes, ausgeschieden ist aus der Bauleitung, so kann hier nur angegeben werden, wie die Benutzung der Eisenbahn-Anlage nach mehrfachen vorhergehenden Verhandlungen mit den Eisenbahn-Betriebsbehörden gedacht ist, und um so mehr, da eine vollständige Einrichtung eines Betriebes, wie er nachfolgend angenommen ist, noch nicht stattgefunden hat.

Es stellte sich für das Interesse der gesamten Viehmarktanlage, sowie des benutzenden Publicums und zur Vermeidung unnöthiger Umladungen als nothwendig heraus, den gesamten Viehbetrieb von und nach dem Viehmarkt in directer Expedition einzurichten, ohne daß ein Umexpediren auf den Ankunfts- und Ausgangs-Bahnhöfen und ein Aufenthalt auf denselben nothwendig wäre. Wenn dieses auch gegen das Interesse keiner Eisenbahn-Verwaltung verstieße, so weit es die ankommenden Züge betraf, so fand es jedoch Widerstand für die abgehenden Züge, sofern nicht die Eisenbahn-Anlage vollständig entwickelt und die jetzt bestehende sehr lebhaftere Concurrenz der nach Westen und Nordwesten

Figur 34.



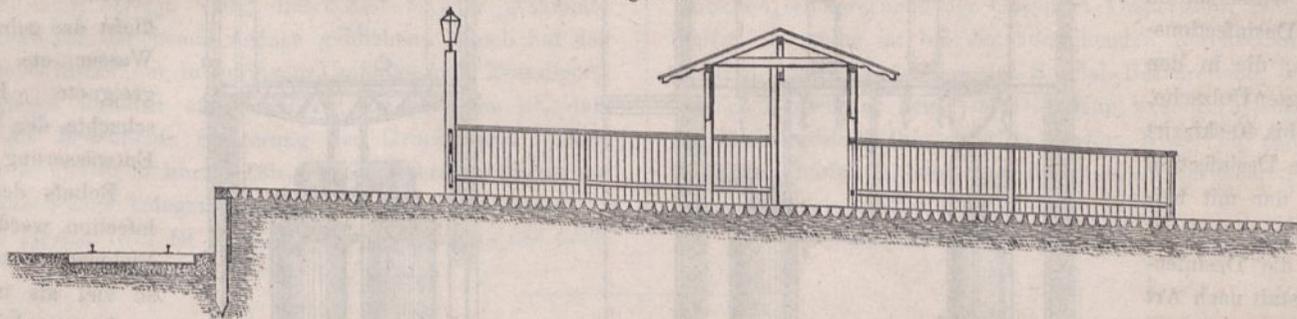
abgehenden Bahnen der Möglichkeit jeder einseitigen Beeinflussung entzogen wären.

Es gehört dazu die Gelegenheit, für die verschiedenen Eisenbahn-Verwaltungen zu gleicher Zeit das Vieh einzuladen, und die Gelegenheit, durch eigene Güterbeamte die Expedition zu veranlassen, z. Th. wurde auch beansprucht, in großem Umfange vor Kopf laden und das Gewicht der Ladung durch eine im Rangirsysteme liegende Centesimalwaage bestimmen zu können. Jedoch wurde letzteres nur von einer Verwaltung beansprucht. Außerdem wurden mehrere Rangirsysteme, wenn auch ohne große Längenentwicklung der Geleise für nöthig gehalten.

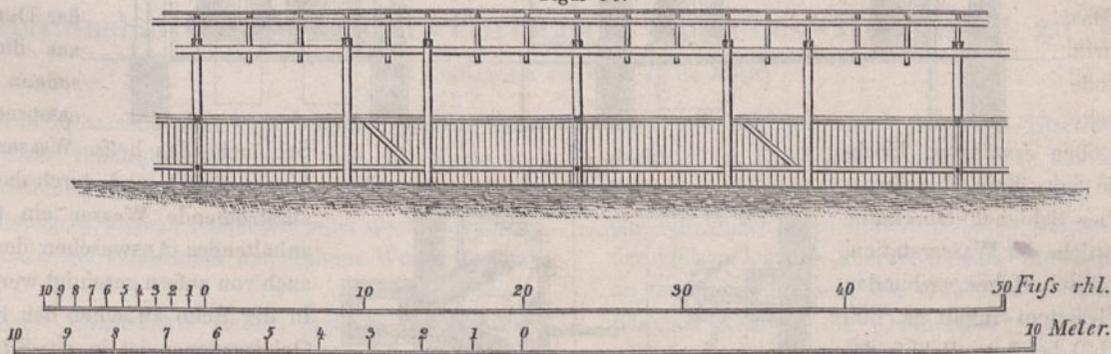
migen Geleissysteme würden für Kopfverladung des Viehes ausreichende Gelegenheit bieten, während die beiden Perrons mit Zählbuchten, sowie der südwestliche Perron für fünf verschiedene Eisenbahn-Verwaltungen zu gleicher Zeit zum Verladen genügenden Raum bietet, während das grofsentheils zu einer andern Zeit vor dem Markte erfolgende Ausladen des Viehes sehr viel weniger Raum beansprucht.

Behufs rascheren Aus- und Einladens des Viehes und besonders auch zur rascheren Steuerabfertigung sind auf dem südlichen Perron die in Fig. 35 bis 37 gezeichneten Zählbuchten zur Ausführung gekommen, welche sich nach allgemeinem Urtheil als sehr practisch erwiesen haben. Aehnliche Anord-

Figur 35.



Figur 36.



Figur 37.

Es ist die Ausfuhr von dem Berliner Viehmarkte derartig entwickelt, dafs ein Vorsprung von wenigen Stunden genügt, den Viehtransport aus der Hand der einen Verwaltung in die der andern zu bringen, und wurde von allen exportirenden Verwaltungen für unbedingt nothwendig gehalten, vollständig unabhängig in der Concurrenz zu sein, es wurde auch im Allgemeinen anerkannt, dafs die projectirte, auf Blatt 9 gezeichnete, hier aber in der nördlichen Ausmündung nicht vollständig zur Darstellung gelangte Anlage vollständig ausreichend sei.

Der beendigte Krieg mit der Rinderpest im Gefolge und einer starken Inanspruchnahme der westeuropäischen Länder bezüglich des Schlachtviehes, wird außerdem voraussichtlich den Berliner Markt und dessen Versand noch steigern.

Die beiden, um große Drehscheiben liegenden sternför-

nungen sind auch auf dem gegenüberliegenden Perron beabsichtigt und in der Situation angedeutet. Die Zählbuchten sollen einestheils das ankommende und abgehende Vieh aufnehmen und das Umzählen durch Steuerbeamte, welche in einer Einfriedigung unter einem Schutzdach stehen und überall für die Abfertigung bei Nacht Gasbeleuchtung haben, erleichtern. Die Steuer-

beamten können bei einer Schließung der Zählbuchten sich vollkommen frei unter dem Schutzdache bewegen, und durch größeres oder geringeres Oeffnen der unter demselben befindlichen Thüren (vergl. d. Grundrifs) dem Vieh einen breiteren oder schmaleren Durchgang zu den Hinterbuchten gewähren, wodurch das Geschäft des Zählens wesentlich erleichtert wird.

Nach der Bahn hin haben die Zählbuchten große Doppeltore, in der Form von beweglichen Barrieren, welche mit dem beweglichen Ende bis an die Wagen heranreichen, so

dafs das Vieh ohne Mühe in die Zählbucht hineingetrieben wird. Der Perron wird durch Schließung der Thore wieder frei, und kann der Zug nach der erfolgten Entladung sofort wieder abgehen, um auf den für die Desinfection bestimmten Strängen vor der weitem Benutzung vollständig gereinigt zu werden.

Diese beiden Desinfectionsstränge liegen, wie aus Blatt 9, sowie aus dem generellen Situationsplane Figur 34 ersichtlich, vor der Wasserstation resp. Desinfections-Anstalt, die in den beigefügten Holzschn. Fig. 38 bis 40 skizzirt ist. Die Desinfection erfolgt nur mit heißem Wasser und ist daher die Desinfectionsanstalt nach Art der Wasserstationen eingerichtet. Das kalte Wasser tritt durch eine, am Ende 5 Zoll (0,13<sup>m</sup>) weite

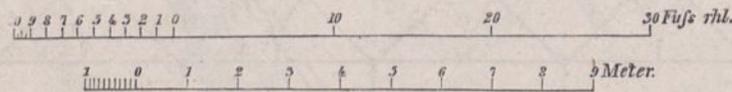
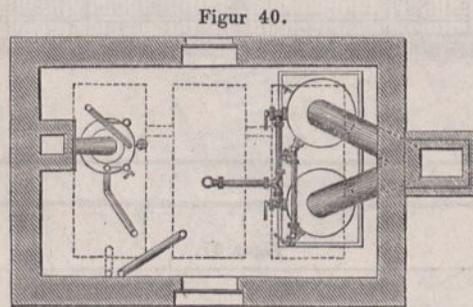
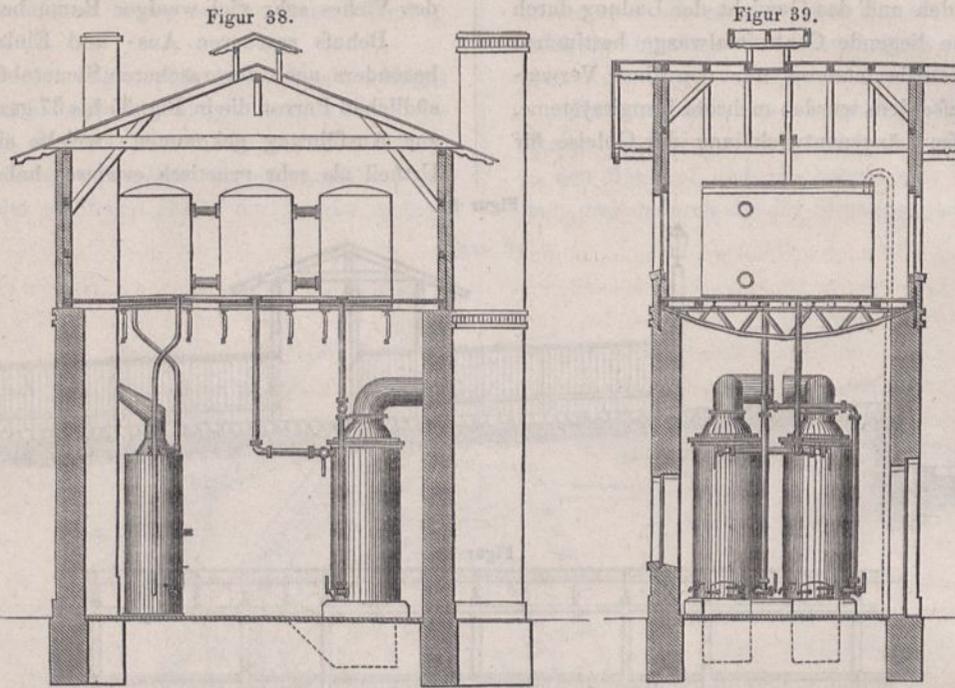
Leitung von den oben erwähnten Hochreservoirien in die mit ihrer Unterkante 20 Fuß (6,28<sup>m</sup>) über Schienen-Oberkante belegenen drei Bottiche der Wasserstation, die mit einander durch Rohre verbunden sind und deren Gesamt-Inhalt ca. 600 Cubikfuß (18,55 kb<sup>m</sup>) beträgt. Behufs des Erwärmens sind im unteren Raume des Gebäudes drei stehende Heiz-Kessel von einer Gesamt-Rostfläche von ca. 20 □ Fuß (1,97 □<sup>m</sup>) und mit den erforderlichen Heizröhren etc. angeordnet. Sie stehen durch entsprechend weite Rohre, in welchen das erwärmte Wasser hinaufsteigt, resp. das kalte den Kesseln nahe der Feuerung zufließt, mit den oberen Bottichen in Verbindung und sind so construiert, dafs das in letzteren befindliche Wasser innerhalb von zwei Stunden bis zum Kochen gebracht werden kann. Von den Bottichen wird das heiße Wasser durch eine anfangs 6 Zoll (0,16<sup>m</sup>), später 4 Zoll (0,11<sup>m</sup>) weite Eisenrohr-Leitung zwischen die beiden Desinfectionsstränge geführt. Um diese Leitung gegen ein zu schnelles Abkühlen zu schützen, ist dieselbe in eine 12 Zoll (0,31<sup>m</sup>) weite Thonrohr-Umhüllung gelegt, welches sich sehr gut bewährt hat; denn bei den angestellten Versuchen zeigte es sich, dafs aus dem von der Desinfections-Anstalt am entferntesten (ca. 42 Ruthen = 158,18<sup>m</sup>) gelegenen Standrohre das Wasser noch mit einer Temperatur von 72° R. ausfloß. Es wurde dies von dem beaufsichtigenden Departements-Thierarzte als ein sehr befriedigendes Resultat anerkannt, da schon eine Temperatur von 56° R. genügt, um jeden thierischen Ansteckungsstoff zu zerstören. Es wird angestrebt, möglichst alle mit den verschiedenen hiesigen Bahnen ankommenden

Viehwagen auf dem Viehmarkt-Bahnhofe zu desinfectiren und sind deshalb in der Heißwasser-Leitung einige zwanzig Standrohre, die mit Schlauchverschraubung versehen sind, angeordnet. Auf jedem der 2 Desinfectionsstränge finden einige vierzig Wagen Platz. Das Terrain neben und zwischen diesen Strängen, sowie zwischen den Schwellen derselben ist mit Klinkern in Cement gepflastert, mit einem Gefälle nach dem muldenförmiggeplasterten Raum zwischen diesen Strängen versehen. Von hier fließt das gebrauchte Wasser etc. durch geeignete Einfallschächte der Haupt-Entwässerung zu.

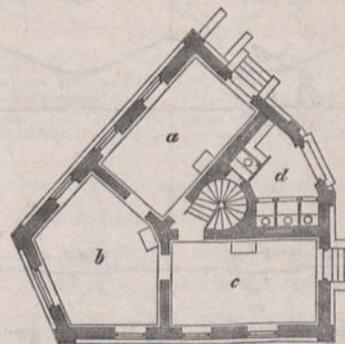
Behufs der Desinfection werden die Viehwagen zunächst so viel als möglich trocken gereinigt und der Dung u. Schmutz aus ihnen entfernt; sodann wird mittelst entsprechend langer

Schläuche das heiße Wasser in dieselben hineingeleitet, und durch das unter Druck ausströmende Wasser ein tüchtiges und anhaltendes Auswaschen der Wagen, die auch von außen gereinigt werden, bewirkt. In der Ecke zwischen den beiden großen Geleisgruppen ist in der Situation in Umrissen ein kleines Stationsgebäude für die Bahnhofs-Verwaltung angedeutet, welches hier Figur 41 im Grundrisse noch besonders skizzirt ist.

Es würden sich ev. noch anfügen können kleine Bureaus für die exportirenden Eisenbahn-Verwaltungen, sofern dieselben, was practischer und für das kaufende und verkaufende Publicum bequemer sein dürfte, nicht vorziehen, die in ausreichender Zahl vorhandenen Maklerbureaus in der Börse für Expedition zu benutzen. An den Stationsbureaus ist ein Raum für Güterverwaltungsangelegenheiten, weil ev. der Wollmarkt und andere Handelszwecke, mit dem Viehmarkte in Verbindung gebracht, ein solches Bureau beanspruchen würden. Die Ausführung einer solchen Stationsanlage ist sehr fraglich, und ist es deshalb unnöthig, die bereits vorhandenen Projecte detaillirt zu geben.



Figur 41. Stationsgebäude.



a Stations-Vorsteher. b Telegraph. c Güterverwaltung. d Retiraden.

Der Beginn der gesammten Arbeiten an der Viehmarkt-

und Schlachthaus-Anlage fand im März 1868 statt, jedoch wurde erst Anfang 1869, nachdem die Verhandlungen mit den Behörden die durch den Bau nothwendigen Abänderungen des Bebauungsplanes herbeigeführt hatten, in umfassender Weise gebaut. Durch Ankauf von Terrain wurde dann eine bedeutende Erweiterung der Anlage und die Bahnhofsverbindung im Sommer und Herbst 1870 herbeigeführt. Der Eintritt der Rinderpest, deren verheerende Wirkungen in Folge des Krieges noch vergrößert wurden, führte zu dieser Zeit eine vollständige Benutzung der Anlage noch vor Fertigstellung derselben herbei, und wurde auf kurze Zeit der ganze Schlachtverkehr für die Stadt Berlin und für militairische Zwecke dahin verlegt. Seit dieser Zeit ist der gesammte Viehmarkt auf der neuen Anlage geblieben, jedoch hat das Schlachten bisher nur in geringem Umfange nach Beendigung des Krieges daselbst stattgefunden. Zu erwarten ist, daß schon die bedeutende Steigerung der Grund- und Bodenwerthe in Berlin in kurzer Zeit eine umfassendere Benutzung der Schlachthaus-Anlagen herbeiführen wird. —

Im Herbst 1871 ist Verfasser aus der Leitung des noch

nicht ganz vollendeten Baues mit Bezug auf bereits oben berührte Differenzen ausgeschieden. —

Die Baukosten des ganzen Unternehmens incl. Grund und Boden betragen zur Zeit gegen  $2\frac{1}{2}$  Millionen Thlr., jedoch war zur vollständigen Einrichtung, nebst Bahnhofs-Erweiterung, Schlachthaus-Bureau und Eisenbahn-Stationsbureau noch eine Bausumme von ca. 3—400000 Thlr. anzunehmen.

Die Special-Ausführung des Baues leitete bis August 1869 der Baumeister Balthasar, welcher damals zu Eisenbahnbauten überzugehen wünschte. Von da wurde dieselbe dem schon von Anfang an dabei beschäftigten Bauführer Biebendt übertragen, welcher auch jetzt die Vollendungsarbeiten, entsprechend der Gesamt-Disposition, selbständig leitet. Derselbe ist bei der vorstehenden Beschreibung der ganzen Anlage, besonders der Special-Beschreibung der einzelnen Bauwerke, dem Verfasser sehr wesentlich behülflich gewesen, weshalb ihm derselbe hierfür, sowie für seine gesammte Thätigkeit beim Bau noch seinen besonderen Dank ausspricht.

A. Orth.

## Die Inhalationshalle des Militair-Curhauses Wilhelms-Heilanstalt zu Wiesbaden.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 27 im Atlas.)

Die für das Militair-Curhaus Wilhelms-Heil-Anstalt hier selbst neu erbaute Inhalationshalle soll, wie der Name besagt, zum Einathmen der heißen Dämpfe, welche dem Thermalwasser entsteigen, dienen, außerdem aber als Wandelbahn von den Kranken bei schlechtem und kaltem Wetter benutzt werden.

Der äußerst beschränkte Raum, worauf das Militair-Kurhaus erbaut ist, machte die Anlage der Inhalationshalle zwischen diesem und dem dazu gehörigen Badhause erforderlich, und ist daher der Bau in der Art disponirt worden, daß die Halle gleichzeitig einen trockenen Zugang zu den Bädern bildet, zu welchem Ende sie durch kleine Verbindungsbauten mit beiden Gebäuden communicirt.

Der Mangel an Raum beschränkte auch die Umfangswände auf ein Minimalmaafs; die massiven Mauern sind daher, mit Ausnahme des Sockels und der Füllungen, die aus Blendsteinen im Rohbau hergestellt sind, ganz aus dem feinkörnigen Bettinger Sandstein errichtet, der eine warme röthliche Farbe besitzt und sich angenehm von dem gesättigten Roth der Blendsteine absetzt. Die Decke ist gewölbt und wegen der ungenügenden Widerlager durch eine Eisenconstruction gesichert. — Aus Eisen ist auch der kleine Dach-

stuhl gefertigt und mit verzinnem Eisenwellenblech eingedeckt. Der Fußboden, worunter sich das Reservoir für das Badewasser befindet, ist cementirt und mit Oeffnungen, welche mit gußeisernen durchbrochenen Platten zum Aufsteigen der heißen Dämpfe überdeckt sind, versehen. Durch eiserne, an der unteren Fläche des Gewölbes in Scharnieren liegende Klappen können die Oeffnungen vollständig verschlossen und der aufsteigende Dampf abgesperrt werden.

Die Wände und Gewölbe der Halle sind geputzt und mit heller Oelfarbe gestrichen. Holz ist nur zu den Thüren verwendet. — Die schmiedeeisernen Fensterrahmen erhielten weiße Verglasung mit Einfassungstreifen von mattgeschliffenem Glase. Die oberen, unter dem Kämpfer liegenden Bänder von matt geschliffenem Glase sind als Ventilationsscheiben zum Oeffnen eingerichtet, was durch Drehen derselben um ihre Achse bewirkt wird.

Die zwischen der Halle, dem Kurhause und dem Badhause liegenden Theile des Hofes sind mit Cementestrich im Gefälle versehen.

Alles Uebrige ist aus den Zeichnungen auf Blatt 27 ersichtlich.

Wiesbaden im December 1871.

A. Cremer.

## Die Akustik großer Räume mit speciellem Bezug auf Kirchen.

(Mit Zeichnungen auf Blatt F bis K im Text.)

Mit der Wiederaufnahme des Projectes, in Berlin einen großen protestantischen Dom zu bauen, und durch die Nothwendigkeit, den Vertretungen des neuen geeinten deutschen Reiches ein eigenes Haus in würdiger Weise zu schaffen, ist die Frage über die Akustik großer Räume wieder in den Vordergrund getreten. Dieselbe hat wesentlich influirt auf

den Kampf über die Gestaltung eines neuen Domes, und ist die Frage über die Akustik solcher Räume einer präzisen Lösung bisher nicht wesentlich näher gerückt.

Das Beste über diesen Gegenstand, die beste technisch brauchbare Methode, speciel mit Bezug auf Theater, ist in der schon 1810 erschienenen kleinen Schrift von Langhans:

„Ueber Theater oder Bemerkungen über Katakustik“ enthalten. In der Zeitschrift für Bauwesen Jahrg. 1860 S. 315-42 bespricht nach einer langen Reihe von Jahren und Erfahrungen Langhans nochmals denselben Gegenstand und ganz nach denselben Grundsätzen unter specieller Bezugnahme auf obige Schrift, deren Annahmen langjähriges Schaffen und Beobachten nicht verändert haben. Jener Aufsatz enthält auch eine kurze Zusammenstellung über das, was über denselben Gegenstand bis dahin erschienen war.

Neuerdings bespricht Charles Garnier, Architekt der neuen Oper in Paris, in seinem Werke „*Le Théâtre, Paris, Librairie Hachette et Co. 1871*“ Seite 211—219, die Frage der Akustik von Theaterräumen. Er sagt in Betreff seines Theaters: „*il faut bien que j'explique que je n'ai eu aucun guide, que je n'ai adopté aucun principe, que je ne me suis basé sur aucune théorie et que c'est du hasard seul que j'attends ou l'insuccès ou la réussite*“ und schließt das Capitel: „*Cela montre, je crois, que jadis comme aujourd'hui la science de l'acoustique appliquée aux théâtres, était une science puérile et que c'est le hasard seul qui dans ce cas spécial a de tous temps été le „Deus ex machina“*“.

Ein Beweis ist in dem ganzen Capitel nicht enthalten, etwas von Langhans scheint Hr. Garnier nicht zu kennen, obwohl er sagt, daß er fast alle Bücher über diesen Gegenstand gelesen, daß es ihm nicht gelungen sei, irgendwo auch nur die Andeutung einer Theorie, irgend ein Princip, sondern nur Unbestimmtheit und Unwissenheit zu finden.

Die Offenheit ist anzuerkennen. Jedoch, wenn 50 Jahre Erfahrung eines hervorragenden Mannes wie Langhans die in jüngern Jahren nachgewiesenen Ansichten und Theorien bestätigen, so wiegt dieses zu schwer, um obige, sonst nicht allein stehende Ansichten berücksichtigen zu können, besonders da Langhans sich auf allgemeine Gesetze der Wissenschaft stützt, während jene nur erklären, daß sie mit den Gesetzen der Wissenschaft nichts anzufangen wissen, und ungeprüft die Ansichten eines Langhans ignoriren oder nicht kennen.

Meine eigenen viele Jahre hindurch fortgesetzten Beobachtungen haben bis jetzt auf keinen Fall geführt, welcher sich nachweislich nach den von Langhans angewendeten Gesetzen der Wissenschaft nicht erklären ließe. Es scheint mir die Schwierigkeit der ganzen Frage wesentlich darauf zu beruhen, eine Methode zu finden, welche bei akustisch schlechten Räumen die Fehlerquellen klar nachweist, was häufig sehr schwierig ist, da eine ganze Masse Ursachen, welche das Ohr schwer trennt, zusammenwirken und schwer unmittelbar die Ursache erkennen lassen. Es wird also darauf ankommen, die verschiedenen Quellen für Fehler gesondert zu untersuchen, worauf ich weiter unten zurückkommen werde.

Obwohl die Schrift von Langhans sich speciell mit Theaterräumen befaßt, so ist doch die Theorie, nach der solche Fragen zu untersuchen sind, die Art der Behandlung derselben allgemein verwendbar, und wird sich die Akustik großer Räume, besonders auch von Kirchenräumen, dadurch an weit enger begrenzte Bedingungen knüpfen lassen, als dieses bisher geschehen ist. Langhans ist hierin weit voraus den meisten Architekten der neueren Zeit, welche einen Raum bauen und dann denselben auf Akustik untersuchen und akustisch machen wollen. Er untersucht die Raumform schon im Projecte.

Es soll hierbei nicht behauptet werden, daß bei einer absoluten Freiheit in Betreff der Herstellung der Wand-, Decken- und Stützen-Oberflächen nicht auch eine solche nachträgliche Arbeit solle zum Ziele führen können. Aber einerseits hat dieselbe in den künstlerischen Dispositionen gewisse Grenzen, andererseits kann ein solches Unschädlichmachen ungünstiger Raumformen durch die Detailbehandlung zu großen Kosten führen. Es scheint deshalb weit zweckmäßiger, vor allen Dingen, besonders bei beschränkten Mitteln, die Raumform möglichst günstig herzustellen, und hält Verfasser es für recht wohl möglich, daß bei richtiger Prüfung schon im Projecte in allen wesentlichen Punkten eine Feststellung über die akustische Wirkung eines Raumes erfolgen könne, daß man in vielen Fällen, bei einigermaßen durch öftere Untersuchungen geübtem Urtheil, schon von vornherein den Werth einer projectirten Raumform in den wesentlichsten Punkten akustisch beurtheilen könne.

Es soll hier die Methode der Untersuchung, welche der von Langhans in der obigen Schrift angegebenen ähnlich ist, zunächst besprochen werden.

Dieselbe beruht auf dem allgemeinen Gesetze über die Reflexion des Schalls, wonach der Schall, so wie das Licht, resp. die Schall- und Lichtwelle, mögen sie auf gebogene oder ebene Flächen treffen, unter demselben Winkel zurückgeworfen werden, unter dem sie die Flächen treffen.

Wenn dabei, wie bei dem Lichte Lichtstrahlen, so hier Schallstrahlen in Betracht gezogen werden, so drücken dieselben nur die Krafrichtung aus, unter der das eine Lufttheilchen auf das folgende in der fortschreitenden Wellenbewegung wirkt, resp. die Begrenzung eines Theils der Schallwellen. Als selbstständige Existenzen können die Schallstrahlen so wenig wie die Lichtstrahlen gedacht werden, sondern sie sind Theile einer bezüglichen Wellenbewegung, sie beruhen auf einer Abstraction des Verstandes, woran sich aber am leichtesten das Gesetz der Aenderung in der Schall- sowie in der Lichtbewegung darstellen läßt.

Es ist dabei, entsprechend der Helmholtz'schen Angabe (siehe Helmholtz, die Lehre von den Tonempfindungen, 1870 S. 41-47), angenommen, daß die Schallwellen, welche von verschiedenen Quellen oder von verschiedenen Seiten kommend, sich durchschneiden, ihre Bewegung darüber hinaus fortsetzen, als ob jede für sich allein existire, ohne von einer andern Welle durchschnitten zu werden, ähnlich wie bei den Wasserwellen und Lichtwellen, welche sich durchschneiden. Es ist demnach angenommen, daß die Concentration des Schalles in sogenannten Brennpunkten durch gebogene reflectirende Flächen an dieser Stelle nicht einen neuen Erzeugungspunkt des Schalles bewirke, wie es häufig angenommen wird, sondern nur einen Durchgangspunkt des Schalles und der Schallstrahlen in obigem Sinne bilde.

Von Interferenzerscheinungen, welche entstehen können, wenn Schallwellen, gleich in Stärke und Richtung, auf einander, um eine halbe Wellenlänge entfernt, folgen, ist hier als practisch nicht ins Gewicht fallend, ganz Abstand genommen. Daß ein einzelner Sprechender solche Erscheinungen durch reflectirte und directe Schallwellen ohne besondere Hilfsvorrichtungen hervorbringen kann, ist dem Verfasser nicht bekannt.

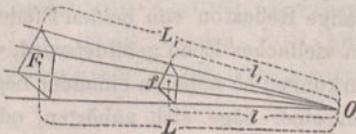
Es würde hierfür die einzige Möglichkeit sein an der Stelle, wo eine Schallwelle normal auf eine Fläche trifft.

Es würde dieses aber immer nur in einem Punkte der Fall sein können, weil im nächsten Punkt die Schallstrahlen bereits unter einem Winkel die Wand treffen würden, so daß schon dadurch eine Interferenz unmöglich werden muß. Solche Interferenzen, die leicht eintreten, wenn zwei möglichst gleiche Schallquellen, um eine halbe Wellenlänge entfernt, ihre Schallwellen entsenden, scheinen practisch bei einer Schallwelle bedeutungslos, wenigstens werden Schallwellen den Beobachtungen nach normal am stärksten reflectirt. Wenn Verfasser dieses hier entgegen den Annahmen Dove's in dem Aufsätze über Akustik (Zeitschrift für Bauwesen Jahrg. 1871 Seite 247) glaubt anführen zu sollen, so geschieht dieses, weil gerade von Seiten eines so hervorragenden Gelehrten die Feststellung der Grenzen für solche event. stattfindenden Schallcollisionen erwünscht wäre, und um dieses anzuregen.

Es ist hier durchweg angenommen, daß Schallquellen von solcher Intensität, daß sie das Hören directer Schallwellen stören, nur durch Reflexion entstehen. Wenigstens sind dem Verfasser akustisch ungünstige Räume, welche sich auf andere Weise erklären ließen, nicht vorgekommen, auch führt Langhans, welcher sich so speciel mit der Akustik von großen Räumen beschäftigt hat, keinen solchen Fall an. Würden auf andere Weise entstehende ungünstige Schallwirkungen nachzuweisen sein, so würde dieses in Betreff der reflectirten Schallwellen nichts ändern, auch das Gesetz dafür nicht beeinflussen, sondern nur ein neues zu berücksichtigendes Moment hinzufügen.

Es wird häufig gegen das Gesetz über die Reflexion der Schallstrahlen die Diffusion derselben durch rauhe reflectirende Oberflächen geltend gemacht. Dieselbe ist jedenfalls vorhanden, und desto mehr, je rauher die Oberfläche ist. Es ändert dieses jedoch nicht die Hauptschallrichtung, sondern bildet eine größere oder geringere Abschwächung der Schallstärke in der Hauptrichtung, welche von der Oberfläche des reflectirenden Materials abhängt, sofern dieses nicht selbst in Schallschwingungen versetzt werden kann, wodurch noch außerdem eine Abschwächung der reflectirten, also auf der Elasticität der Luft beruhenden Schallwellen verursacht wird, diese Reflexion aber nicht aufhört.

Bezüglich der Stärke des Schalls und der zugehörigen Entfernung des Erzeugungsortes gilt das allgemeine Gesetz, daß der Schall bei gerade fortschreitenden Schallwellen abnimmt nach dem Quadrate der Entfernungen, wie dieses auch bei dem Lichte der Fall ist. Jedoch ist es in dem vorliegenden Falle nützlicher, dieses Gesetz etwas anders auszudrücken. Es steht nämlich die Schallstärke an verschiedenen Punkten einer Schallwelle, welche beliebig begrenzt ist, im umgekehrten Verhältnisse zu der Querschnitts-Fläche an diesem Punkte. Es bedeutet dieses, daß bei den fortschreitenden Wellenbewegungen des Lichtes und Schalles das Quantum an Licht resp. Schall, so weit unsere Beobachtungen reichen, nicht sich vermindert, sondern nur auf eine größere Fläche vertheilt. Schneidet man beispielsweise einen beliebig begrenzten kegelförmigen Ausschnitt einer Schallwelle normal zur Achse in den beiden Entfernungen  $L$  und  $l$ , so entstehen die bei-



den Schnittflächen  $F$  und  $f$ . Es verhält sich nun die Schallstärke in  $F$  zur Schallstärke in  $f$  wie  $l^2 : L^2 = l_i^2 : L_i^2 = f : F$ .

Auch bei reflectirten Schallwellen würde dieses Verhältniß richtig sein bei vollkommener Reflexion der Flächen und vollkommener Elasticität der Luft. Durch die Unvollkommenheit der Reflexion wird das Resultat etwas modificirt, was sich aber durch einen Coefficienten, welcher die Abschwächung angiebt, leicht würde ausdrücken lassen.

Bei einer Reflexion durch gebogene Flächen wird die Schallstärke, abgesehen von der Unvollkommenheit der Reflexion, ganz ebenso sich feststellen und würden eigentlich Differentiale einer Schallwelle, resp. die bezüglichen Querschnitte zu betrachten sein. Doch genügt es zum Vergleich, je nach der practischen Brauchbarkeit, möglichst kleine Querschnitts-Flächen zu wählen.

Für die Durchführung der akustischen Untersuchung eines Raumes ist die Anwendung eines bestimmten Maafstabs für die Größe der Abgrenzung aller zu betrachtenden Schallwellen, so weit dieses ausführbar ist, zu empfehlen, und würde die Vergleichung reflectirter und directer Schallwellen dadurch wesentlich an Uebersichtlichkeit gewinnen.

Verfasser hält 0,1 Meter im Quadrat auf 10 Meter Entfernung vom Schallerzeugungspunkte als ein geeignetes Querschnittsmaaf für die Abgrenzung der zu betrachtenden Schallwellen, und würde für die Zeichnungen ein Maafstab zu wählen sein, welcher diese Maafse noch deutlich angiebt, wofür in den meisten Fällen 1:100 genügen dürfte.

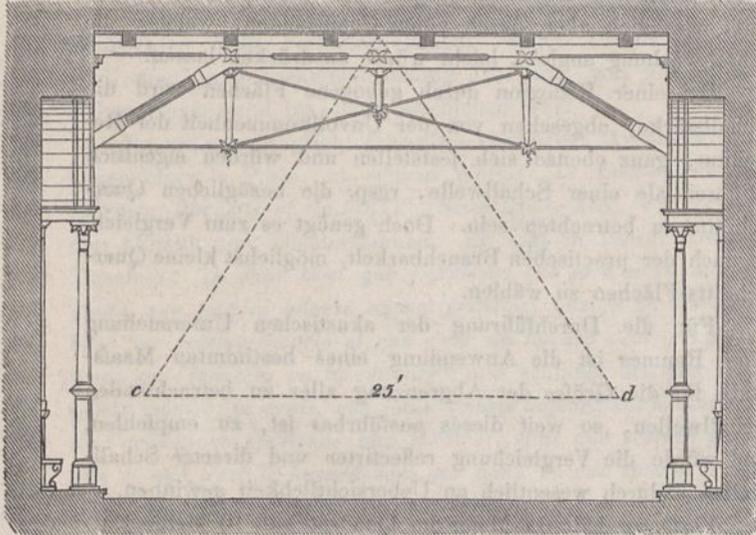
Sehr wichtig ist die Feststellung der Grenze, wo reflectirte Schallwellen noch schädlich sind, und wie weit dieselben das gute Hören unterstützen.

Langhans giebt Seite 30—31 in seiner oben erwähnten Schrift an, daß bei einem Echo zwischen Entstehung des Schalls und dem Zurückkehren desselben nach erfolgter Reflexion  $\frac{1}{3}$  Secunde liegen müsse, wenn das Echo vernehmlich sein soll, daß aber selbst bei einer Zeitdifferenz von  $\frac{1}{8}$  Secunde eine nachtheilige Verlängerung des Schalles entstehe. Obige Zeitdifferenzen entsprechen zurückgelegten Wegen von 140 und 70 Fufs (43,94 und 21,97 Meter).

Nach dem in der Zeitschrift für Bauwesen Jahrg. 1871 enthaltenen „Gutachten über die bei der Errichtung eines neuen Doms zu beobachtenden Rücksichten auf Akustik“ von Dove wird der reflectirte Schall noch hörbar neben dem directen bei einer Entfernung von 53 Fufs (16,63 Meter) von der reflectirenden Wand. Es entsteht dann eine Differenz der Wege für die directe und die reflectirte Schallwelle von 106 Fufs (33,27 Meter).

Nach der Erfahrung des Verfassers, sowie nach den in der Zeitschrift für Bauwesen Jahrg. 1859 Seite 589 mitgetheilten Versuchen, welche aus amerikanischen Mittheilungen von Haege entnommen sind, ist jedoch bei einer Differenz der Wege von 70 Fufs der Nachhall noch so deutlich hörbar, daß auch hier derselbe fast noch selbstständig wirkt. Auch darunter noch wirkt der Nachhall so verwirrend, ohne sich deutlich loszutrennen, daß der Stärke nach deutlich hörbare reflectirte Schallwellen bei einer Wegedifferenz gegen directe Schallwellen von über 30 Fufs (9,41 Meter) unbedingt zu vermeiden sind. Langhans nimmt eine schädliche Schallverlängerung bei einer Differenz der Wege von 70 Fufs (21,97 Meter) an, und weicht nur in diesem Punkte Verfasser wesentlich von den Ansichten von Langhans ab. Verfasser schließt

dieses aus Versuchen, welche derselbe im vorigen Jahre angestellt hat im Sitzungssaale des Architektenvereins. Derselbe hat 38 Fufs (11,92 Meter) Breite bei 24 Fufs (7,53 Meter) Höhe und 58 Fufs (18,20 Meter) Länge, und eine gerade Holzdecke, welche durch mit Eisen armirte Sprengwerke getragen wird.



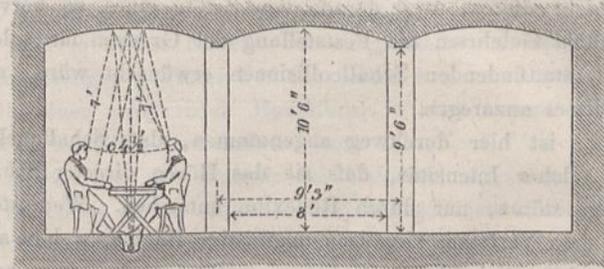
Abgesehen von den akustischen Fehlern des Saales, welche von den kleinen an der Wand entlang laufenden Tonnengewölben herrühren und sich durch ein theilweises Verhängen der Oeffnungen beseitigen ließen, machten sich, von der Holzdecke reflectirt, aber sehr abgeschwächt, Schallwellen neben dem directen Schalle bemerkbar. Bei der Stellung des Sprechenden in *c* und des Hörenden in *d* war der Weg des reflectirten Schalles etwa 50 Fufs (15,69 Meter), der des directen gegen 25 Fufs (7,84 Meter), so daß die Wegedifferenz etwa 25 Fufs (7,84 Meter) betrug. Es machte sich der reflectirte Schall noch bemerklich als ein schwacher Nachklang, welcher bei unbefangenen Hören die Aufmerksamkeit auf den directen Schall etwas beeinträchtigte, jedoch nicht sehr unangenehm war.

Wenn man über dem Redenden ein Tuch ausspannte, wodurch der Schall von dem mittleren Theile der Decke abgehalten wurde, so hörte dieser Nachhall auf, obwohl von der Decke und der Wand, also doppelt reflectirte Schallwellen den Hörenden noch hätten treffen können. Auch war ein Mittönen des Holzes, bezüglich des vom Schalle noch getroffenen Theiles der Decke bei einer senkrechten Entfernung des Ohres von 20 Fufs (6,27 Meter) nicht mehr bemerkbar. Es mußten demnach vorher mittelst der Elasticität der Luft reflectirt und nicht durch die Elasticität des Holzes erzeugte neue Schwingungen zur Wirkung kommen; dieselben waren aber nach einem Wege von ca. 50 Fufs (15,69 Meter) durch das reflectirende Material schon ausreichend geschwächt, als daß sie das gute Hören noch sehr gestört hätten. Es geht hieraus hervor, wie sehr Holzdecken den Schall abschwächen, und daß bei etwas größeren Höhen alle schädlichen Wirkungen der Holzdecke aufhören müssen.

In diesem Saale zeigte es sich außerdem, wie bei vielen andern Räumen, daß man an der Wand entlang besonders gut hört, jedoch scheint sich dieses auf 5 bis 10 Fufs (1,56 bis 3,13 Meter) von der Wand zu beschränken. Es ist dieses eine Folge der reflectirten Schallstrahlen und wahrscheinlich des Mittönens der Holzpaneele, welches sich jedoch nur auf kurze Entfernung bemerklich machen kann. In welchen

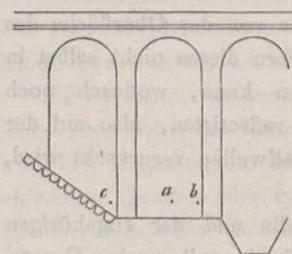
Grenzen reflectirte Schallwellen directe unterstützen und eine angenehm wirkende Schallverlängerung bewirken, läßt sich hieraus präcis nicht bestimmen. Es dürfte aber die Maximalwegdifferenz für directe und indirecte Schallwellen, sofern sie sich unterstützen sollen, über 20 Fufs (6,27 Meter) nicht anzunehmen sein, zweckmäßiger wird es sein, die Grenze von 15 Fufs (4,70 Meter) in den bezüglichen Annahmen nicht wesentlich zu überschreiten. Beide Grenzen entsprechen einer Entfernung des Hörenden von der Wand von 10 resp.  $7\frac{1}{2}$  Fufs (3,13 resp. 2,35 Meter).

Es soll dafür noch ein Beispiel angeführt werden aus dem Tunnel des Architektenvereins-Locales. Es zeigt sich hier



gerade recht deutlich, wie sehr genügend starke reflectirte Schallwellen mit directen collidiren können, auch bei geringer Wegdifferenz. Bei einer Stellung, wie gezeichnet, können gegenüberstehende Personen sich sehr schwer verstehen, wegen der indirecten vom Gewölbe kommenden Schallwellen, wobei die Wegdifferenz gegen directe Schallwellen ca.  $9\frac{1}{2}$  Fufs (2,98 Meter) beträgt. Es concentrirt hier das Gewölbe die Schallwellen in für den Hörer sehr ungünstiger Weise. Es kommt allerdings noch hinzu, daß auch die Unterhaltung des Nachbarn, vom Gewölbe concentrirt zurückgeworfen, das Gehör fast erdrückt.

Eine andere Beobachtung des Verfassers bestätigt jene



obigen Annahmen in Betreff des schädlichen Nachhallens, welcher ein deutliches leichtes Hören sehr erschwert. Bei einem Viaduct in der Nähe von Greene in der Bahn von Holzminden nach Kreienssen, dessen Spannweite ca. 20 Fufs (6,27 Meter) beträgt, hört man, wenn man in die Hand klatscht,

im Punkte *a* ein Echo, welches dem Schnarren einer Säge sehr ähnlich ist. Im Punkte *c* bringt man gar kein Echo hervor, im Punkte *b* aber ebenso wie in *a*, nur ist die Zeitdauer zwischen Erzeugung und Zurückkunft des Schalles ungefähr die doppelte. Es geht hieraus, wie aus der Höhe und Form des Gewölbes hervor, daß dieses letztere nicht die Ursache sein kann, auch verschwindet bei *c* das Echo ganz. Es kann der Nachhall, welcher neben dem Schalle noch ausreichend hörbar ist und wo man einzelne in gleichem Zeitraum aufeinander folgende Schallwellen unterscheidet, nur durch mehrmalige Reflexion von beiden Pfeilerwänden entstehen, wodurch ein vielfaches Echo gebildet wird, wo aber die einzelnen Schallwirkungen so nahe an einander liegen, daß sie wie das Schnarren einer Säge sich anhören, oder als ob man mit einem gleichmäßig gezackten Holze rasch und kräftig über ein anderes Holz streicht. Eine Wegedifferenz reflectirter gegen directe Schallwellen von ca. 20 Fufs (6,27 Meter) kann also bei großer Stärke derselben sich noch bemerkbar machen, während sie

bei geringer Stärke und ohne daß man durch die öftere Wiederholung der Reflexion darauf aufmerksam wird, nicht mehr zur Geltung kommen wird.

Man wird dieses Maafs aber als Grenze betrachten können für den schädlichen Nachhall, bis dahin dürfte die Reflexion des Schalls eine Verstärkung des directen Schalls bewirken, da ein Schall, der vom andern nur um  $\frac{1}{50}$  Secunde entfernt liegt, mit diesem genügend zusammenfließt, und nahezu gleichzeitige aus derselben Quelle kommende Schallwirkungen, wie schon die Anwendung des Schalldeckels beweist, sich gegenseitig verstärken. Es wird jedoch bei intensiv stärkerem Nachhall diese Grenze, bis wohin derselbe angenehm wirkt, enger zu ziehen sein, als bei schwächeren Schallwellen.

Abgesehen von den letztern Grenzbestimmungen, welche hier enger, wie bisher, bestimmt sind, sind die Gesetze der Akustik, welche hier zur Anwendung kommen sollen, längst bekannt; es liegt die Schwierigkeit nur in der Anwendung und bei den practischen Versuchen in der Schwierigkeit der gesonderten Untersuchung der einzelnen Fehlerquellen. Es erschwert dieses Zusammentreffen vieler Fehlerursachen sehr häufig die Untersuchungen und Beobachtungen vorhandener Räume der Art, daß eine Untersuchung derselben aus den Zeichnungen sehr häufig raschere Resultate giebt und zweckmäfsig den Beobachtungen der Räume selbst vorausgehen würde.

Die Hauptresultate aus den beiden Schriften von Langhans sind für Theater:

1) Die Brüstungen der verschiedenen Ränge sind entweder in einem gebogenen Profil herzustellen, oder mit Ornamenten oder Ballustern der Art zu decoriren, daß sie schallzerstreuend wirken, da die aus andern Gründen wünschenswerthe Grundform der Brüstungen sonst den Schall an ungünstigen Stellen concentriren würde.

2) Die geraden Wände des Prosceniums sind mit runden Säulen, cannelirten Pilastern oder andern Formen, welche zerstreuen, zu versehen, damit die von den Prosceniumswänden reflectirten Schallwellen mit den auf einem wesentlich kürzeren Wege kommenden directen Schallwellen nicht einen schädlichen Nachhall bilden.

3) Die Decke des Theaters ist horizontal oder so wenig gekrümmt herzustellen, daß die Schallwellen nicht von derselben convergirt werden; die Decke ist im übrigen geeignet, für den obern Rang eine Schallverstärkung zu bilden, weil die Wege für den directen und indirecten Schall sehr wenig für denselben verschieden sind.

4. Stichbogenförmige Ueberdeckungen der Proscenien sind zu vermeiden, besonders solche, wo der Mittelpunkt des Bogens in der Höhe der Bühne liegt; eine solche Ueberdeckung hat in dem früheren Nationaltheater, welches an der Stelle des Berliner Schauspielhauses stand, sehr ungünstige Schallbrennpunkte bewirkt.

5. Die Bühne kann zweckmäfsig elastisch, gewissermaßen als Resonanzboden, hergestellt werden, weil hier directe und indirecte Schallwellen sehr wenig verschiedene Wege machen.

Es sollen hier nachfolgend die Bedingungen für die Akustik von Kirchenräumen angegeben werden, und werden einige der eben angeführten Punkte auch dort zu berücksich-

tigen sein. Daran anschliessen sollen sich als Beispiele von dem Verfasser vorgenommene Untersuchungen des Projectes für die Zionskirche und der Nicolaikirche zu Potsdam in akustischer Beziehung. Zugleich sollen andere Auditorien besprochen werden.

Es sind bei Kirchenräumen die Fehlerursachen getrennt zu untersuchen, je nachdem sie von der Decke herrühren oder von den Wänden, jedoch sind dabei die oberhalb der obersten Sitzreihen befindlichen Theile der Wandflächen mit den Decken zusammenhängend zu betrachten, weil bei der Lage des Schallerzeugungspunktes nur mittelst der Decke der Schall wieder in den Theil des Raumes gelangen kann, wo Menschen sich befinden. Der Fußboden würde nur bei mehreren Emporenreihen über einander in Betracht kommen können, würde aber niemals schädlich wirken, da die Kanzel meistens nahe mit Sitzplätzen umgeben ist und beim Sprechen vom Altar aus die Schallerzeugung sehr nahe der reflectirenden Fläche sein würde. Besonders würden dann die Schalldeckel zu behandeln sein, welche meistens mehr nach der architektonischen Erscheinung, als nach dem Nutzeffect hergestellt werden. Man wird in Betreff derselben dahin kommen müssen, die architektonisch schöne Gestaltung der Bestimmung des Schalldeckels möglichst anzuschliessen.

### I. Die Akustik der Decken.

Bei den Kirchen ist man in Betreff der Decken in einer wesentlich verschiedenen Lage als bei Theatern. Bei diesen können die Decken den Schall für die obern Ränge noch unterstützen, während bei Kirchen dieses nirgends der Fall sein kann, wenn dieselben nicht ganz aus den üblichen Verhältnissen bezüglich der Höhe hinausgehen. Wohl aber liegen die Decken fast überall hoch genug über der Schallerzeugung, daß sie sehr schädliche Schallverlängerungen und häufig sogar Echos erzeugen können. Es wird deshalb überall darauf ankommen, den von der Decke reflectirten Schall so sehr zu zerstreuen, daß er neben den directen Schallquellen nicht mehr bemerklich wird. Es werden dann auch die oberhalb der obersten Sitzreihen befindlichen Theile der Wände unschädlich, weil die bezüglichen Schallwellen nur mittelst der Decken zu den Sitzreihen heruntergelangen können, und von denselben zerstreut nicht mehr schaden. Es sind jedoch kreisförmige Grundriffsformen der Wände, wie sie z. B. bei den Tambours der Kuppeln vorkommen, gesondert zu betrachten, weil dafür besondere Bedingungen zu beachten sind.

In Betreff der Deckenbildungen gehen die Ansichten fast überall sehr auseinander, besonders auch deshalb, weil häufig der Einfluß des Materials dabei nicht berücksichtigt wird. So gelten z. B. gerade Decken für günstig, während gewölbte, also bogenförmige Decken, als ungünstig gelten. Es sind deshalb die Deckenbildungen in ihren Hauptumriffsformen einer besondern Untersuchung unterzogen. Für gewölbte Decken sind aber, um das Gesetz der Reflexion dafür in einfacher Weise darzustellen, nur die einfachen Formen dargestellt, z. B. für den Rundbogen das Tonnengewölbe, für den Spitzbogen ein Gewölbe, welches in gleichem spitzbogigen Profil über den ganzen Raum sich erstreckt, für den Stichbogen die einfache Kappe. Es setzen sich aber aus diesen Elementen die complicirteren Formen zusammen, so daß man häufig mit Theilen dieser Grundformen zu thun hat.

Es ist dabei zugleich auch für Kirchen als wünschenswerth vorausgesetzt, daß die Decke an und für sich nicht bloß für eine bestimmte Stelle gut akustisch sei, da Altar, Kanzel und Orgel ganz gesondert liegende Schallquellen besitzen. Es wird dadurch auch die Untersuchung vereinfacht, weil man die Gewölbform an und für sich untersuchen kann, und in welchem Grade dieselbe zerstreut; man wird sich bei complicirten Formen die bequemsten Stellen für die Untersuchung auswählen können, unter Berücksichtigung, daß die Verschiebung der Schallerzeugungsstelle im Raume eine Verschiebung der reflectirten Schallwellen bewirkt.

Die Vergleichung der verschiedenen Deckenformen, welche, abgesehen von der stichbogigen Ueberdeckung, in einer ähnlichen Höhenlage zum Fußboden sich befinden, ergibt nachfolgende Resultate:

1) Die Decke in der Form eines Segmentbogens oder Stichbogens, Blatt *F* Figur 1, ist die ungünstigste und wird dies, wie auch schon Langhans angiebt, besonders dann sein, wenn der Gewölbemittelpunkt in der Nähe des Fußbodens liegt. In der vorliegenden Zeichnung liegt der Mittelpunkt so weit unter dem Fußboden, daß die Schallstrahlen fast parallel aus dem Gewölbe kommen. Je größer darüber hinaus der Halbmesser wird, um so mehr werden die reflectirten Schallstrahlen divergiren, bei kleinerem Halbmesser dagegen convergiren.

2) Die horizontale Decke, Blatt *F* Figur 2, ist wesentlich günstiger als die Stichbogendecke, aber bei dem vorliegend angenommenen Verhältnisse von der Breite des Raumes zur Höhe wesentlich ungünstiger, als das nachfolgende Tonnengewölbe. Daß solche Raumformen in den meisten Fällen nicht ungünstiger wirken, liegt an den meistens vorkommenden, entweder geringen oder sehr großen Höhen, wie dies in öffentlichen Gebäuden der Fall ist, und daß die Decken meistens von Holz sind, welche selbst in elastische Schwingungen kommen und dadurch die elastischen Schwingungen der Luft sehr wesentlich abschwächen. Diese elastischen Schwingungen des Holzes sind, wenn sie nicht in sehr großer Stärke erregt werden, nur auf geringe Entfernungen hörbar. Es dürften bei Höhen von 50 bis 70 Fuß (15,69 bis 21,97<sup>m</sup>) Holzdecken im Allgemeinen keine schädliche Resonanz mehr bilden.

3) Tonnengewölbe, Blatt *F* Figur 3, deren Mittelpunkt in einiger Entfernung von der Schallquelle liegt, concentriren die Schallstrahlen etwa um die Mitte zwischen Peripherie und Mittelpunkt, von wo dieselben wieder divergiren. Je höher der Raum im Verhältniß zum Halbmesser des Gewölbes ist, um so viel größer ist die Schallzerstreuung. Das Verhältniß vom Halbmesser zur Höhe des Gewölbemittelpunktes über dem Fußboden ist ein Maafstab dafür. Liegt beispielsweise das Ohr um das Maaf  $a$  unter diesem Mittelpunkte, ist der Radius  $= r$  und der Querschnitt einer Schallwelle etwa in der Mitte des Gewölbes  $= E^2$ , so wird die Fläche, welche diese reflectirte Schallwelle in der Höhe des Schallerzeugungspunktes einnimmt, nahezu

$$= 2E \cdot \frac{a + \frac{1}{2}r}{\frac{1}{2}r} E = 2 \frac{2a + r}{r} E^2.$$

Man sieht leicht, daß die Durchschneidungspunkte der benachbarten Schallstrahlen theils näher, theils ferner vom Gewölbe als auf Mitte Halbmesser liegen, wofür obige Formel richtig ist. Es ist dieselbe angeführt, weil sie für in den meisten Fällen genügende Schätzungen ausreichend genau ist,

und bedeutet dieselbe, daß, abgesehen vom Reflexionsverlust, die Schallstärke an der Decke zu der in der Ohrhöhe sich verhält, wie  $2 \frac{2a + r}{r} E^2 : E^2 = 2 \frac{2a + r}{r} : 1$

Für eine Halbkugel würde unter sonst gleichen Annahmen dieses Verhältniß sich stellen auf

$$\left(\frac{a + \frac{1}{2}r}{\frac{1}{2}r}\right)^2 E^2 : E^2 = \left(\frac{a + \frac{1}{2}r}{\frac{1}{2}r}\right)^2 : 1 = \left(\frac{2a + r}{r}\right)^2 : 1$$

Bei einer wesentlichen Verschiebung in der Lage der Schallwellen würde eine etwas stärkere Abschwächung des reflectirten Schalles erfolgen, es werden deshalb obige Formeln bei einer Schätzung nicht zu günstige Resultate ergeben.

4) Gewölbe mit spitzbogigem Querschnitte, Blatt *F* Figur 4, in der ganzen Längenausdehnung des Raumes stellen sich bezüglich der Akustik ungünstiger wie die Tonnengewölbe ad 3, und sind besonders die Schallwellen, welche oberhalb Bogenanfang das Gewölbe treffen, besonders ungünstig, weil daselbst die Schallstrahlen, allerdings doppelt reflectirt, das Gewölbe parallel verlassen und, abgesehen von der doppelten Reflexion, auf sehr große Entfernung in ziemlich derselben Stärke hörbar sind, als sie zuerst das Gewölbe treffen. Es ist dieses fast noch mehr der Fall für die in Figur 5 aus größerer Entfernung des Gewölbes treffenden Schallwellen. In der Werder'schen Kirche zu Berlin scheint ein großer Theil der schlechten Schallwirkung von derartigen schmalen Gewölben, welche an der Wand entlang angeordnet sind, herzuführen.

Wenn spitzbogige Gewölbe trotzdem im Allgemeinen nicht ungünstig sind, so rührt dieses einestheils daher, daß der besonders schädliche Theil am Bogenanfang bei Kreuzgewölben durch die Gurte und Rippen größtentheils weggeschnitten wird und außerdem den Kappen noch meistens ein starker Busen gegeben wird, welcher die Schallzerstreuung wesentlich befördert. Es würde ein Rundbogen unter sonst gleichen Umständen günstiger sein, weil derselbe bei kleinerem Radius rascher zerstreut.

5) Um ein Gewölbe mit doppelter Krümmung akustisch zu bestimmen, ist es nothwendig, nach beiden Richtungen einen Schnitt zu machen, und bezüglich die Schallstrahlen zu construiren (siehe Blatt *F* Figur 7). Es geht aus dieser Zeichnung hervor, wie viel rascher diese stärkeren Krümmungen, welche in Folge des Busens der Kappen entstehen, eine rasche Zerstreung des Schalles herbeiführen.

Es läßt sich auf diese Weise sehr leicht die Stärke eines reflectirten Schalls mit Bezug auf doppelt gekrümmte Gewölbeformen darstellen und in ein bestimmtes Verhältniß zu einer bekannten Schallstärke setzen.

Will man ohne Construction der Schallstrahlen solche Gewölbe untersuchen, so wird man durchschnittlich die Durchschneidung benachbarter Schallstrahlen auf der Mitte Halbmesser annehmen können. Es würde dann bezüglich für die Halbmesser  $r$  und  $r_1$  und die Entfernungen  $a$  und  $a_1$  von den Mittelpunkten für Längen- und Querschnitt des Gewölbefeldes bis zur Höhe des Ohres die Schallstärke am Gewölbe zu der des reflectirten Schalls beim Schallerzeugungspunkte sich verhalten, wie

$$\begin{aligned} \frac{a + \frac{1}{2}r}{\frac{1}{2}r} E \cdot \frac{a_1 + \frac{1}{2}r_1}{\frac{1}{2}r_1} E : E^2 &= \frac{2a + r}{r} \cdot \frac{2a_1 + r_1}{r_1} E^2 : E^2 \\ &= \frac{2a + r}{r} \cdot \frac{2a_1 + r_1}{r_1} : 1 = \frac{(2a + r)(2a_1 + r_1)}{rr_1} : 1 \end{aligned}$$

Akustischer Räume.

Fig. 1.

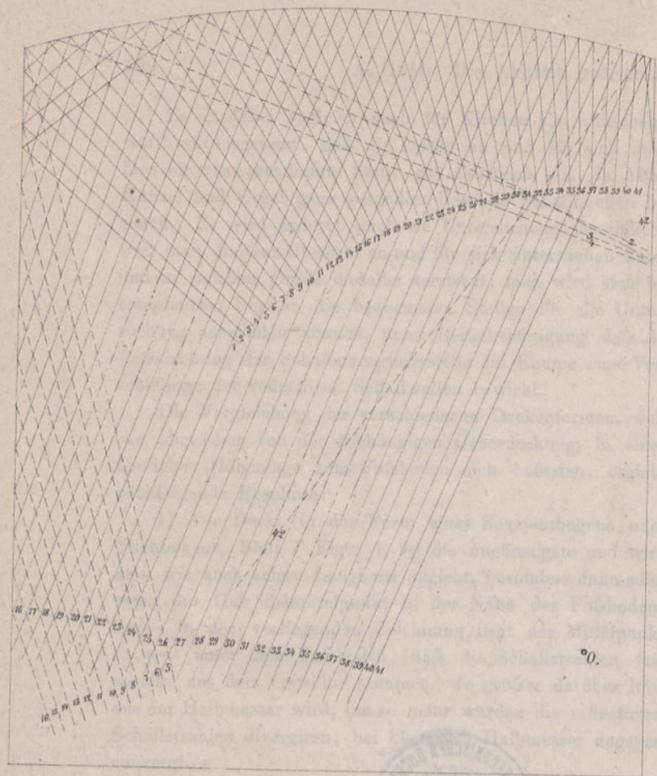


Fig. 5.

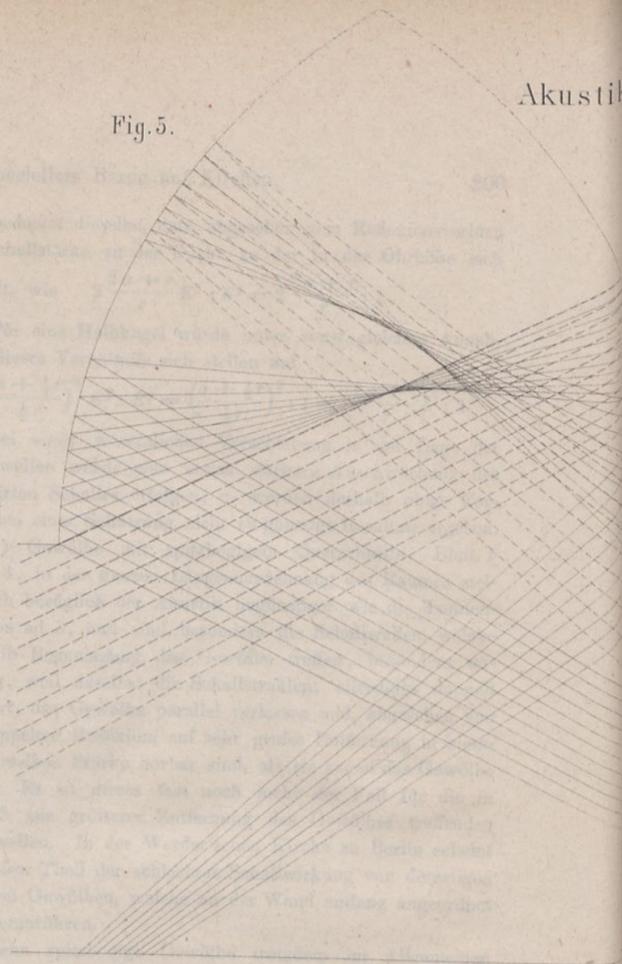


Fig. 7.

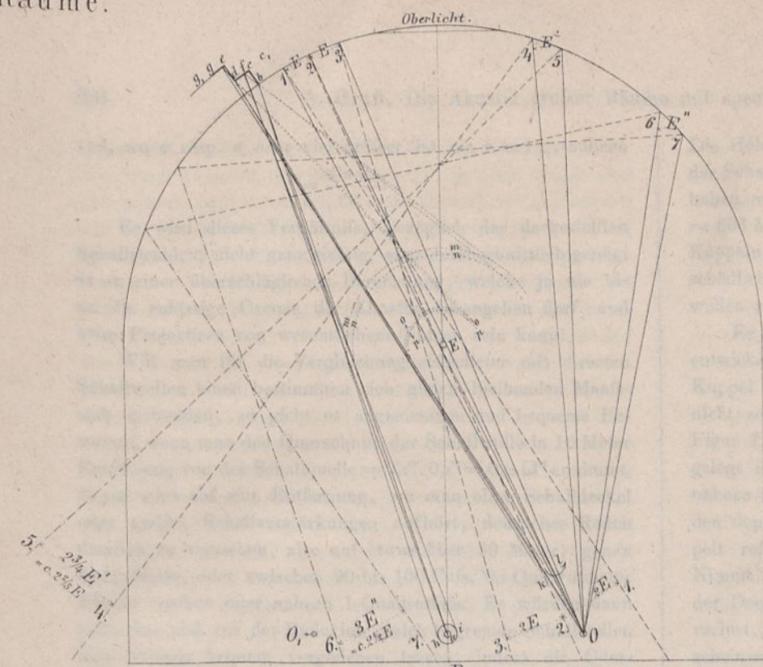


Fig. 8.

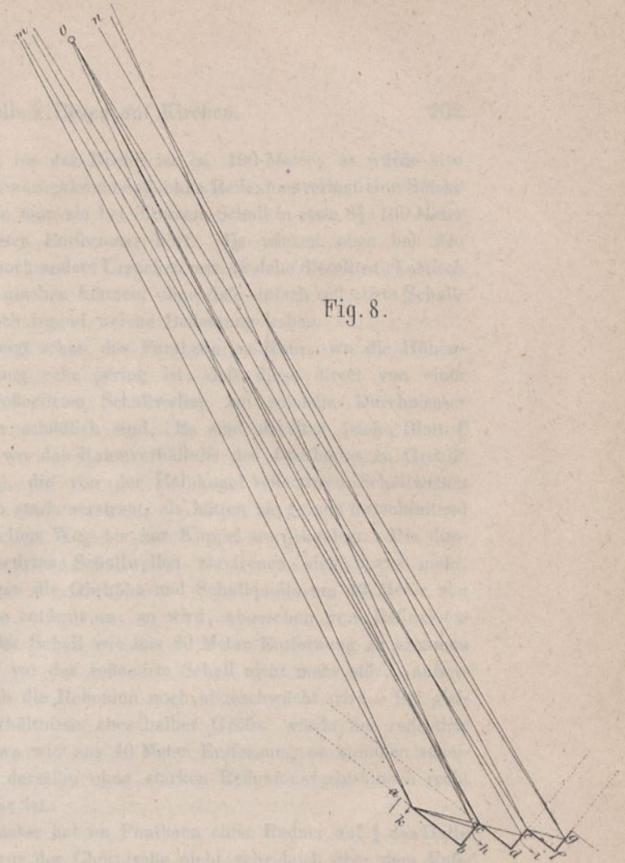


Fig. 2.

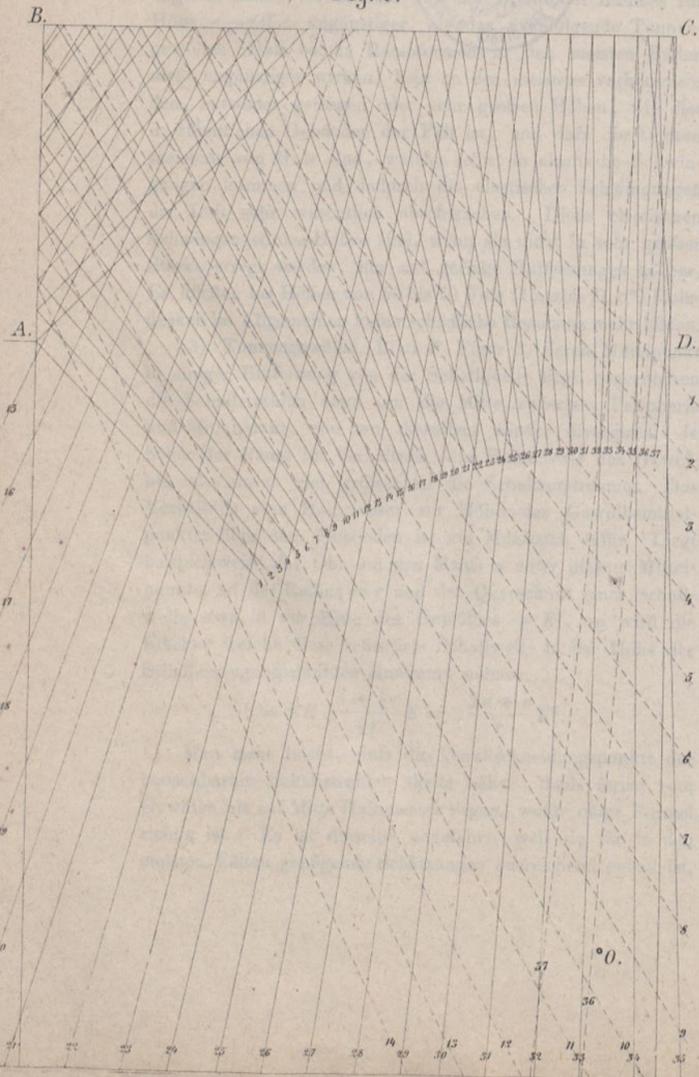


Fig. 4.

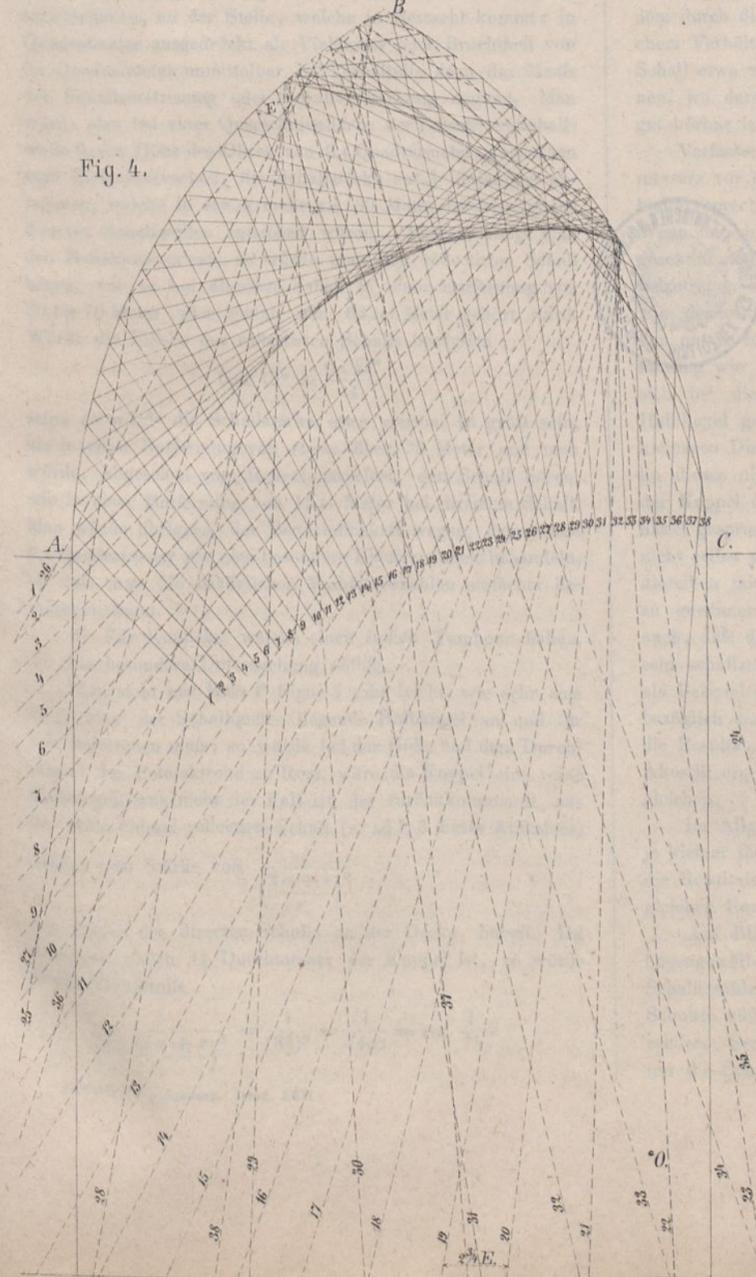


Fig. 6.

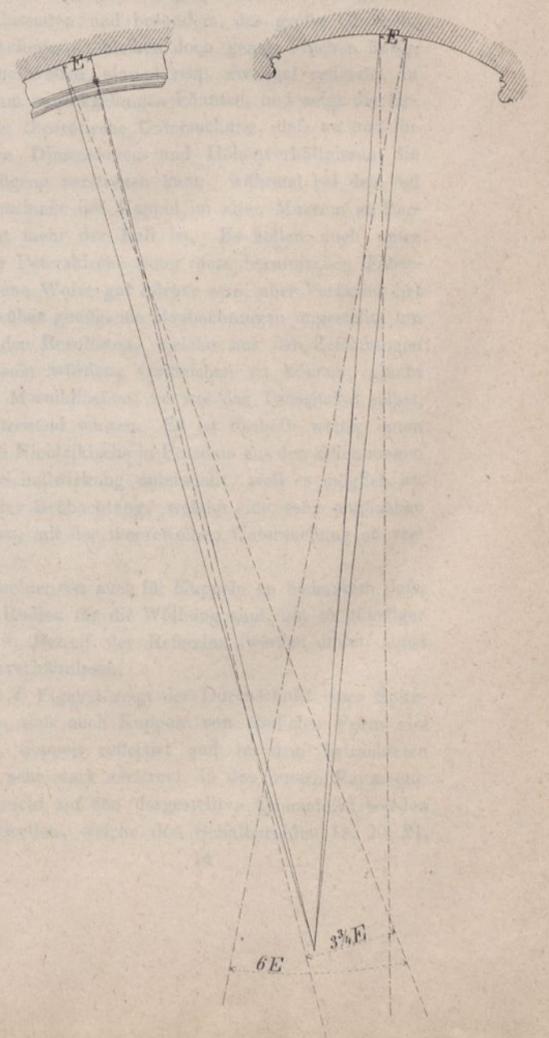
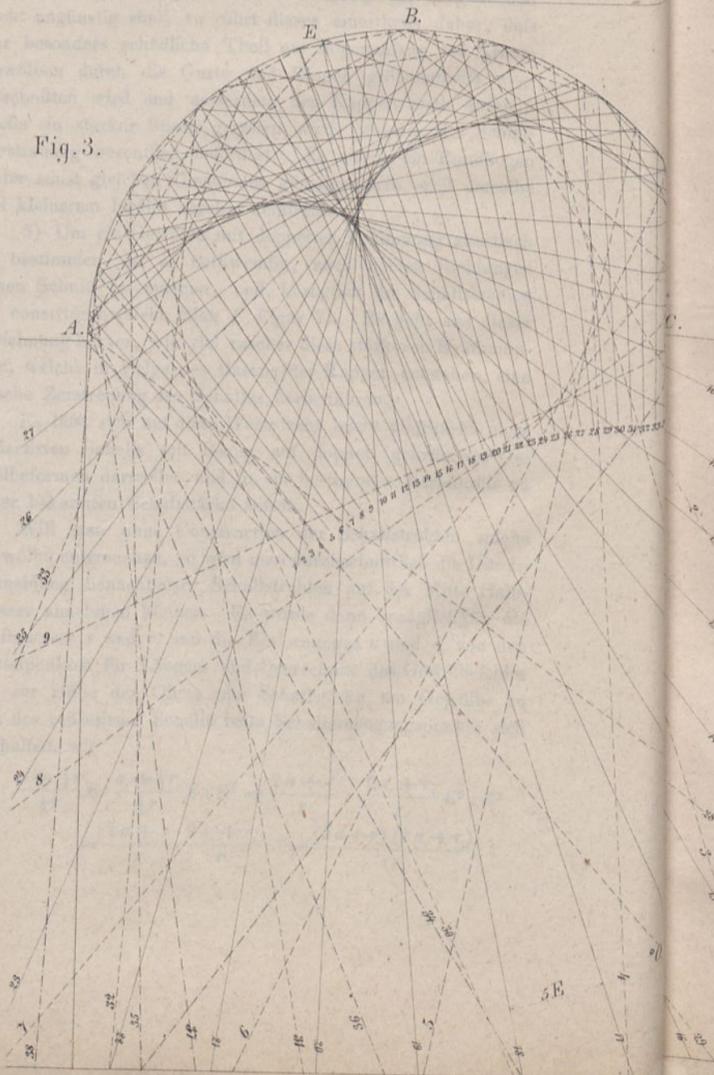


Fig. 3.



und, wo  $a$  resp.  $a_1$  sehr viel größer ist als  $r$  und  $r_1$ , nahezu

$$= \frac{4 a a_1}{r r_1} : 1$$

Es wird dieses Verhältniß, bezüglich der dargestellten Schallstrahlen, nicht ganz richtig, aber durchschnittlich genügt es zu einer überschläglichen Berechnung, welche ja nie bis an die zulässige Grenze der Akustik herangehen darf, und beim Projectiren von wesentlichem Nutzen sein kann.

Will man für die Vergleichung reflectirter mit directen Schallwellen einen bestimmten sich gleich bleibenden Maafstab anwenden, so giebt es angemessene und bequeme Resultate, wenn man den Querschnitt der Schallwelle in 10 Meter Entfernung von der Schallquelle  $= 0,1^m \cdot 0,1^m = 0,01 \square^m$  annimmt, dieses wird auf eine Entfernung, wo man ohne Schalldeckel oder andere Schallverstärkungen aufhört, deutliches Reden deutlich zu verstehen, also auf etwas über 30 Meter, genau 31,623 Meter, oder zwischen 90 bis 100 Fufs, 0,1 Quadratmeter Fläche ergeben oder nahezu 1 Quadratfufs. Es würden dann reflectirte und vor der Reflexion gleich begrenzte Schallwellen sich hiermit bequem vergleichen lassen, indem die Querschnittsfläche, an der Stelle, welche in Betracht kommt, in Quadratmeter ausgedrückt als Vielfaches oder Bruchtheil von 0,1 Quadratmeter unmittelbar im Verhältniß dazu das Maafs der Schallzerstreuung oder Schallverstärkung angiebt. Man würde also bei einer Querschnittsfläche der reflectirten Schallwelle in der Höhe des Ohres von 0,4 Quadratmeter, abgesehen vom Reflexionsverlust, die Schallstärke auf  $\frac{1}{4}$  derjenigen annehmen, welche in etwas mehr als 30 Meter Entfernung bei directen Schallwellen entstehen würde. Vernachlässigt man den Reflexionsverlust, so würde man den reflectirten Schall hören, wie er bei directem Schall in einer Entfernung von 60 bis 70 Meter oder genau von 63,246 Meter gehört wird. Würde die Fläche des reflectirten Schalls bezüglich

$$0,025 \square^m = \frac{0,1 \square^m}{4}$$

sein, so würde die Schallstärke etwa viermal so groß sein, als in einer Entfernung von etwas über 30 Meter und man würde, abgesehen vom Reflexionsverlust, den Schall hören, wie in einer Entfernung von 15,81 Meter bei directem Schall. Man würde übrigens, der Bequemlichkeit wegen, dann diese 0,1 Quadratmeter als eine besondere Flächeneinheit behandeln, so daß man die bezüglichen Verhältnißzahlen einfacher bezeichnen kann.

6) Für Kuppeln, welche einen hohen Tambour haben, ist eine besondere Untersuchung nöthig.

Man sieht aus Blatt F Figur 3 sehr leicht, wie sehr eine hoch über der Schallquelle liegende Halbkugel an und für sich zerstreuen muß; so würde bei der Höhe und dem Durchmesser der Peterskirche zu Rom, wäre die Kuppel eine reine Halbkugel, was nicht der Fall ist, der zurückkommende, aus der Mitte einmal reflectirte Schall (s. ad I, 3 dieses Aufsatzes)

nahezu eine Stärke von  $\frac{1}{\left(\frac{2a+r}{r}\right)^2}$

der Stärke des directen Schalls an der Decke, haben. Da  $a$  nahezu gleich  $1\frac{1}{2}$  Durchmesser der Kuppel ist, so würde dieses Verhältniß

$$\frac{1}{\left(4 \cdot 1\frac{1}{2} r + r\right)^2} = \frac{1}{(8\frac{1}{2})^2} = \frac{1}{74,99} = \text{rot. } \frac{1}{75}$$

Die Höhe bis zur Decke ist ca. 100 Meter; es würde also der Schall zurückkommend ohne Reflexionsverlust eine Stärke haben, wie man sie bei directem Schall in etwa  $8\frac{1}{2} \cdot 100$  Meter  $= 866$  Meter Entfernung hört. Es wirken aber bei den Kuppeln noch andere Ursachen mit, welche dieselben akustisch schädlich machen können, ohne daß einfach reflectirte Schallwellen noch irgend welche Bedeutung haben.

Es zeigt schon das Pantheon zu Rom, wo die Höhenentwicklung sehr gering ist, daß diese direct von einer Kuppel reflectirten Schallwellen bei solchem Durchmesser nicht sehr schädlich sind. Es sind daselbst (siehe Blatt F Figur 7, wo das Raumverhältniß des Pantheons zu Grunde gelegt ist), die von der Halbkugel reflectirten Schallwellen nahezu so stark zerstreut, als hätten sie gerade fortschreitend den doppelten Weg bis zur Kuppel zurückgelegt. Die doppelt reflectirten Schallwellen zerstreuen sich etwas mehr. Nimmt man die Ohrhöhe und Schallquelle um 40 Meter von der Decke entfernt an, so wird, abgesehen vom Reflexionsverlust, der Schall wie aus 80 Meter Entfernung zu kommen scheinen, wo der reflectirte Schall nicht mehr stört, außerdem durch die Reflexion noch abgeschwächt wird. Bei gleichem Verhältnisse, aber halber Größe würde der reflectirte Schall etwa wie aus 40 Meter Entfernung zu kommen scheinen, wo derselbe ohne starken Reflexionsverlust noch recht gut hörbar ist.

Verfasser hat im Pantheon einen Redner auf  $\frac{1}{4}$  des Halbmessers vor der Chornische nicht sehr hoch über dem Fußboden sprechen hören und keine Schallverwirrung gehört. Wenn nun hierzu auch die schräg (nicht rechtwinklig) eingeschnittenen Cassetten und besonders das große Oberlicht beizutragen scheinen, so bleiben doch genug Flächen übrig, von denen Schallwellen einmal resp. zweimal reflectirt in den untern Raum zurückgelangen könnten, und zeigt die Erfahrung wie die theoretische Untersuchung, daß an und für sich bei diesen Dimensionen und Höhenverhältnissen die Halbkugel genügend zerstreuen kann, während bei den viel kleineren Dimensionen der Kuppel im alten Museum zu Berlin dieses nicht mehr der Fall ist. Es sollen auch unter der Kuppel der Peterskirche unter dem berninischen Tabernakel gesprochene Worte gut hörbar sein, aber Verfasser hat nicht selbst darüber genügende Beobachtungen angestellt, um dieselben mit den Resultaten, welche aus den Zeichnungen zu gewinnen sein würden, vergleichen zu können, glaubt auch, daß die Mosaikflächen, so wie das Tabernakel selbst, sehr schallzerstreuend wirken. Es ist deshalb weiter unten als Beispiel die Nicolaikirche in Potsdam aus den Zeichnungen bezüglich der Schallwirkung untersucht, weil es möglich ist, die Resultate der Beobachtung, welche eine sehr ungünstige Akustik, ergeben, mit der theoretischen Untersuchung zu vergleichen.

Im Allgemeinen ist auch für Kuppeln zu bemerken, daß, je kleiner die Radien für die Wölbung sind, um so günstiger die Resultate in Betreff der Reflexion werden unter sonst gleichen Raumverhältnissen.

Auf Blatt F Figur 4 zeigt der Durchschnitt eines Spitzbogengewölbes, daß auch Kuppeln von ähnlicher Form viel Schallstrahlen, doppelt reflectirt und in dem betrachteten Schnitte nicht sehr stark zerstreut, in den untern Raum entsenden. Senkrecht auf den dargestellten Querschnitt werden nur die Schallwellen, welche den Schallstrahlen 19, 20, 21,

sowie 29 und 30 zugehören, wesentlich concentriren oder wenig zerstreuen, da bei der zweiten Reflexion, wie weiter unten nachgewiesen werden soll, der Concentrationspunkt oder Concentrationsraum im Grundrisse zwischen der reflectirenden Kuppelfläche und der Kuppelachse liegt, sobald dieselbe ein Umdrehungskörper ist.

Es sind solche Formen im Allgemeinen ungünstiger, als die reinen stärker zerstreuenen Halbkugeln. Es schliessen sich aber viele Kuppeln einer dem Spitzbogen ähnlichen Form an, wobei auch der Mittelpunkt für den die Schnittlinie erzeugenden Halbmesser meistens etwas näher nach der Achse der Kuppel hin liegt. So ist die Querschnittlinie der Kuppel in der Nicolaikirche zu Potsdam ein Spitzbogen.

Für Kuppeln ist in den meisten Fällen eine Hauptursache der Schallverwirrung, daß ein häufig glatter Tambour ohne Vorsprünge den von der Kuppel zerstreuten Schall wieder sammelt und dadurch bewirkt, daß der Raum unter einer Kuppel für das Anhören einer Predigt fast nicht zu brauchen ist. Wenn nun auch durch einen richtig construirten Schalldeckel in der Beziehung sehr viel genützt werden kann, so sollten doch schon an und für sich die Deckenformen eines Raumes zum Hören gut akustisch sein.

Es ist dafür bei Kuppeln mit hohem Tambour als Bedingung aufzustellen, daß man die aus der Kuppel in den unteren Raum zurückkommende Schallmasse überhaupt möglichst vermindert und den Schall, welcher zurückgelangt, durch öftere Reflexion möglichst tödtet, besonders auch alle Detailformen der Art herstellt, daß sie sehr viel stärker zerstreuen, als die Grundform des Raumes concentrirt.

Dazu ist es zweckmäßig, den senkrechten Kuppelwänden möglichst viel Fensterfläche und möglichst große Vor- und Rücksprünge zu geben, welche in den Unterflächen stets stark zerstreuenes Relief haben müssen. Es werden innere Säulen-Arcaden, am innern Tambour geeignet construiert, sehr zweckmäßig wirken. Auch werden Nischen von kreisförmigem Grundrisse an den Kuppelwänden sehr nützlich sein. Dann wird man auch der Kuppel selbst solche Form zweckmäßig geben, daß sie entweder nach einem möglichst großen Oberlichte in der Decke reflectire, oder aber, durch starken Busen des Gewölbes mit Rippen von starkem Relief, den Schall so sehr nach allen Richtungen zerstreue, daß die Schallwellen, wenn sie überhaupt in den untern Raum zurückgeworfen werden können, doch durch häufige Reflexion so weit aufgezehrt sind, daß sie der Intensität nach überhaupt von keiner Bedeutung weiter werden.

Cassetten, wenn sie senkrecht eingeschnitten und ohne Profile und Verzierungen sind, kann man im Allgemeinen als nützlich nicht annehmen. Es geht aus Blatt F Figur 7 hervor, daß in einem kuppelförmigen Raume mit einfachen Cassetten der Sprechende, welcher in der Mitte des Raumes steht, durch den aus den Cassetten reflectirten Schall ein sehr starkes Echo erhalten muß bei genügender Größe des Raumes. Es dürfte ein großer Theil der Schallwirkung in der Kuppel des alten Museums zu Berlin darauf zurückzuführen sein, wenn auch hier die Umfassungswand sehr wesentlich mitwirkt. Man hört hier ein sehr starkes Echo in der Mitte des Raumes und selbst den Schritt des Gehenden hört man von der Decke wiedertönen. Die Cassette *bcd* ist in etwas großem Maßstab, der bequemen Construction wegen, angenommen. Es ist von dem Punkte *a* der Schallstrahl *ab* ge-

zogen, welcher nach *f* reflectirt wird, wobei die Richtungslinie für *bf* durch den Kreis *nn* bestimmt wird; *bf* wird nach *i* reflectirt, wofür die Richtungslinie wieder durch den Kreis *nn* bestimmt wird. Es sind nämlich *bc* und *de* Radien, *cd* und *eg* Kreislinien bezüglich des Mittelpunktes *q*. Der Schallstrahl *af* macht reflectirt den Weg *fbh*, jedoch deckt sich dieser Punkt *b* mit dem im Wege *abfc* nicht vollständig.

Da nun alle Schnittflächen durch die Cassetten und durch die Achse des Raumes genau dieselben Resultate wie hier ergeben, auch jede dieser Schnittflächen normal auf den reflectirenden Gewölben steht, so werden sämtliche Schallstrahlen, welche in irgend einer Cassette die bezüglichen Flächen *bc* und *ed* treffen, sich in dem Raume einer Kugel vom Mittelpunkte *a* und einem Durchmesser, welcher das Maß von *bd* nicht übersteigen wird, sich concentriren. Bei allen Schallstrahlen zwischen *b* und *i*, sowie *d* und *g*, findet dasselbe statt und kann man daraus abnehmen, welche enorme Schallconcentration durch derartige Cassetten bewirkt werden muß. Es findet dieses bei dem oben erwähnten Kuppelraum im alten Museum statt.

Etwas ähnliches findet statt, wenn der Redner nicht im Mittelpunkte, beispielsweise in *o* spricht. Die Schallstrahlen *odgl* und *ogdk* weisen dieses nach. Jedoch ändert sich dieses in den Schnitten, welche durch *o*, aber nicht durch die Achse *aq* gehen. So werden z. B. die Schallstrahlen, welche von *o* ausgehen und die Cassettenflächen in der Schnittfläche einer auf die hier betrachtete Ebene normalen Ebene treffen, sich um den Punkt *o*, concentriren, welcher von *a* um die Länge *ao* absteht, so daß  $ao = oa$  ist. Es treffen die übrigen bezüglichen Schallstrahlen in anderer Ebene die Grundfläche in der Höhe *oo*, in der Nähe eines Ringes von dem Durchmesser *oo*.

Bei dem Pantheon sind die Cassettenflächen etwa in der Richtung, wie die Linie *bc*, eingeschnitten, was das Resultat vollständig verändern muß.

Nimmt man die vorliegende Figur als Schnitt eines Tonnengewölbes, so ergiebt die Zeichnung entsprechende Resultate bezüglich der Cassetten auch für diese Gewölbeform. Es dürfte daraus hervorgehen, daß Cassetten im Allgemeinen und an und für sich akustisch nicht zu empfehlen sind. Wenn trotzdem die cassetirten Tonnengewölbe der Peterskirche nicht schaden, so liegt dieses an dem Reichthum der Verzierungen, womit dieselben überdeckt sind.

Man wird in jedem einzelnen Falle durch Construction einer genügenden Anzahl von Schallstrahlen sich darüber Rechenschaft schon im Projecte geben müssen, wie weit dieses Resultat erreicht wird, wenn man nicht durch ähnliche, bereits untersuchte Formen dafür einen Anhalt hat.

Im Allgemeinen werden die Kuppeln dann hauptsächlich schädlich, wenn der Redner unter oder nahe an dem Kuppelraum steht. Wie nun bei dieser Stellung durch geeignete Construction eines Schalldeckels jede nachtheilige Schallwirkung einer Kuppel beseitigt werden kann, soll weiter unten bei der Besprechung der Schalldeckel angegeben werden; bei genügender Größe desselben ist dieses nicht schwer.

Von den Kuppelräumen, wo dem Verfasser keine Schallverwirrung aufgefallen ist, sollen hier noch aufgeführt werden: das Pantheon; der Prediger war  $\frac{1}{4}$  Halbmesser von der Chorische entfernt, und stand niedrig;

Jesu nuovo in Neapel; die Kanzel war am Kuppelraum aufgestellt, der Schalldeckel ziemlich groß; die Kuppel war eine Hängekuppel und wie die Gewölbe reich verziert; Dom in Brescia; S. Salvatore in Venedig; kleine ganz glatte Kuppel mit kleinem glatten Tambour, die Kanzel mit Schalldeckel am Kuppelraum.

Bei sehr vielen Kuppelkirchen war es dem Verfasser nicht möglich, dieselben während einer Predigt zu besuchen.

Im Allgemeinen ist es demnach für alle Decken festzuhalten, daß der reflectirte Schall so weit zu zerstreuen ist, daß er Collisionen mit directen Schallwellen nicht weiter bewirkt und daß bei solchen Decken, deren Wände geeignet sind, nach der Zerstreung wieder zu concentriren, möglichst die reflectirten Schallwellen durch Oberlichte, Fensterflächen oder Vorsprünge der Art aufzufangen sind, daß sie überhaupt nicht mehr in den untern Kirchenraum gelangen. Es werden dann die Umfassungswände in ihren obern Theilen auch unschädlich werden, weil nur vermittelt der Decken der Schall von diesen wieder in den untern Kirchenraum gelangen kann.

Es liegen directe Versuche darüber nicht vor, welche Schallzerstreuung als nicht mehr schädlich wirkend anzusehen ist. Es ist die Grenze hierfür auch wohl verschieden, je nachdem der directe Schall stark ist oder nicht. Es dürfte aber wohl bis zu speciellerer Feststellung als Grenze betrachtet werden können, wenn man den Schall soweit zerstreut, daß er etwa, wie der directe Schall bei einer Rede, in einer Entfernung von 60 bis 70 Meter wirkt, wobei der Reflexionsverlust noch hinzutreten würde.

## II. Die Akustik der Wände.

Steigt man von den Decken bis zu den obersten Sitzreihen herunter, so wird, für den Fall dieselben höher liegen als die Schallquelle, der Schall oberhalb der Sitzreihen vielfach reflectirt, zuletzt verhallen, ohne noch weiter den Hörern bemerklich zu werden.

Sind Emporen vorhanden mit mehreren aufsteigenden Sitzreihen, so trifft bisweilen noch eine Ebene von der Schallquelle nach den obern Sitzreihen einen Theil der Wandfläche oberhalb der Brüstung oder die Brüstung selbst, in deren Höhe bezüglich der Kanzel meistens die Schallquelle sich befindet. Schon aus letzterem Grunde, damit die horizontalen Schallwellen dem Redner nicht selbst un bequem werden, ist die Brüstung, wenn sie nicht Holz ist, wie bei den Theatern durchbrochen oder mit starkem Relief herzustellen. Ebenso ist der vorher angegebene Theil der Wandfläche unschädlich also schallzerstreuend zu machen, was man entweder durch Holz innerhalb gewisser Grenzen, oder durch Relief, oder durch gekrümmte Grund- oder Aufrißformen bewirken kann. Sind mehrere Emporenreihen, von denen man jetzt selten noch Gebrauch macht, nicht vorhanden, so ist übrigens der bezüglichliche Theil der Wandflächen von keiner großen Bedeutung, weil er selten größere Ausdehnung hat und außerdem die Schallstrahlen so flach einschneiden, daß die vorderen Sitzreihen schon zum Theil den Schall von den folgenden abhalten.

Bei einiger Höhe der Emporen, oder bei fehlenden Emporen ist der unterhalb der Schallquelle liegende Theil der Wandflächen gefährlicher. Nimmt man die oben angenom-

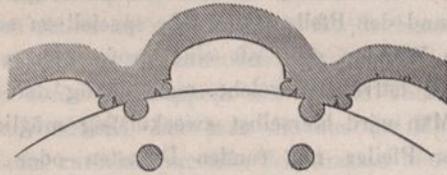
mene Grenze in Betreff der Wegdifferenzen directer oder reflectirter Schallwellen an, wonach 20 Fufs oder rund 7 Meter als zulässiges Maximum angenommen wird, so kann bei der üblichen Kanzelhöhe die Wand vom Fußboden bis 1,6<sup>m</sup> oberhalb desselben nicht mehr als schallstörend wirken. Nimmt man die Ohrhöhe auf 4 Fufs (1,3 Meter) an, so wird bei den Schallwellen in der Längennachse, für den Fall, daß hinter der Kanzel keine Sitzreihen mehr sind, kein Schallstrahl, welcher in halber Höhe zwischen Schallquelle und diesen 1,3 Meter die dem Redner gegenüberliegende senkrechte Wand trifft, einen Hörer noch belästigen können. Nach der Seite hin dürften  $\frac{2}{3}$  bis  $\frac{3}{4}$  dieses Wandtheils in Betracht kommen für den Fall, daß Emporen nicht vorhanden sind, im Allgemeinen aber nicht wesentlich darüber, was sich übrigens leicht durch das Ziehen der bezüglichlichen Schallstrahlen nachweisen läßt.

Es würde also bei 5 Meter Höhe der Schallquelle höchstens  $0,75 \cdot (5^m - 1,3^m) = \text{ca. } 2,8$  Meter Höhe der Wandfläche, abgesehen von besonderen Fällen, unschädlich zu machen sein, bei Emporen wird aber diese Fläche häufig wesentlich geringer. Es wird jedoch auf den bezüglichlichen Theil der Wand und der Pfeiler stets sehr speciell zu achten sein, da von den Wänden sehr oft eine große Zahl von Schallverwirrungen herrührt, welche man häufig der Decke zuschreibt. Man wird hierselbst zweckmäßig möglichst runde Pfeiler oder Pfeiler mit runden Diensten oder cannellirte Pfeiler als Stützen verwenden, alle Flächen aber mit Relief versehen, wenn man nicht nischenartige Formen von kleinem Halbmesser auf diesen Theil der Höhe verwenden kann. So werden alle hohlen Grundrißformen, welche mit weniger als 2 Meter Halbmesser construirt sind, den Schall etwa auf Mitte Halbmesser concentriren und von da zerstreuen, so daß bei 2 Meter Halbmesser auf 3 bis 4 Meter Entfernung von der Wand der Schall bereits auf  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{1}{3}$  der Stärke an der Wand reducirt ist.

Sehr un bequem werden gerade Flächen an Pfeilern und Wänden wirken, welche in einer Entfernung von ungefähr 12 bis 20 Meter vom Redner entfernt sind, weil dieselben bereits genügend große Wegdifferenzen für die directen und indirecten Schallstrahlen ergeben, und der reflectirte Schall noch genügende Stärke besitzt, auch noch nicht in zu flachem Winkel die Zuhörerreihen trifft, als daß die eine für die andere ein Schallhinderniß bildet. Personen, welche etwa auf 6 bis 10 Meter vom Redner und von einer normal auf der Achse von Schallquelle und Hörer befindlichen Wand entfernt sind, werden reflectirte Schallwellen auf einem um ca. 12 bis 20 Meter längeren Wege als directe hören und, abgesehen vom Reflexionsverlust, so stark, als ob sie gegen 18 bis 30 Meter in gerader Richtung zurückgelegt hätten, also genügend stark, um deutlich hörbar zu sein. Auch über diese Grenzen nach beiden Seiten hinaus werden reflectirte Schallwellen sich als schädlich erweisen, jedoch nicht in dem Maße, als bei Entfernungen von ähnlicher Größe, wie sie hier angegeben sind. Bei allen diesen Betrachtungen ist es speciell noch zu beachten, daß bei den, im Grundrisse schräg gegen gerade Flächen treffenden Schallwellen bezüglich längere Wege und dem entsprechend stärkere Abschwächungen des Schalles eintreten.

Grundrißformen von bogenförmiger Gestalt und einem Halbmesser, welcher über 3 bis 4 Meter groß ist, sind auf die Höhe, wo die senkrechten Wände überhaupt schädlich wir-

ken, mit ganz besonderer Sorgfalt zu behandeln, sofern man sie in der Richtung der hauptsächlichsten Schallwirkung nicht ganz vermeiden kann. So würden halbkreisförmige Nischen oder Theile davon, deren Radien 4 bis 10 Meter groß sind, etwa auf Mitte Halbmesser, also 2 bis 5 Meter von der Wand concentriren und von da an erst wieder zerstreuen. Trifft ein solcher Concentrationspunkt im Zuhörerraum in die Ohrhöhe der Zuhörer, so wirkt er an und für sich schon durch die Stärke störend, es würden aber die Wege der indirecten Schallwellen z. Th. nahe 4 bis 10 Meter länger sein als die der directen, z. Th. auch noch darüber. Außerdem würde, abgesehen vom Reflexionsverlust, der reflectirte Schall auf eine Entfernung von der Wand von 8 bis 20 Meter nicht unter der Schallstärke unmittelbar an der Wand sein. Es sind diese Resultate so ungünstig, daß man derartige Grundrissformen in den bezüglichlichen Höhen zu Schallquelle und Hörer zweckmäßig vermeidet, wenn man nicht besonders kräftig wirkende Mittel anwenden will, die bezüglichlichen Flächen akustisch gewissermaßen tot zu machen.



Grundrissformen, wie die hier skizzirte, werden auch bei sonst schädlichen Hauptformen nicht mehr schaden. Dagegen sind auch im Grundrisse Pfeiler und Wandformen, welche dem auf Blatt F Fig. 7 gezeichneten Cassetten-Durchschnitte entsprechen, schädlich, da auch hier die Concentrationen des Schalls in ähnlicher Weise erfolgen, als bei einem Tonnenwölbe von dem angegebenen Querschnitte. Es werden diese Grundrissformen bei einer ausreichenden Höhe gewissermaßen Schallstreifen in dem Horizontalschnitt der Ohrhöhe erzeugen, welche von den einzelnen Ecken *bd*, *dg* etc. nach der Schallquelle hin laufen, wo alle diese Streifen sich zu einem Brennpunkte vereinigen, wobei aber der Brennpunkt als kleiner Raum, nicht als absoluter Punkt zu betrachten ist.

Es ergibt die Construction Blatt F Fig. 8, daß derartige rechtwinklige, nahe an einander gehäufte Ecken überhaupt akustisch leicht schädlich wirken können und auf die früher angegebene Höhe zu vermeiden sind, wenn man sie nicht mit zerstreuen Detailformen überdeckt. Cannelirungen, große runde Stäbe in den Kanten und runde Kehlen in den Ecken werden daselbst den Schall genügend zerstreuen.

Andere Auditorien sind vielfach ähnlichen Bedingungen unterworfen, wie sie hier für Theater aus den Schriften von Langhans aufgeführt und mit besonderer Berücksichtigung für Kirchen weiter entwickelt sind. Es verändern sich nur die Bedingungen durch die verschiedene Lage der Schallquelle zu den Hörern.

So werden kreisförmige Raumformen, welche bei der einen Lage ungünstig sind, bei der veränderten Höhenlage der Schallquelle günstig. Wenn z. B. in Hörsälen oder in Sitzungssälen für Communal- oder Landesvertretungen die Schallquelle tiefer liegt, als die obere der aufsteigenden Sitzreihen, so kann selbst ein kreisförmiger Grundriss nicht schädlich sein, weil die Schallconcentration an Stellen statt findet, wo dieselbe kein Ohr berührt, auch die Galerien für

Sitzungssäle davon nicht berührt werden können. Kann die Höhenlage der Schallquelle sich möglicher Weise wesentlich verändern, dadurch z. B., daß aus den Sitzreihen gesprochen wird, so würden Grundrissformen, wie sie kurz vorher dargestellt sind, jede nachtheilige Wirkung der Wände leicht aufheben, welches jedoch auch durch geeignetes Material zu den Flächen in vielen Fällen zu erreichen ist.

In Betreff der Deckenformen solcher Auditorien wird im Allgemeinen festzuhalten sein, daß alle Theile der Decken, welche sich nicht nahe über den Hörern befinden, unschädlich zu machen sind. Es sind die Bedingungen hierfür in jedem einzelnen Falle, welcher sehr wesentlich durch die Raumdimensionen bestimmt wird, zu untersuchen. Im Allgemeinen sind aber große Dimensionen nach der Richtung, wo der Schall verloren gehen soll, nicht schädlich, sofern die Raumform nicht Schallconcentrationen bewirkt.

### III. Einwirkung der Fläche und des Materials auf die Schallzerstreuung.

Eine besondere Beachtung verdient die Herstellung der Flächen mit Bezug auf die beabsichtigte Wirkung, je nachdem die reflectirten Schallwellen zerstreut werden, oder die Wirkung directer Schallwellen unterstützen sollen. Es ist auch in der Beziehung der Einfluss des Materials zu berücksichtigen.

Dieser hängt wesentlich davon ab, wie weit bei dem Material eigene elastische Schwingungen möglich sind, wobei auch die Masse des durch den Schallimpuls in Schwingung versetzten Materials in Betracht fällt.

So schwingt z. B. Holz, welches an seinen Enden eingespannt und sonst frei ist, anders und leichter, als dasselbe Holz in ein Mörtelbett gelegt; so werden auch dünne elastische Körper aus Marmor, Stahl und anderen Metallen anders bei geringer als bei größerer Stärke schwingen, und werden Schwingungen, durch den Schallimpuls erregt, bei großen Blöcken solcher Körper überhaupt nicht weiter vorkommen, oder wenigstens nicht bemerklich werden.

Es wird in diesem Fall die Hauptschallwirkung bei der Reflexion mittelst der elastischen Schwingungen der Luft bewirkt werden.

Jedes mitschwingende reflectirende Material entzieht den mittelst der elastischen Schwingungen der Luft reflectirten Schallwellen einen Theil der Stärke, bildet aber durch seine eigenen Schwingungen wieder eine neue mit dem reflectirten Schall nahezu zusammenwirkende Schallquelle.

Die mittelst der Luftelasticität von geraden Flächen reflectirten Schallwellen schreiten fort nach der Reflexion als wie Schallwellen, welche nicht reflectirt sind und dieselbe Gesamtweglänge haben; es wird jedoch durch die Reflexion die Schallstärke etwas abgeschwächt. Hat eine Schallwelle bis zur Reflexion einen Weg *a* zurückgelegt, nachher einen Weg *x*, so wird, bei einer Schallstärke *s*, bei einem Wege von 1 Meter nach der Reflexion, nach einem Wege *x* dieselbe 
$$= s_x = \frac{(a+x)^2}{(a-x)^2} s.$$
 Bewirkt das reflectirende, elastischschwingende Material 1 Meter vom Erzeugungsorte des Schalls eine Schallstärke *S<sub>r</sub>*, so wird dieselbe nach dem Wege *x* 
$$S_x = \frac{S_r}{x^2}.$$
 Wäre nun *s*, sogar  $< S_r$ , so muß doch, wenn

nur  $a$  nicht zu klein ist, sehr bald ein Punkt kommen, wo

$$s_x > S_x \text{ resp. } \frac{(a+1)^2 s_i}{(a+x)^2} > \frac{S_i}{x^2}$$

wird. Nimmt man z. B.  $a=10^m$ ,  $S_i=4s_i$ , so erhält man

$$\frac{(10+1)^2 s_i}{(10+x)^2} : \frac{4s_i}{x^2} = \frac{11^2}{(10+x)^2} : \frac{4}{x^2}$$

als Verhältniß beider Schallwirkungen, es wird dasselbe für

$x=2$  Meter werden  $\left(\frac{11}{12}\right)^2 : 1$  oder nahezu 6:7, bei  $x=3^m$

wird es  $\left(\frac{11}{13}\right)^2 : \frac{4}{9} = 33:26$ , bei  $x=10^m$  wird dieses Ver-

hältniß  $\frac{11^2}{20^2} : \frac{4}{10^2}$  oder nahezu 7,5:1. Man sieht hieraus,

dafs reflectirende und mitschwingende elastische Wände bei Schallquellen, welche etwas entfernter davon liegen, nur in großer Nähe einen Einfluß äußern können, wie dieses wirklich der Fall ist und besonders bei Brettwänden sich bemerklich macht.

Dieses ändert sich jedoch, wenn die Schallquelle in größerer Nähe solcher reflectirenden Brettflächen liegt. Nimmt man z. B., wie dieses etwa bei Schalldeckeln vorkommen kann,  $a=1^m$ , so wird das Schallverhältniß

$$s_x : S_x = \frac{4s_i}{(x+1)^2} : \frac{S_i}{x^2}$$

Es wird also in größerer Entfernung von der Schallquelle die Abnahme beider Schallwirkungen nahezu gleichmäßig nach dem Quadrat der Entfernung von der reflectirenden Fläche abnehmen, da man in diesem Falle 1 in Verhältniß zu  $x$  vernachlässigen kann. Es wird demnach ein Mittönen des Schalldeckels oder einer wenig von der Schallquelle entfernten Brettwand den Schall auch auf größere Entfernungen unterstützen können. Nimmt man ein Verhältniß an, wie dieses bei Brettwänden wahrscheinlich nahezu vorkommt, von  $S_i=4s_i$ , so wird obiges Verhältniß

$$s_x : S_x = \frac{1}{(x+1)^2} : \frac{1}{x^2}$$

oder  $s_x$  nahezu  $= S_x$ , sofern  $x$  nicht zu klein ist, also auf größere Entfernung von der reflectirenden Fläche.

Darüber, wie viel einzelne reflectirende Flächen und Materialien dem reflectirten Schalle an Kraft entziehen, sind, so weit dem Verfasser bekannt, directe Feststellungen nicht gemacht. Aus der Anwendung einer geschliffenen Marmorplatte am Altar der neuen Synagoge in der Oranienburgerstrasse zu Berlin, wogegen der Geistliche mit dem Rücken gegen die Gemeinde gewendet spricht und, nach Mittheilung des ausführenden Architekten sowie des Fabrikanten, in dem großen Raume deutlich gehört wird, während dieses bei einer geputzten Fläche nur in sehr mangelhafter Weise der Fall war, geht hervor, dafs geschliffener Marmor dem Schall bei der Reflexion wenig Kraft entzieht; denn die Synagoge hat eine solche Ausdehnung, dafs auch das Sprechen nach der Gemeinde hin über die Gröfse des Raumes kaum wesentlich hinausreichen würde. Man wird deshalb bis zu weiteren directen Versuchen annehmen können, dafs höchstens gegen 10 pCt. dem Schalle durch die geschliffene Marmorplatte an Kraft entzogen wurde, wahrscheinlich aber noch viel weniger.

Aus den Versuchen im Saale des Architektenvereins, wonach ein reflectirter Schall bei ca. 8 Meter Wegdifferenz und ca. 16 Meter Weglänge nur als ein schwacher Nachhall

empfunden wurde, geht hervor, dafs der Schall wesentlich abgeschwächt sein mußte. Nach einem doppelten Wege, also ca. 32 Meter, würde directes Sprechen noch deutlich hörbar sein, es würde dasselbe aber  $\frac{1}{4}$  der Stärke als bei 16 Meter Weg haben, so dafs bei obigem Versuche wesentlich mehr als  $\frac{3}{4}$  der Stärke verloren gegangen sein müssen durch die Reflexion von dieser Holzdecke. Welcher Theil dieses Verlustes erzeugt ist durch die Oberfläche, welcher Theil dadurch, dafs das Holz selbst in elastische Schwingungen versetzt ist, geht aus obigen Versuchen nicht hervor, wahrscheinlich ist aber bei dem glatt gehobelten Holze der letztere Verlust der größere.

Es würden in Betreff des Einflusses des Materials sowie der Herstellung der Oberfläche, wie sie praktisch vielfach erfolgt, directe Versuche sehr wünschenswerth sein. Diejenigen, welche Haege in seinen „Bemerkungen über Akustik“, Zeitschrift für Bauwesen IX, S. 582—594 nach Untersuchungen der Amerikaner Henry, Meigs und Bache mittheilt, geben manche wünschenswerthe Fingerzeige zur Beurtheilung des Materials, aber nicht directe Resultate in obigem Sinne.

Es sind die mitgetheilten Versuche der Art gemacht, dafs man eine tönende Stimmgabel auf verschiedene mittönende Flächen aufgesetzt hat, und ist die Dauer und Art der Schallwirkung angegeben. Es dürfte das daraus hervorgehen, dafs Gummi für den Schall, in Betreff der Reflexion, als ein todttes Material anzusehen ist, welches fast gar keinen Schall reflectiren wird, da die tönende Stimmgabel, auf Gummi aufgesetzt, fast ganz den Ton verliert und auch die Gummiplatte nicht in Ton-Schwingungen versetzt. Es soll bei der Besprechung des Schalldeckels darauf zurückgekommen werden.

Es würde für anzustellende Versuche über die Wirkung des Materials eine Vorrichtung, welche obiger Aufsatz mittheilt, zweckmäßig zu verwenden sein. Dieselbe besteht aus einem Parabolspiegel, in dessen Brennpunkte eine Uhr angebracht ist. Es wird dadurch der Schall genügend begrenzt, da auferhalb des Schallkegels, welcher von der Uhr und der Spiegelöffnung bestimmt wird, ein Ticken der Uhr nicht zu hören war, dagegen in der Richtung des Parabolspiegels auf 30 Fufs (9,41 Met.) und mittelst des Hörrohres auf 60 Fufs (18,83 Met.) Entfernung.

Man wird zweckmäßig mittelst Hörrohr die Hörweite für den directen Schall, dann ebenso die für den reflectirten Schall bei verschiedenen reflectirenden Materialien und verschiedener Herstellung der Oberfläche feststellen. Wenn man diese Versuche durch mehrere Personen unter gleichen Verhältnissen getrennt machen läßt, so wird man ausreichend genaue Verhältnißzahlen für den Grad der Abschwächung finden. Es wird dabei auch geeignet sein, den Parabolspiegel in verschiedenen Entfernungen von dem reflectirenden Material aufzustellen.

Um den Einfluß der Oberfläche zu untersuchen, wird man Körper wählen können, welche überhaupt nicht in Schall-Schwingungen mehr versetzt werden, so dafs nur Reflexion mittelst der Luft-Elasticität eintritt, und wird man, um präcise Resultate zu erhalten, die Oberfläche in verschiedenem, stufenweise steigendem und genau durch Messung festzustellendem Grade riefeln oder körnen können, und zwar bei verschiedenen Materialien. Wenn man mehrere solcher Parabolspiegel mit paralleler Achse und so weit entfernt von

einander aufstellt, daß nur die Schallzerstreuung bei der Reflexion, nicht einfache Reflexion das Resultat des ersten Parabolspiegels beeinflussen kann, so wird man daraus entnehmen können, in welchem Grade größere Reflexions-Flächen bei mehr oder weniger ebenen Oberflächen den Ton stärker reflectiren als kleine Flächen.

Will man vorhandene Räume untersuchen in Betreff der Wirkung der einzelnen und nicht blos in Betreff des Verhältnisses vom ursprünglichen Schall zum Reflexionsverlust, so ist es zweckmäßiger ein Uhrwerk anzuwenden, welches in ähnlicher Weise, wie das Ticken der Uhr, Töne von der Stärke und Tragweite der menschlichen Stimme angiebt. Man wird dieses Uhrwerk dann mit stärkeren Gummiwänden der Art umgeben, daß nur eine Schallrichtung bleibt. Hüllt man dann dieses ganze Instrument bis auf die beabsichtigte Schallrichtung mehrere Mal ein, so wird man nur mit einem engbegrenzten Schall von der Stärke der menschlichen Stimme zu thun haben, welcher in gleichen Zeiträumen wie das Ticken der Uhr bemerklich und dadurch leichter von andern Schallwirkungen unterschieden wird. Man kann hiermit direct die Stärke der Resonanz einer Wand oder Deckenfläche untersuchen, ohne daß andere Schallreflexe damit collidiren. Man wird durch solche Begrenzung des Schalls die Resultate weit präziser machen, als durch ein Anhören von Reden in einem Raume; auch wird der Schall nahezu in demselben Verhältnisse abnehmen, als wäre er nicht begrenzt, was bei dem Parabolspiegel nicht der Fall ist. Durch Construction läßt sich leicht feststellen, wohin eine solche Schallrichtung reflectiren muß; man kann auch an die Stelle der Schallquelle ein Licht und an die Stelle der reflectirenden Fläche einen damit parallelen kleinen Spiegel anbringen, und dadurch leicht die Richtung des Schallreflexes aufsuchen.

Durch ein solches Instrument mit begrenzter Schallrichtung läßt sich auch leicht der Einfluß von einzelnen Gewölbe- oder andern Flächen klar machen und wird man unabhängiger in der Untersuchung. Auch läßt sich dadurch leicht praktisch feststellen, wie weit hier gebeugte Tonwellen zu berücksichtigen sind. Dieselben können dadurch entstehen, daß durch einen Schallimpuls bewegte Lufttheilchen auch seitlich die davon nicht betroffenen mit in Bewegung setzen. Verfasser hält dieselben von keinem Einfluß auf die vorliegende Frage. Auch die oben angezogenen Untersuchungen des Amerikaners Henry scheinen dieses nachzuweisen. Es ist danach außerhalb der Richtung des oben angeführten Parabolspiegels ein Schall nicht bemerkbar geworden. Es dürfte danach der seitliche Einfluß bewegter Schallwellen nicht weit über die durch Construction festzustellende Schallrichtung hinausgehen, sobald man von dem ersten starken Schallimpuls auf die Luft kurz vor den Lippen des Redenden absieht. Die Diffusion des Schalls durch die Rauigkeit reflectirender Flächen wird je nach dem Grade derselben vielleicht auf geringe Entfernung noch mitwirken und den Schallreflex in der Hauptschallrichtung verstärken; auf größere Entfernung wird dieselbe wahrscheinlich auch ohne Bedeutung sein.

#### IV. Der Schalldeckel.

Auf die Bildung, Form und Größe eines Schalldeckels ist bei Kirchen vielfach zu wenig Rücksicht genommen worden. Es wird daselbst in vielen Fällen ein großer Theil

der schädlichen Schallwirkungen, so weit sie die Decke betreffen, aufgehoben werden können, wenn er für den besondern Fall richtig construirt ist. Man kann durch geeignete Form desselben außerdem den Ton an mehr oder weniger entfernten Stellen verstärken, je nachdem es zweckmäßig ist. Diejenigen Schalldeckel, welche horizontal angebracht sind, werden den Schall auf weitere Entfernung nur durch Mittönen verstärken, weil der reflectirte Schall nur dahin fällt, wo man doch schon ausreichend genau hört. Zu berücksichtigen ist dann auch das Material und die Glätte der Oberfläche. Holz wird den Schall runder machen, polirter Marmor ihn auf größere Entfernung verstärken können, weil hier bei genügender Dicke sehr wenig Schall durch Mittönen entzogen wird und die polirte Fläche den Schall sehr wenig abschwächt.

Kann die Decke eines Raumes Schallcollisionen erzeugen, so muß man außerdem, besonders bei Holz, die Schall-schwingungen des Materials durch Gummi- oder mehrere auf der Fläche oberhalb des Schalldeckels nicht aufliegende Zeuglagen tödten. Besonders bei Holz sind die Schall-Schwingungen des dünnen Materials von großer Bedeutung und dieselben wirken nach oben wie nach unten fast gleichmäßig. Macht man den Schalldeckel von einer Größe und Form, daß directe Schallwellen weder die Decke noch die Wand nahe unter der Decke treffen können, und vernichtet man die Wirkung des Schalldeckels nach oben, so wird man in den bei weitem meisten Fällen die schädliche Wirkung einer Deckenform ziemlich beseitigen können für Reden, welche unter dem Schalldeckel gehalten werden.

Wie man durch geeignete Form eines Schalldeckels den Schall auf große Entfernung sehr verstärken kann, zeigt Blatt G Fig. 1. Die Schallquelle liegt in *o*, und ist angenommen, daß dieselbe durch Bewegung des Redenden sich nur ca. 0,33 Meter nach jeder Seite verschieben könne. Der Schalldeckel ist ein Umdrehungskörper von ca. 3,5 Meter größtem Halbmesser und bis auf den mittleren Theil von 0,5 Meter Halbmesser, welcher aus polirtem Holz angenommen ist, von polirtem Marmor. Der Durchschnitt des Umdrehungskörpers bildet eine Curve mit den beiden Mittelpunkten *x* und *y*. Die directen Schallstrahlen sind mit *a, b . . . f, g*, die vom Schalldeckel reflectirten mit 1, 2 . . . 9, 10 bezeichnet und geben die punktirten Linien die Grenze des reflectirten Schalls bei einer Bewegung der Schallquelle um 0,33 Meter an. Im Grundrisse zieht man, der Theilung des Verticalschnittes entsprechend, Schallstrahlen vom Mittelpunkt *o* aus. In den verticalen Ebenen, welche denselben entsprechen, werden die dieser Theilung entsprechenden, directen und reflectirten Schallstrahlen sich bewegen, so daß bei den reflectirten Schallwellen im Grundrisse keine stärkere oder geringere Zerstreung eintritt, als bei den directen, sondern gleichmäßig bei beiden. Es giebt deshalb die Entfernung der benachbarten directen, sowie die der indirecten Schallstrahlen des Verticalschnittes im umgekehrten Verhältnisse die Stärke der bezüglichen Schallwirkungen an. Betrachtet man nun die Schallstrahlen *f* und *g* und 9 und 10 in einer Entfernung von 50 Meter von der Schallquelle, so findet man die Entfernung *f—g* an dieser Stelle über doppelt so groß, als die von 9 und 10, also die Schallstärke abgesehen vom Reflexionsverlust, welcher bei Marmor nicht stark ist, weniger als halb so stark. Es wird also dem directen Schalle durch

den Schaldeckel an dieser Stelle über das Doppelte der Stärke zugefügt, und wird man eine Schallstärke empfinden, wie bei directem Sprechen in einer Entfernung von

$$\frac{50^m}{\sqrt{3}} = \text{ca. 29 Meter.}$$

Der reflectirte Schall vertheilt sich auf die geringeren Entfernungen in einer ähnlichen Weise, so daß eine wesentliche Verstärkung des directen Schalls entsteht. So ist die Entfernung von  $e$  bis  $f$  auf 30 Meter Entfernung fast doppelt so groß, als die von 7 bis 8, der indirecte Schall also nahe doppelt so stark, als der directe. Nimmt man den indirecten Schall auf 1,7 der Stärke des directen Schalls bei dieser Entfernung an, so wird die Gesamt-Schallwirkung auf 30 Meter Entfernung 2,7 der Schallstärke des directen Schalls an dieser Stelle, also so stark wirken, wie directer Schall auf

$$\frac{30^m}{\sqrt{2,7}} = \text{ca. 18 Meter.}$$

Man sieht hieraus, wie bedeutend zweckmäßig construirte Schaldeckel auf große Entfernung den Schall verstärken können. Es würde obiges Maafs von 50<sup>m</sup> (ca. 150') das Maafs eines protestantischen Domes vollständig ausfüllen, jedoch in solchem Falle die Schallquelle zweckmäßig auf der Achse des Raumes stehen. Es ist in Fig. 2 die Grundriss-Skizze einer derartigen Schaldecke mit Kanzel gezeichnet, um die räumliche Form derselben klar zu machen. Es ist der mittlere Theil des Schaldeckels aus polirtem Holz angenommen, weil derselbe hier auf die Entfernung nicht wirkt und das Mitschwingen des Holzes den Ton runder machen würde.

Bei andern Auditorien, wo die Lage der Schallquelle weniger hoch über dem Zuhörerraum liegt, können Schallflächen, nach unten liegend, auch mit Verwendung finden, wie dieses die Construction in Fig. 3 nachweist. In beiden Fällen werden zur Verstärkung des Schalls für die Zuhörer nur solche Schallwellen gebraucht, welche sonst nicht zur Wirkung kommen, und todt gemacht werden müßten, wenn sie auf wesentlich längerem Wege in den Zuhörerraum gelangen könnten.

Als Beispiel für die akustische Untersuchung von Räumen ist hier die Bearbeitung des Projectes für die Zionskirche in dieser Beziehung, welche der Verfasser bei der Ausführung derselben vornahm, mit geringen Aenderungen aufgenommen und dann die Nicolaikirche zu Potsdam angeschlossen, deren Kuppel sehr nachtheilige akustische Schallverwirrungen hervorbringt, wo außerdem aber auch ein sehr großer Theil dieser Schallverwirrung von den Umfassungswänden herrühren muß.

#### A. Die Zionskirche in Berlin.

(Blatt H.)

Es soll hier zuerst die Decke der Kirche in Betracht gezogen werden, weil dieselbe bei gewölbten Kirchen sehr häufig ungünstige Wirkungen äußert, außerdem die Wegdifferenzen der direkten und reflectirten Schallwellen bei solchen Raumböhen meistens so groß sind, daß bei genügender Stärke der Nachhall neben dem Schall deutlich gehört wird. Es lagen hier zwei Gewölbeformen vor, über deren Wahl man zweifelhaft war. Der Unterschied liegt nur in stärkeren Busen der Kappen. Es beziehen sich die Schall-

strahlen, welche ausgezogen sind, auf die flachere, die welche punktirt sind, auf die stärker gestochene Form. Ebenso sind die Zahlen zur Bezeichnung derselben 1, 2, 3 . . . bei letzteren mit dem Index  $a$  versehen, also  $1_a, 2_a, 3_a$  . . ., sobald sie ersteren entsprechen. Ueber der Kreuzung ist die flachere Form eine genaue Kuppel mit angesetzten Rippen; bei dem Kreuzgewölbe bilden entsprechend die Theile in der Längsachse Theile eines Tonnengewölbes.

Um das Vergleichen der verschiedenen Theile der Schallwellen und deren Verhalten bei der Reflexion durch verschiedene Gewölbeflächen zu erleichtern, sind die Abgrenzungen überall in gleicher Entfernung von der Erzeugungsstelle des Schalles gleich angenommen. Es giebt deshalb der Schnitt vor oder nach der Reflexion an irgend einer Stelle der Schallwelle verhältnißmäßig den Grad für die Schwäche des Tons an, also für die Güte der Akustik, da je 2 Schnitte im umgekehrten Verhältniß stehen zur Stärke des bezüglichen Schalles, wobei stets und bei allen Untersuchungen voraus bemerkt wird, daß bei reflectirten Schallwellen die Stärke noch etwas durch die Reflexion selbst vermindert wird. Es entspricht diese Abgrenzung der Schallwelle nahezu der oben für Metermaafs angegebenen, welches hier noch nicht berücksichtigt ist.

Es sind bei  $a$  die Schnittflächen gezeichnet für die Stelle, wo diese pyramidalen Ausschnitte der Schallwelle das Gewölbe treffen. Die Construction für die reflectirten Schallstrahlen ist erfolgt, als ob der Schallerzeugungspunkt  $M$  in der Achse des untersuchten Gewölbefeldes läge, die seitliche Verschiebung bringt noch eine seitliche Verschiebung der Schallwelle hervor, jedoch ohne wesentliche Aenderung des Resultats, da es hier hauptsächlich darauf ankommt, zu untersuchen, in welchem Grade die verschiedenen Gewölbeflächen die Schallwellen zerstreuen.

Die Schallstrahlen 1 und 2 machen mit den Radien der Kuppel vor und nach der Reflexion denselben Winkel, sie durchschneiden sich bei  $c$  und treffen bei  $b$  und  $d$  die Ebene  $u-u$ , wo sich etwa das Ohr der Hörer befindet, ca. 3 Fuß 9 Zoll über dem Fußboden. Dieselben Schallstrahlen von den stärker gestochenen Kappen reflectirt, treffen diese Ebene in  $b_a$  und  $d_a$ ; es liegt der Gewölbemittelpunkt dieses Gewölbe-theils in dem vorliegenden Schnitte bei  $o_a$ , während senkrecht auf diese Ebene dieselbe Kappe einen noch viel kleineren Radius hat.

Für die Kuppel findet man leicht, daß die beiden andern Schallstrahlen, welche die vierseitige Pyramide des Schallausschnittes begrenzen, ihren Durchschneidungspunkt mit den Strahlen 1 und 2 nahe dem Punkt  $c$  haben. Es werden also die beiden andern die Fläche  $a$  bestimmenden Schallstrahlen reflectirt bezüglich mit 1 und 2 den Winkel  $bcd$  machen.

Da die Strahlen 1 und 2 in der Ebene des Bildes liegen, so findet man die Entfernung des Schnitts mit der Horizontalebene von  $b$ , indem man in  $b$  eine Senkrechte auf 1 bis zum Strahl 2 zieht, und wird hierdurch  $bg$  bestimmt, ähnlich auch  $dh$ .

Die bezüglichen Größen bei den Schallstrahlen  $1_a$  und  $2_a$  bei den starken Busen sind viel bedeutender. Um die Schnittfläche des betrachteten Theils der Schallwelle, welche in die Horizontalebene  $u-u$  (etwa 3 Fuß 9 Zoll über dem Fußboden) fällt, zu finden, betrachte man den mit  $2_a$  correspondirenden Schallstrahl, dessen Projection in die Linie  $2_a$  fällt und in

einer Ebene normal auf der Bildfläche liegt. Klappt man diese Ebene in die Bildfläche, so bildet der Kreis  $i$  mit dem Mittelpunkt  $o$ , als Begrenzung der Kappe einen Durchschnitt derselben normal auf die Bildfläche. Zieht man von  $w$ , der Höhe der Schallquelle über dem Fußboden, den Schallstrahl 14, welcher auf dem Kreise  $i$  um die Seite des Quadrats  $a$  von dem Schallstrahl  $2_a$  entfernt ist, so giebt derselbe reflectirt durch die Entfernung von  $d_a$ , dem Endpunkte von  $h2_a$ , die Größe der Rechtecksseite  $d_a h_a$  an, wodurch das Rechteck  $I_a$  bestimmt wird.

Wenn der pyramidale Schallwellenausschnitt vor der Reflexion eine quadratische Basis hat, so wird der Querschnitt nach der Reflexion die rechten Winkel nicht immer behalten. Es ist jedoch hierauf und auf die geringe etwaige Winkelverschiebung der Fläche  $I_a$  keine Rücksicht genommen.

Der Bogen  $i-i$  mit dem Radius  $o_i$  concentriert die Schallstrahlen um einen Punkt, welcher etwa auf der Hälfte des Radius liegt, wie anzunehmen war und dieses bei allen Tonnengewölben nahezu der Fall ist. Man würde deshalb bei einer Schätzung aus dem Verhältniß dieses Radius zur Entfernung des Gewölbes von dem Hörer die Stärke der Schallzerstreuung sehr leicht annähernd angeben können.

Es steht nun die Schallstärke der reflectirten und von 1 und 2 resp.  $1_a$ ,  $2_a$  begrenzten Schallwellen im umgekehrten Verhältniß wie  $I : I_a$ , gemessen  $= 4' . 4' : 6\frac{1}{2}' . 16' = 1 : 6\frac{1}{2}$ .

Das Gewölbe liegt von der qu. Stelle etwa 67 Fufs (21,02<sup>m</sup>) von  $M$ , es verhalten sich die Flächen  $a : I$  und  $I_a$  bezüglich umgekehrt wie die Schallstärke, also gemessen etwa:

$$3\frac{1}{4} : 16 : 16 . 6\frac{1}{2} = 1 : \text{rot } 5 : \text{rot } 32.$$

Dieses würde abgesehen von der Abschwächung durch Reflexion sich, wie folgt, praktisch ausdrücken.

Man würde den vom Kuppelgewölbe reflectirten Schall etwa hören, als stände man in einer Entfernung von pp.  $67 . \sqrt{5} = 150$  Fufs (47,07<sup>m</sup>) und würde sich dieselbe bei dem Gewölbe mit stärkerem Busen etwa auf  $67 . \sqrt{32} = 380$  Fufs (119,26<sup>m</sup>) stellen.

Da man bei einer starken Stimme die Worte bei 90 bis 100 Fufs resp. 28 bis 31<sup>m</sup> noch deutlich hört, so würde im ersteren Falle der Nachhall noch sehr schädlich wirken, im zweiten wahrscheinlich nicht mehr.

Bei denjenigen Schallstrahlen resp. Schallwellen, welche die Emporen treffen — ein großer Theil der Kuppel reflectirt dahin — stellen sich diese Verhältnisse noch insofern für das reine Kuppelgewölbe ungünstiger, als daselbst der Brennpunkt für die Schallstrahlen verhältnißmäßig näher liegt, und würde die Querschnittsfläche der Schallwelle 1—2 etwa  $3\frac{3}{4}$  Fufs über dem Emporen-Fußboden sich zu  $a$  etwa verhalten wie  $2\frac{3}{4} . 2\frac{3}{4} : 3\frac{3}{4}$ , pp. wie 2 : 1, oder es würde abgesehen von der Abschwächung durch Reflexion die Schallwirkung etwa wie in einer Entfernung von  $67 . \sqrt{2} = 94$  Fufs (29,5<sup>m</sup>) sein. Die Abschwächung durch die Reflexion hängt von der mehr oder weniger glatten Putzfläche ab; rechnet man hier 10 pCt., also eine Vergrößerung jener Entfernung um 10 pCt., so würde man den reflectirten Schallstrahl etwa hören, wie in einer Entfernung von 104 Fufs (32,64<sup>m</sup>), wo ein directer Schallstrahl hörbar wird. Es würde auch die Wegdifferenz der reflectirten gegen die directen Schallwellen über 100 Fufs (31,38<sup>m</sup>) betragen. Es dürfte ein solches Gewölbe deshalb akustisch unzulässig sein, denn wenn auch die Akustik in ihrer Anwendung auf praktische Fälle ein vielfach noch unaufgeklärtes Gebiet ist, so ist

doch ein Echo, welches sich construiren läßt, nicht gut in Frage zu stellen.

Bei den Schallstrahlen 3 und 4 resp.  $3_a$  und  $4_a$  ist das Verhältniß ähnlich. In beiden Fällen sind die Flächen  $I$ ,  $I_a$ ,  $II$  und  $II_a$  Durchschnittsflächen mit der Horizontal-Ebene, behufs einer genauen Vergleichung mit den Flächen  $a$  würde der Querschnitt durch die reflectirten Schallwellen senkrecht auf die Mittellinie zwischen 1 und 2,  $1_a$  und  $2_a$ , 3 und 4,  $3_a$  und  $4_a$  gesucht werden müssen, jedoch trägt dieses nichts aus bezüglich der Verhältnisse in den Flächen der reflectirten Schallwellen unter sich und ist die Abweichung auch nur bei sehr schrägem Auffallen auf die Horizontale wesentlich.

Bei den folgenden Beispielen sind die Querschnittsflächen normal auf die Schallbewegungs-Achse genommen.

Die Kappen der anschließenden Kreuzgewölbe in der Achse der Kirche würden bei dem flacher angenommenen Gewölbetheil Tonnengewölbe sein. Die Schallstrahlen 5 und 6 resp.  $5_a$  und  $6_a$  für das Gewölbe mit starkem Busen geben allein schon an, wie verschieden in beiden Fällen die Schallstrahlen zerstreut werden.

Um normal auf die Bildfläche die Stärke der Zerstreuung zu finden, lege man um  $tk$  als Achse diese normale Fläche um, so bildet der punktirte Kreis  $tt$ , mit dem Mittelpunkt  $m$ , den Querschnitt des bezüglichen Gewölbetheiles. Zieht man von  $k$ , der Projection von  $M$  auf diese vorliegende Fläche, einen Schallstrahl 16 nach  $t_2$ , welcher von  $t$  eben so weit entfernt ist als an der bezüglichen Stelle die Schallstrahlen 5 und 6, so giebt derselbe in seiner Entfernung von  $tk$  bei  $v$  die zweite Seite für die Fläche  $III$  in der bezüglichen Höhe. Die entsprechende gleich weit vom Gewölbe entfernte Fläche  $III_a$  ist in der zweiten Seite nicht bestimmt worden, da bei dem stark gestochenen Gewölbe der Querschnitt des Gewölbes schwer zu zeichnen ist. Jedenfalls ist aber der Radius kleiner als beim Tonnengewölbe, und würde deshalb die kleinere Seite von  $III_a$  jedenfalls größer werden, als die entsprechende Seite von  $III$ .

Die Fläche  $III$  verhält sich zu  $a$  wie

$$2\frac{1}{4} . 4\frac{1}{2} \text{ Qdrtfufs} : 3\frac{3}{4} \text{ Qdrtfufs} = 9\frac{3}{4} : 3\frac{1}{4} = 3 : 1,$$

also würde der Schall, abgesehen von der Abschwächung durch Reflexion, zu hören sein wie in einer Entfernung von  $67 . \sqrt{3} =$  pp. 114 Fufs (35,78<sup>m</sup>), und würde dieses für eine protestantische Kirche ein praktisch unbrauchbares Resultat sein.

Die Schallstrahlen 7 und 8,  $7_a$  und  $8_a$  und die Flächen  $IV$  und  $IV_a$  beziehen sich auf die Reflexion aus den kleinen Gewölben, welche zwischen Säule und Wand an dieser entlang liegen. In dem einen Falle sind sie als Tonnengewölbe, im andern Falle als stark gestochene Kappen betrachtet. Es bestimmt der Bogen  $ss$  mit dem Mittelpunkte  $n$  den Querschnitt der Kappe, welcher bis nahe auf den Kämpfer sich gleich bleibt. Der Schallstrahl 17 von  $l$  auf diesen umgeklappten Querschnitt gezogen bestimmt die Größe  $p_a - V_a$  und damit  $IV_a$ .

Es würden sich obige Beispiele noch sehr vielfältigen lassen, es geht aber wohl dies daraus hervor, daß die stark gestochenen Kappen der Kuppel und Kreuzgewölbe akustisch nicht bloß sehr erwünscht, sondern sogar nothwendig sind, wenn man nicht in die Lage kommen will, durch eine kostspieligere Bedeckung der Flächen durch skulptirte Ornamente oder irgend ein ähnliches Mittel die mangelhafte Akustik der Gewölbe zu verbessern. Es ist deshalb die Ausführung dem-

Akustik großer Räume.

1.

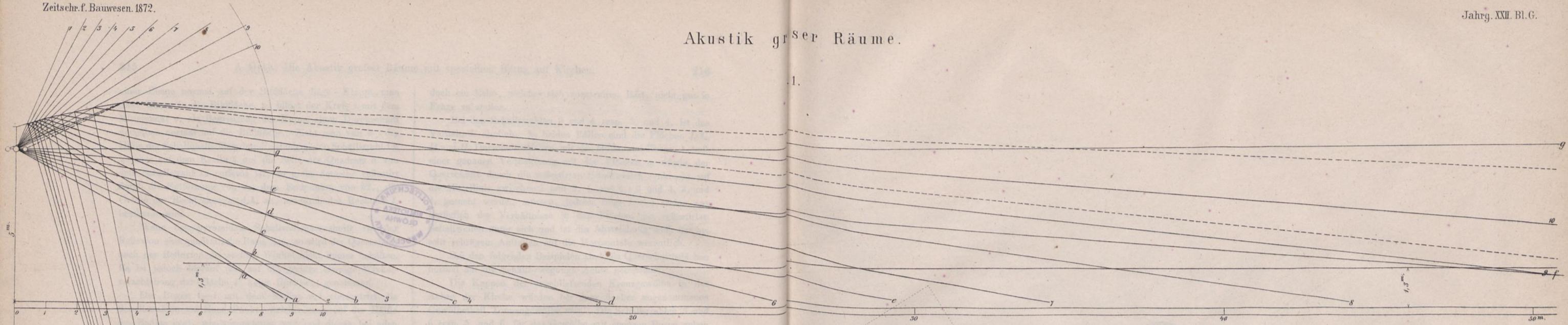


Fig. 3.

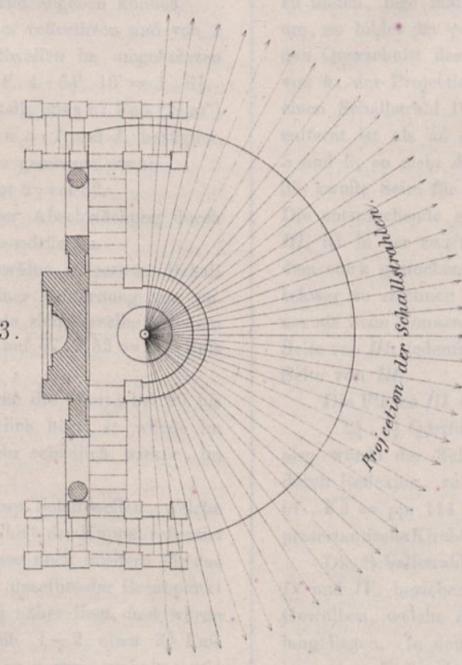


Fig. 2.

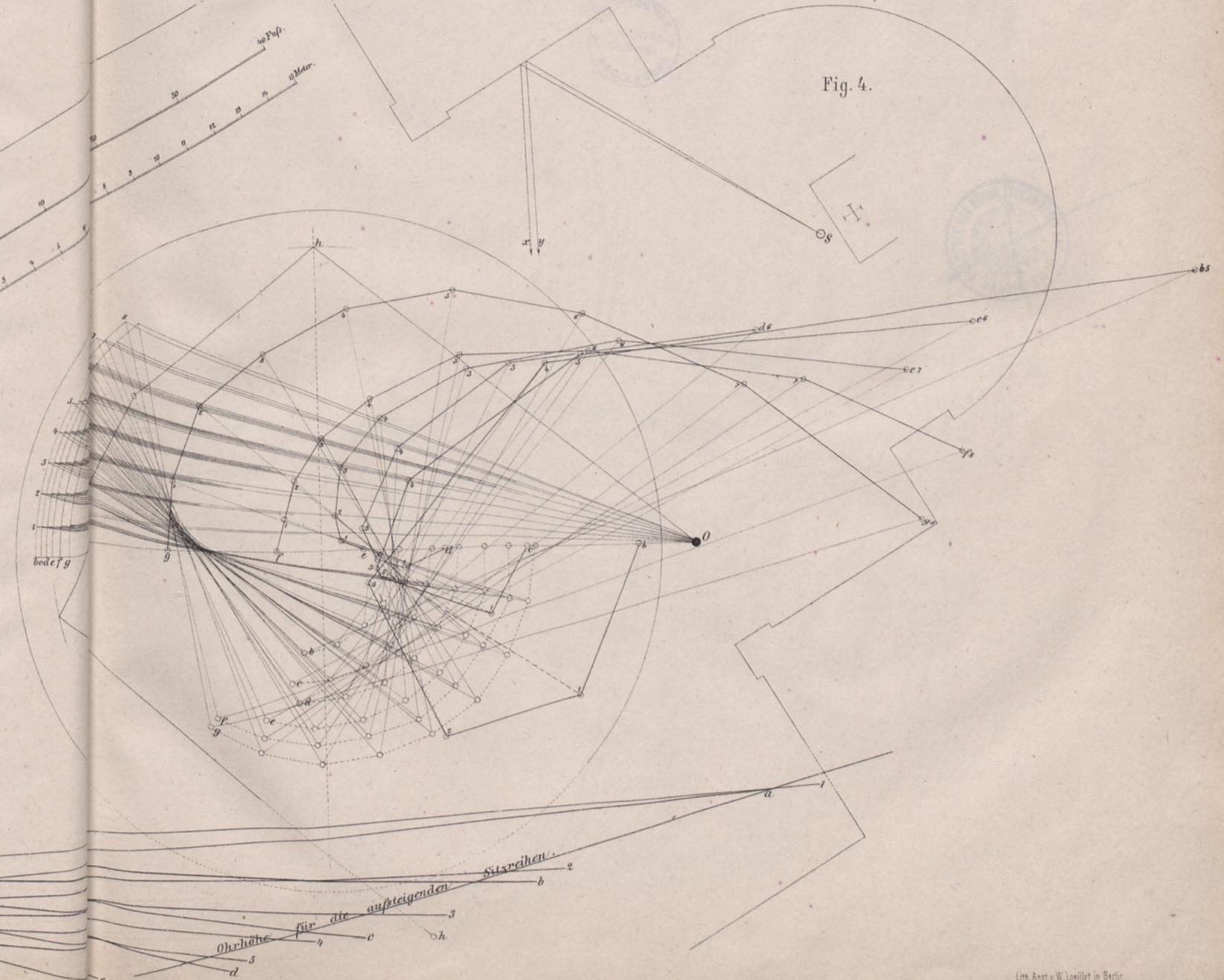
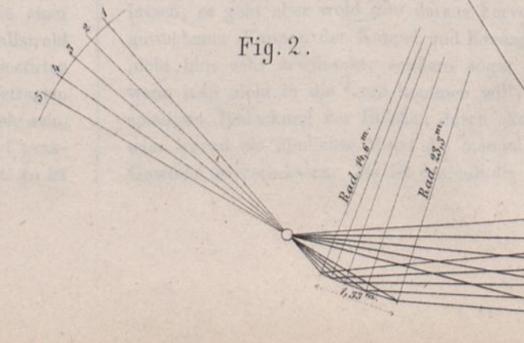
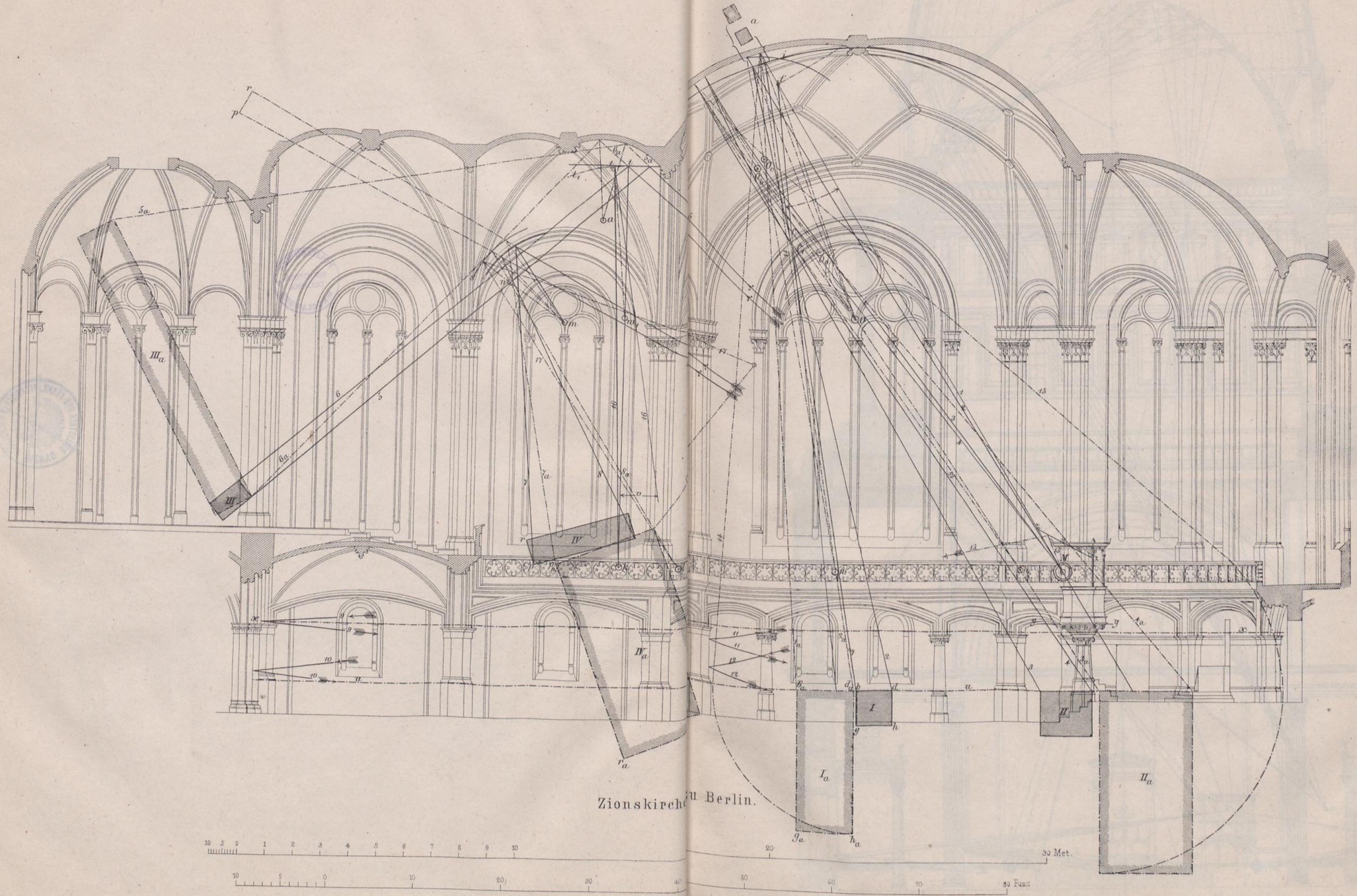
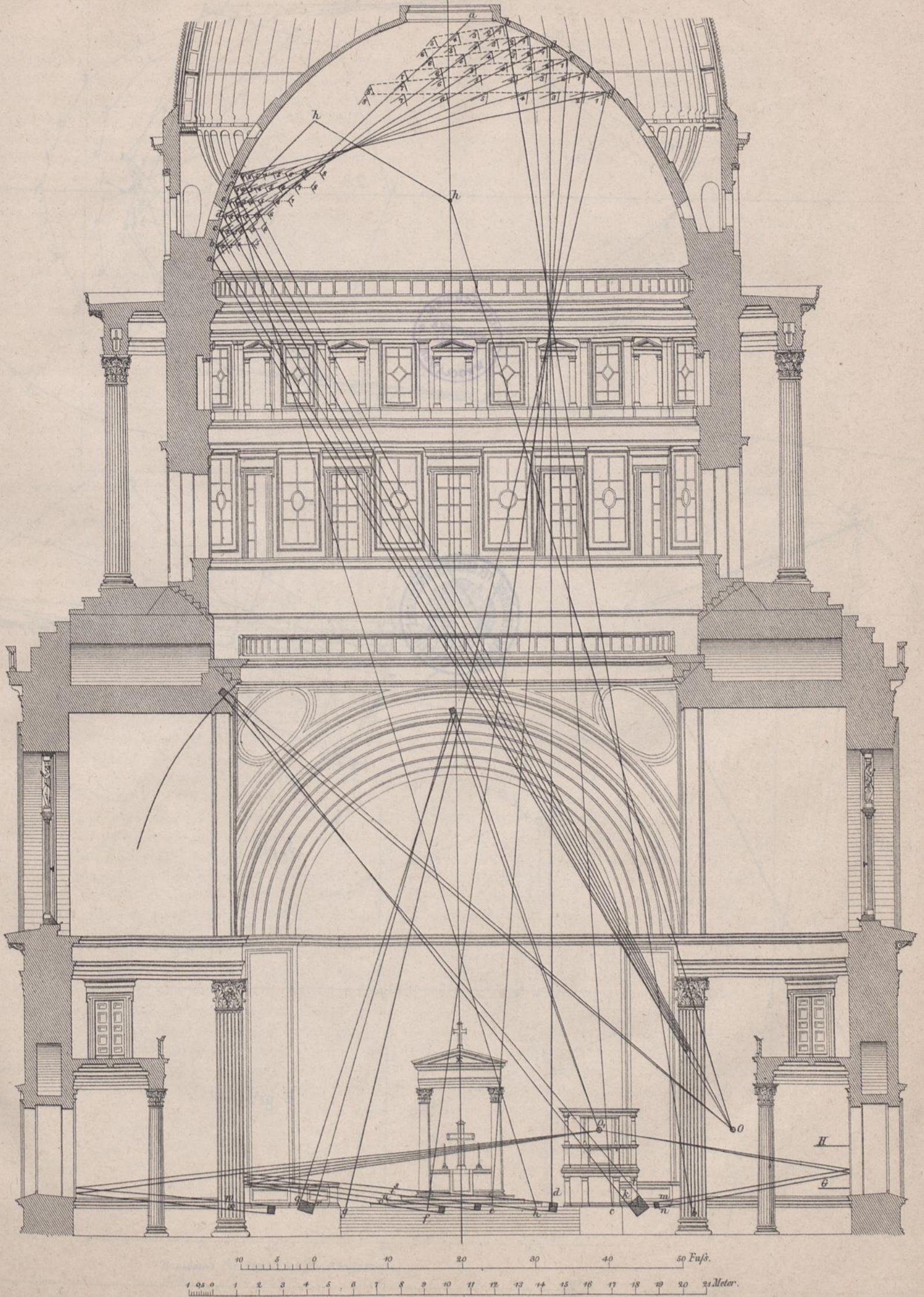


Fig. 4.



Zionskirche zu Berlin.



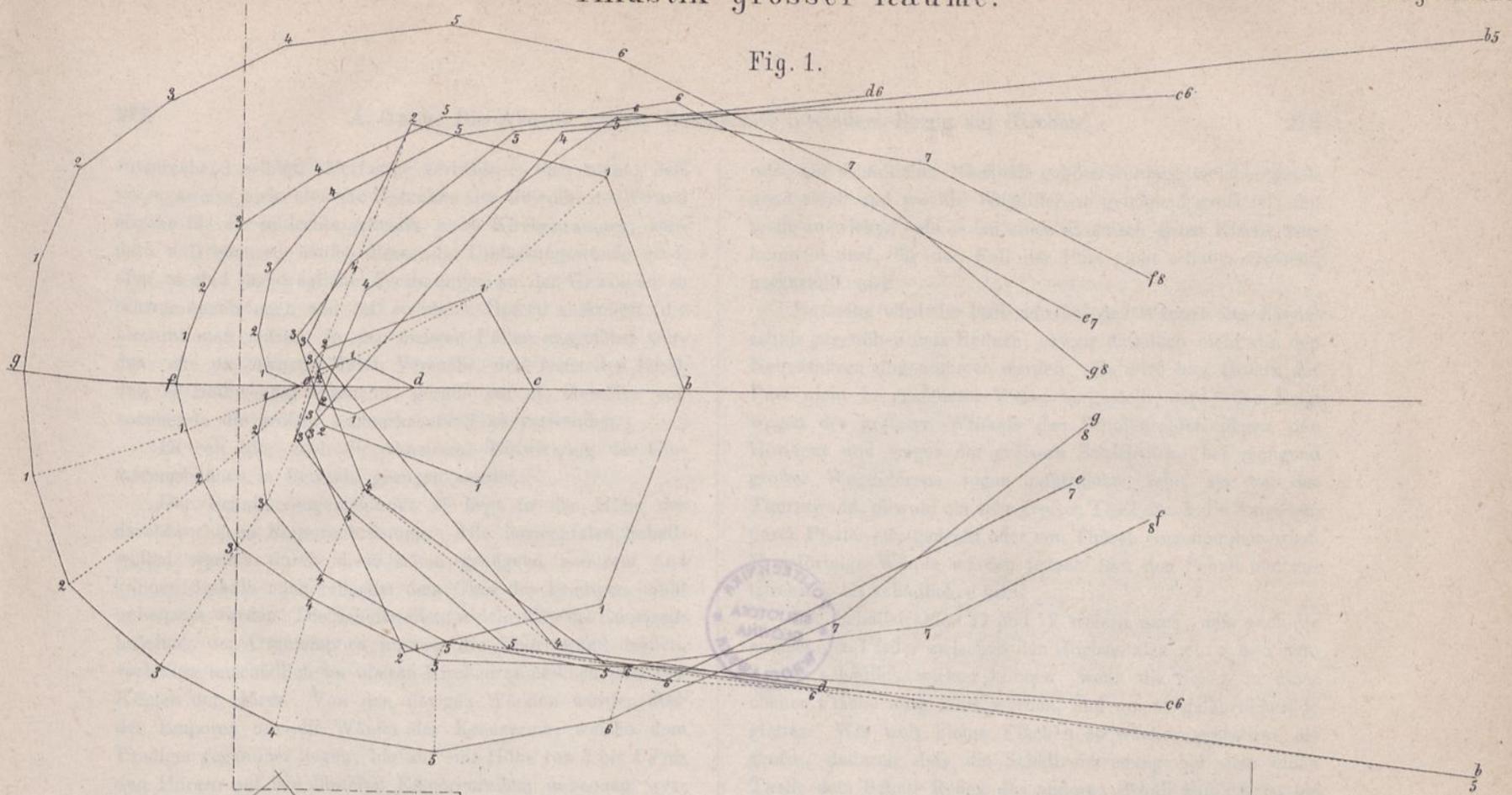


Fig. 1.

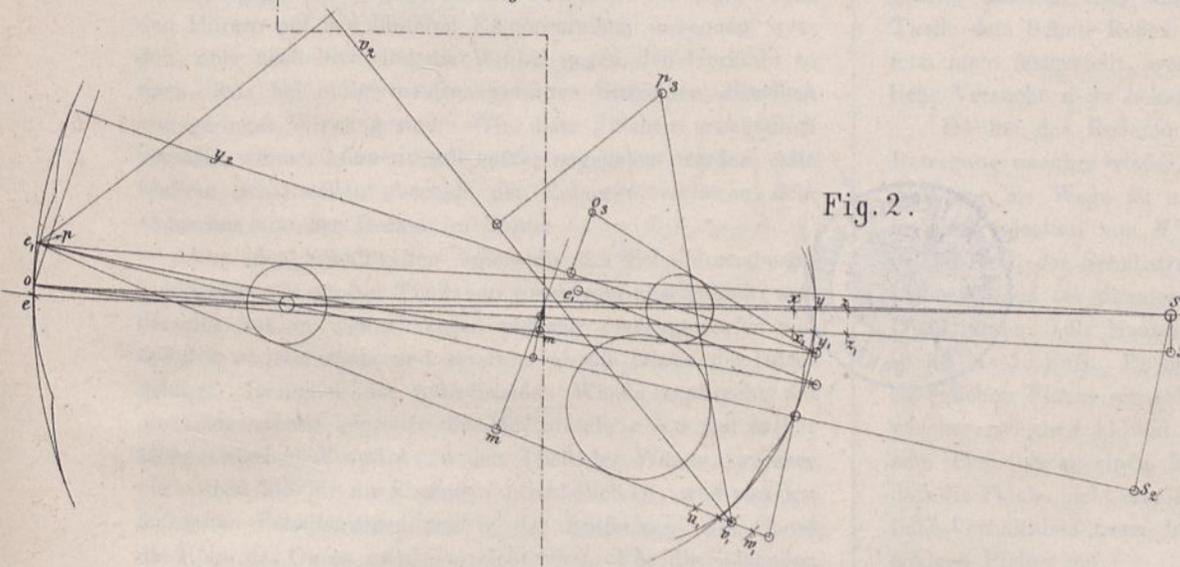


Fig. 2.

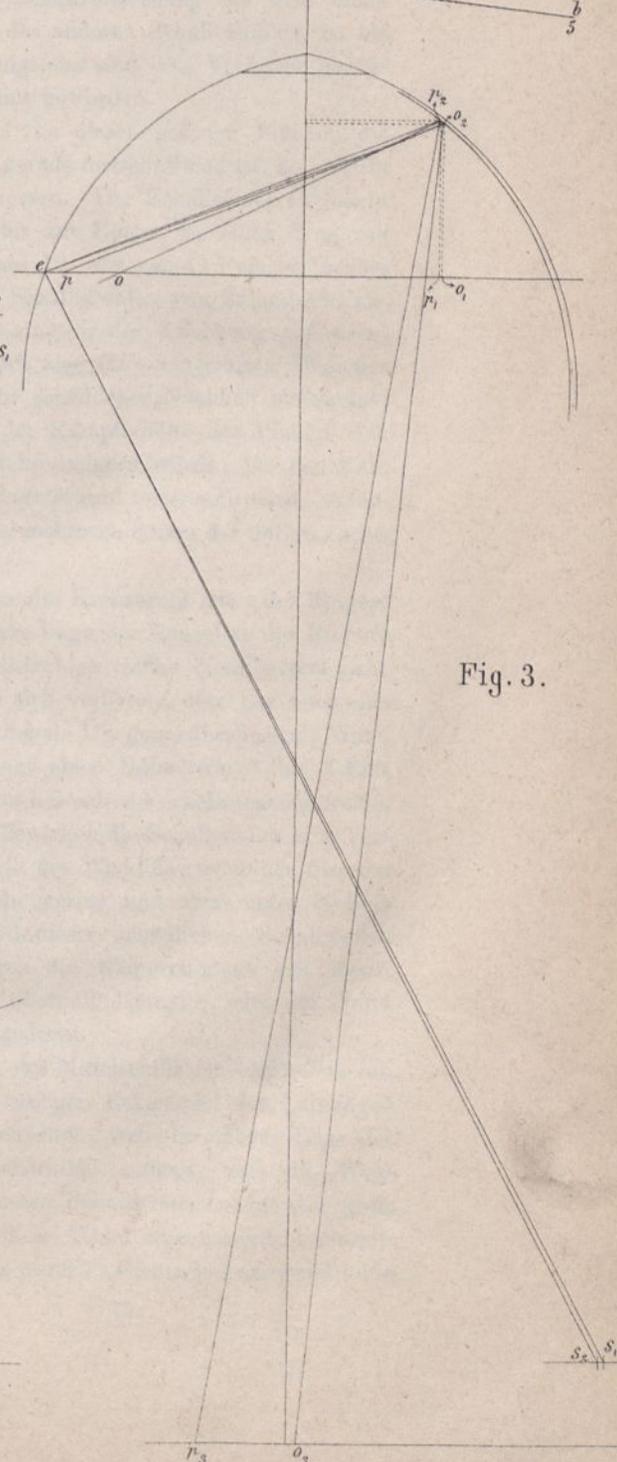


Fig. 3.

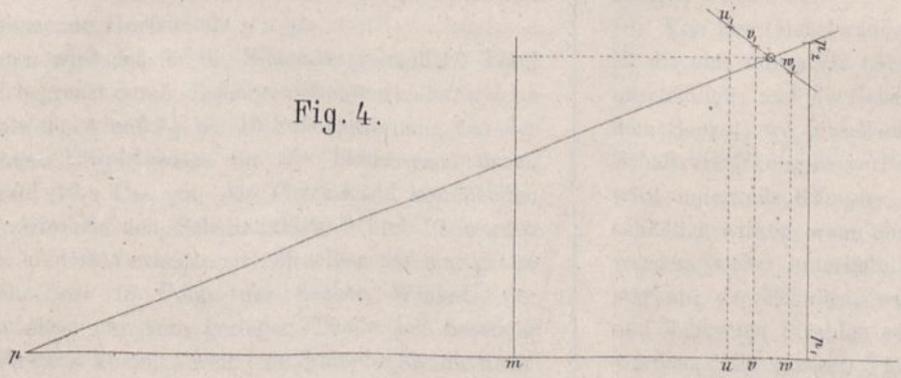


Fig. 4.

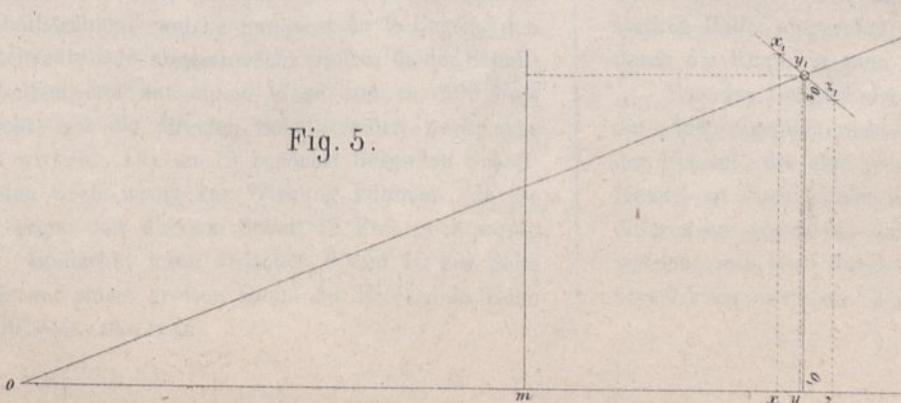
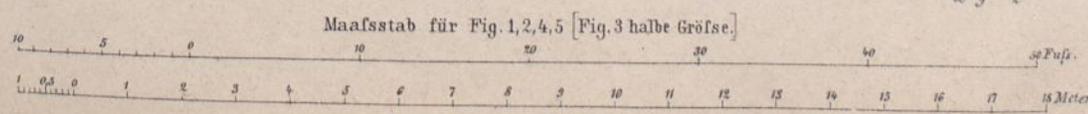


Fig. 5.



entsprechend erfolgt. Verfasser verhehlt es sich nicht, daß vorzugsweise nicht bloß die Resonanz der Gewölbe den Grund abgibt für die schlechte Akustik eines Kirchenraumes, sondern daß eben so häufig dieses die Umfassungswände sind, aber es sind nachträgliche Aenderungen an den Gewölben so schwer anzubringen und mit so vielen Opfern verknüpft (die Decorationen müssen in den meisten Fällen ausgeführt werden, ehe die Akustik durch Versuche sich feststellen läßt), daß es nothwendig erscheint, gerade auf die Gewölbe von vornherein die größte Aufmerksamkeit zu verwenden.

Es soll hier auch die akustische Einwirkung der Umfassungswände in Betracht gezogen werden.

Der Schallerzeugungspunkt  $M$  liegt in der Höhe der durchbrochenen Emporenbrüstung. Alle horizontalen Schallwellen werden durch diese schon genügend zerstreut und können deshalb auch reflectirt dem Ohre des Predigers nicht unbequem werden. Die Schallwellen, welche über die Emporenbrüstung der Orgelempore hinweg die Thurmwand treffen, verhalten unschädlich im oberen Kirchenraume hoch über den Köpfen der Hörer. Von den übrigen Wänden würden über den Emporen nur die Wände der Kreuzarme, welche dem Prediger gegenüber liegen, bis auf eine Höhe von 3 bis 4 Fuß den Hörern auf den hinteren Emporenreihen unbequem werden, aber auch hier sind die Winkel gegen den Horizont so flach, daß bei einigermaßen gefüllten Sitzreihen dieselben von geringer Wirkung sind. Wie diese Flächen unschädlich gemacht werden können, soll später angegeben werden. Alle übrigen Schallwellen oberhalb der Emporen verlieren sich, abgesehen von der Decke, im Raum.

Von den Schallwellen unterhalb des Schallerzeugungspunktes ist ein großer Theil von vornherein unschädlich, weil derselbe auf zu weiten Wegen vielfach zurückgeworfen und dadurch abgeschwächt und zerstreut an die Ohren der Hörer gelangt. Bezüglich der reflectirenden Wände senkrecht auf die Längsachse begrenzt die Horizontale  $x-x$  auf halber Höhe zwischen  $M$  und  $u..u$  den Theil der Wände, welcher nach oben hin für die Sitzenden unschädlich ist, weil von den äußersten Schallstrahlen erst in der Entfernung des Chors die Höhe des Ohres  $u..u$  erreicht wird. Für die Stehenden ist diese begrenzende Horizontale  $y..y$ .

Nach unten wird der für die Sitzenden schädliche Theil dieser Wände begrenzt durch diejenigen Schallstrahlen, welche die Horizontale  $u..u$  auf  $7\frac{1}{2}$  bis 10 Fuß Entfernung von der Wand erreichen, beispielsweise für die Thurmwand durch den Schallstrahl 10. Die von der Thurmwand kommenden Schallwellen zwischen den Schallstrahlen 9 und 10 werden schädlich sein. Jedoch vertheilen sich dieselben auf eine große Horizontalfläche, wo in Folge des flachen Winkels der Schallstrahlen diese nur zum geringen Theile bei besetzter Kirche zur Wirkung kommt, weil jede Sitzreihe für die nachfolgende ein Schallhinderniß bildet. Es werden außerdem diejenigen Schallstrahlen, welche zunächst an 9 liegen, den unteren Kirchenraum sehr abgeschwächt treffen, da der Schallstrahl 9 denselben erst auf einem Wege von ca. 190 Fuß ( $59,63^m$ ) erreicht, wo die directen Schallstrahlen noch sehr ungeschwächt wirken. Die an 10 zunächst liegenden Schallstrahlen werden noch wenig zur Wirkung kommen, da die Wegdifferenz gegen den directen Schall 15 Fuß noch wenig überschreitet. Immerhin kann zwischen 9 und 10 zur Seite der Hauptthür auf einem großen Raum der Kirche ein Echo

oder ein schädlicher Nachhall gehört werden, welcher genügend stark und wo die Wegdifferenz genügend groß ist, um mehr zu wirken, als es bei einer akustisch guten Kirche vorkommen darf, für den Fall der Putz nicht schallzerstreuend hergestellt wird.

Dasselbe wird der Fall sein bei den Wänden des Kreuzschiffs gegenüber dem Redner, soweit dieselben nicht von den Nebenthüren eingenommen werden. Es wird hier (sofern der Putz nicht in geeigneter Weise hergestellt wird) das Echo wegen des größeren Winkels der Schallstrahlen gegen den Horizont und wegen der größeren Schallstärke bei genügend großer Wegdifferenz sogar gefährlicher sein, als bei der Thurmwand, obwohl ein sehr großer Theil durch die Emporen, durch Pfeiler etc. gedeckt oder von Thüren eingenommen wird. Kreisförmige Wände würden jedoch hier den Schall concentrirend noch schädlicher sein.

Die Schallstrahlen 11 und 12 weisen nach, daß auch die achteckigen Pfeiler zwischen der Horizontalen  $x..x$  und dem Sockel schädlich wirken können, wenn die Seiten in einer ebenen Fläche ausgeführt werden, und um so gefährlicher, je glatter. Wie weit kleine Flächen schwächer reflectiren als große, dadurch daß die Schallzerstreuung bei dem einen Theile dem Schall-Reflex des anderen Schall zuführt, ist bis jetzt nicht festgestellt, wenigstens sind dem Verfasser bezügliche Versuche nicht bekannt geworden.

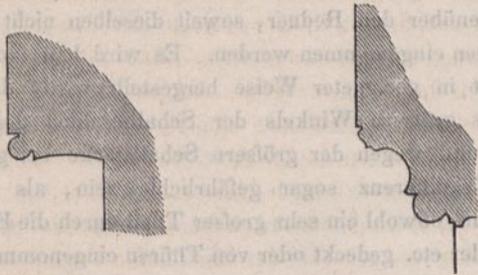
Da bei der Reflexion von diesen geraden Flächen die Bewegung nachher wieder gerade fortschreitend ist, so braucht man nur die Wege zu messen. Der Schallstrahl 11 macht in der Projection von  $M$  bis zur Ebene  $uu$  einen Weg von ca. 66 Fuß, der Schallstrahl 12 von ca. 49 Fuß bei bezüglichen Wegen der directen Schallstrahlen von 22 und 36 Fuß. Die Differenz (die Maße sind in der Zeichnung gemessen) ist 44 bis 13 Fuß. Es muß also für einen großen Theil der bezüglichen Fläche ein sehr schädlicher Nachhall stattfinden, welcher zwischen 11 und der Kämpferhöhe des Pfeilers sich zum Theil bis zu einem Echo steigern würde, für den Fall, daß die Fläche nicht schallzerstreuend hergestellt wird. Aehnliche Verhältnisse treten bei mehreren Seiten der übrigen achteckigen Pfeiler ein.

Von den Giebelwänden der Kreuzarme unter der Empore ist die eine durch die nähere Lage der Kanzel an der Empore unschädlich, und die Schallstrahlen treffen dieselbe erst nahe dem Sockel, wo dieselben sich verlieren, oder nur noch eine Schallverstärkung hervorbringen. Die gegenüberliegende Wand wird unterhalb Kämpfer auf einer Höhe von 3 bis 4 Fuß schädlich wirken, wenn nicht besondere Vorkehrungen getroffen werden, weiter unterhalb bewirken die Schallwellen eine Verstärkung des Schalles, weil die Wegdifferenzen der directen und indirecten Strahlen sehr gering und zwar unter 20 Fuß werden. Ein großer Theil dieser schädlichen Schallwellen wird allerdings noch durch die Emporenbögen mit ihrem starken Relief aufgezehrt, oberhalb Kämpfer wird die Wand durch die Emporen ganz gedeckt.

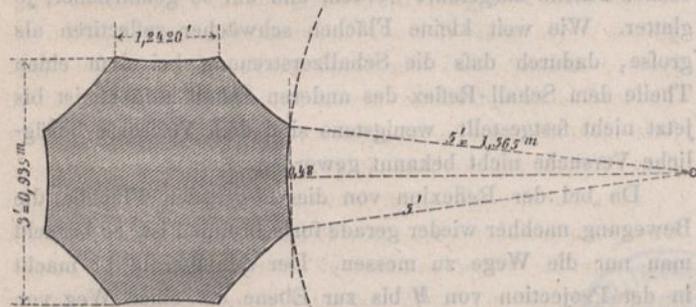
Von den Langwänden des Mittelschiffs ist, abgesehen von den einspringenden rechtwinkligen Ecken und den Leibungen der Fenster, die eine unschädlich, weil die nähere Lage der Kanzel so flache Reflexionswinkel erzeugt, daß die Wegdifferenzen gegen die directen Schallwellen nicht sehr groß werden, und wird durch diese Wand eine bezügliche Schallverstärkung entstehen. Die gegenüberliegende Langwand kann

auf die Höhe von ca. 4 Fuß unterhalb Kämpfer schädliche Schallwirkungen erzeugen, da einestheils die Wegdifferenzen groß genug werden, andertheils der reflectirte Schall stark genug ist.

Die einspringenden rechtwinkligen Ecken des Langhauses, welche meistens sehr schädlich wirken, sollen durch große



Rundstäbe in den Kanten unschädlich gemacht werden, ebenso die Leibungen der unteren Fenster durch das geschwungene Profil der Leibung. Die achteckigen Pfeiler würden ganz unschädlich wirken, wenn die Seiten in einer der Formen ausgeführt würden, wie dieselben hierneben im Grundrisse



gezeichnet sind, wodurch auf eine Entfernung über 10 Fuß hinaus der Schall genügend zerstreut wird, um noch neben directen Schallwellen gehört zu werden.

Eine Quaderung der Wandflächen in nebenstehender Form oder in einem Reliefmuster zwischen den Pfeilern und auf die Höhe zwischen Sockel und Kämpfer würde dasselbe bewirken für die Umfassungswände unter den Emporen. Oberhalb der Emporen würde im Kreuzschiff durch eine Holz-Bekleidung in der Höhe der obersten Sitzreihe u. ähnlicher Form dasselbe zu bewirken sein; jedoch können auch andere Mittel dazu gewählt werden.

Es ist im Allgemeinen der Nachhall der Umfassungswände noch nicht genügend bei den meisten Kirchen in Betrachtung gezogen, obwohl derselbe häufiger vorkommt, als gemeinhin angenommen wird. Man kann schon daraus, wenn der Schall bei gefüllter Kirche besser ist, als vorher, schliessen, daß die von den Umfassungswänden flach gegen den Horizont sich bewegenden Schallwellen von Einfluß waren, während die von den Decken herkommenden nicht wesentlich von der Zahl der Kirchenbesucher resp. der Anzahl besetzter Plätze berührt werden können. Es liegt im Allgemeinen auch kein Grund vor, weshalb eine Wand, welche im Freien ein deutliches Echo hervorbringt, dieses nicht auch sollte im geschlossenen Raume thun können bei genügender Größe desselben und nicht zu großer Entfernung der Schallquelle von der

Wand. Wenn die Kirche wesentlich größer wäre, so würde es zweckmäßig sein, dem Schalldeckel eine geneigte Lage  $z z$  zu geben, um den Schall der Stimme auf größere Entfernung zu verstärken. Bei der Lage, wie sie gezeichnet ist, würde eine Verstärkung noch bis ans Ende der Kirche entstehen, während die übliche horizontale Lage, welche meistens nicht weit über die Kanzel hinaussteht, nur den Schall nach dem Gewölbe hin theilweise abschwächt, eine Verstärkung aber nur für die näher Sitzenden bewirkt, weil die Schallwellen nur dahin und hinter dem Schalldeckel zurückgeworfen werden.

Die kleinen hier angegebenen Mittel bezüglich Herstellung der Putzfläche dürften nebst den stark gestochenen Kappen der Gewölbe genügen, den Kirchenraum durchweg gut akustisch zu machen. Man würde anstatt dessen auch an der Giebelwand des Thurmes neben der Thür derselben entsprechende Nischen haben herstellen können, was auch im übrigen zwischen den Stützen der Hauptkörper und den Fenstern ein geeignetes Mittel gewesen sein würde, den Schall zu zerstreuen, aber eben so gut durch die oben angegebenen Mittel ersetzt wird.

#### B. Die Nicolaikirche in Potsdam.

(Blatt J\*, K und Blatt G Fig. 4.)

Die Nicolaikirche in Potsdam ist bekannt als eine der ungünstig wirkenden Kuppelkirchen. Nach allen Urtheilen ist daselbst eine sehr starke Schallverwirrung, welche sehr lange andauert und aus der Kuppel zu kommen scheint. Von einem Architekten, welcher mehrfach und längere Zeit die Predigt daselbst zu hören Gelegenheit hatte, wurde dem Verfasser angegeben, daß der Schall gewissermaßen wie in einer Schraubenlinie aus der Kuppel zu kommen schein.

Es ist wegen der großen Schallverwirrung die Kuppel durch graphische Darstellung einer besondern Untersuchung hier unterzogen.

Auf dem Durchschnitte Blatt J ist die Schallquelle in  $o$  angenommen, entsprechend der Entfernung der Schallquelle im Grundrisse von der Achse des Raumes (s. Blatt G Fig. 4), der untere Theil des Kuppeldurchschnitts würde deshalb nicht mit dem, dem Grundrisse entsprechenden Schnitte übereinstimmen. Es ist jedoch die Kuppellinie dieselbe und deshalb nicht ein zweites Blatt dafür gezeichnet.

Ein Theil der Kuppelfläche ist nun in Flächen von gleicher Breite und Höhe getheilt, entsprechend der Theilung der Schallstrahlen von  $0,1^m$  auf  $10^m$  Entfernung von der Schallquelle. Die Punkte des Gewölbes sind  $a, b, c, d \dots g$  und bezüglich die seitlichen Theilungen 1, 2, 3 etc., und soll z. B. Punkt 2 in der Reihe  $b$  genannt werden  $b_2$  u. s. f.

Die einzelnen Schallstrahlen treffen reflectirt die andere Seite des Gewölbes, von wo die hier betrachteten, abgesehen von 2, nach zweimaliger Reflexion zurückgelangen in den untern Raum der Kirche. Bei der zweiten Reflexion sind die Reihen, wie die Nummern der Reihen, gleichmäßig wie vorher bezeichnet. Es sind jedoch nur die Schallstrahlen des Profils ausgezogen, während die übrigen nur durch Punkte und kurze Richtungslinien des Schalls angedeutet sind.

\* Anmerkung der Redaction. Das Blatt J in „B. Die Nicolaikirche in Potsdam“ war von dem Verfasser in demselben Maafstabe wie Fig. 1 u. 2 auf Blatt K und Figur 4 auf Blatt G gezeichnet, und würde dieses eine Vergleichung erleichtert haben. Es hat mit Rücksicht auf das Format der Zeitschrift der Maafstab des Durchchnitts auf Blatt J etwas reducirt werden müssen.

Die Punkte, welche von den einzelnen Schallstrahlen im Gewölbe und demnächst am Fußboden getroffen werden, sind bezüglich Blatt *K* Fig. 1 und Blatt *G* Fig. 4 bezeichnet. Das Gesamtbild der Schallwege im Grundrisse wird am deutlichsten durch Blatt *G* Fig. 4 dargestellt. Die Durchschneidungspunkte der benachbarten Schallstrahlen liegen überall nahe der Mitte zwischen der zuletzt berührten Kuppelfläche und der Raumachse und würde dasselbe statt finden bezüglich der Schallwellen, welche den Tambour treffen. Das deutlichste Bild, in welcher Weise die Schallstrahlen den Horizontalschnitt in der Ohrhöhe treffen, giebt Blatt *K* Fig. 1, wo der Grundriß für beide Seiten von der angenommenen Achse gezeichnet ist.

Hier ziehen sich theils in einer Richtung, theils nach beiden Richtungen bei  $e$  und  $e_6$  die Felder zusammen und bilden Schallconcentrationen, welche um so schädlicher wirken, weil von mehreren Gewölbefeldern die Schallwellen sich überdecken und nahezu gleiche Wege haben. Es würden sich durch weitere Ausführung diese Brennpunkte und Brennlilien noch sehr vervielfältigen lassen; es sollte hier aber nur gezeigt werden, in welcher Weise sich diese Schallknotenpunkte bilden. Sie treten überall da ein, wo bei der letzten Reflexion der Schallstrahl nahezu mitten zwischen Raumachse und dem zuletzt berührten Punkte von Gewölbe oder Tambour die Hörebene oder Ohrhöhe erreicht. Viele von den einzelnen Schallwellen sind für sich unschädlich, wie sich schon aus der Vergleichung der einzelnen Schallquadrate des Grundrisses mit denen für die Entfernung der Schallstrahlen auf ca. 30<sup>m</sup> von der Schallquelle ergibt, und würden wirkungslos sein, wenn nicht eine so ungeheure Schallmasse, nur zweimal oder dreimal reflectirt, auf einen verhältnißmäßig nicht großen Raum heruntergelagt. Auf Blatt *K* Fig. 2, 3, 4, 5 ist deshalb versucht zu zeigen, wie verschieden von dieser Kuppel Kappen von demselben Querschnittsprofil, aber zwischen Rippen stärker gestochen, auch wesentlich stärker zerstreuen müssen.

Es ist hier in Fig. 2 anstatt  $e$ , entsprechend derselbe Punkt  $p$  an dieser Kappe untersucht, und um das Princip der Construction zu zeigen, dasselbe detaillirter durchgeführt. Im Grundrisse ist der Schallstrahl  $sp$  und in  $\frac{1}{2}$  der Entfernung von  $e$  der Schallstrahl  $so$  gezogen. Auf die beiden Achsen  $os$ , und  $ps$ , durch den Mittelpunkt der kreisrunden Kappe  $eop$  ist  $se$  projectirt. Diese beiden Projectionen in dem in halbem Maasstabe gezeichneten Profile des bezüglichen Gewölbetheils in Fig. 3 ergeben in ihrer Reflexion die Neigung beider Schallstrahlen in der Projection, woraus sich die wirkliche Lage in den verticalen Reflexionsebenen  $oyy$ , und  $pwv$ , in Fig. 4 und 5 ergibt. Die Schnittfläche dieser Ebenen mit dem Gewölbe in  $x, y, z$ , und  $u, v, w$ , ergibt den Durchschneidungspunkt des Schallstrahls mit dem Gewölbe. Bei der zweiten Reflexion sind die Schallstrahlen auf die den Reflexionswinkel im Grundrisse halbirenden Ebenen  $y_1 y_2$  und  $v_1 v_2$  wieder projectirt. Diese Projectionen werden durch  $pp_2$  und  $oo_2$  in Fig. 3 in ihrer Richtung dargestellt und kann man dann die Projection der reflectirten Strahlen con-

struiren, welche durch  $p_2 p_3$  und  $o_2 o_3$  dargestellt werden. Trägt man die Schnittpunkte derselben mit der Ohrhöhe bezüglich in die zugehörigen Grundrisse der Projectionsebene, so erhält man sehr leicht die Punkte  $o_3$  und  $p_3$ , wo die Ohrhöhe im Grundrisse getroffen wird. Die bezüglichen Entfernungen gegen  $e$ , geben die sehr viel stärkere Zerstreung in diesem Falle an, wobei noch zu berücksichtigen ist, daß zwischen den reflectirten Strahlen von  $e$  und  $p$  zwei Brechpunkte liegen, und daß  $eo = \frac{1}{2} ee_1$  ist und trotzdem  $o_3$  von dem reflectirten  $e$  in der Höhe des Ohres weiter abliegt, als bezüglich der reflectirende Schallstrahl von  $e$  für die der Ausführung entsprechende Form. Man sieht leicht, daß bei näherem Heranrücken der Mittelpunkte für den Horizontalschnitt durch die Kappen die Zerstreung noch viel größer wird und Rippen auf den Kanten der Kappen einen großen Theil der Schallwellen vollständig und unschädlich zerstreuen müssen, besonders, wenn die Rippen horizontal mehrfach gegürtet und die Kappenstücke dazwischen kleine stark gestochene Kappen bilden.

Es läßt sich jedenfalls aus obigen Constructionen ohne Zuhülfenahme neuer Theorien ersehen, daß Kuppeln von der Form der Kuppel der Nicolaikirche akustisch schädlich wirken müssen.

Aus den Schallstrahlen  $k-l$  und  $r-q$  Blatt *J* geht hervor, daß die Zwickel und Tonnengewölbe der Nicolaikirche ebenso sehr schädlich sind. Die Schallquerschnitte für 10<sup>m</sup> Entfernung und in der Ohrhöhe sind bezüglich 0,01 □<sup>m</sup> und  $0,7 \times 0,65$  □<sup>m</sup> resp.  $0,7 \times 0,4$  □<sup>m</sup> gleich 0,01 □<sup>m</sup>, 0,455 □<sup>m</sup>, 0,28 □<sup>m</sup>. Man wird letztere Schallreflexe also hören, wie in ca. 31<sup>m</sup>  $\sqrt{4,55}$  und ca. 31<sup>m</sup>  $\sqrt{2,8} =$  ca. 66<sup>m</sup> und ca. 42<sup>m</sup> Entfernung. Daß die Schallstrahlen von den Umfassungswänden noch viel schädlicher sind, zeigen die Schallstrahlen  $s-t$ ,  $t-u$ ,  $u-v$ ,  $w-x$ ,  $m-n$  und die bezüglichen viel geringern Querschnitte in der Ohrhöhe, welche geradezu Echos in großer Raumausdehnung erzeugen.

Will man die Akustik der Kirche, abgesehen von den hohen Emporen, verbessern, so wird ein Schalldeckel allein nicht helfen. Es würden sämtliche Umfassungswände in der Höhe von  $x$  bis  $y$ , mit Teppichen behängt, zusammen mit einem geeigneten Schalldeckel von ca. 3,2<sup>m</sup> im Quadrat, welcher auf Blatt *J* in seiner Größe angegeben ist, ein sehr viel günstigeres Resultat erreichen lassen, jedoch würde der Schalldeckel nach oben durch Gummilagen unwirksam gemacht werden müssen. Auf die Akustik der hohen Emporen würde dieses jedoch nicht genügenden Einfluß haben.

Verfasser hat in obigem Aufsätze durch Mittheilungen seiner Erfahrungen und Studien eine Anregung geben wollen, die Frage über die akustische Gestaltung von großen Räumen einer präciseren Lösung näher zu führen, besonders auch die theoretische Betrachtung von Räumen mit geeigneten, in präciser Weise angestellten Versuchen zu vereinigen, und wird sich freuen, wenn dieselbe Veranlassung wird, diese Frage einer endgültigen Lösung entgegen zu führen.

A. Orth.

## Beitrag zur Ventilationsfrage.

Die Anordnung einer zweckmässig wirkenden und ausreichenden Ventilation bei der Ausführung von Bauwerken, seien dies öffentliche Anstalten z. B. Schulen, Versammlungssäle, Museen u. s. w., oder seien es Gebäude für Privatwohnungen, nimmt das Interesse der gesammten technischen Welt schon seit einer Reihe von Jahren so lebhaft in Anspruch, daß es vielleicht nicht ganz überflüssig erscheinen möchte, wenn sich der Verfasser erlaubt, eine Beantwortung der Frage: „Wie groß ist die Menge der in einen Raum einzuführenden reinen Luft mit Rücksicht auf die Zwecke, welchen dieser Raum dienen soll, zu bemessen“ mit Hilfe exacter mathematischer Schlüsse zu versuchen.

Professor Dr. Pettenkofer giebt in seinen Abhandlungen über diesen Gegenstand eine pro Person und pro Stunde zuzuführende Menge reiner Luft von  $60 \text{ kb}^m$  an und bemerkt gleichzeitig, daß diese ziemlich beträchtlich erscheinende Quantität sich in der That durch Versuche, welche in einigen Krankenhäusern von Paris angestellt wurden, als unbedingt nothwendig für die Erhaltung eines normalen Zustandes der Luft in den ventilirten Räumen herausgestellt hat. Noch ausführlichere Angaben finden sich in dem Werke von Degen, Architekt in München, „Handbuch für Einrichtungen der Ventilation und Heizung etc.“, woselbst im §. 38 die zur Ventilierung von Räumen nach Maafgabe der verschiedenen Zwecke, zu welchen diese gebraucht werden, nöthigen Luftmengen tabellarisch zusammengestellt sind. Auch diese Ziffern basiren größtentheils auf directen Beobachtungen und bieten deswegen außerordentlich werthvolle Anhaltspunkte für die Ausführung von Ventilationseinrichtungen dar. Nichtsdestoweniger glaube ich, daß bezüglich dieser Tabelle noch eine Lücke ausgefüllt werden muß, denn offenbar ist es nicht gleichgültig, ob die in einen Raum eingeführte Luft niedrige oder hohe Temperatur besitzt, da doch angenommen werden muß, daß die Temperatur der zur Athmung dienenden Zimmerluft eine möglichst gleichmäßige Höhe von  $+17^\circ$  bis  $+20^\circ$  Celsius (etwa  $+14^\circ$  bis  $+16^\circ$  Réaumur) erhalte; man wird daher bei Ventilation mittelst erwärmter Luft (Luftheizung) andere Zahlen zu Grunde legen müssen, als bei Ventilation mit ungewärmter Luft. Dieser Gesichtspunkt und überhaupt eine möglichst exacte Verfolgung der einzelnen Vorgänge, die einerseits dazu beitragen, durch Respiration und Perspiration von Menschen die Luft eines geschlossenen Raumes zu verderben, und welche andererseits mit Hilfe von Ventilationseinrichtungen diese Luft auf ihrer normalen athmungsfähigen Beschaffenheit erhalten, oder zum mindesten eine Verderbnis der Luft nur bis zu einer gewissen noch zulässigen Grenze gestatten, soll bei nachstehenden Untersuchungen ins Auge gefaßt werden.

Der Einfluss, welchen Beleuchtungsmittel (Gasflammen, Petroleum- oder Rüböl-Flammen) auf die Luftverderbnis ausüben, soll vorläufig unberücksichtigt gelassen werden, weil nach Aufstellung der resp. Formel sich annäherungsweise dieser Einfluss ohne Schwierigkeit zurückführen läßt auf eine Anzahl von Personen, man also nur nöthig hat, den Werth für die Personenzahl entsprechend zu wählen. Als erste Voraussetzung, ohne welche die ganze Rechnung hinfällig würde, muß eine sich continuirlich vollziehende vollkommen innige Mischung der Athmungsproducte einerseits mit der Luft des

betreffenden Raumes und andererseits die innige, vollkommene Mischung der in den Raum eingeführten Ventilationsluft mit der vorerwähnten Zimmerluft genannt werden. Wenngleich zugegeben werden muß, daß die Beschaffenheit der in irgend einem Augenblicke innerhalb eines geschlossenen Raumes vorhandenen Luftmenge, in welcher Menschen athmen und in welche ein Strom reiner Luft sich ergießt, nicht eine vollkommen homogene genannt werden kann, so darf doch mit Rücksicht auf die Diffusion der Gase und auf den keineswegs bewegungslosen Zustand, in welchem sich die Lufttheilchen befinden, die oben genannte Voraussetzung als nahezu vollkommen erfüllt hingestellt werden. Ich möchte mir erlauben an dieser Stelle der Ansicht entgegenzutreten, welche die am meisten verdorbene Luftschicht, wenn überhaupt von einer solchen gesprochen werden kann, am Fußboden eines zum Aufenthalt von Menschen benutzten Raumes sucht, indem ich auf die von Professor Dr. Pettenkofer in seinem Werke (S. 24 und 114) mitgetheilten und auf directe Versuche gestützten Entwicklungen hinweise, und muß bemerken, daß es in der That überraschen muß, wenn bis in die neuste Zeit hinein der oben erwähnten Ansicht gehuldigt und, wie dies z. B. in einem aus dem Englischen übersetzten Aufsatz: „Vorlesungen von Lewis W. Leeds, New-York“ im Jahrgang 1871 des „Praktischen Maschinen-Constructeur“ Seite 212 geschieht, sogar die größere Sterblichkeit der Kinder im Vergleich zu der der Erwachsenen mit „dem am Boden der Zimmer fließenden giftigen Strome“ in Verbindung gebracht wird.

Die durch Respiration und Perspiration des Menschen an die ihn umgebende Luft übertragenen Stoffe sind bekanntlich Kohlensäure, Wasserdampf und, in geringerer Menge, organische Stoffe. Obwohl gerade die letzteren als Hauptursache der Luftverderbnis angesehen werden können, so bietet doch gerade die in der Luft eines geschlossenen Raumes vorhandene Kohlensäuremenge ein so äußerst bequemes Mittel dar, die relative Güte der Luft zu beurtheilen, weil sich diese Kohlensäuremenge mit verhältnismässig einfachem chemischen Verfahren sehr genau bestimmen läßt,\*) daß man allgemein für die normale Beschaffenheit der Luft, eventuell für die noch zulässige Grenze, bis zu welcher die Verderbnis der Luft vorschreiten darf, bestimmte Procentsätze des Kohlensäuregehalts der Luft feststellt, da man mit Recht annehmen darf, daß die Anhäufung der oben erwähnten organischen Bestandtheile in geradem Verhältnisse zur Zunahme der Kohlensäuremenge in der Zimmerluft steht. Auf die gleichzeitige Entwicklung von Wasserdampf braucht um so weniger Rücksicht genommen zu werden, als bekanntlich der Wassergehalt der Atmosphäre überhaupt bedeutenden Schwankungen ausgesetzt ist. In den folgenden Rechnungen bezeichne:

$A \text{ kb}^m$ : den Rauminhalt eines Zimmers;

$a \text{ kb}^m$ : die in einem bestimmten Augenblicke in der Zimmerluft befindliche Kohlensäuremenge;

$z$ : die Anzahl Personen, welche im Zimmer  $A$  befindlich sind;

$C \text{ kb}^m$ : die Kohlensäuremenge, welche eine Person wäh-

\*) cf. Pettenkofer, Ueber eine Methode, den Kohlensäuregehalt der atmosphärischen Luft zu bestimmen.

rend der Zeit  $T$  in Folge der Respiration an die Zimmerluft überträgt;

$B \text{ kb}^m$ : das Luftvolumen, welches in der Zeit  $T$  in den Raum  $A$ , behufs Ventilation desselben eingeführt wird;

$b \text{ kb}^m$ : die im Luftvolumen  $B$  enthaltene Kohlensäuremenge und

$D \text{ kb}^m$ : das Volumen Zimmerluft, welches während der Zeit  $T$  aus  $A$  fortströmt.

Es fragt sich, wie groß der Kohlensäuregehalt der Zimmerluft nach Ablauf der Zeit  $T$  sein wird?

Theilt man die Zeit  $T$  in  $n$  gleiche Theile und geht von der jedenfalls zulässigen Voraussetzung aus, daß sowohl die Kohlensäureproduction seitens der  $z$  Personen, als die Zursp. Abführung der Luftmengen  $B$  und  $D$  vollkommen gleichförmig während der Zeit  $T$  stattfindet, und ebenso daß der Kohlensäuregehalt der Ventilationsluft  $B$  in jedem Augenblicke constant sei, so wird sich während des Verlaufes jedes Zeitintervalles  $\left(\frac{T}{n}\right)$  hinsichtlich der Zunahme an Kohlensäuregehalt der Zimmerluft folgender Vorgang vollziehen:

Das in der Zimmerluft vorhandene Kohlensäurevolumen beträgt am Anfang der Zeit  $T \dots \dots a \text{ kb}^m$ ; nach Ablauf des ersten Zeitintervalles hat dasselbe den Werth:

$$\frac{a + \frac{z.C}{n}}{A} \cdot \left(A - \frac{D}{n}\right) + \frac{b}{n} = \left(a + \frac{z.C}{n}\right) \cdot \left(1 - \frac{D}{nA}\right) + \frac{b}{n} \text{ kb}^m$$

nach Ablauf des zweiten Zeitintervalles:

$$\left[\left(a + \frac{z.C}{n}\right) \cdot \left(1 - \frac{D}{nA}\right) + \frac{b}{n} + \frac{z.C}{n}\right] \cdot \left(1 - \frac{D}{nA}\right) + \frac{b}{n} = \left(a + \frac{z.C}{n}\right) \cdot \left(1 - \frac{D}{nA}\right)^2 + \left(\frac{b+z.C}{n}\right) \cdot \left(1 - \frac{D}{nA}\right) + \frac{b}{n};$$

nach Ablauf des dritten Zeitintervalles:

$$\left[\left(a + \frac{z.C}{n}\right) \cdot \left(1 - \frac{D}{nA}\right)^2 + \left(\frac{b+z.C}{n}\right) \cdot \left(1 - \frac{D}{nA}\right) + \frac{b}{n} + \frac{z.C}{n}\right] \times \left(1 - \frac{D}{nA}\right) + \frac{b}{n} = \left(a + \frac{z.C}{n}\right) \cdot \left(1 - \frac{D}{nA}\right)^3 + \left(\frac{b+z.C}{n}\right) \times \left(1 - \frac{D}{nA}\right)^2 + \left(\frac{b+z.C}{n}\right) \cdot \left(1 - \frac{D}{nA}\right) + \frac{b}{n}; \text{ u. s. w. fort,}$$

mithin am Ende des  $n$ ten Zeitintervalles, d. h. am Ende der Zeit  $T$ :

$$\left(a + \frac{z.C}{n}\right) \cdot \left(1 - \frac{D}{nA}\right)^n + \frac{b+z.C}{n} \cdot \left[\left(1 - \frac{D}{nA}\right)^{n-1} + \left(1 - \frac{D}{nA}\right)^{n-2} + \dots + \left(1 - \frac{D}{nA}\right)^2 + \left(1 - \frac{D}{nA}\right)\right] + \frac{b}{n} = \left(a + \frac{z.C}{n}\right) \cdot \left(1 - \frac{D}{nA}\right)^n + \frac{b+z.C}{n} \cdot \left(\frac{1 - \frac{D}{nA} - \left(1 - \frac{D}{nA}\right)^n}{\frac{D}{nA}}\right) + \frac{b}{n} = k \cdot A \quad (1)$$

wenn  $k$  das Verhältniß des augenblicklichen Kohlensäuregehaltes zum Zimmervolumen  $A$  bezeichnet;

aus Gleichung (1) ergibt sich:

$$k = \left(\frac{a}{A} + \frac{z.C}{nA}\right) \cdot \left(1 - \frac{D}{nA}\right)^n + \left(\frac{b+z.C}{D}\right) \times \left[1 - \frac{D}{nA} - \left(1 - \frac{D}{nA}\right)^n\right] + \frac{b}{nA}; \quad (2)$$

geht man nun in Bezug auf  $n$  zur Grenze  $n = \infty$  über, so wird jedes der Glieder:  $\frac{z.C}{nA}$ ,  $\frac{D}{nA}$  und  $\frac{b}{nA} = 0$  und  $\left(1 - \frac{D}{nA}\right)^n$

$= 1^\infty$ ; der Werth dieses letzten Ausdruckes ergibt sich durch folgende Reductionen:

Setzt man  $\left(-\frac{D}{nA}\right) = +\frac{1}{m}$ , so ist  $n = m \cdot \left(-\frac{D}{A}\right)$ , folglich

$$\left(1 - \frac{D}{nA}\right)^n = \left(1 + \frac{1}{m}\right)^m \cdot \left(-\frac{D}{A}\right)^n$$

$$\text{und } \lim \left(1 - \frac{D}{nA}\right)^n = \left[\lim \left(1 + \frac{1}{m}\right)^m\right]^{-\left(\frac{D}{A}\right)} = e^{-\frac{D}{A}},$$

( $e = 2,7182818 \dots$ ), also

$$k = \frac{a}{A} \cdot e^{-\frac{D}{A}} + \left(\frac{b}{B} + \frac{z.C}{B}\right) \cdot \frac{B}{D} \cdot \left[1 - e^{-\frac{D}{A}}\right] = \left(\frac{b}{B} + \frac{z.C}{B}\right) \cdot \frac{B}{D} - e^{-\frac{D}{A}} \left[\left(\frac{b}{B} + \frac{z.C}{B}\right) \cdot \frac{B}{D} - \frac{a}{A}\right] \quad (3)$$

Fasst man  $T$  als Zeiteinheit auf und bezeichnet mit  $k_t$  das Verhältniß der Kohlensäuremenge zum Rauminhalt  $A$  nach Verlauf der Zeit  $t$ , so wird offenbar aus  $C \dots C \cdot t$ ; aus  $B \dots B \cdot t$ ; aus  $b \dots b \cdot t$  und aus  $D \dots D \cdot t$  und man erhält

$$k_t = \left(\frac{b}{B} + \frac{z.C}{B}\right) \cdot \frac{B}{D} - e^{-\frac{D}{A} \cdot t} \left[\left(\frac{b}{B} + \frac{z.C}{B}\right) \cdot \frac{B}{D} - \frac{a}{A}\right] \quad (4)$$

und setzt man endlich

$$\frac{b}{B} = k_B \text{ und } \frac{a}{A} = k_A,$$

so ergibt sich:

$$k_t = \left(k_B + \frac{z.C}{B}\right) \cdot \frac{B}{D} - e^{-\frac{D}{A} \cdot t} \left[\left(k_B + \frac{z.C}{B}\right) \cdot \frac{B}{D} - k_A\right] \quad (I)$$

Die Gleichung (I), deren Ableitung in Vorstehendem auf möglichst elementarem Wege durchgeführt wurde, läßt sich natürlich auch etwas eleganter mit Hülfe einer einfachen Differentialgleichung entwickeln, z. B. in folgender Weise. Es sei  $K$  die in irgend einem Augenblicke der Zeit  $t$  im Zimmer  $A$  befindliche Kohlensäuremenge, so ist der Zuwachs ( $dK$ ) derselben im nächstfolgenden Zeitelement  $dt$  offenbar:

$$dK = (b + z.C) dt - K \cdot \frac{D}{A} \cdot dt,$$

wobei die Bedeutung der Buchstaben  $A$ ,  $C$ ,  $D$  und  $b$  dieselbe wie oben ist, folglich

$$\frac{dK}{dt} + \frac{D}{A} \cdot K = (b + z.C);$$

setzt man nun  $K = e^{p \cdot t} \cdot v$ , so ist

$$\frac{dK}{dt} = e^{p \cdot t} \cdot \frac{dv}{dt} + p \cdot v \cdot e^{p \cdot t}$$

$$\text{mithin } e^{p \cdot t} \left(\frac{dv}{dt} + p \cdot v + \frac{D}{A} \cdot v\right) = (b + z.C)$$

$$\text{oder } \frac{dv}{dt} + \left(p + \frac{D}{A}\right) \cdot v = (b + z.C) \cdot e^{-p \cdot t};$$

damit das Glied mit  $v$  verschwinde, muß die willkürliche Constante  $p = -\frac{D}{A}$  sein, also

$$\frac{dv}{dt} = (b + z.C) \cdot e^{\frac{D}{A} \cdot t} \text{ und } v = (b + z.C) \cdot \frac{A}{D} \cdot \int e^{\frac{D}{A} \cdot t} \cdot d\left(\frac{D}{A} t\right) + c$$

$$\text{oder } v = (b + z.C) \frac{A}{D} \cdot e^{\frac{D}{A} \cdot t} + c;$$

die Integrationsconstante  $c$  bestimmt sich durch folgende Ueberlegung: Für  $t = 0$  wird  $K = v = a$ , also

$$a = (b + z.C) \frac{A}{D} + c,$$

$$\text{mithin } v - a = (b + z.C) \cdot \frac{A}{D} \cdot e^{\frac{D}{A} \cdot t} - (b + z.C) \cdot \frac{A}{D}$$

und hieraus

$$K = e^{-\frac{D}{A}t} \cdot v = (b + z \cdot C) \cdot \frac{A}{D} - \left[ (b + z \cdot C) \cdot \frac{A}{D} - a \right] e^{-\frac{D}{A}t},$$

endlich

$$\frac{K}{A} = k_t = \left( \frac{b}{B} + \frac{z \cdot C}{B} \right) \cdot \frac{B}{D} - \left[ \left( \frac{b}{B} + \frac{z \cdot C}{B} \right) \cdot \frac{B}{D} - \frac{a}{A} \right] e^{-\frac{D}{A}t}$$

oder

$$k_t = \left( k_B + \frac{z \cdot C}{B} \right) \cdot \frac{B}{D} - \left[ \left( k_B + \frac{z \cdot C}{B} \right) \cdot \frac{B}{D} - k_A \right] e^{-\frac{D}{A}t} \quad (\text{Gl. I.})$$

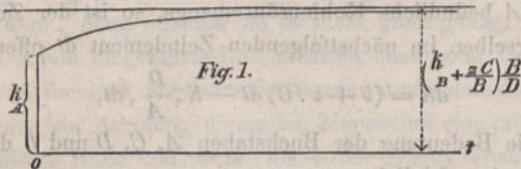
Es ist klar, daß für ein und dieselbe Ventilationsperiode  $k_A, k_B, A, B, C, D$  und  $z$  als constante Größen zu betrachten sind, daß also hierfür  $k_t = f(t)$  ist. Das Gesetz, welches durch Gleich. (I) bezüglich der Abhängigkeit des Werthes  $k_t$  von der Zeit  $t$  ausgesprochen ist, läßt sich am übersichtlichsten durch graphische Darstellung der Gleichung (I) erkennen. Trägt man nämlich die einzelnen  $t$  Werthe als Abscissen und die zugehörigen Werthe von  $k_t$  als rechtwinklige Ordinaten auf, so liegen die Endpunkte der Letzteren in einer continuirlichen Curve, deren ungefähre Verlauf sich, wie folgt, leicht bestimmen läßt:

für  $t = 0$ , wird  $k_t = k_A$ ;

für  $t = \infty$ , wird  $k_t = \left( k_B + \frac{z \cdot C}{B} \right) \cdot \frac{B}{D}$  d. h. gleich einem constanten endlichen Werthe;

nimmt man vorläufig an, daß  $\left( k_B + \frac{z \cdot C}{B} \right) \cdot \frac{B}{D} > k_A$  sei,

welche Annahme, wie später nachgewiesen werden soll, im Allgemeinen stets erfüllt sein wird, so läßt Gleichung (I) erkennen, daß jeder Werth von  $k_t$  besteht aus dem constanten Werthe  $\left( k_B + \frac{z \cdot C}{B} \right) \cdot \frac{B}{D}$  für  $t = \infty$  weniger einer mit  $t$  veränderlichen Größe. Zieht man demnach zur Abscissenaxe



eine Parallele im Abstände  $\left( k_B + \frac{z \cdot C}{B} \right) \cdot \frac{B}{D}$  u. trägt im Punkte  $t = 0$  den Werth  $k_A$  als Ordinate auf, so wird die Curve vom Endpunkte dieser Ordinate ausgehend gegen die erwähnte Parallele asymptotisch verlaufen, und zwar wird sie während ihres ganzen Verlaufes der Abscissenaxe die concave Seite zuwenden, denn durch zweimalige Differentiation der Gleichung (I) erhält man

$$\frac{dk_t}{dt} = \frac{D}{A} \cdot e^{-\frac{D}{A}t} \left[ \left( k_B + \frac{z \cdot C}{B} \right) \cdot \frac{B}{D} - k_A \right]$$

und

$$\frac{d^2k_t}{dt^2} = -\left( \frac{D}{A} \right)^2 \cdot e^{-\frac{D}{A}t} \left[ \left( k_B + \frac{z \cdot C}{B} \right) \cdot \frac{B}{D} - k_A \right];$$

da nun  $\left( \frac{D}{A} \right)^2 > 0$ ;  $e^{-\frac{D}{A}t} > 0$  und nach der oben gemachten Annahme auch  $\left[ \left( k_B + \frac{z \cdot C}{B} \right) \cdot \frac{B}{D} - k_A \right] > 0$ , so wird offenbar  $\frac{d^2k_t}{dt^2} < 0$  ausfallen, was bekanntlich das Kennzeichen für den oben erwähnten Verlauf der Curve ist.

Mit Hülfe der Gleichung (I) läßt sich also für jede beliebige Zeit  $t$  der Procentgehalt an Kohlensäure der Zimmer-

luft berechnen, wenn die Größen  $k_A$ : anfänglicher Kohlensäuregehalt der Zimmerluft,  $k_B$ : Kohlensäuregehalt der Ventilationsluft,  $A$ : Rauminhalt des Zimmers,  $B, C, D$  und  $z$  in den oben genannten Bedeutungen bekannt sind.

Dieselbe Gleichung (I) gestattet aber auch die Beantwortung der Frage: Wieviel reine Luft ( $Bkb^m$ ) muß einem geschlossenen bewohnten Raume in einer gewissen Zeit zugeführt werden, damit eine Ueberladung der Zimmerluft mit Kohlensäure verhütet werde?

Im Allgemeinen wird die Luft eines Zimmers stets einen um wenigens größeren Kohlensäuregehalt besitzen, als die äußere Atmosphäre, sobald dasselbe, wenn auch nicht ununterbrochen, doch größtentheils einer oder mehreren Personen zum Aufenthalte dient, und man wird füglich  $k_A = 0,6 \frac{0}{00} = 0,0006$  als anfänglichen Kohlensäuregehalt einer guten Zimmerluft festsetzen dürfen, wenn der Kohlensäuregehalt der Ventilationsluft  $k_B = 0,4 \frac{0}{00} = 0,0004$  als Norm angenommen wird.

Unstreitig ist diejenige Ventilationseinrichtung die vollkommenste, welche bewirkt, daß während der Anwesenheit von  $z$  Personen im Raume  $A$  der Kohlensäuregehalt der Luft sich überhaupt niemals steigert, d. h. daß stets  $k_t = k_A$  ist. Mit Bezug auf Gleichung (I) lautet dann die Bedingung:

Für jeden beliebigen Werth von  $t$ , also auch für  $t = \infty$

$$k_A = \left( k_B + \frac{z \cdot C}{B} \right) \cdot \frac{B}{D}; \quad (5)$$

diese Bedingung ergibt sich auch aus der Erwägung, daß  $k_t = k_A = \text{Const.}$  nur möglich ist, wenn der variable Theil des Ausdrucks für  $k_t$  verschwindet, d. h. wenn

$$\left( k_B + \frac{z \cdot C}{B} \right) \cdot \frac{B}{D} - k_A = 0 \text{ wird.}$$

Aus (5) erhält man

$$B = \frac{z \cdot C}{\left( \frac{D}{B} \right) k_A - k_B} \quad (\text{II})$$

Gestattet man zweitens eine Steigerung des Kohlensäuregehalts der Zimmerluft bis zum Betrage  $k_m$  und zwar für die Zeit  $t = \infty$ , so erhält man aus I:

$$k_m = \left( k_B + \frac{z \cdot C}{B} \right) \cdot \frac{B}{D} \quad (6)$$

und hieraus:

$$B = \frac{z \cdot C}{\left( \frac{D}{B} \right) k_m - k_B} \quad (\text{III})$$

und gestattet man endlich die Steigerung des Kohlensäuregehaltes auf den Werth  $k_m$  im Laufe der Zeit  $t_m$ , so ergibt sich:

$$e^{-\frac{D}{A}t_m} = \frac{\left( k_B + \frac{z \cdot C}{B} \right) \cdot \frac{B}{D} - k_m}{\left( k_B + \frac{z \cdot C}{B} \right) \cdot \frac{B}{D} - k_A} \quad (7)$$

$$\frac{D}{A} \cdot t_m = l \left( \frac{\left( k_B + \frac{z \cdot C}{B} \right) \cdot \frac{B}{D} - k_A}{\left( k_B + \frac{z \cdot C}{B} \right) \cdot \frac{B}{D} - k_m} \right)^*$$

$$B \cdot \left( \frac{D}{B} \right) = \frac{1}{t_m} \cdot A \cdot l \left( \frac{\left( k_B + \frac{z \cdot C}{B} \right) \cdot \frac{B}{D} - k_A}{\left( k_B + \frac{z \cdot C}{B} \right) \cdot \frac{B}{D} - k_m} \right)$$

\*)  $l = \text{logarithmus naturalis.}$

und endlich

$$B = \frac{1}{t_m} \cdot A \cdot \left(\frac{B}{D}\right) \cdot l \left( \frac{\left(k_B + \frac{z \cdot C}{B}\right) \cdot \frac{B}{D} - k_A}{\left(k_B + \frac{z \cdot C}{B}\right) \cdot \frac{B}{D} - k_m} \right) \quad (IV)$$

oder, wenn Gleich. (7) in etwas anderer Weise reducirt wird:

$$B = \frac{z \cdot C \cdot \left(e^{\frac{D}{A} t_m} - 1\right)}{e^{\frac{D}{A} t_m} \left[ k_m \left(\frac{D}{B}\right) - k_B \right] - \left[ k_A \left(\frac{D}{B}\right) - k_B \right]} \quad (IVa)$$

Beide Gleichungen (IV) und (IVa) haben für die Praxis keine erhebliche Bedeutung, weil sich dieselben nur durch Probiren auflösen lassen, da auf beiden Seiten die Unbekannte *B* resp. *D* vorkommt. (Ueber die Verhältniszahl  $\left(\frac{B}{D}\right)$  soll weiter unten die nöthige Erläuterung gegeben werden). Man müßte, um die Gleich. (IV) brauchbar zu machen, den Logarithmus in eine Reihe verwandeln und näherungsweise  $l(1+x) = x$  setzen, jedoch läßt sich für alle möglichen Fälle keineswegs diese Näherungsformel einführen, ohne erhebliche Unrichtigkeiten zu begehen; ähnliches gilt von der Gleichung (IVa).

In welcher Weise man nun, auch ohne von den Formeln (IV) resp. (IVa) Gebrauch machen zu müssen, stets zu hinreichend genauen Resultaten gelangt, soll später erörtert werden, zunächst ist die Feststellung des Verhältnisses  $\left(\frac{D}{B}\right)$  von Wichtigkeit, dessen Werth von der Temperatur der einströmenden Ventilationsluft und der abströmenden Luft des Zimmers abhängt.

Bezeichnet man die Temperatur der Zimmerluft mit *T<sub>A</sub>*, diejenige der einströmenden Ventilationsluft mit *T<sub>B</sub>* und diejenige der abströmenden Luft mit *T<sub>D</sub>*, ferner das Volumen der Zimmerluft, welches einerseits dem Volumen *B*, andererseits dem Volumen *D* entspricht, mit *V<sub>A</sub>*, so wird nach dem Gay Lussac'schen Gesetze, da man überall die Spannung der Luft als gleich groß annehmen darf,

$$V_A = \frac{B}{(1+\delta \cdot T_B)} \cdot (1+\delta \cdot T_A) \text{ u. } V_A = \frac{D}{(1+\delta \cdot T_D)} \cdot (1+\delta \cdot T_A)$$

sein, ( $\delta = 0,00367$ ), also  $\frac{D}{B} = \frac{1+\delta \cdot T_D}{1+\delta \cdot T_B}$ , weil sich offenbar die

Zu- und Abströmung der Luft naturgemäß so reguliren wird, daß in jedem Augenblicke dasselbe Luftquantum *A* von der Temperatur *T<sub>A</sub>* (die bei einer vollkommenen Heizungs- und Ventilations-Anlage constant vorausgesetzt werden darf) vorhanden ist. *T<sub>D</sub>* wird stets nur wenig größer als *T<sub>A</sub>* sein, so daß man genügend genau erhält:

$$\frac{D}{B} = \frac{1+\delta \cdot T_A}{1+\delta \cdot T_B} = \frac{\frac{1}{\delta} + T_A}{\frac{1}{\delta} + T_B} = \frac{273 + T_A}{273 + T_B}$$

Sobald es sich um die Ventilierung von Räumen handelt, die zum Aufenthalte einer größeren Anzahl von Personen bestimmt sind, reicht die natürliche Ventilation selbst im Winter, wo dieselbe durch die größere Temperaturdifferenz der äußeren und der Zimmerluft wesentlich befördert wird, doch keinesweges mehr aus, und an warmen Sommertagen ist von solcher natürlichen Ventilation fast gar nicht die Rede; man wird deshalb in dem erwähnten Falle rationeller Weise zu mechanischer Ventilation mit kühler Luft im Sommer und zu Ventilation durch Luftheizung im Winter seine Zuflucht nehmen müssen. In Hinsicht auf diese beiden concreten Fälle läßt sich

das Verhältniß  $\frac{D}{B}$  wie folgt leicht bestimmen:

Für Ventilation mit kühler Luft im Sommer darf *T<sub>B</sub>* = *T<sub>A</sub>* angenommen werden, folglich ist hierfür

$$\frac{D}{B} = 1; \quad (8)$$

für Ventilation mittelst Luftheizung im Winter darf *T<sub>B</sub>* = + 50° und *T<sub>A</sub>* = + 17° (Cels.) gesetzt werden,

$$\text{giebt für } \frac{D}{B} = 0,9. \quad (9)$$

Um endlich auch den Fall nicht unerörtert zu lassen, in welchem zur Heizung eines Raumes nicht warme Luft, sondern irgend andere Vorrichtungen verwendet sind, und die nöthige Ventilationsluft aus der umgebenden Atmosphäre auf kürzestem Wege in den betreffenden Raum eingeführt wird, wird es angemessen erscheinen, im Mittel *T<sub>A</sub>* = + 17° bis + 20° und *T<sub>B</sub>* = - 5° anzunehmen, was  $\frac{D}{B} = 1,09$  oder  $\frac{B}{D} = 0,92$

ergiebt. Hierbei wird sich fast stets die Größe von *D* präziser bestimmen lassen, als diejenige von *B*, weshalb es zweckmäßig ist, die Formeln (II) und (III) auf *D* zu reduciren, und erhält man alsdann

$$D = \frac{z \cdot C}{k_A - \left(\frac{B}{D}\right) k_B} \quad (IIa)$$

$$\text{und } D = \frac{z \cdot C}{k_m - \left(\frac{B}{D}\right) k_B} \quad (IIIa)$$

Die Formeln II, III, IIa und IIIa lassen sich nun sehr leicht zur Feststellung practisch brauchbarer Werthe von *B* resp. *D* benützen. Geht man zunächst von der Annahme aus, daß der anfängliche Kohlensäuregehalt *k<sub>A</sub>* der Zimmerluft sich überhaupt niemals steigere und setzt, wie schon oben erwähnt, *k<sub>A</sub>* = 0,0006 und *k<sub>B</sub>* = 0,0004, so wird

$$\left. \begin{aligned} B &= \frac{z \cdot C}{0,0006 - 0,0004} = 5000 \cdot z \cdot C \\ \text{für Ventilation mit kühler Luft im Sommer,} \\ B &= \frac{z \cdot C}{0,9 \cdot 0,0006 - 0,0004} = 7000 \cdot z \cdot C \\ \text{für Ventilation durch Luftheizung im Winter,} \\ \text{und } D &= \frac{z \cdot C}{0,0006 - 0,92 \cdot 0,0004} = 4400 \cdot z \cdot C \\ \text{für Ventilation durch kalte Luft im Winter.} \end{aligned} \right\} (10)$$

Es erübrigt nur noch, die Größe *C* zu bestimmen, und soll hierfür die Annahme als maafsgebend betrachtet werden, daß ein Mensch in 1 Min. durchschnittlich 5 Liter = 0,005 kb<sup>m</sup> Luft ausathmet, welche 4 pCt. Kohlensäure enthält, so daß *C* = 0,005 · 0,04 = 0,0002 kb<sup>m</sup> per Minute; und man erhält demnach für *z* = 1 d. h. pro Person:

$$\left. \begin{aligned} B_1 &= 5000 \cdot 0,0002 = 1 \text{ kb}^m \text{ p. Min. oder } 60 \text{ kb}^m \text{ p. Stde.} \\ &\text{für Ventilation mit kühler Luft im Sommer,} \\ B_1 &= 7000 \cdot 0,0002 = 1,4 \text{ kb}^m \text{ p. Min. oder } 84 \text{ kb}^m \text{ p. Stde.} \\ &\text{für Ventilation durch Luftheizung im Winter und} \\ D_1 &= 4400 \cdot 0,0002 = 0,88 \text{ kb}^m \text{ p. Min. oder } 53 \text{ kb}^m \text{ p. Stde.} \\ &\text{für Ventilation durch kalte Luft im Winter.} \end{aligned} \right\} (V)$$

Dem Werthe *D<sub>1</sub>* wird in vorliegendem Falle keine große practische Bedeutung beigelegt werden dürfen, da es einerseits wegen Eintretens eines starken unangenehmen und schädlichen Zuges in dem betreffenden Raume sehr unzweckmäßig sein wird, in genannter Art zu ventiliren, und da andererseits

bei weniger grossen Temperaturdifferenzen das Verhältniss  $\left(\frac{B}{D}\right)$  näher an 1 liegt, also  $D_1$  sich demjenigen Werthe von  $B_1$  nähert, welcher für Ventilation mit kühler Luft im Sommer bestimmt wurde.

Es ist hier am Platze, die Zulässigkeit der früher (S. 227) gemachten Annahme:

$$\left(k_B + \frac{z \cdot C}{B}\right) \cdot \frac{B}{D} > k_A$$

zu begründen. Die eben berechneten Werthe von  $B_1$  entsprechen offenbar dem Falle:

$$\left(k_B + \frac{z \cdot C}{B}\right) \cdot \frac{B}{D} - k_A = 0,$$

und es sind diese Werthe so gross, dass im Allgemeinen in der practischen Ausführung eher kleinere als grössere Werthe für  $B_1$  zu erwarten sein werden. Nun hat aber  $\frac{B}{D}$

auch für veränderliche Werthe von  $B_1$  constante Grösse und es ist daher leicht zu übersehen, dass mit abnehmendem  $B$ :

$$\left(k_B + \frac{z \cdot C}{B}\right) \cdot \frac{B}{D} - k_A > 0, \text{ d. h. } \left(k_B + \frac{z \cdot C}{B}\right) \cdot \frac{B}{D} > k_A$$

werden wird.

In den vereinzelt Fällen, wo bei ausnahmsweise kräftiger Ventilation  $\left(k_B + \frac{z \cdot C}{B}\right) \cdot \frac{B}{D} < k_A$  ausfällt, nimmt die Curve, welche das graphische Bild der Gleichung I darstellt, einen ganz ähnlichen Verlauf, wie Fig. 1 angiebt, nur wendet sie vom Endpunkte der Ordinate  $k_A$  ausgehend der Abscissen-Axe die convexe Seite zu und die asymptotische Parallele zur Abscissen-Axe liegt näher an der letzteren als der Endpunkt von  $k_A$ . Um die Gleichung (III) practisch nutzbar zu machen, sollen zunächst für  $k_m$  der Reihe nach die Werthe:  $k_m = 0,0007$ ,  $k_m = 0,0008$  und  $k_m = 0,001$  eingesetzt und die entsprechenden Werthe für  $B_1$  ermittelt werden. Hinsichtlich des letztgenannten Werthes  $k_m = 0,001$  ist zu bemerken, dass nach Pettenkofer (S. 78) die Luft eines Raumes, welche in Folge der Respiration und Perspiration von Menschen mehr als  $\frac{1}{100}$  Kohlensäure enthält, als gesundheitsschädlich erachtet werden muss, da wiederholt daran erinnert werden muss, dass die schlechte Beschaffenheit solcher Luft hauptsächlich durch die in sie übergeführten organischen Bestandtheile bedingt wird, für deren Anhäufung der zunehmende Kohlensäuregehalt eben nur den Maassstab an die Hand giebt.

Man erhält demnach für  $k_m = 0,0007$ :

$$B = \frac{z \cdot C}{0,0007 - 0,0004} = 3333 \cdot z \cdot C$$

für Ventilation mit kühler Luft im Sommer, und

$$B = \frac{z \cdot C}{0,9 \cdot 0,0007 - 0,0004} = 4350 \cdot z \cdot C$$

für Ventilation durch Luftheizung im Winter. \*)

Hieraus für  $C = 0,0002 \text{ kb}^m$  per Min. und  $z = 1$ , pro Person:

$$B_1 = 0,67 \text{ kb}^m \text{ per Min.} = 40 \text{ kb}^m \text{ per Stunde}$$

für Ventilation mit kühler Luft im Sommer, und

$$B_1 = 0,87 \text{ kb}^m \text{ per Min.} = 52,2 \text{ kb}^m \text{ per Stunde}$$

für Ventilation durch Luftheizung im Winter.

\*) Werthe für  $D$  zu berechnen, erscheint nach dem früher Erwähnten als überflüssig.

Setzt man  $k_m = 0,0008$ , so wird

$$B = \frac{z \cdot C}{0,0008 - 0,0004} = 2500 \cdot z \cdot C$$

für Ventilation mit kühler Luft im Sommer und

$$B = \frac{z \cdot C}{0,9 \cdot 0,0008 - 0,0004} = 3125 \cdot z \cdot C$$

für Ventilation durch Luftheizung im Winter,

also wenn  $C = 0,0002 \text{ kb}^m$  per Min. und  $z = 1$ :

$$B_1 = 0,5 \text{ kb}^m \text{ per Min.} = 30 \text{ kb}^m \text{ per Stunde}$$

für Ventilation mit kühler Luft im Sommer und

$$B_1 = 0,625 \text{ kb}^m \text{ per Min.} = 37,5 \text{ kb}^m \text{ per Stunde}$$

für Ventilation durch Luftheizung im Winter

Endlich ergibt sich für  $k_m = 0,001$ :

$$B = \frac{z \cdot C}{0,001 - 0,0004} = 1667 \cdot z \cdot C$$

für Ventilation mit kühler Luft im Sommer und

$$B = \frac{z \cdot C}{0,9 \cdot 0,001 - 0,0004} = 2000 \cdot z \cdot C$$

für Ventilation durch Luftheizung im Winter,

mithin, wenn  $C = 0,0002 \text{ kb}^m$  per Min. und  $z = 1$ :

$$B_1 = 0,3333 \text{ kb}^m \text{ per Min.} = 20 \text{ kb}^m \text{ per Stunde}$$

für Ventilation mit kühler Luft im Sommer und

$$B_1 = 0,4 \text{ kb}^m \text{ per Min.} = 24 \text{ kb}^m \text{ per Stunde}$$

für Ventilation durch Luftheizung im Winter.

Bezüglich der Wahl des Werthes für  $k_m$  in Hinsicht auf gegebene Verhältnisse ist Folgendes zu bemerken:

Handelt es sich um die Ventilierung eines Raumes, der einer grösseren Anzahl Personen zum gleichzeitigen und lange Zeit andauernden Aufenthalte dient, also beispielsweise um die Ventilierung von Hospitälern, Arbeitssälen für Gefangene, Werkstatts-Räumlichkeiten, Theatern, Versammlungssälen etc., so wird man stets  $t = \infty$ , also Formel (II) oder (III) zum Ausgangspunkte wählen und für  $k_m$  einen entsprechend niedrigen Werth, entweder  $k_m = k_A = 0,0006$ , oder doch  $k_m = 0,0007$  einzusetzen haben.

Für Ventilierung solcher Räume, die nur kürzere Zeit von einer grösseren Personenzahl zum gleichzeitigen Aufenthalte benutzt werden, genügt es für Berechnung practisch brauchbarer Werthe, ebenfalls  $t = \infty$ , aber  $k_m$  etwas höher, etwa  $= 0,0008$  oder  $0,001$  anzunehmen; hierher gehören Säle, die für Versammlungen von kürzerer Zeitdauer benutzt werden, Schulzimmer, Kasernenräumlichkeiten etc. Wie zwecklos es wäre, hierbei durch langwieriges Probirverfahren aus Formel (IV) oder (IVa)  $B$  zu berechnen, möge folgendes Beispiel zeigen:

Ein Schulzimmer von  $A = 600 \text{ kb}^m$  Inhalt werde 4 Stunden hintereinander von  $z = 100$  Personen zum Aufenthalte benutzt, und man berechne  $B$  unter der Annahme  $k_m = 0,001$  für  $t = \infty$ , so erhält man für das erforderliche Quantum der Ventilationsluft (wenn  $\frac{D}{B} = 0,9$ ; Luftheizung):

$B = 100 \cdot 0,4 = 40 \text{ kb}^m$  per Min. oder  $2400 \text{ kb}^m$  per 1 Stunde. Berechnet man nun nach Gleichung (I) den Kohlensäuregehalt der Zimmerluft  $k_t$  am Ende der vierstündigen Benutzung des Zimmers, so ist  $t = 4 \cdot 60 = 240$  Min., also

$$k_t = \left(0,0004 + \frac{100 \cdot 0,0002}{40}\right) \cdot 1,11 - \left[\left(0,0004 + \frac{100 \cdot 0,0002}{40}\right) \times \right. \\ \left. \times 1,11 - 0,0006\right] e^{-\frac{0,9 \cdot 40}{600} \cdot 240}$$

$$k_t = 0,001 - 0,0004 \cdot e^{-14,4} = 0,001 - \frac{0,0004}{22100} = 0,00099998,$$

also fast genau  $k_t = k_z = 0,001$ .

Wie rasch sich selbst bei einem weniger ungünstig gewählten Verhältnisse von  $z$  zu  $A$  der Kohlensäuregehalt der Zimmerluft anfänglich steigert und dem Grenzwerte  $k_\infty$  nähert, zeigt folgendes Beispiel:

In einem Zimmer von  $A = 50 \text{ kb}^m$  halte sich 5 Stunden lang eine Person ( $z = 1$ ) auf; es werde  $\frac{D}{B} = 1$ ;  $k_A = 0,0006$ ;  $k_B = 0,0004$  angenommen und, zur Berechnung von  $B$ ,  $k_m = 0,0008$  für  $t = \infty$  zugelassen; alsdann ist nach Gleichung (VII)

$$B_1 = 0,5 \text{ kb}^m \text{ per Min.} = 30 \text{ kb}^m \text{ per Stunde.}$$

Mit Hülfe von Gleichung (I) ist dann der Kohlensäuregehalt der Zimmerluft

nach Ablauf der ersten Stunde:  $t = 60 \text{ Min.}$ :

$$k_1 = \left( 0,0004 + \frac{0,0002}{0,5} \right) - \left[ \left( 0,0004 + \frac{0,0002}{0,5} \right) - 0,0006 \right] e^{-\frac{0,5}{50} \cdot 60}$$

$$= 0,0008 - \frac{0,0002}{1,822} = 0,00069;$$

nach Ablauf der zweiten Stunde:  $t = 120 \text{ Min.}$ :

$$k_2 = 0,0008 - \frac{0,0002}{3,32} = 0,00074;$$

nach Ablauf der dritten Stunde:  $t = 180 \text{ Min.}$ :

$$k_3 = 0,0008 - \frac{0,0002}{6,05} = 0,000767;$$

nach Ablauf der vierten Stunde:  $t = 240 \text{ Min.}$ :

$$k_4 = 0,0008 - \frac{0,0002}{11,02} = 0,000782$$

und nach Ablauf der fünften Stunde:  $t = 300 \text{ Min.}$ :

$$k_5 = 0,0008 - \frac{0,0002}{20,08} = 0,00079.$$

Anschließend an die von Degen (S. 67 des genannten Werkes) aufgestellte Tabelle können nun auf Grund der vorstehend durchgeführten Rechnungen folgende Werthe als maassgebend für die Construction von Ventilations-Einrichtungen angenommen werden:

Erforderliche Luftmenge pro 1 Person und 1 Stunde:

	<i>B</i> : bei Ventilation mit ungewärmter Luft im Sommer = <i>D</i> : bei Ventilation mit kalter Luft im Winter.	<i>B</i> : bei Luftheizung.
	kb <sup>m</sup>	kb <sup>m</sup>
1) In Hospitälern		
a) für gewöhnliche Kranke ( $k_m = 0,0006$ )	60 — 70	80 — 90
b) für Verwundete und Wöchnerinnen	100	120
c) während einer Epidemie*)	150	180—200
2) In Gefängnissen ( $k_m = 0,0007$ )	40	50—55
3) In Werkstätten		
a) gewöhnlicher Art ( $k_m = 0,0006$ )	60	80
b) mit verdorbener Luft	100	120
4) In Kasernen bei Tage ( $k_m = 0,0008$ )	30	40
- bei Nacht ( $k_m = 0,0007$ )	40	50
5) In Theatern ( $k_m = 0,0007$ )	40	50
6) In Sälen, wo Versammlungen von längerer Zeitdauer abgehalten werden ( $k_m = 0,0006$ )	60	80
7) In Sälen, bei Versammlungen von geringerer Zeitdauer ( $k_m = 0,0008$ )	30	40
8) In Schulsälen ( $k_m = 0,001$ )	20—25	25—30

\*) Die Werthe 1, b und c und 3, b sind der Degen'schen Tabelle entnommen resp. den dort gegebenen empirisch nachgebildet, da zur Berechnung derselben der nöthige Anhalt bezüglich der Wahl von  $C$  bislang noch fehlt.

Die in der ersten Colonne verzeichneten Werthe weichen nur an wenigen Stellen von den in der Degen'schen Tabelle gegebenen ab; für entschieden zu gering jedoch halte ich den dort für Volksschulen angegebenen Werth: 12 bis 15 kb<sup>m</sup> pro Person und Stunde, da allgemein feststeht, dass die beim Athmungsproceß eines Kindes ausgeschiedene Kohlensäuremenge etc. durchaus nicht geringer ist, als diejenige, welche der Respiration eines erwachsenen Menschen entspricht, und gerade bei Volksschulen nicht genug für die Pflege der im Wachstum begriffenen Organismen geschehen kann. Es wird daher wohl angezeigt sein, in Hinsicht auf Ventilation zwischen Volksschulen resp. Schulen für Kinder und Schulen für Erwachsene (Universitäten, polytechnische Schulen etc.) keinen Unterschied zu machen.

Obwohl bei der Berechnung von  $B$  mittelst der Formeln II oder III die Größe des Raumes  $A$ , welcher ventilirt werden soll, gar nicht mit in Betracht gezogen wurde, so darf doch bei der Wahl derselben der Einfluss, welchen sie auf den ganzen Ventilationsproceß ausübt, keineswegs unbeachtet bleiben. Die oben durchgerechneten Beispiele haben klar gezeigt, wie die Kohlensäurezunahme der Zimmerluft um so rascher vor sich ging, je kleiner  $A$  im Verhältniß zu  $z$  war; dieser Umstand wäre noch am wenigsten erheblich, da man ja bei richtiger Wahl von  $B$  die geforderte Grenze für  $k_m$  ziehen kann; aber offenbar wird die Luft des Zimmers  $A$  in um so heftigere Bewegung versetzt werden, je größer  $B$  sein muß und je kleiner  $A$  ist, und es entsteht dann unvermeidlich die sogenannte Zugluft, gegen welche viele Individuen sehr empfindlich zu sein pflegen.

Interessant und auch von practischem Werthe ist die Aufstellung einer Formel für die Ventilation eines Raumes, dessen Luft durch den Aufenthalt von Personen bis zu einem gewissen Grade verdorben ist, und welche, nachdem die Personen den Raum verlassen haben, in einer bestimmten Zeit auf ihren normalen Kohlensäuregehalt zurückgeführt werden soll. Setzt man in der Formel (I)  $z = 0$ , so entsteht:

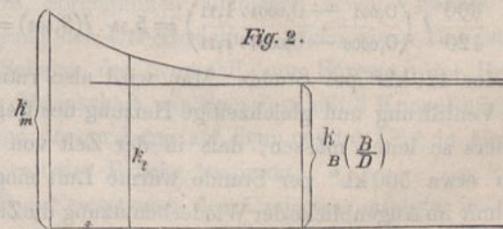
$$k_t = k_B \cdot \left( \frac{B}{D} \right) - e^{-\frac{D}{A}t} \left[ k_B \cdot \left( \frac{B}{D} \right) - k_A \right], \quad (14)$$

oder da in vorliegendem Falle  $k_A$  identisch mit  $k_m$  und stets  $k_m > k_B \cdot \left( \frac{B}{D} \right)$  ist:

$$k_t = k_B \cdot \left( \frac{B}{D} \right) + e^{-\frac{D}{A}t} \left[ k_m - k_B \cdot \left( \frac{B}{D} \right) \right] \quad (IX)$$

Für  $t = 0$  wird  $k_t = k_m$  und für  $t = \infty$ :  $k_t = k_B \cdot \left( \frac{B}{D} \right)$ ;

hieraus läßt sich leicht übersehen, daß das graphische Bild der Gleichung (IX) durch Fig. 2 dargestellt wird.



Aus Gleichung (IX) folgt durch Reduction

$$e^{-\frac{D}{A}t} = \frac{k_t - k_B \cdot \left( \frac{B}{D} \right)}{k_m - k_B \cdot \left( \frac{B}{D} \right)} \quad \text{also} \quad e^{+\frac{D}{A}t} = \frac{k_m - k_B \cdot \left( \frac{B}{D} \right)}{k_t - k_B \cdot \left( \frac{B}{D} \right)}$$

$$\text{mithin } D \cdot t = A \cdot l \left( \frac{k_m - k_B \left(\frac{B}{D}\right)}{k_i - k_B \left(\frac{B}{D}\right)} \right), \quad \text{folglich}$$

$$B = \left(\frac{B}{D}\right) \cdot \frac{A}{t} \cdot l \left( \frac{k_m - k_B \left(\frac{B}{D}\right)}{k_i - k_B \left(\frac{B}{D}\right)} \right) \quad (\text{X})$$

und

$$t = \left(\frac{B}{D}\right) \cdot \frac{A}{B} \cdot l \left( \frac{k_m - k_B \left(\frac{B}{D}\right)}{k_i - k_B \left(\frac{B}{D}\right)} \right) \quad (\text{XI})$$

NB. Die Formel (X) resp. die Formel für  $D \cdot t$  ist identisch mit der in dem Werke von Professor Pettenkofer auf S. 87 aufgestellten, wenn man  $\frac{B}{D} = 1$  setzt; nach der dort gewählten Bezeichnung entspricht  $m$  der GröÙe  $A$ ;  $a$  der GröÙe  $k_i$ ;  $p$  der GröÙe  $k_m$ ;  $q$  der GröÙe  $k_B$ ; folglich wird

$$D \cdot t = y = m \cdot l \left( \frac{p-q}{a-q} \right) = 2,30258 \dots \cdot m \cdot \log \left( \frac{p-q}{a-q} \right).$$

(Hierbei muß bemerkt werden, daß am angegebenen Orte sich wahrscheinlich ein Druckfehler eingeschlichen hat, da die betreffende Formel irrthümlicher Weise

$$y = 2,30258 \dots \cdot m \cdot \log \left( \frac{p-a}{a-q} \right)$$

lautet.)

Die Formel (X) kann in folgendem Falle beispielsweise Anwendung finden. Für die Ventilation eines Schulzimmers von  $A = 600 \text{ kb}^m$  Inhalt, in welchem sich vier Stunden lang eine Personenzahl  $z = 100$  aufhielt, war oben  $B = 2400 \text{ kb}^m$  per Stunde berechnet worden. Nimmt man nun an, diese 4 Stunden liegen von 8 bis 12 Uhr Vormittags und das Zimmer sei von 12 bis 2 Uhr Mittags unbenutzt, um von 2 bis 4 Uhr wiederum seinem Zwecke zu dienen, so wird es natürlich darauf ankommen, die Luft, welche um 12 Uhr einen Kohlensäuregehalt von nahezu  $1 \frac{0}{100}$  haben wird, wieder auf ihren Normalgehalt von  $0,6 \frac{0}{100}$  zu reduciren. Diese Reduction wird sich natürlich vollziehen, sobald man mit der vorhin berechneten kräftigen Ventilierung fortfährt, auch wenn Niemand im Raume  $A$  sich aufhält; die Frage ist nur, ob dies Verfahren auch ökonomisch genannt werden darf.

Trägt man nun in Formel (X) für  $k_m$  den Werth 0,001,  $k_i$  den Werth 0,0006 und  $t$  den Werth 120 Min. ein und setzt wie früher  $A = 600$ ,  $k_B = 0,0004$ ,  $\left(\frac{D}{B}\right) = 0,9$ , also  $\left(\frac{B}{D}\right) = 1,11$ , so erhält man

$$B = 1,11 \cdot \frac{600}{120} \cdot l \left( \frac{0,001 - 0,0004 \cdot 1,11}{0,0006 - 0,0004 \cdot 1,11} \right) = 5,55 \cdot l(3,564) = 7 \text{ kb}^m$$

per Min. oder  $420 \text{ kb}^m$  per Stunde. Man wird also rationeller Weise die Ventilierung und gleichzeitige Heizung des fraglichen Schulzimmers so leiten müssen, daß in der Zeit von 12 bis 2 Uhr nur etwa  $500 \text{ kb}^m$  per Stunde warme Luft eingeführt werden, damit im Augenblicke der Wiederbenutzung die Zimmerluft die erforderliche Reinheit und Temperatur besitze.

Es erübrigt nunmehr noch, den Einfluß der Beleuchtung eines zu ventilirenden Raumes zu besprechen.

Als Beleuchtungsmittel sind Leuchtgas, Petroleum und Rüböl zu nennen, doch wird in den allermeisten Fällen der erstgenannte Stoff zur Verwendung gelangen und ist es daher

am wichtigsten, den Einfluß einer Gasflamme auf die Luftverschlechterung zu vergleichen mit demjenigen einer respirirenden Person, um als Aequivalent für eine Gasflamme eine gewisse Anzahl Personen in die Rechnung einführen zu können. Diese Frage auf dem Wege der Rechnung zu beantworten, ist ziemlich gewagt, da bekanntlich die Bestandtheile des Leuchtgases großen quantitativen Veränderlichkeiten unterliegen; jedoch wird man der Wahrheit ziemlich nahe kommen, wenn man für die Zusammensetzung der am häufigsten vorkommenden Gasarten folgende Mittelwerthe annimmt:  $3,7 \frac{0}{100}$  schwere Kohlenwasserstoffe (auf ölbildendes Gas reducirt  $7 \frac{0}{100}$ );  $33 \frac{0}{100}$  Grubengas,  $50 \frac{0}{100}$  Wasserstoff,  $13 \frac{0}{100}$  Kohlenoxyd und  $0,3 \frac{0}{100}$  Kohlen-säure. Derartiges Gas hat ein spezifisches Gewicht von 0,415 (Luft = 1).

Unter Annahme einer absolut vollkommenen Verbrennung, welche durch gut construirte Brenner wohl nahezu erreicht werden kann, berechnet sich aus obigen Zahlen sehr einfach mit Hilfe der Verbindungsgewichte, daß  $1 \text{ kb}^m$  Leuchtgas bei der Verbrennung  $0,6 \text{ kb}^m$  Kohlensäure und  $1,3 \text{ kb}^m$  Wasserdampf liefert.\* Es ist klar, daß man für die Reinheit der Zimmerluft, welche außer durch Respiration von Menschen auch noch durch Brennen von Gasflammen verdorben wird, hinreichend Sorge trägt, sobald man der durch letzteren Proceß entwickelten Kohlensäuremenge denselben Einfluß auf die Luftverschlechterung beilegt, als der durch Respiration erzeugten, da beim Verbrennen von Gas die Ueberführung organischer Stoffe an die Luft ja nicht stattfindet und eine unvollkommene Verbrennung möglichst vermieden werden kann.

Handelt es sich also um die Ventilierung eines Raumes, für welchen der Gasconsum durch directe Messung festgestellt werden kann, so läßt sich die hierdurch producirt Kohlensäuremenge pro Stunde oder Minute ( $G$ ) genau genug zu  $60 \frac{0}{100}$  des fraglichen Consumes in Rechnung bringen und man braucht in obigen Formeln statt  $z C$  nur  $(z C + G)$  zu setzen. Für vorläufige Schätzungen dagegen wird man zweckmäßig pro Flamme (gleichviel ob Argand- oder Fledermausbrenner) und pro Stunde einen Gasverbrauch von  $0,15 \text{ kb}^m$  bis  $0,19 \text{ kb}^m$  annehmen und demnach eine Kohlensäure-Entwicklung pro Flamme und pro Minute =  $0,0018 \text{ kb}^m$  im Mittel voraussetzen dürfen, d. h. man muß für jede Gasflamme eine Zahl von neun Personen einsetzen und hat mit Rücksicht hierauf den Werth von  $z$  zu bestimmen.

Noch schwieriger als bei Gasbeleuchtung ist die Frage der Luftverschlechterung bei Petroleum- oder Rübölbeleuchtung mittelst Rechnung zu beantworten, da die chemische Zusammensetzung dieser Stoffe sich noch viel weniger genau angeben läßt, als die des Leuchtgases.

Sehr interessante Versuchsergebnisse finden sich in Schilling's Journal für Gasbeleuchtung, 10. Jahrgang 1867 S. 401 bis 409 in einem Aufsatz von Dr. Zoch, aus welchen der Schluß gezogen werden kann, daß eine Petroleumbeleuchtung, welche hinsichtlich der Lichtstärke dasselbe leistet wie Gas, die Zimmerluft in wesentlich höherem Grade verschlechtert als letztere. Am günstigsten zeigt sich die Beleuchtung mit

\*) Sehr ausführliche Notizen hierüber finden sich in „Schilling's Journal für Gasbeleuchtung“ 2. Jahrg. 1859. S. 98 bis 107: „Die Natur des Leuchtgases von Schilling.“

In „Wolpert, Principien der Ventilation und Luftheizung. Braunschweig 1860“ findet sich auf S. 136 die Angabe, daß 1 Cubikfuß Leuchtgas beim Verbrennen über 2 Cubikfuß Kohlensäure entwickeln soll. Dieses irrige Resultat rührt jedenfalls daher, daß dort das Leuchtgas mit schwerem Kohlenwasserstoffgas (spec. Gew. = 0,98) identificirt ist.

Rüböl. Dr. Zoch giebt schliesslich eine Tabelle für die Kohlen- säurezunahme bei Beleuchtung mit Gas, Petroleum und Oel in einem Raume von 100 kb<sup>m</sup> und für eine Lichtstärke von 10 Normalflammen, aus welcher z. B. bei 4stündiger Brenn- zeit eine Kohlensäureanhäufung pro mille für Petroleum von 1,811, für Gas von 1,562 und für Rüböl von 1,229 ersichtlich ist, und bemerkt dabei, dafs bei der Petroleumbeleuchtung die Luft schon nach 3stündiger Brennzeit bei 1,779  $\frac{0}{0}$  Kohlensäure- gehalt sehr unangenehm und unbehaglich wurde, was haupt- sächlich auf Rechnung der weniger vollkommenen Verbren- nung bei Petroleumflammen geschoben werden mufs.

Aus allem vorstehend Gesagten geht zur Evidenz hervor, dafs in allen den Fällen, in welchen es sich um Ventilation von Räumen handelt, die einer gröfseren Anzahl von Personen zu längerem oder kürzerem Aufenthalte zu dienen bestimmt sind, sehr bedeutende Mengen reiner Luft herbeigeschafft wer- den müssen, wozu wiederum mechanische Vorrichtungen fast unentbehrlich sind. Dies führt folgerichtig zu der Frage, ob Aspiration oder Pulsion zu wählen sei, deren Besprechung einem späteren Aufsätze vorbehalten werden mag.

L. Pinzger.

## Die Verbindungsbahn zwischen Düsseldorf und Neufs mit Ueberbrückung des Rheinstromes oberhalb Düsseldorf.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 28 bis 31 im Atlas und auf Blatt L im Text.)

Nachdem schon seit längerer Zeit die Verbindung des rechten und linken Rheinufers bei Düsseldorf mehrfach in Erwägung gezogen war, wurde dieselbe zuerst im Jahre 1861 ernstlich ins Auge gefafst. Aufser den beteiligten Städten und Corporationen waren es vorzugsweise die Verwaltungen der rechtsrheinischen (Bergisch-Märkischen) und der links- rheinischen (damals Aachen-Düsseldorfer) Eisenbahnen, welche die unbedingte Nothwendigkeit einer directen Bahnverbindung anerkannten und anstrebten. Aber schon bei den ersten Schritten ergaben sich grofse Meinungsverschiedenheiten.

Die Militärverwaltung zeigte sich jeder Brücke über den Rheinstrom, sofern dieselbe nicht unter dem Schutze einer Festung erbaut würde, durchaus abhold. Die Stadt Düsseldorf wünschte die Anlage der Ueberbrückung unter- halb ihres Bezirkes und in Verbindung mit einem Ueber- gange für den Landverkehr. Die Stromverwaltung befür- wortete eine Uebergangsstelle weiter oberhalb beim Dorfe Grimmlinghausen und die Bergisch-Märkische Eisenbahn-Ver- waltung hielt in ihrem eigenen und dem allgemeinen Ver- kehrsinteresse eine gerade, den Rhein oberhalb Düsseldorf vor dem Dorfe Hamm überschreitende Linie für zweckent- sprechend. Die Aachen-Düsseldorfer Verwaltung bevorzugte das Project unterhalb der Stadt Düsseldorf; durch ihre Ver- schmelzung mit der Bergisch-Märkischen Bahn wurde jedoch das Interesse identisch.

Die Richtung unterhalb der Stadt Düsseldorf würde eine bedeutende Mehrlänge, eine vollständige Verlegung des vor- handenen Bahnhofes und, aufser der Rheinstrombrücke, eine Ueberbrückung des sogenannten Heerdter Loches bedingt haben. Das Heerdter Loch ist ein ehemaliger, oberhalb durch einen Deich geschlossener Flutharm, welcher aber noch bei den höchsten Wasserständen resp. bei Eisstopfungen zur Ent- lastung der Stadt Düsseldorf vom Wasser dient, indem dessen oberer Abschluß beim Pegelstande an No. 29 überfluthet werden soll.

Die von der Stromverwaltung empfohlene Linie bei Grim- linghausen hat auf beiden Seiten des Rheines nahezu wasser- freie Ufer, ein regelmäfsig ausgebildetes Flußbett von nor- maler Tiefe und ist im Allgemeinen als der günstigste Ueber- gang in dieser Gegend zu bezeichnen. Diese Stelle liegt jedoch bedeutend entfernt von der geraden Richtung zwischen

den Endpunkten der neuen Bahn und würde nicht blofs eine bedeutende Mehrlänge, sondern auch eine ungünstige Lage des Bahnhofes in Neufs bedingt haben, welcher wegen der vielfachen Verkehrsbeziehungen in enge Verbindung mit der gleichartigen Anlage der an dieser Stelle die Bergisch-Mär- kische Bahn kreuzenden Rheinischen Bahn treten mufs.

Gegen die von der Eisenbahngesellschaft vorgeschlagene kürzeste Linie über Hamm wurde, abgesehen von der grofsen Tiefe des Rheines an dieser Stelle und den erforderlichen umfangreichen Stromcorrectionen, geltend gemacht, dafs sie in militairischer Beziehung nahezu unzulässig sei. Um diesen Schwierigkeiten zu entgehen, wurde im Jahre 1863 vorge- schlagen, das Project einer festen Brücke fallen zu lassen und sich mit einer Traject-Einrichtung zu behelfen.

Mit Rücksicht auf den zu erwartenden Verkehr und die Unvollkommenheit einer derartigen Anlage ist jedoch diese Idee bald wieder aufgegeben und das Project einer festen Brücke weiter verfolgt.

Die Kriegsperiode des Jahres 1866 verzögerte die Ent- scheidung; im Frühjahr 1867 erfolgte aber die Allerhöchste Bestimmung dahin, dafs der Brückenbau an der qu. Stelle zugelassen werden solle, wenn sich die bauende Gesellschaft verpflichte, die für nothwendig erachteten Demolitions- und Befestigungs-Anlagen auf ihre Kosten vorschriftsmäfsig anzu- legen. Diese Anlagen wurden nach mannigfachen Abände- rungen schliesslich dahin präcisirt, dafs auf der linken Rhein- seite im Anschlusse an die Strombrücke eine Drehbrücke, auf dem rechtsseitigen Ufer eine Zugbrücke und in den Brücken- pfeilern Sprengminen anzulegen seien. Ferner wurde zur Sicherung der Ueberbrückung gegen einen Handstreich, resp. zum Schutze der eventuell zum Sprengen der Brücke desig- nirten Mannschaft, ein Sperrfort mit 2 Kuppelthürmen projec- tirt und dessen Lage auf dem rechten Ufer in einiger Entfer- nung von der Brücke bestimmt.

Die Festsetzung des Projectes erfolgte in der zweiten Hälfte des Jahres 1867 und dessen Bestätigung durch die Rheinuferstaaten am Schlusse desselben Jahres.

### Allgemeine Beschreibung der Anlage.

Nach dem Situationsplane auf Blatt 28 bewegt sich die Verbindungsbahn zwischen Düsseldorf und Neufs vom alten

Bahnhöfe zu Düsseldorf im Zuge der schon früher hergestellten Geleise nach dem Rhein-Werfte, zieht sich alsdann zwischen der Neustadt und dem Rheine entlang, woselbst das erforderliche Terrain durch Aufführung von Basaltsteinpackungen mit  $\frac{3}{4}$  füsiger Böschung gewonnen wurde. Durch diese Construction wurden nicht bloß die am Rhein liegenden Magazine möglichst wenig beschränkt, sondern auch das Bett des Rheinstromes, welches in der Nähe des Ufers schon bedeutende Tiefen zeigt, thunlichst vermieden.

Im weiteren Verlaufe überschreitet die Bahn in nahezu rechtwinkliger Richtung den Rheinstrom und vor der Stadt Neufs den Erftcanal, und mündet alsdann in die alten von Aachen nach Düsseldorf resp. Obercassel führenden Geleise am Bahnhöfe Neufs ein. Die Bahnkronen sind im Wesentlichen horizontal geführt, von Düsseldorf am Rhein entlang folgt sie dem Stromgefälle, zur Ersteigung der Brückenfahrbahn sind Rampen mit einer Steigung von 1:150 eingelegt.

#### Die Rheinüberbrückung.

Die Größe des Durchflußprofils für die Rheinüberbrückung ist zu 50000 Qdrtfuß angenommen und die eigentliche Strombrücke hat 4 Oeffnungen von je 330 Fuß lichter Weite erhalten. An dieselbe schließt sich noch eine Fluthbrücke, welche 17 überwölbte Oeffnungen von je 60 Fuß lichter Weite enthalten sollte. Die beiden der Strombrücke zunächst belegenen Oeffnungen sind jedoch noch während der Bauausführung im Interesse der Landesvertheidigung zu einer doppelarmigen Drehbrücke benutzt und ebenso ist landwärts von dem rechtsseitigen Stirnpfeiler noch eine 12 Fuß weite Zugbrücke eingeschaltet worden. Bei einem 26 Fuß starken Mittelpfeiler haben die beiden Arme der Drehbrücke eine lichte Weite von je 43 Fuß zwischen dem Mauerwerk erhalten.

Der Ueberbau der Strombrücke und der anschließenden Zug- und Drehbrücke ist aus Eisen hergestellt, die Fluthbrücke ist gewölbt. Die Unterfläche des eisernen Ueberbaues ist nach den desfallsigen, zwischen den Rheinuferstaaten vereinbarten Bestimmungen zu 52 Fuß über Nummer Null des allgemeinen Rheinpegels angenommen und die beiderseitigen Rampen haben, wie schon erwähnt, eine Steigung von 1:150 erhalten.

Das rechtsseitige Ufer des Rheinstromes an der Brückenstelle war durch einen Deich begrenzt, welcher oberhalb an den wasserfreien Höhen neben dem Dorfe Fleh beginnt und unterhalb der Brückenstelle als Flügeldamm endigt. Der desfallsige Polder war hiernach unten ganz offen, aber auch oberhalb fand bei Fluthen über Nummer 24 am Pegel (der höchste eisfreie Wasserstand des Rheines wird bei Düsseldorf zu 29 Fuß über Nummer Null des Rheinpegels angenommen) eine Durchströmung statt. Der Eisenbahn ward aufgegeben, diesen Polder ganz wasserfrei herzustellen, um einen Aufstau vor dem Eisenbahndamm zu verhindern. Zu diesem Zwecke sind die sämtlichen oberhalb belegenen Deiche bis auf No. 32 am Pegel ergänzt resp. erhöht und verstärkt, die Unterführungen etc. im Eisenbahnkörper mit Dammfalzen etc. versehen, welche beim Eintritt des Hochwassers durch Balken etc. geschlossen werden. Auf der linken Rheinseite dehnten sich die Hochfluthen über die ganze tiefe Ebene zwischen dem Rheinstrome, dem Nord- resp. Erftcanale und der Stadt Neufs aus. In der Nähe des Rheines waren auf diesem Vorlande mehrere Gehöfte, Ackergrüter etc. vorhanden und die Höhen-

lage sehr variirend. Der Eisenbahnverwaltung wurde aufgegeben, zur Begrenzung des Hochwassers von der Mündung des Nordcanals, welcher bereits mit einem wasserfreien Damme versehen ist, abwärts bis zum linksseitigen Stirnpfeiler der Fluthbrücke einen wasserfreien Deich herzustellen und denselben unterhalb mit einem Flügel als Abschluss zu versehen. Auf diese Weise ist zwischen diesem Fluthdeiche dem Eisenbahndamme und dem Deiche am Nord- resp. Erftcanale ein Polder geschaffen, welcher ebenfalls wasserfrei gehalten werden kann, wenn die Unterführungen etc. geschlossen werden, zu welchem Zwecke dieselben ebenfalls Dammfalze erhalten haben.

Außerdem mußte zur Herstellung eines regelmässigen Abzuges der Hochfluthen das gesammte Terrain zwischen der Bahn, dem Fluth-Deich und dem Rheinstrom von den aufstehenden Gebäuden etc. geräumt und dergestalt regulirt werden, daß sich am Ufer die Höhe von 19 am Pegel, am Deiche bis in die Nähe der Fluthbrücke die Höhe von 22, unterhalb der Fluthbrücke und sanft abfallend zum Heerde derselben die Höhe von No. 19 am Pegel ergab.

Außer diesen umfangreichen Regulirungen des Vorlandes wurden noch bedeutende Stromregulirungen angeordnet. Dieselben sind durch abgeplasterte und aus Senkfaschinen hergestellte Buhnen gebildet, welche bei Grimmlinghausen beginnen, in der Nähe der Brücke endigen und den Zweck haben, den Rheinstrom mehr in die Mitte seines Bettes zu leiten und die scharf auf das Dorf Hamm gerichtete Strömung zu beseitigen. Die sämtlichen desfallsigen Anlagen sind in dem Situationsplan angedeutet und es ist hier nur noch anzuführen, daß dieselben schon jetzt ihren Zweck in entsprechender Weise erfüllen.

Nachdem die Projecte festgesetzt waren und sich das Hochwasser verlaufen hatte, konnte im Monat Mai das Jahres 1868 mit den Fundirungsarbeiten für die Strombrückenpfeiler begonnen werden. Der rechtsseitige Landpfeiler hat einen sehr geschützten Stand hinter dem Leinpfade und Deiche, seine Fundirung brauchte deshalb nur bis auf den festen Kies, etwa auf 6 Fuß über Null des Pegels herabgeführt zu werden und konnte ohne Weiteres durch Mauerung geschehen.

Eine noch höhere Lage erschien nicht zweckmässig, weil sich in der unmittelbaren Nähe der Flüsse etc. die Erscheinung zeigt, daß bei fallendem Wasser ein Setzen der Mauern eintritt, wenn der Kies etc., auf dem das Bauwerk steht, trocken wird, eine Erscheinung, welche sich dadurch erklärt, daß beim Herausfließen des Wassers immerhin einige feine Bodentheilchen auch aus dem weiter liegenden Terrain herausgespült werden mögen.

Die beiden ersten Strompfeiler liegen in der Nähe der Stromrinne, welche schon vor Beginn des Baues an dieser Stelle, namentlich in der Nähe des ersten Pfeilers, eine Tiefe bis zu 20 Fuß und darüber unter Nummer Null des allgemeinen Rhein-Pegels zeigte. Bei einem mittleren Wasserstande von 10 Fuß über Null war also schon eine Tiefe von 30 Fuß vorhanden. Der Baugrund besteht im oberen Theile aus Kies und Gerölle, bei etwa — 28 bis — 32 Fuß unter Null des Pegels findet sich eine festere, eisenschüssige Kiesmasse, darunter folgt eine mehrere Fuß starke Sandschicht, hierunter liegt bis auf große Tiefe ein grüner, feiner, aber dicht abgelagerter Mergelsand.

Es wurde deshalb angenommen, daß die Sohle beider

Pfeiler mindestens bis 32 Fufs unter Null, oder 42 Fufs unter den erwähnten Wasserstand hinabreichen müsse, um Sicherheit gegen Unterspülungen zu gewähren. Diese Tiefe wurde beim ersten Pfeiler, in dessen Nähe sich fernere Austiefungen bei der Ausführung zeigten, noch um 6 Fufs vermehrt, was einfach durch weitere Versenkung des Fundamentkörpers zugänglich war.

Unter diesen Umständen konnte bei diesen beiden Pfeilern die Fundirungsmethode, welche bei den übrigen Pfeilern angewendet wurde und welche in dem Einrammen von Spundwänden, Ausbaggern der Grube, Einbringen einer Betonsole und Aufmauern zwischen Betonfangedämmen bestand, nicht zur Anwendung gelangen, es wurde vielmehr beschlossen, die Fundirung dieser beiden Pfeiler mit Zuhülfenahme von comprimierter Luft durch Versenkung zu bewirken. Nach dem ersten Entwurfe sollte ein 9 Fufs hoher, unten offener Kasten aus Schmiedeeisen hergestellt und mit den nöthigen Oeffnungen und Röhren zum Einsteigen und zum Materialtransporte versehen werden. Derselbe sollte den ganzen Pfeiler umfassen und auf seiner Oberfläche ein spundwandartiges Gehäuse zur Aufnahme des Pfeilermauerwerks erhalten, alsdann sollte die Flussole durch Baggern etc. geebnet und der Kasten an die richtige Stelle versenkt werden. Die spundwandartige Umfassung sollte eine solche Höhe erhalten, daß sie über das Wasser emporragte, um mit Beton ausgefüllt werden zu können. Nach dieser Ausfüllung sollte durch Compression der Luft das Wasser aus dem untern Behälter entfernt, die Versenkung durch Ausschachten bewirkt und zu gleicher Zeit die obere Aufmauerung entsprechend hergestellt werden.

Die Annahme, daß es sehr schwierig sein möchte, einen derartigen ausgedehnten Körper richtig hinabzuführen, sowie die günstigen Erfahrungen, welche inzwischen bei der Fundirung mehrerer Brücken bei Stettin gewonnen waren, bewogen jedoch, von diesem Projecte abzugehen und statt dessen für jeden Pfeiler 2 Cylinder zu versenken. Für jeden Pfeiler sind nun 2 Senkglocken von je 26 Fufs Durchmesser in Anwendung gekommen und deren Mittelpunkt  $30\frac{1}{2}$  Fufs von einander gelegt.

Zur Aufstellung wurde auf Pfählen, welche von Schiffsfäßsen mit einer Nasmith'schen Dampftramme eingeschlagen waren, ein Gerüst in 3 Etagen hergestellt. Dasselbe enthielt im Innern der untern Etage die Oeffnungen für das Versenken der Glocken, Materialien-Depots und Mörtelbänke. In der zweiten Etage waren die Locomobilen und Luftpumpen aufgestellt und das Hebelwerk zum Versenken hergerichtet. Die dritte Etage endlich diente zur Bewegung eines Laufkrahnes, welcher im Stande war, Lasten bis zu 120 Centner zu tragen.

Die größere Ausdehnung des Gerüsts war nothwendig, weil es bei dem bedeutenden Schiffverkehrsverkehre auf dem Strome nicht zugänglich erschien, Laufbrücken etc. bis nach dem Ufer herzustellen. Diese Verbindung wurde vielmehr nur durch sogenannte Drahtseilfähren bewirkt, welche der Schifffahrt kein Hinderniß darboten.

Die Anordnung des Gerüsts selbst ergibt sich aus der Zeichnung auf Blatt 29. Aus derselben ist auch ersichtlich, daß der vordere Theil desselben durch eine in rechtwinkliger Form eingerichtete sogenannte Schirmwand begrenzt war, welche den Zweck hatte, den etwaigen Anprall schwimmender Körper abzuhalten. Gehörig versteift und außerdem ober-

halb noch mit einigen aus je 3 Pfählen bestehenden sogenannten Duc d'albes versehen, erfüllte sie ihren Zweck vollständig. Die Länge der Pfähle zu dieser Schirmwand betrug 45 Fufs, ihre Stärke 12 bis 13 Zoll im Quadrat.

Die tragenden Rüstpfähle hatten einen mittleren Durchmesser von 16 Zoll bei 50 Fufs Länge, das Material bestand aus nordischem Kiefernholz, welches aus den Ostseeprovinzen herbeigeführt wurde. In Thätigkeit waren zwei Nasmith'sche Rammen, von denen die eine mit 33 Ctr. Fallgewicht und 40 Zoll Hub aus alten Beständen für den Preis von 4500 Thlr. incl. Locomobile angekauft, die andere aber, von 20 Ctr. Fallgewicht, durch die Maschinenfabrik zu Darmstadt für den Preis von 5100 Thlr. incl. Locomobile angeliefert war. Die schwerere Ramme erhielt ihren Platz auf 2 eisernen Ponten, welche sonst bei der diesseitigen Trajectanstalt zu Homberg benutzt und auch späterhin wieder dahin abgeführt wurden. Die andere wurde auf 2 kräftige hölzerne Prahme gestellt, in welche vorab hinter den Borden starke Längsträger eingesetzt wurden.

Die Aufstellung der Fallruthen konnte, um die Arbeiten regelrecht ausführen zu können, nicht zwischen den Schiffsfäßsen erfolgen, sondern mußte an den Seitenborden geschehen und es mußte daher der zweite Nachen mit entsprechendem Gegengewicht versehen werden. Jeder Apparat war mit 3 kräftigen Haupt- und 2 Hülfankern ausgerüstet. Eingerammt wurden im Durchschnitt pro Tag von jeder Ramme etwa 8 Pfähle mit einer Tiefe von ca. 16 bis 18 Fufs im Boden.

Es gehörten zu jedem Pfeiler etwa 108 Rundpfähle und 120 Stück Schirmwandpfähle. Die allgemeine Disposition der Arbeiten war so getroffen, daß dieselben bis zu einem Wasserstande von No. 12 im Rheine fortgeführt werden konnten; sobald derselbe aber das Maafs von 10 erreichte oder überstieg, wurden die Manipulationen wegen der sehr heftigen Strömung bedeutend erschwert und bei Wasserständen über 12 Fufs am Pegel unmöglich gemacht.

Die Rüstpfähle wurden unter sich noch durch schmiedeeiserne Stangen verstrebt und deren Befestigung theilweise durch einen Taucher bewirkt. Der desfallsige Taucher-Apparat mit Handluftpumpe, Anzug und sonstigem Zubehör ist von der Firma Rouqueyrol-Denayrouze zu Paris für den Preis von 690 Thlr. incl. Einübung der Taucher bezogen und hat sich recht gut bewährt.

Die Rammarbeiten zum ersten Stropfpfeiler wurden Ende April begonnen, durch hohe Wasserstände jedoch mehrfach gestört, so daß die Rüstpfähle erst gegen Ende Mai und die Schirmwände am 20. Juni fertig gestellt werden konnten. Die Senkglocken, in ähnlicher Weise wie in Stettin construiert, kamen am 22. Juni zur Stelle und wurden im Anfange des Juli montirt und mit dem Bewegungsmechanismus versehen. Die Lieferung derselben ist durch die Firma Jacobi, Haniel & Huysen zu Sterkrade bewirkt.

Die Kosten für sämmtliche 4 Glocken zu den beiden Pfeilern betragen mit Einschluß aller Vorrichtungen zum Senken 29000 Thlr. Die erforderliche Tiefe für beide Glocken wurde im Anfang des September erreicht. Während des Versenkens war die Ventilation im Arbeitsraume dadurch erzielt, daß die überschüssige Luft unter den Rändern der Glocken herausgepreßt wurde. Beim Beginne der Ausmauerung wurde sofort eine andere Ventilation in der Weise eingerichtet, daß

eine Röhre durch den Einsteigeschacht geleitet und oben durch ein Ventil geschlossen wurde. Das Ventil wurde in der Weise belastet, daß das Wasser in den untern Raum bis nahe unter die Oberfläche des gefertigten Mauerwerks von unten eintreten konnte, während die etwa stärker gedrückte Luft das Ventil öffnete und entwich. Beim Einbringen dieses Ventils etc. entwich die Luft nach und nach aus dem Innern und die ganze Last ruhte auf dem schmalen Eisenrande, welcher sich verschieden in den Sandboden eindrückte und eine schiefe Stellung verursachte. Nachdem die Luftpumpen wieder in Thätigkeit getreten waren, wurde eine entsprechende fernere Senkung vorgenommen und hierdurch die normale Stellung wieder gewonnen. Es empfiehlt sich, den untern Rand zur Vermehrung des Auflagers etwas breiter, als im vorliegenden Falle geschehen ist, zu machen, dabei aber unten die scharfe Kante zu belassen, damit das Herabgehen nicht erschwert wird.

Zwischen eisenschüssigem Kiese setzte sich der ganze Apparat öfters so fest, daß er trotz des aufgebrauchten Uebergewichtes nicht sinken wollte; in diesen Fällen genügte das Ablassen von einigen Pfunden Luftdruck, um das Setzen wieder herbeizuführen, was allerdings mehr ruckweise und mit einigem Getöse erfolgte.

Der Bedarf an comprimierter Luft wurde für geringere Tiefen durch eine, für gröfsere Tiefen durch zwei Luftpumpen, welche mit je einer 16 pferdigen Locomobile getrieben wurden, erzeugt, eine dritte Maschine diente als Reserve. Die Luftpumpen hatten rund 16 Zoll Durchmesser und bewegten sich mit etwa 18 Zoll Geschwindigkeit pro Secunde. Aus den Pumpen wurde die Luft zunächst in einen Kühler geleitet, dessen Wandungen circa 72 Quadratfuß Fläche hatten, und welcher pro Minute mit etwa 30 Quart Wasser aus dem Rheine gespeist wurde. Ueber den Einfluß der Abkühlung sind umfassendere Beobachtungen gemacht, von denen einige erwähnt werden sollen. Bei 9° äußerer Luft-Temperatur, 1 Atmosphäre Ueberdruck zeigte die Luft im Ventilkasten der Luftpumpe 48°, hinter dem Kühler 15°, die Temperatur des Kühlwassers betrug 8°, hinter dem Kühler 11°, die Temperatur in der Luftschleuse stieg beim Einschleusen einige Grade und senkte sich beim Ausschleusen um 4 bis 8 Grade je nach der gröfseren oder geringeren Zeitdauer der Luftausgleichung.

Bei 2 Atmosphären Ueberdruck und 6° äußerer Luft-Temperatur erhitzte sich die Luft im Ventilkasten auf 70 bis 80°, hinter dem Kühler hatte dieselbe etwa 12°, und wenn der Wasserzufluß für den Kühler abgestellt wurde, 35 bis 40°. Die Temperatur des Kühlwassers betrug bei diesem Versuche 4° und es floß mit 6° ab.

Die 3 Luftpumpen mit den zugehörigen 3 Locomobilen, Kühlern, Röhrenleitungen und Gummischläuchen sind von der Maschinenfabrik zu Darmstadt für den Preis von zusammen 13500 Thlr. geliefert.

Die Senkungsarbeiten, das Ausschachten des Bodens und das Einbringen des Betons und des Mauerwerkes wurde ununterbrochen, auch während der Sonntage und Nächte, betrieben, bei den Maurerarbeiten wurde in der Regel während der Tageszeit so viel geleistet, als in 24 Stunden versenkt wurde.

Die Bodenförderung geschah mit Kübeln von etwa 1,2 Cubikfuß Inhalt, welche im Luftschachte durch Menschenhände mit einer Winde bewegt wurden. In jeder Schicht von 4 Stunden wurden in jeder Glocke 80 bis 100 Eimer

gewonnen, welche ein 6- bis 7maliges Ausschleusen erforderten. Vor den Luftschleusen wurden die Eimer in schräg-stehende Rinnen entleert, welche den Boden nach den Transportnachen führten. Für das Ausschleusen empfiehlt sich die Anlage noch zweier oder wenigstens einer Kammer, in welche die Gefäße abwechselnd leer und voll gestellt und welche alsdann geschlossen werden, aufer der Beschleunigung, namentlich auch weil alsdann der Uebelstand fortfällt, daß die Arbeiter abwechselndem Luftdrucke während ihrer Schicht ausgesetzt sind.

Das Einbringen des Betons etc. geschah in ähnlicher Weise, die Eimer mit Mörtel wurden in der Luftschleuse in eine nach dem Boden der Glocken führende etwa 12 Zoll weite Blechrinne geschüttet. Die unterste Lage ist aus Beton gebildet und darüber gemauert. Nach Ausfüllung der Glocke wurde der Luftdruck noch einige Tage auf gleichem Stande gehalten, um der Masse Zeit zur Erhärtung zu geben.

Ein dauernder, nachtheiliger Einfluß auf die Gesundheit der Arbeiter durch die Beschäftigung im luftverdickten Raume hat sich nicht bemerkbar gemacht, es wurden jedoch einige Leute, welche schon nach wenigen Stunden über Beschwerden klagten, nicht weiter bei diesen Arbeiten belassen. Die Arbeiter wurden mit wollenen Jacken etc. versehen und nach dem Ausschleusen sofort mit heißem Kaffee getränkt. Zur Beleuchtung wurden Stearinkerzen verwendet.

Das sämtliche Mauerwerk ist aus Ziegelsteinen mit einer Werksteinverkleidung hergestellt, letztere reicht jedoch nur 12 Fuß unter Nummer 0 des Pegels hinab. Nach den desfallsigen Versuchen zeigte sich für die Aufmauerung der Decke der Glocke, welche möglichst luftdicht herzustellen war, ein Mörtel aus 1 Theil Cement,  $\frac{3}{4}$  Theilen Trafs und  $\frac{3}{4}$  Sand geeignet. In dem fernern Theile bis +20 am Pegel ist ein Mörtel aus 1 Theil Cement und 2 Theilen Sand bestehend, verwendet. In dem obern Theile ist Wasserkalkmörtel mit einem geringen Trafszusatz zur Anwendung gelangt. Die obersten Schichten unter den Auflagersteinen sind wiederum in Cementmörtel gemauert. Der Cement ist aus der Cementfabrik zu Obercassel bei Bonn entnommen, welcher bei den vorher angestellten Versuchen eine nur geringe Volumenveränderung während der Erhärtung zeigte.

Der Raum zwischen den Glocken wurde mit Beton ausgefüllt und zu diesem Ende wurden an den beiden offenen Seiten Spundwände eingebracht, deren Befestigung unter Wasser mit dem Taucherapparate erfolgte. Ueber Wasser wurden die beiden Pfeilerkörper durch ein Gewölbe geschlossen und zur mehreren Sicherheit durch je 3 Stück schwere vermauerte Anker verbunden.

In ähnlicher Weise wurde der zweite Strompfeiler fundirt.

Die übrigen Pfeiler wurden nach Ausbaggerung der Baugruben mit einer Spundwand umschlossen, mit einer durch Trichter eingebrachten Betonsohle und nächst dem seitlich mit Betondämmen zwischen der Spundwand und einer eingesetzten Brettwand versehen, alsdann ausgepumpt und aufgemauert. Zur Ausbaggerung der Baugruben, sowie zu den sonstigen Baggerarbeiten wurde ein Dampfbagger mit Schiff beschafft mit Hilfe dessen die Baggerungen durch passende Einrichtungen bis auf 32 Fuß unter den Wasserspiegel fortgesetzt werden konnten. Derselbe ist auch zu den Stromregulirungen benutzt und lieferte pro Tag bis zu 120 Schtrth. Baggermasse. Der Bagger mit Zubehör ist von den Gebrüdern Schultz zu

Mainz für den Preis von 7200 Thlr. geliefert. Der Mörtel zu den Betonwänden erhielt einen geringen Cementzusatz, wodurch die Erhärtung schon nach 5 bis 6 Tagen so weit vorschritt, daß die Entleerung der Grube erfolgen konnte. Zu dem Beton wurden 4 Theile Steine, 1 Theil Kalk,  $1\frac{1}{2}$  Theile Trafs und  $\frac{3}{4}$  Sand gemischt, als Steinmaterial wurde gereinigter Rheinkies verwendet. Die Mengung des Mörtels geschah für diese Pfeiler am Ufer durch gewöhnliche Mörtelmühlen, wie sie bereits bei der Coblenzer Brücke etc. zur Anwendung gelangt waren und welche durch je ein Pferd bewegt wurden.

Nach den Materialienplätzen führten Schienengeleise, an jedem Ufer war eine Landebrücke auf Pfahlwerk hergestellt und mit einem Laufkrahnen versehen. Das Ausladen an den Pfeilern geschah theils durch den obern Laufkrahnen, theils durch kleinere an den Seiten angebrachte, einfach aus Holz construirte Drehkrahnen.

Die transportablen Krahnen mit Spurweite für Eisenbahngeleise und 50 Ctr. Tragkraft sind von der Firma van der Zypen & Charlier zu Deutz für den Preis von 700 Thlr. pro Stück geliefert. Die Krahnen für die Pfeilerrüstung in 46 Fuß Breite nebst 1 Kabel von 120 Ctr. Tragkraft und 5 Kabel à 40 Ctr. lieferte die Firma Bechem & Keetmann zu Duisburg für den Preis von 2150 Thlr.

Die speciellere Construction der Pfeiler ergibt sich aus den Zeichnungen auf Blatt 30.

Noch zu erwähnen ist, daß im Interesse der Landesvertheidigung die Pfeiler mit Sprengminen versehen werden mußten.

Die sämtlichen Pfeiler waren am Schlusse des Jahres 1868 bis auf Pegel No. 29 aufgemauert und die Fluthbrückenpfeiler bis zur Kämpferhöhe geführt. Innerhalb des Stromes wurden während der Aufmauerung die nöthigen Steinpackungen um die Pfeiler gebracht.

Die Stromgeschwindigkeit betrug bei kleinem Wasser am linken Ufer etwa 2 Fuß und steigerte sich bei höheren Ständen in der Nähe des ersten und zweiten Strompfeilers bis auf 9 Fuß pro Secunde.

Während der Wintermonate mußten selbstredend die Arbeiten ruhen. Sämtliche Pfeiler wurden jedoch schon in der ersten Hälfte des Jahres 1869 bis zur Unterfläche des eisernen Ueberbaues aufgemauert, so daß sie dem Unternehmer des eisernen Ueberbaues, dem Fabrikanten J. C. Harkort zu Harkorten bei Haspe, behufs der Aufstellung der Gerüste und des eisernen Ueberbaues überwiesen werden konnten.

Die Construction des eisernen Ueberbaues ergibt sich aus der weiter unten folgenden Beschreibung resp. statischen Berechnung und den Zeichnungen auf Blatt 31. Mit Rücksicht auf die bedeutende Höhe der Unterfläche der Träger über dem Wasserspiegel und die Heftigkeit des Stromes an dieser Stelle wurde von der Idee, das Eisenwerk vorher zusammenzusetzen und schwimmend an Ort und Stelle zu bringen, abgesehen und vom Fabrikanten, welchem die sämtlichen Aufstellungsarbeiten übertragen waren, die Herstellung einer Rüstung auf Pfählen gewählt. Eine Zeichnung dieser Rüstung findet sich auf Blatt 29. Gegen Anfang des Monats November waren die erste, dritte und vierte Oeffnung vollständig fertig überdeckt und es wurden die Arbeiten zur Aufstellung der letzten, zweiten Oeffnung mit allem Nachdruck fortgesetzt. Am 20. November wurden jedoch durch den unglücklichen

Anprall eines schwer beladenen Schiffes die tragenden Rüstpfähle derart beschädigt, daß die Rüstung zusammenbrach und die bis nahezu  $\frac{2}{3}$  aufgebrachten Eisentheile in die Tiefe stürzten. Ueber diesen bereits vielfach in den öffentlichen Blättern beschriebenen Unglücksfall sei hier noch angeführt, daß für diejenigen Schiffe, welche die Passage nicht ohne Hülfe machen wollten, ein Dampfboot zur Disposition gestellt war. An dem genannten Tage, zur Zeit der Ankunft des Schiffes, war dasselbe mit dem Durchschleppen eines Flosses beschäftigt. Der Schiffer setzte jedoch, anstatt durch Ankerwerfen seine Fahrt aufzuhalten, den Cours fort und gerieth in den Stromstrich der zugerüsteten, für die Schifffahrt verbotenen Oeffnung. Immerhin aber würde er, mit seinem nicht über 20 Fuß breiten Schiffe mit Verlust seines Mastes durch die circa 90 Fuß weiten Gerüstöffnungen haben passiren können, wenn er nicht vor der Brücke noch versucht hätte, Anker zu werfen. Das Schiff gerieth hierdurch mit der Spitze vor den zweiten Strompfeiler, drehte sich und schlug mit der vollen, durch die starke Strömung verursachten Wucht und mit seiner festesten Stelle, der Ducht, an die erste Pfahljochreihe. Obgleich diese mit Strebepfählen und mit starken eisernen Zugbändern kräftig verstrebt war, hielt dieselbe doch diesen Anprall nicht aus, das Schiff versank sofort und die Rüstung brach zusammen.

In der späten Jahreszeit war es nicht zulässig, die Arbeiten wieder aufzunehmen, um so weniger, als gleich nach dem Unfalle und schon vorher so heftige Regengüsse eingetreten waren, daß der Rhein den vergleichsweise sehr hohen Wasserstand von nahezu No. 20 am Pegel erreichte. Im Frühjahr, nach Ablauf der Winterfluthen, wurde der Wiederaufbau des Gerüsts Anfangs April kräftig begonnen und überhaupt so gefördert, daß es möglich wurde, am 24. Juli die ersten Militairzüge über die neue Route zu leiten, nachdem auch der übrige Theil der Linie, deren Bau durch die Opposition einiger Grundbesitzer am Ausgange aus der Stadt Düsseldorf bis dahin aufgehalten wurde, beseitigt war.

Die specielle Construction des Ueberbaues ergibt sich, wie schon erwähnt, aus der weiter unten beigefügten statischen Berechnung. Es ist noch anzuführen, daß das Gewicht desselben rund  $5\frac{1}{4}$  Millionen Pfund beträgt und daß dem Unternehmer, einschließlic der Kosten für die sämtlichen von ihm übernommenen Rüstungen, pro 1000 Pfund 77 Thlr. gezahlt sind. Für einen viermaligen Oelanstrich hat derselbe ferner 9200 Thlr. erhalten.

Eine Totalansicht etc. der Strombrücke nebst der Fluthbrücke ist auf Blatt 28 dargestellt. Die auf den vier Enden der Strombrücke befindlichen thurmartigen Bauten sind aus pfälzischem Sandstein hergestellt, sie dienen zum Aufenthalte der Bahnwärter, in Kriegszeiten zur Aufnahme einer Wachmannschaft. Das sämtliche Mauerwerk der Pfeiler der Strombrücke enthält im Kern Ziegelstein, im Aeufseren Werksteine aus Basaltlava.

Die Fluthbrücke ist ebenfalls im oberen Theile aus Ziegelsteinen aufgeführt, die Köpfe sind mit Sandsteinen aus Porta in Westfalen bekleidet, das Hauptgesims aus Pfälzer Sandstein, die Brüstungsmauern aus Ziegelsteinen und die Pfeiler derselben aus Stenzelberger Trachyt hergestellt. Die Fundamente derselben bestehen aus Bruchsteinmauerwerk.

Die Gesamtkosten der Strom-, Fluth-, Dreh- und Zugbrücken betragen nach dem Abschlusse rund 1,180000 Thlr.

Im Ganzen besteht die Arbeitsleistung für die Brücken aus:

- 6600 Schtrth. Fundamentaushabung,
- 660 lfd. Fufs Spundwandeneinfassung,
- 400 Stück Rüstpfahleinschlagung,
- 800 Schtrth. Betonirung,
- 1450 Schtrth. Fundamentmauerwerk,
- 3400 Schtrth. aufgehendem Mauerwerk,
- 760 Schtrth. Gewölbemauerwerk,
- 130000 Cubkf. Werksteinversetzung,
- 1800 Schtrth. Steinpackungen und
- 5 $\frac{3}{4}$  Millionen Pfund Eisenconstructions.

Der Entwurf und die Bauausführung der Düsseldorf-Neufser Eisenbahn ist unter Oberleitung des leider so früh verstorbenen Herrn Geheimen Rath H. Weishaupt durch den Unterzeichneten angefertigt resp. bewirkt. Die speciellen Zeichnungen zu den Fundirungsarbeiten hat der Herr Ingenieur Lohmann ausgearbeitet, derselbe hat auch die specielle Aufsicht über die bezüglichen Arbeiten und die Aufstellung des Ueberbaues geführt. Die Specialzeichnungen zu dem eisernen Ueberbau sind von dem Herrn Maschinenmeister Wittmann nach Angabe des Unterzeichneten ausgearbeitet. Die Aufstellung des Gerüsts für den eisernen Ueberbau und die Montirung desselben hat für den Unternehmer Herrn Harkort der Herr Ingenieur Dreyer besorgt.

#### Beschreibung und statische Berechnung des eisernen Ueberbaues.

Jede der vier Oeffnungen wird durch 2 Hauptträger überbrückt, deren Entfernung von Mitte zu Mitte 27 $\frac{1}{2}$  Fufs beträgt. Die untere Gurtung derselben ist horizontal angenommen und hat zwischen den theoretischen Stützpunkten eine freitragende Länge von 337,59 Fufs. Die oberen Gurtungen sind am äusseren Rande der vertikal stehenden Platten nach einem Kreisbogen gekrümmt, der bei einer Sehnenlänge gleich der freitragenden Länge von 337,59 Fufs, eine Pfeilhöhe von 21 $\frac{1}{2}$  Fufs hat. Die Höhenentfernung der Aufsenseiten der vertikal stehenden Platten beider Gurtungen beträgt über dem theoretischen Auflagerpunkte 22 Fufs, und in der Mitte des Trägers 43 $\frac{1}{2}$  Fufs, so dass also die Höhe des Trägers in der Mitte nahezu  $\frac{1}{2}$  der Spannweite misst. Beide Gurtungen sind kastenförmig aus  $\frac{7}{8}$  Zoll starken Flacheisen und  $\frac{1}{2}$  Zoll starken Winkeleisen von 5 Zoll Schenkelbreite hergestellt. Die seitlichen, durch Winkeleisen versteiften Vertikalwände der Gurtungen gehen mit einer Höhe von 36 Zoll unverändert von einem Ende des Trägers bis zum andern hindurch und bieten in dieser Form einen geeigneten Anschluss für die Vertikalen und Diagonalen. Es ist hierbei keine Rücksicht darauf genommen, dass an den Enden eine noch etwas geringere Stärke zulässig gewesen wäre. Die nach der Mitte hinwärts erforderliche Vermehrung des Gurtungsquerschnittes ist zunächst dadurch erzielt worden, dass an den Innenseiten der Vertikalwände ebenfalls Winkeleisen von 5 Zoll Seite und  $\frac{1}{2}$  Zoll Stärke angebracht und sodann auf diesen nach Bedürfnis 6, 12 und 18 Zoll breite Platten von  $\frac{7}{8}$  Zoll Stärke, und zwischen den beiden inneren Winkeleisen 12 resp. 24 Zoll breite,  $\frac{1}{2}$  Zoll starke Platten ihren Platz finden. Die einander zugekehrten Seiten der beiden Gurtungskasten sind zum bequemen Anschluss der Vertikalen und Diagonalen offen gelassen, nur die obere, gedrückte Gurtung ist zur Versteifung der freien Ränder zwischen den Vertikalen und Diagonalen

noch mit einem Winkeleisen von 3 resp. 2 $\frac{1}{2}$  Zoll Schenkellänge und  $\frac{3}{8}$  Zoll Stärke besäumt und auf dieses, gegen den freien Rand um  $\frac{3}{8}$  Zoll zurückspringende Winkeleisen legt sich ein leichtes Gitterwerk aus Flachstäben von  $\frac{3}{8}$  Zoll Stärke und 1 $\frac{3}{4}$  Zoll Breite.

Die Oberfläche der ersten drei Felder der obern und die Unterfläche der ersten fünf Felder der untern Gurtung, wo eine Verbindung der beiden Vertikalwände durch Horizontalplatten noch nicht stattfindet, sind ebenfalls durch Gitterwerk von 3 Zoll Seite und  $\frac{1}{2}$  Zoll Stärke mit einander verbunden.

Durch 30 Vertikalsteifen wird jeder Hauptträger in 29 Felder getheilt, von denen die 25 mittleren 12 Fufs, das zweite und vorletzte je 9 Fufs und die beiden Endfelder je 9,795 Fufs von Mitte zu Mitte der Vertikalen Weite haben. Die Vertikalen sind aus 4 Winkeleisen, welche sich Iförmig an die Innenseite der vertikalen Gurtungsplatten, und zwei Flacheisen, welche sich an die Aufsenseiten derselben anschliessen, gebildet. Bei den Endvertikalen und den beiden Gegenstreben wird den Winkeleisen im Innern des Kastens noch ein zweites Paar Flacheisen hinzugefügt. Zwischen den äusseren und inneren Flacheisen der Endvertikalen, resp. den äusseren Flacheisen und innern Winkeleisen der übrigen 28 Vertikalen bleibt ein Zwischenraum von  $\frac{7}{8}$  Zoll, welcher an den Nietstellen durch runde Futterringe ausgefüllt wird. Zwischen den äusseren und innern Flacheisen der Gegenstreben bleibt ein Zwischenraum von 1 $\frac{1}{8}$  Zoll.

Die Wände der Vertikalen und Gegenstreben sind bis zur Höhe der Gurtungen durch Bleche und ausserdem in ihrer ganzen Höhe durch Winkeleisen gegen einander abgesteift.

Die Vertikalen über dem Auflager sind ausserdem durch  $\frac{3}{8}$  zölliges Mittelblech ausgefüllt, um sie zur Uebertragung des Winddruckes aus dem obern Diagonalverband auf das Auflager zu befähigen.

Die diagonalen Zugbänder sind aus je 4 Flachstäben gebildet, von denen 2 und 2 bündig mit den Vertikalplatten der Kasten-Gurtung liegen und durch aufgelegte Laschen mit dieser verbunden sind, während sie ihren Platz in den  $\frac{7}{8}$  Zoll grossen Zwischenräumen der Vertikalen finden. — Fünf dieser Zugbänder in der Mitte des Trägers werden, um die Kreuzung derselben mit den nach der andern Richtung geneigten Zugbändern zu vereinfachen, ohne Laschen direct auf die Vertikalplatten der Hauptgurtung aufgenietet und in den Kreuzungspunkten mit den Vertikalsteifen an gemeinsame Aufhängebleche angeschlossen.

Die Hauptträger ruhen mit ihrem einen Ende auf Lagern, welche nur der Durchbiegung, mit dem andern auf solchen, welche zugleich den durch die Temperatur verursachten Längenveränderungen Folge zu leisten vermögen.

Die Querträger sind aus 34 Zoll hohen, mit Winkeleisen besäumten Blechen hergestellt, auf welche letztere sich nach der Mitte zu noch ein, resp. zwei halbzöllige Gurtungsplatten zur Verstärkung auflegen, so dass die Höhe der Querträger in der Mitte derselben 36 Zoll beträgt.

Die zwischen den Querträgern eingebauten Schwellenträger von 28 Zoll Höhe sind aus, mit Winkeleisen besäumten Blechen construirt.

Ein unterer Windstrebenverband aus Flachstäben greift vermittelst Anzugsbleche sowohl an die untere Gurtung, als an die mit derselben verbundenen Vertikalen der Haupt

in der Verbindungsbahn zwischen Düfseldorf und Neufs.

Fig.1. Dispositionszeichnung zur statischen Berechnung des eisernen Ueberbaues.

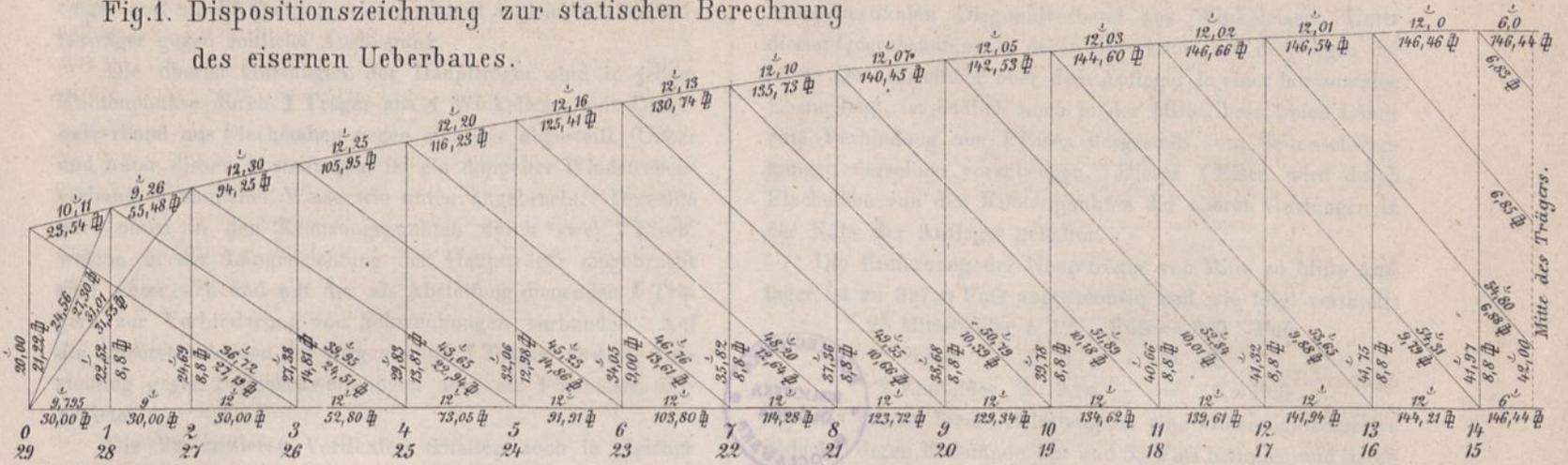


Fig.2.

Fig.5.

Fig.3.

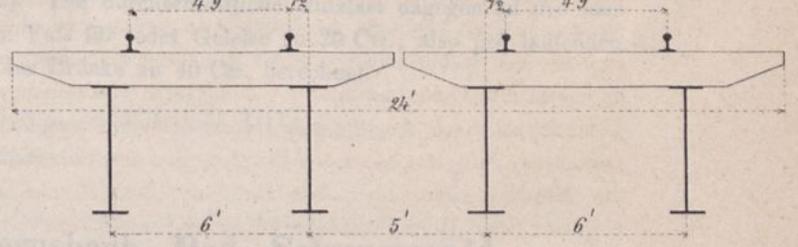
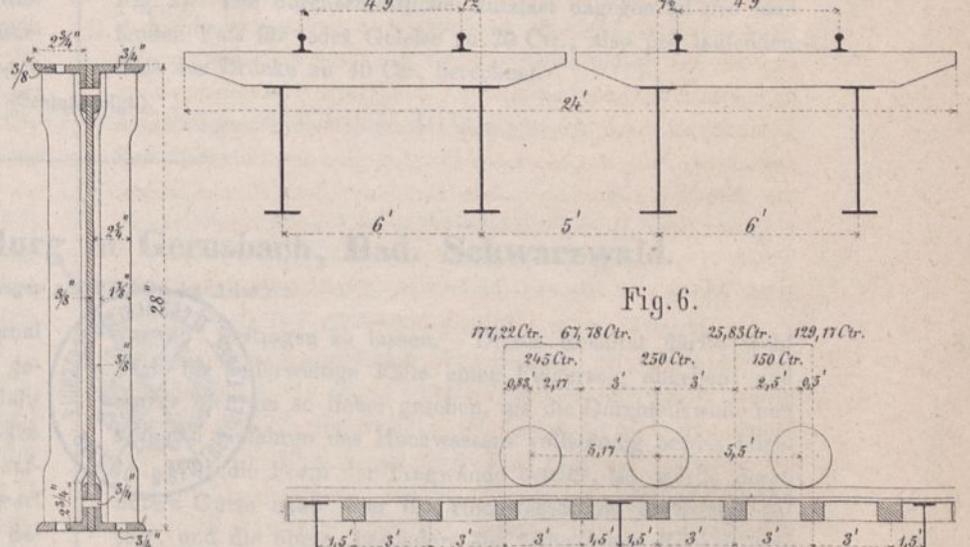
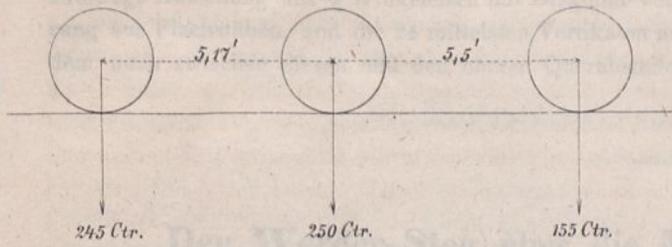


Fig.4.

Fig.6.

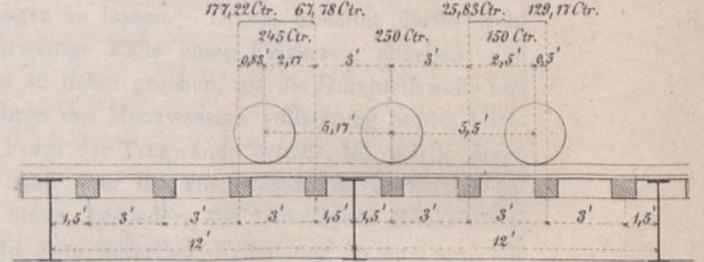
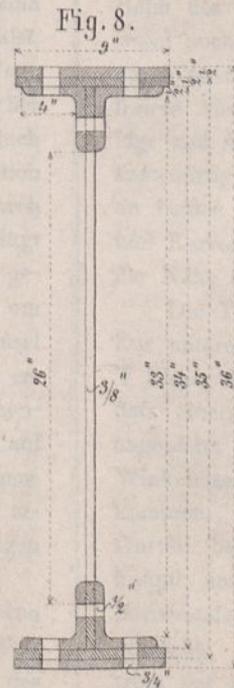
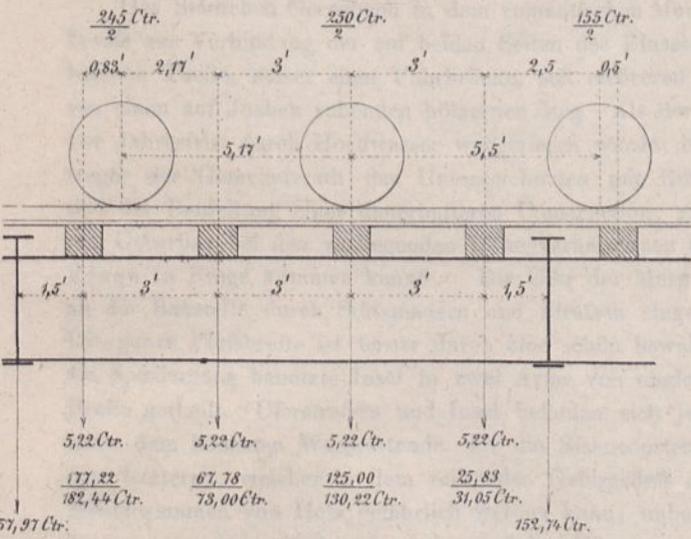


Fig.7.

Fig.9.

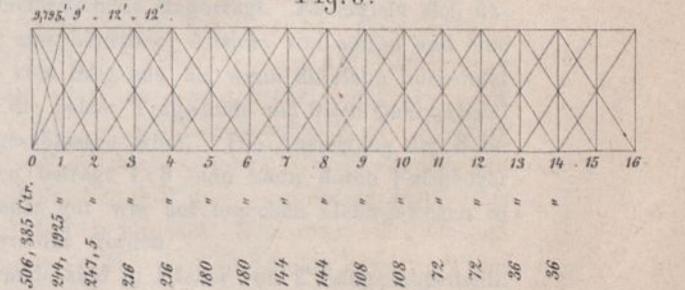
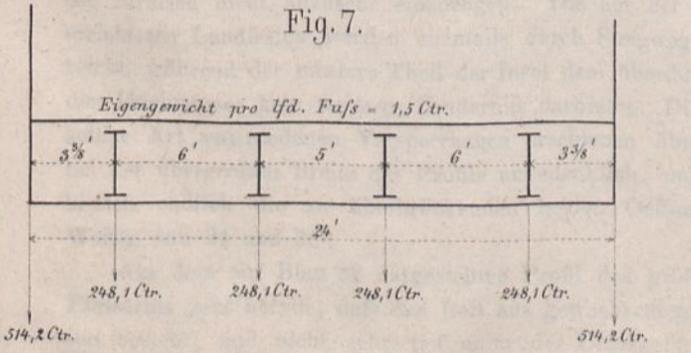
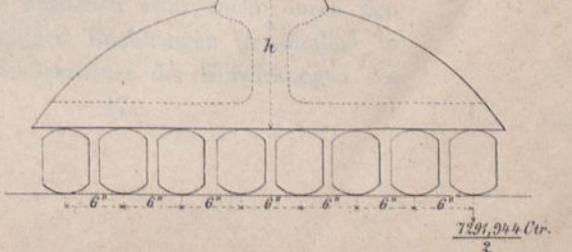
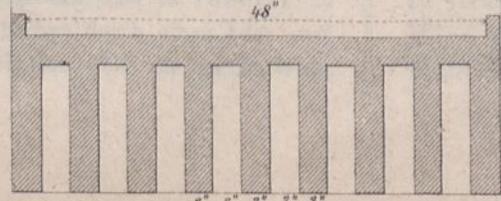
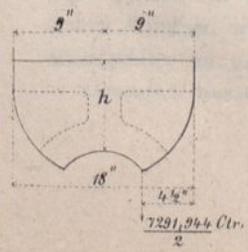


Fig.11.

Fig.12.

Fig.13.



träger und an die Querträger und sichert zugleich die Schwelenträger gegen seitliche Ausbiegung.

Die oberen Gurtungen der Hauptträger sind in jedem Knotenpunkte durch I Träger aus 4 Winkeleisen mit Diagonalverband aus Flachstäben gegen einander abgesteift. Ueber und unter diesen Absteifungen ist ein doppelter Windstrebenverband in ähnlicher Weise wie unten angebracht. Derselbe wird unten in den Kreuzungspunkten durch zwei T Eisen, welche in der Längsrichtung der Hauptträger eingebracht sind, unter sich und mit den als Absteifung dienenden I Trägern zur Verhinderung von Schwankungen verbunden. Auf die äußersten beiden der vorgenannten I Träger wird zur Versteifung gegen Seitenschwankungen noch ein Flacheisen angeietet.

Die 28 mittleren Vertikalen erhalten noch in gleicher Höhe, über dem Locomotivschornstein, eine 12 Zoll hohe I förmige Absteifung aus 4 Winkeleisen mit Diagonal-Vergritterung aus Flachstäben, und die 24 mittelsten Vertikalen außerdem noch zwischen diesen und den oberen Querabsteifungen

(Schluß folgt.)

einen vertikalen Diagonalverband aus Winkeleisen. Unter diesen Querabsteifungen, deren Unterkante mit derjenigen der obern Querabsteifung über dem Auflager in einer horizontalen Ebene liegt, ist endlich noch in der Mitte ihrer freien Länge eine Verbindung aus T Eisen hergestellt, um Seitenschwankungen derselben vorzubeugen. Dieses T Eisen wird durch Flachstäbe von den Knotenpunkten der oberen Gurtungen in der Nähe der Auflager gehalten.

Die Entfernung der Hauptträger von Mitte zu Mitte Auflager ist zu 337,59 Fufs angenommen und wie folgt vertheilt:

25 Mittelfelder à 12 Fufs = 300 Fufs

2 Felder à 9 - = 18 -

2 Endfelder à 9,795 - = 19,59 Fufs.

Als größte locale Belastung ist eine Güterzuglocomotive gedacht, deren Radstände 5,17 und 5,5 Fufs betragen und deren Achsen mit resp. 245, 250 und 155 Ctr. belastet sind (Bl. L Fig. 2). Die durchschnittliche Nutzlast dagegen ist pro laufenden Fufs für jedes Geleise zu 20 Ctr., also pro laufenden Fufs der Brücke zu 40 Ctr. berechnet.

## Der Werder-Steg über die Murg in Gernsbach, Bad. Schwarzwald.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 32 im Atlas.)

Das Städtchen Gernsbach in dem romantischen Murgthal besaß zur Verbindung der auf beiden Seiten des Flusses gelegenen Theile, aufser einer Fahrbrücke, seit mehreren Jahren einen auf Jochen ruhenden hölzernen Steg. Als derselbe vor Jahresfrist durch Hochwasser weggerissen wurde, beauftragte der Gemeinderath den Unterzeichneten mit Entwurf und der Bauleitung einer dauerhafteren Construction, zu deren Ueberbau bei den vorliegenden Höhenverhältnissen allein Eisen in Frage kommen konnte. Die Ufer der Murg sind an der Baustelle durch Stützmauern und Strafsen eingefast. Die ganze Flußbreite ist ferner durch eine schön bewaldete, als Spaziergang benutzte Insel in zwei Arme von ungleicher Breite getheilt. Uferstraßen und Insel befinden sich jedoch unter dem höchsten Wasserstande. Da die Eisenconstruction dem letzteren, welcher in dem reißenden Gebirgsflufs durch Mitschwemmen von Holz gefährlich werden kann, unbedingt entzogen werden mußte, so wurden auf den Ufermauern geneigte Aufgänge angelegt, und zwar parallel zum Fluß, um die Strafsen nicht allzusehr einzuengen. Die auf der Insel errichteten Landfesten werden ebenfalls durch Steigwege erreicht, während der mittlere Theil der Insel dem überfluthenden Hochwasser kein weiteres Hinderniß darbietet. Die auf solche Art entstandenen Versperrungen erschienen übrigens bei der übergroßen Breite des Profils unbedenklich, und erhielten endlich die zu überbrückenden beiden Oeffnungen Weiten von 24 und 36<sup>m</sup>.

Aus dem auf Blatt 32 dargestellten Profil des größeren Flußarms geht hervor, daß das Bett aus gewachsenem Felsen besteht, und nicht sehr tief unter der Unterkante des Ueberbaues sich befindet. Trotz dieser günstigen Umstände und des leichten Bezuges von großen Quadern im Murgthal ergab jedoch ein vorläufiger Vergleich, daß es theurer zu stehen kommen würde, den Ueberbau durch einen oder zwei Mittelpfeiler zu unterstützen, als ihn über die ganze Weite

von 36<sup>m</sup> freitragen zu lassen. Dieses Resultat dürfte wohl auch für anderweitige Fälle einen Fingerzeig abgeben, und wurde hier um so lieber gesehen, als die Durchflußweite nun von den Gefahren des Hochwassers vollständig befreit blieb.

Was die Form der Tragwände betrifft, so wurde deren untere Gurte nahe über die Hochwasserlinie horizontal gelegt, und die obere, besonders aus ästhetischen Rücksichten, gekrümmt. Mit eben derselben Krümmung ist nun auch die Bahn des Steges durchgeführt, über welche somit die Tragwand noch in Geländerhöhe emporragt. Es ergibt sich dadurch unstreitig eine hübschere Ansicht von aufsen und eine freiere Aussicht vom Steg aus, als wenn die Bahn horizontal läge und durch die beiden Tragwände und ihren Querverband kastenartig eingeschlossen wäre. Die Ansteigung der Bahn an beiden Enden beträgt 1:8 und kann durch Fußgänger und Karren ebenso gut wie auf manchen Gebirgswegen in der Nähe überwunden werden.

Die Tragwände sind in Fächer von 2<sup>m</sup> Länge abgetheilt. Zur unteren Gurte wurde Flacheisen gewählt, zur oberen T Eisen, dessen Steg in der Ebene des Flacheisens liegt, so daß einerseits die Diagonalen, andererseits die Vertikalen angeietet sind. Die Bahn wird durch Querträger aus Winkeleisen getragen, welche an jedem Vertikalständer vorkommen. Nach je drei Fachlängen sind auch die unteren Gurten beider Tragwände durch solche Winkeleisen verknüpft, und die entstehenden Vierecke durch senkrechte und horizontale Kreuze aus Flacheisen möglichst unverschieblich gemacht. Doch darf nicht verschwiegen werden, daß es trotz der sog. Windkreuze und einer sehr sorgfältigen Befestigung aller Gedeckbohlen auf den Querschwellen doch nicht gelungen ist, die Seitenschwingungen des Steges ganz zu vermeiden. Dieselben entstehen zwar nicht durch den Wind (der bei anderweitigen Rechnungen gewöhnlich in übertriebener Weise als Stellvertreter der Einwirkungen des

Verkehrs eingeführt wird), sondern durch absichtliches Schaukeln von Personen, wenn sich dieselben ungefähr in der Mitte der Spannweite befinden. Ein Nachtheil wird dadurch übrigens wohl nicht herbeigeführt, und wäre es auch bei der geringen Breite des Steges ohne kostspielige Vorkehrungen kaum möglich gewesen, vollständige Steifigkeit zu erzielen.

Die Abmessungen der Eisentheile sind auf Belastung mit Menschengedränge und Anspruchnahme von 7<sup>h</sup> per □<sup>mm</sup> berechnet, und dann auf gebräuchliche Stabeisenprofile in nicht zu zahlreichen Sorten vermehrt. Sämmtliche Niete und Bolzen haben 15<sup>mm</sup> Durchmesser erhalten. Längenverschiebung bei Temperaturwechsel findet auf gußeisernen Platten statt, deren aufstehende Ränder der zwischen ihnen stehenden unteren Gurtung eine Führung geben und zugleich die Bewegung begrenzen. Am Auflager wird der senkrechte

Stand der Tragwände durch zwei Dreiecke gesichert, welche über die Aufsseiten der Landfesten hinausragen. Die Bohlen des Gedeckes bestehen aus Kiefernholz, die Unterlaghölzer aus Eichenholz. Alles Holzwerk ist cyanisirt.

Das Gewicht des Eisenwerks zum Steg von 36<sup>m</sup> Stützweite beträgt 134 Ctr. Es entspricht dies einem Gewicht per lauf. Meter von (43 + 41) Kilogramm. An dem kleineren Stege von 24<sup>m</sup> Stützweite, dessen Construction ganz ähnlich angeordnet ist, wiegt das gesammte Eisenwerk 76 Ctr. Die Kosten beider Stege, sammt den zugehörigen Anlagen auf den Ufern beliefen sich auf rund 4000 Gulden.

Das beschriebene Uebergangswerk hat zur Erinnerung an den besonders um Baden hochverdienten commandirenden General des 14ten Armeecorps den Namen Werder-Steg erhalten.

Karlsruhe, im October 1871. Baumeister.

## Das Pumprad, eine neue Wasserhebemaschine.

(Mit Zeichnungen auf Blatt M im Text.)

Ein großer Theil des Königreichs der Niederlande, insbesondere die ganze Provinz Nord- und Südholland, ist den umgebenden Meeren und Flüssen abgerungen und existirt überhaupt nur durch einen fortgesetzten Kampf seiner Bewohner gegen das Element des Wassers. Dieser Jahrhunderte alte Kampf ist ein zweifacher. Er betrifft einmal den Schutz des Landes gegen die Fluthen des Meeres und die Hochwässer der Ströme, welcher durch ausgedehnte Deichsysteme erreicht wird, zum andern den Schutz gegen Verwässerung und Versumpfung, welcher erforderlich wird, weil die Ländereien tiefer liegen als der mittlere, vielfach sogar bedeutend tiefer, als der niedrigste Außenwasserstand, mithin der natürlichen Vorfluth entbehren, und nur durch künstliche Hebung und Entfernung des Innenwassers culturfähig und bewohnbar erhalten werden können. Holland ist hierdurch die Wiege der Entwässerungsmaschinen geworden, während ähnliche, in vielen Beziehungen ganz analoge Verhältnisse in den westpreussischen Weichsel-Niederungen stattfinden. Auch diese verdanken ihr Bestehen lediglich ihren Deichen, ihre Bewohnbarkeit und ihren Reichthum der seit Jahrhunderten betriebenen künstlichen Senkung des Innenwassers durch Schöpfwerke. Weit neueren Datums als die Eindeichungen der Weichsel sind diejenigen an den übrigen preussischen Strömen, namentlich in den Flußgebieten des Memelstromes, der Oder und Elbe, künstliche Entwässerungen aber haben sich hier erst in den letzten Jahrzehnten Bahn gebrochen, um in ihren segensreichen Wirkungen bisweilen sofort, an manchen Stellen jedoch erst nach einer Reihe von Jahren anerkannt und gewürdigt zu werden.

In Holland sowohl, wie in den Weichsel-Niederungen ist die älteste und bis vor etwa 30 Jahren fast ausschließlich zur Anwendung gebrachte Wasserhebemaschine zur Trockenlegung der Ländereien das durch animalische Kraft, vorzugsweise aber durch den Wind in Bewegung gesetzte Schöpfrad, an dessen Stelle hin und wieder auch die archimedische Schnecke (holl. *Vijssel*), seltener das Kastenwerk (*Noria*) oder die Kettenpumpe tritt. Mit der Einführung der zuverlässigen, zu allen Jahreszeiten in gleichem Grade wirksamen und in

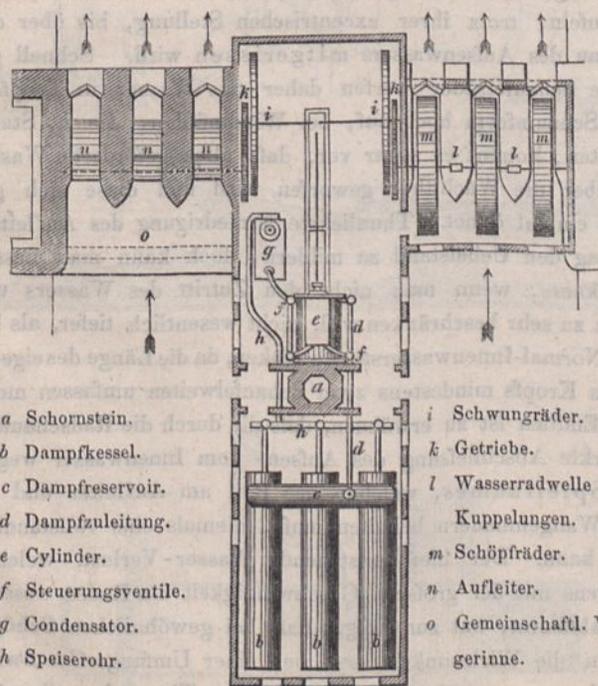
ihren Leistungen beliebig zu erhöhenden Dampfkraft sind die zuletzt genannten Maschinen jedoch fast ganz verschwunden, neben dem Schöpfrade aber sind andere Systeme der Wasserhebung, zuerst die Kolbenpumpe, dann die Kreiselpumpe, beide in den denkbar verschiedensten Anordnungen, Ausbildungen und Größenverhältnissen zur Geltung gelangt. Der vollkommeneren bewegenden Kraft entsprechend, ist gleichzeitig das Schöpfrad verbessert und vervollkommenet worden, so daß es dauernd seine Stelle behaupten konnte, bis erst in neuester Zeit die Kreiselpumpe dahin gelangt ist, ihm entschieden Concurrenz zu machen.

Bei dieser Lage der Sache erregt in den Niederlanden eine, vor wenigen Jahren durch den Ingenieur H. Overmars in Rotterdam erfundene und diesem, zusammen mit dem Ingenieur J. B. H. van Roijen in Utrecht patentirte neue Wasserhebemaschine, das Pumprad, Aufsehen, indem sie in der That fast alle Vortheile der bisher bekannten Maschinen in sich zu vereinigen scheint, ohne an ihren Uebelständen wesentlich Theil zu haben. Sie ist augenscheinlich aus dem Schöpfrade hervorgegangen und hat, obschon in der Art der Wirksamkeit von diesem verschieden, dennoch sowohl in der allgemeinen Anordnung und der Art und Weise seiner Verwendung, als auch in der Construction mit dem Schöpfrade die meiste Aehnlichkeit. Es wird daher von Interesse sein, wenn der Beschreibung des neuen Pumprades und seiner Wirksamkeit eingehendere Mittheilungen über das Schöpfrad (holl. *scheprad*), auch Wurf- oder Schaufelrad genannt, vorausgeschickt werden, um weiterhin darauf Bezug nehmen zu können.

Die einfachste, für die Windmühlen in Holland und in den Weichselniederungen stereotype und noch heutigen Tages in kleinern, untergeordneten Poldern in Anwendung stehende Construction des Schöpfrades ist diejenige ganz von Holz, wie sie in der Skizze Fig. 1 auf Bl. M wiedergegeben ist. Die Zeichnung stellt ein Windmühlen-Schöpfrad der größern Art dar, von 5<sup>m</sup> Durchmesser und 35<sup>m</sup> Breite. Die vier Arme, welche die Breite des Rades haben, sind als Geschnitte um die Welle gelegt und zu je zweien durch dop-

pelte, eingelassene Riegel verbunden. Die Schaufeln sind mit dem einen Ende zwischen die Riegel eingefügt und werden am andern Ende durch zwei hölzerne oder eiserne Reifen gehalten. Das Rad, welches seine Bewegung durch ein conisches Kammrad von der senkrechten Mühlenwelle empfängt, hängt mit möglichst geringem Spielraum in einem Gerinne, dessen Boden mit einer Kröpfung, dem sogenannten Aufleiter (holl. *opleider*) versehen ist und dessen Seitenwände neben dem Aufleiter das Rad parallel zu einander umschließen, dann aber nach dem Aufsen- und Innenwasser hin divergiren. Unmittelbar vor dem Gerinne befindet sich ein kleines Thor mit senkrechter Achse, die Wachtthür, welches sich, je nachdem das Rad arbeitet oder stillsteht, selbstthätig öffnet oder schließt. Die grösste Hubhöhe des Rades beträgt  $1,30^m$ , und das Maximum seiner Leistung findet statt, wenn dasselbe etwas über  $2^m$  Umdrehungs-Geschwindigkeit hat.

Aus neuerer Zeit sind die grosartigsten Schöpfrad-Anlagen unstreitig diejenigen, welche im Zusammenhange mit der Trockenlegung des Haarlemer Meeres bei Spaarndam und Halfweg am Y und bei Gouda an der Yssel errichtet sind, um den, das ehemalige Meer umgebenden umfangreichen Ländereien, für deren Entwässerung dasselbe das Hauptreservoir bildete, d. i. dem sogenannten Rijnland, einen constanten Innenwasserstand zu sichern. Bei diesen Werken ist die Anordnung übereinstimmend so getroffen, daß symmetrisch zu beiden Seiten der Dampfmaschine mehrere Schöpfräder liegen, welche bei geringer Hubhöhe und grossem Wasserzuflusse sämtlich zu gleicher Zeit in Thätigkeit treten, bei wachsender Hubhöhe jedoch nach einander, je nach dem erhöhten Kraftbedarf losgekuppelt und zum Stillstand gebracht werden können. Dergleichen Schöpfräder besitzt das Werk von Spaarndam (200 Pferdekraft) zehn, jedes von  $5,18^m$  Durchmesser und  $2,25^m$  Breite, das Werk von Halfweg (100 Pferdekraft) sechs, jedes von  $6,6^m$  Durchmesser und  $2,0^m$  Breite, und das Werk von Gouda (120 Pferdekraft) ebenfalls sechs, von je  $7,36^m$  Durchmesser und  $1,72^m$  Breite. Da unter den genannten drei Werken dasjenige von Gouda, im Jahr 1860 vollendet, das neueste, und, insofern bei seiner Errich-



Schöpfrad-Anlage von Gouda.

tung die meisten Erfahrungen benutzt werden konnten, das beste ist, sich auch durch Solidität und Eleganz der Ausführung auszeichnet, so wird nachstehend, als Beispiel einer grössern Schöpfrad-Anlage, seine allgemeine Anordnung mitgeteilt, um demnächst das Detail der Räder folgen zu lassen.

Die Maschine, zu deren beiden Seiten die Räder zu je dreien gruppiert sind, hat einen liegenden Cylinder von  $1,117^m$  Durchmesser und  $2,44^m$  Kolbenhub, mit Condensation und variabler Expansion, welche in der Regel auf  $\frac{2}{3}$  Cylinder-Füllung gestellt ist. Die Steuerung wird durch Ventile bewirkt. Die drei Kessel, welche durch einen, als Reservoir dienenden Querkessel so mit einander verbunden sind, daß einer von ihnen, behufs der Reinigung, abwechselnd kalt stehen kann, haben  $11,28^m$  Länge,  $2,16^m$  Durchmesser und bei äusserer Feuerung ein Feuerrohr von  $1,42^m$  Weite, wobei sie mit 3 Atmosphären Ueberdruck arbeiten. Die Schöpfräder sind nicht, was noch bei dem Werke von Spaarndam der Fall ist, direct mit der Schwungradwelle verbunden, die Uebertragung der Kraft auf die Wasserrad-Wellen erfolgt vielmehr durch zwei Paare von Stirnrädern im Uebersetzungsverhältniß 25:36. Dem normalen Gange der Maschine von 7 Kolbenhuben in der Minute entsprechen hierbei 5 Umdrehungen der Wellen pro Minute und eine Umfangs-Geschwindigkeit der Räder von nicht voll  $2^m$  pro Secunde. Indem die geringste vorkommende Hubhöhe, welche das Werk zu überwinden hat,  $0,8^m$  beträgt, bleiben bis zu  $1,2^m$  Hub alle 6 Räder in Thätigkeit; bei grösserer Höhe werden die beiden äusseren Räder losgekuppelt, endlich aber, wenn die für gewöhnlich grösste Hubhöhe von  $1,75^m$  erreicht oder überschritten wird, auch die beiden mittleren, so daß nur die der Maschine zunächst gelegenen beiden Räder arbeiten.

In der Zeichnung Figur 2 auf Blatt M, welche ein Schöpfrad von Gouda im Aufriss darstellt, erkennt man das System des alt hergebrachten Schöpfrades vollständig wieder, nur daß durch die Anwendung des Eisens die Construction eine vollkommnere geworden ist. Die Welle trägt zwei gusseiserne Doppelkränze von  $3,35^m$  Durchmesser, welche durch je 6 Arme mit ihr verbunden, die zu jeder Schaufel gehörigen zwei Stelzen so in sich aufnehmen, daß die letztern die richtige Stellung erhalten. Die Schaufeln, 24 an der Zahl und in der Peripherie nicht voll  $1^m$  von einander entfernt, werden durch dünne, gegen die Stelzen genagelte Bretter gebildet, und in der Nähe des äusseren Radumfangs durch eiserne Reifen mit einander verbunden. Der Aufleiter, die parallelen Wangenmauern des Rades und die Wachtthür, hier durch Stemmthore gebildet, weichen im Ganzen wenig von der Anordnung des gewöhnlichen Windmühlen-Rades ab.

Die Wirksamkeit eines im Gange befindlichen Schöpfrades ist eine zweifache, da es nicht bloß die ihm zukommende Wassermasse zu fördern, sondern auch an Stelle der geöffneten Wachtthür das Zurückfließen des Außenwassers in das Innenwasser aufzuhalten hat. Die Förderung des Wassers erfolgt durch directe Einwirkung, indem jeder der zwischen zwei Schaufeln, den Wangenmauern und dem Aufleiter eingeschlossenen Wasserkörper längs des letztern rein mechanisch in die Höhe geschoben und in das Aufsenwasser abgesetzt wird. Hierbei muß jede Schaufel, bevor sie den Aufleiter erreicht, und nachdem sie ihn verlassen hat, einen bestimmten Weg durch das Innen-, bezie-

hungsweise das Aufsenwasser zurücklegen, bei welchem die Ueberwindung des der Bewegung entgegen stehenden Wasser-Widerstandes als verlorne Arbeit anzusehen ist. Um aber diesen Verlust, welcher namentlich auf dem Wege durch das Aufsenwasser recht bedeutend werden kann, thunlichst zu verringern, werden die Schaufeln nicht radial, vielmehr, wie beide Zeichnungen erkennen lassen, excentrisch, d. h. so gestellt, das sie in ihrer Verlängerung einen Kreis berühren, dessen Mittelpunkt mit dem des Rades zusammenfällt, wobei der Berührungspunkt jeder Schaufel bei ihrem Austritt aus dem Aufleiter an der Aufsenwasserseite des Rades liegt. Diese Excentricität der Schaufeln, welche nicht willkürlich, vielmehr, je nach der zu erwartenden Hubhöhe, auf Grund bestimmter Erfahrungs-Regeln festgestellt wird, hat noch den Vortheil, das von den Schaufeln, welche das Aufsenwasser verlassen, das letztere leichter abläuft und nicht so hoch aufgeworfen wird, als wenn sie radial ständen. Da außerdem der oben erwähnte Abschluss des Aufsen- vom Innenwasser stets durch diejenige Schaufel bewirkt wird, welche zunächst im Begriff steht, den Aufleiter zu verlassen, so hat die excentrische Stellung der Schaufeln den Vortheil, das die letztern weniger lang zu sein brauchen, als radiale.

Die Construction des Schöpfrades ist, selbst in seiner vervollkommenen Anordnung eine überaus einfache. Seine Unterhaltung, in vielen Fällen auch die erste Herstellung, kann durch gewöhnliche Handwerker um so leichter bewirkt werden, als die Schaufeln nach einander über Wasser gebracht und ohne jede Vorbereitung zugänglich gemacht werden können, überhaupt aber subtilere bewegliche Theile, wie Ventile, Klappen, Schieber etc., also die gewöhnlichen Quellen der Arbeitsunterbrechungen und Reparaturen gar nicht dabei vorkommen. Bei dem Schöpfrade findet weder eine alternirende oder zurückgehende Bewegung statt, wie bei den Kolbenpumpen, noch auch eine so große Umdrehungs-Geschwindigkeit, wie bei den Kreiselpumpen, vielmehr bedingt die langsam continuirliche Bewegung desselben einen weit geringeren Verlust an lebendiger Kraft, als ihn die neueren Wasserhebemaschinen mit sich bringen. Erwägt man ferner, das die Schöpfräder, indem der tiefste Punkt der Construction nur wenig unter dem niedrigsten Innenwasser liegt, verhältnißmäßig geringe Fundamentirungs-Arbeiten erfordern, die Anfertigung und Aufstellung überhaupt schnell und billig bewirkt werden kann, und das dieselben für jede Art der bewegenden Kraft gleich bequem anwendbar sind, so ist es erklärlich, weshalb sie der Concurrenz der neueren Maschinen bis heute nicht erlegen sind, obschon sie anderseits auch eine größere Reihe unvortheilhafter Eigenschaften aufzuweisen haben. Diese beziehen sich theils auf die Verwendbarkeit des Schöpfrades im Allgemeinen, theils auf die Art und Weise seiner Wirksamkeit.

Indem der Mittelpunkt des Schöpfrades nicht unerheblich über dem höchsten Aufsenwasserstande liegen muß, weil andernfalls der Austritt der Schaufeln in zu ungünstiger Richtung erfolgt, auch der Abschluss des Aufsen- vom Innenwasser Schwierigkeiten verursacht, so erhält dasselbe für größere Hubhöhen kolossale Abmessungen, und die von der Maschine zu bewegende todte Last wird eine sehr bedeutende. Bei Hubhöhen von mehr als 2<sup>m</sup> hört die Verwendbarkeit des Schöpfrades ganz auf, wenn man nicht den Hub theilt und mehrere Räder hinter einander in verschie-

denen Wasserhaltungen anlegt, ein Verfahren, welches in den Niederlanden nicht selten beliebt wird, oder wenn man sich nicht entschließt, für die Dauer der, mitunter nur auf kurze Zeit und ausnahmsweise eintretenden höchsten Anschwellungen des Aufsenwassers das Rad stillstehen und die Entwässerung ruhen zu lassen. In solchen Fällen kommt es aber vor, das inzwischen das Innenwasser bis zu einer Höhe anwächst, welche wegen zu starken Badens der Schaufeln die demnächstige Wiederaufnahme des Betriebes auf das Aeußerste erschwert oder ganz unmöglich macht. Ueberhaupt wirkt zu hohes Innenwasser höchst nachtheilig auf den Betrieb ein, nicht allein weil der Weg, welchen die Schaufeln durch das Wasser hindurch zurücklegen müssen, bis sie den Aufleiter erreichen, mit dem Steigen des Innenwassers größer wird, sondern auch, weil mit dem hohen Stande des letztern ein heftiges Aufschlagen der Schaufeln auf die Oberfläche des Wassers eintritt.

Der mehrfach erwähnte todte Durchgang der Schaufeln durch das Innenwasser hat, indem dieselben, namentlich bei schnellerem Gange der Maschine, schnell aufeinander folgen, die nachtheilige Wirkung, das der dem eingetauchten Theile des Rades entsprechende Wasserkörper schließlich fast ganz verdrängt und dadurch der Zutritt des Wassers zum Aufleiter in hohem Maße beschränkt wird. Die Folge ist alsdann eine Senkung des Innenwasserspiegels kurz vor dem Rade, welche der zu überwindenden Hubhöhe hinzugerechnet werden muß. Wie die Grundriß-Zeichnung des Schöpfwerks von Gouda und der Aufriss des Rades ergibt, ist man bei dessen Anlage bemüht gewesen, durch Verkürzung der Pfeiler zwischen den Rädern und durch Senkung des Vorgerinnes den Wasserzutritt thunlichst zu erweitern, ohne jedoch den beregten Uebelstand ganz beseitigen zu können. Dem letztern aber entspricht bei jedem Schöpfrade, mit der Umlauf-Geschwindigkeit zunehmend, eine Hebung des Aufsenwasserspiegels dicht hinter dem Rade, welche abermals einen Verlust an Hubhöhe bedingt. Sie hat ihre Ursache darin, das das Wasser den Aufleiter nicht in horizontaler Richtung, sondern tangential verläßt, und überdies von den Schaufeln, trotz ihrer excentrischen Stellung, bis über das Niveau des Aufsenwassers mitgerissen wird. Schnell gehende Schaufelräder werfen daher das Wasser in Tropfen- und Schaumform hoch auf, bei Windmühlen, die in Sturm arbeiten, kommt es sogar vor, das alles geförderte Wasser bis über die Wachtthür geworfen wird und diese sich gar nicht einmal öffnet. Thunlichste Erniedrigung des Aufleiters vermag den Uebelstand zu mildern, doch kann man dessen Oberkante, wenn man nicht den Zutritt des Wassers von innen zu sehr beschränken will, nicht wesentlich tiefer, als bis zum Normal-Innenwasserstande senken, da die Länge des eigentlichen Kropfs mindestens zwei Schaufelweiten umfassen muß.

Endlich ist zu erwähnen, das die durch die Radschaufeln bewirkte Abschließung des Aufsen- vom Innenwasser wegen des Spielraumes, welchen das Rad am Aufleiter und an den Wangenmauern behalten muß, niemals eine vollständige sein kann. Der hier entstehende Wasser-Verlust, welcher übrigens mit der größeren Geschwindigkeit des Rades wesentlich abnimmt, hat zur Folge, das bei gewöhnlichen Schöpfrädern die Wirksamkeit erst bei einer Umfangs-Geschwindigkeit von ungefähr 0,5<sup>m</sup> beginnt, eine Thatsache, die sich an Windmühlen bei schwachem Winde leicht beobachten

Fig. 1.  
Gewöhnliches hölzernes Schöpfrad.

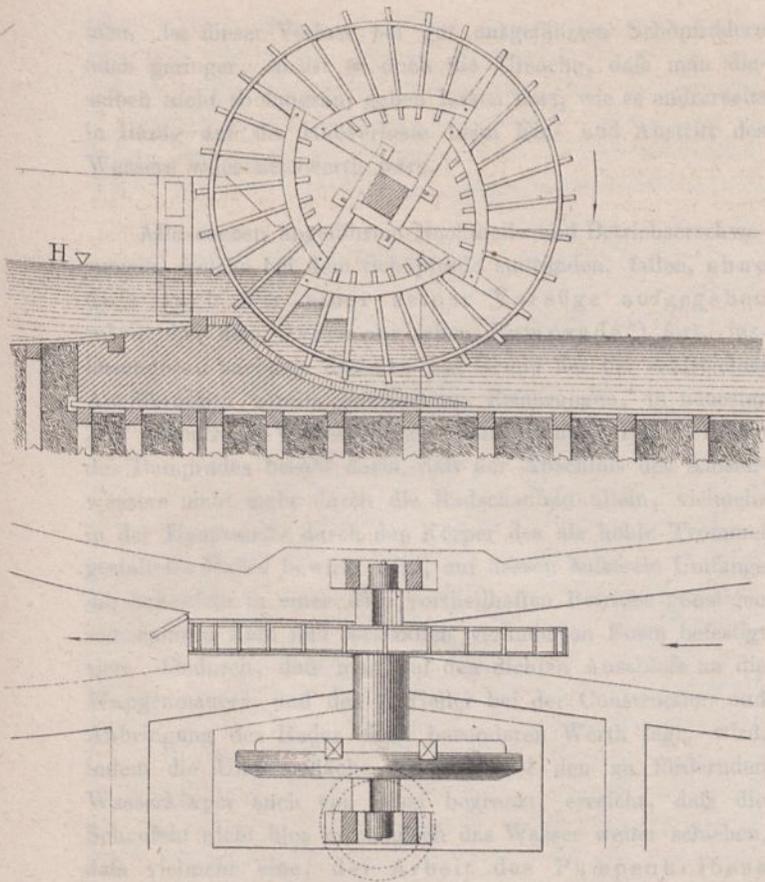
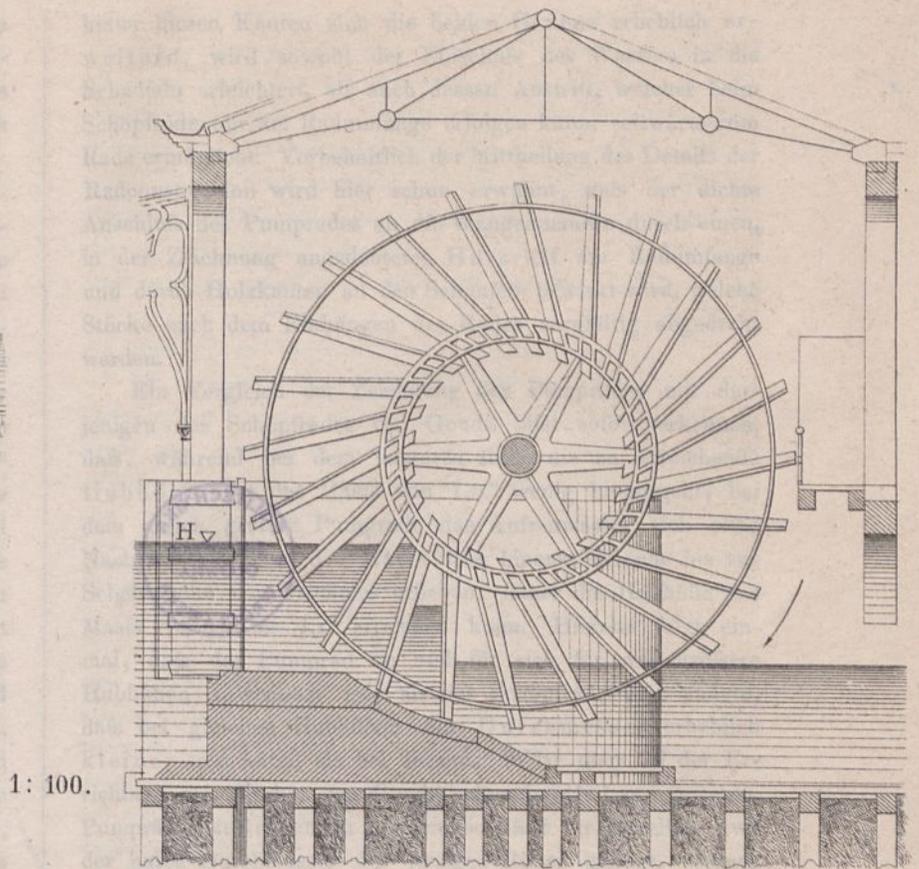
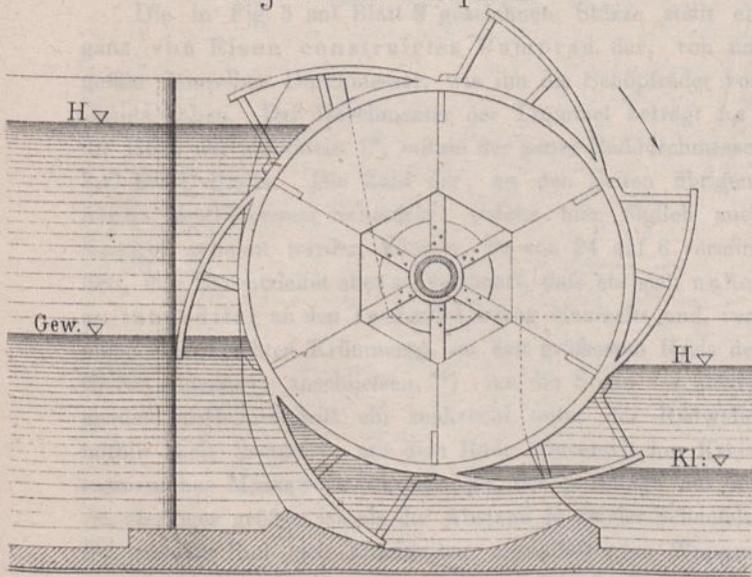


Fig. 2.  
Schöpfrad des Wasserhebewerks von Gonda.



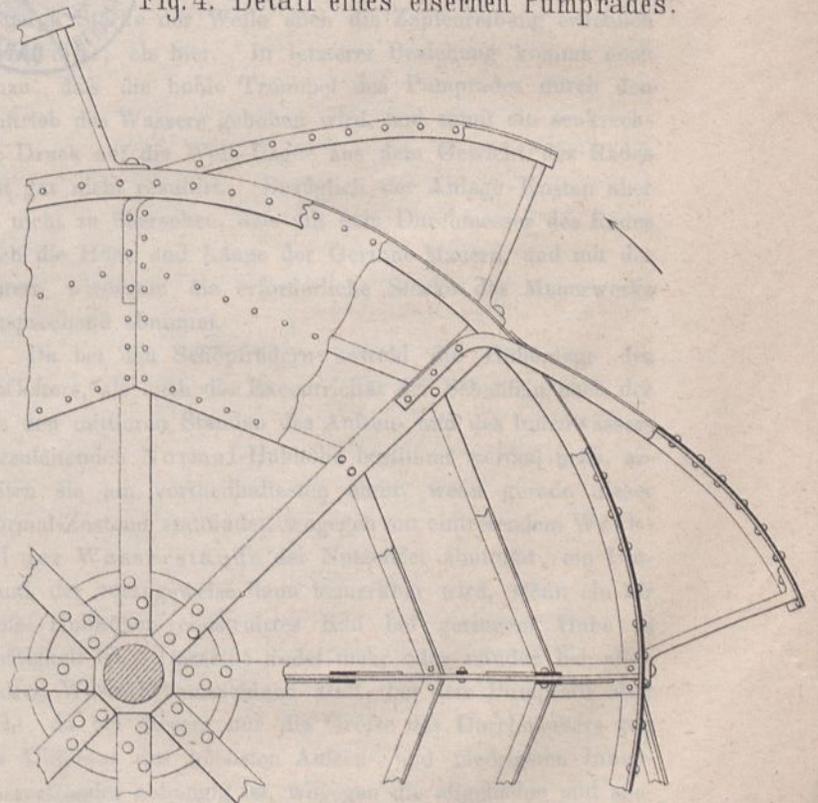
1: 100.

Fig. 3. Das Pumprad.

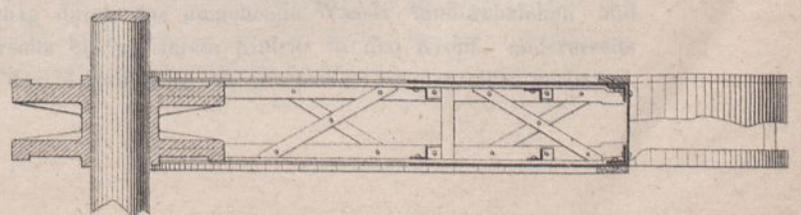
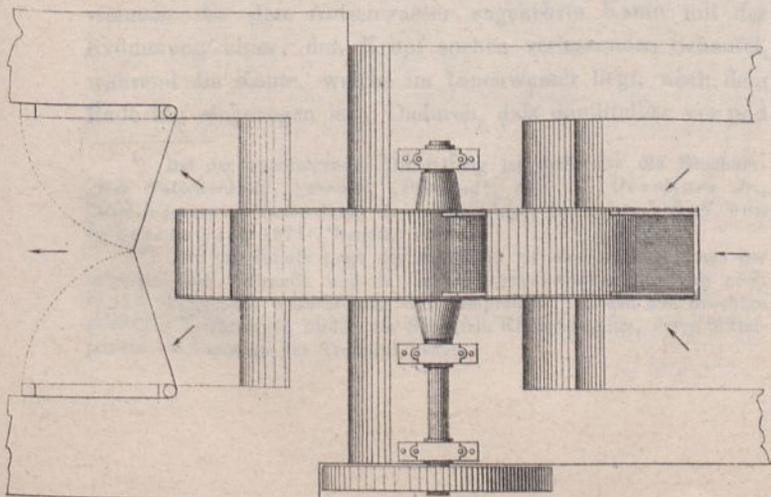


1: 100.

Fig. 4. Detail eines eisernen Pumprades.



1: 30.



läßt. Ist dieser Verlust bei gut ausgeführten Schöpfrädern auch geringer, so ist er doch die Ursache, daß man dieselben nicht so langsam gehen lassen darf, wie es andererseits in Bezug auf die Hubverluste beim Ein- und Austritt des Wassers wünschenswerth wäre.

Alle soeben angeführten Nachtheile und Betriebserschwerungen, welche bei dem Schöpfrade stattfinden, fallen, ohne daß auch nur einer seiner Vorzüge aufgegeben wird, bei dem Overmars'schen Pumprade\*) fort, insbesondere, nachdem dasselbe auf Grund der bei zahlreichen Ausführungen bereits gewonnenen Erfahrungen, in neuester Zeit wesentliche Verbesserungen erhalten hat. Das Princip des Pumprades beruht darin, daß der Abschluß des Außenwassers nicht mehr durch die Radschaufeln allein, vielmehr in der Hauptsache durch den Körper des als hohle Trommel gestalteten Rades bewirkt wird, auf dessen äußerem Umfange die Schaufeln in einer dem vortheilhaften Betriebe günstigen verringerten Zahl und wesentlich veränderten Form befestigt sind. Dadurch, daß man auf den dichten Anschluß an die Wangenmauern und den Aufleiter bei der Construction und Anbringung des Rades einen besonderen Werth legt, wird, indem die Umfangsfläche der Trommel den zu fördernden Wasserkörper auch von oben begrenzt, erreicht, daß die Schaufeln nicht bloß mechanisch das Wasser weiter schieben, daß vielmehr eine, der Arbeit des Pumpenkolbens analoge saugende Wirkung eintritt, und man gewissermaßen eine Rotationspumpe vor sich hat. Durch diese Eigenschaft rechtfertigt sich der, der neuen Maschine gegebene Name.

Die in Fig. 3 auf Blatt M gezeichnete Skizze stellt ein ganz von Eisen construirtes Pumprad dar, von ungefähr demselben Durchmesser, wie ihn die Schöpfräder von Gouda haben. Der Durchmesser der Trommel beträgt  $5,2^m$ , die Höhe der Schaufeln  $1^m$ , mithin der ganze Raddurchmesser  $7,2^m$  bei  $1^m$  Breite. Die Zahl der, an den Seiten übrigens nicht geschlossenen Schaufeln, welche hier füglich auch Sauger genannt werden können, ist von 24 auf 6 vermindert, ihre Excentricität aber so vermehrt, daß sie sich nahezu tangential an den Trommel-Umfang einerseits und, vermöge einer leichten Krümmung, an den größesten Kreis des Rades andererseits anschließen.\*\*\*) An die Stelle des ansteigenden Aufleiters tritt ein senkrecht unter der Radwelle, mithin flach liegendes, mit dem Rade concentrisches Kreissegment aus Mauerwerk, ein Kropf, dessen Länge nur um ein Geringes größer ist als der Abstand je zweier Schaufeln. Die an das Rad sich unmittelbar anschließenden Wangenmauern sind nicht länger, als dieser Kropf; ihre aufsteigenden Kanten stehen nicht senkrecht, es correspondirt vielmehr die dem Außenwasser zugekehrte Kante mit der Krümmung einer, den Kropf soeben verlassenden Schaufel, während die Kante, welche im Innenwasser liegt, nach dem Rade hin eingezogen ist. Dadurch, daß unmittelbar vor und

hinter diesen Kanten sich die beiden Gerinne erheblich erweitern, wird sowohl der Einschluß des Wassers in die Schaufeln erleichtert, als auch dessen Austritt, welcher beim Schöpfrade nur am Radumfang erfolgen kann, seitwärts vom Rade ermöglicht. Vorbehaltlich der Mittheilung des Details der Radconstruction wird hier schon erwähnt, daß der dichte Anschluß des Pumprades an die Wangenmauern durch einen, in der Zeichnung angedeuteten Holzreif am Radumfang und durch Holzkanten an den Schaufeln bewirkt wird, welche Stücke nach dem Einhängen des Rades sorgfältig abgedreht werden.

Ein Vergleich der Zeichnung des Pumprades mit derjenigen des Schöpfrades von Gouda läßt sofort erkennen, daß, während bei dem letzteren Rade die zu erreichende Hubhöhe über das Maafs von  $1,75^m$  wenig hinausgeht, bei dem gleich großen Pumprade das Außenwasser sich ohne Nachtheil bis über die Radachse hinaus, beinahe bis zur Scheitelhöhe der Trommel erheben, daher die Hubhöhe das Maafs von  $4,0$  bis  $4,5^m$  erreichen kann. Hieraus folgt einmal, daß das Pumprad an und für sich für weit größere Hubhöhen anwendbar ist, als das Schöpfrad, zum andern, daß bei gleichen Hubhöhen sein Durchmesser erheblich kleiner sein kann, als bei diesem. Wäre man bei der Errichtung des Werkes von Gouda schon in der Lage gewesen, Pumpräder anzuwenden zu können, so hätte für dieselben etwa der halbe Durchmesser der jetzigen Räder genügt, woraus weiter folgt, daß das Pumprad, unter sonst gleichen Umständen, nicht allein in der ersten Anlage, sondern auch im Betriebe billiger ist, als das Schöpfrad, insofern dort die von der Maschine zu bewegende todte Masse und wegen der geringeren Stärke der Welle auch die Zapfenreibung erheblich geringer ist, als hier. In letzterer Beziehung kommt noch hinzu, daß die hohle Trommel des Pumprades durch den Auftrieb des Wassers gehoben wird, und somit ein senkrechter Druck auf die Well-Lager aus dem Gewicht des Rades fast gar nicht resultirt. Bezüglich der Anlage-Kosten aber ist nicht zu übersehen, daß mit dem Durchmesser des Rades auch die Höhe und Länge der Gerinne-Mauern, und mit der erstern wiederum die erforderliche Stärke des Mauerwerks entsprechend abnimmt.

Da bei den Schöpfrädern sowohl die Höhenlage des Aufleiters, als auch die Excentricität der Schaufeln nach der aus den mittleren Ständen des Außen- und des Innenwassers herzuleitenden Normal-Hubhöhe bestimmt werden muß, arbeiten sie am vortheilhaftesten dann, wenn gerade dieser Normal-Zustand stattfindet, wogegen mit eintretendem Wechsel der Wasserstände der Nutzeffect abnimmt, ein Umstand, der vorzugsweise dann bemerkbar wird, wenn ein für große Hubhöhen construirtes Rad bei geringem Hube in Thätigkeit ist. Dasselbe findet mehr oder minder bei allen andern Wasserhebemaschinen statt, bei dem Pumprade aber nicht, da bei diesem nur die Größe des Durchmessers von der Differenz des höchsten Außen- und niedrigsten Innenwasserstandes abhängig ist, wogegen die allgemeine und specielle Anordnung des Rades und seiner Nebentheile von dem Wechsel der beiderseitigen Wasserstände nicht berührt wird. Die eigenthümliche Gestaltung der Sauger, welche sich keilförmig durch das umgebende Wasser hindurchziehen und einerseits bis zu ihrem Eintritt in den Kropf, andererseits von dem Augenblicke an, in welchem sie denselben verlassen,

\*) Bei der nachfolgenden Darstellung ist theilweise die Brochüre: „Het Waterwerktuig, genaamt „Pomprad“, door H. Overmars Jr., Civiel-Ingenieur te Rotterdam, Te's Gravenhage, bij Gebr. J. & H. van Langenhuijsen 1871“, benutzt worden.

\*\*) Die tangential Lage der Schaufeln ist eine wichtige, aus der neuesten Zeit datirende und in der Overmars'schen Brochüre noch nicht angegebene Verbesserung des Pumprades. In den zur Brochüre gehörigen Zeichnungen bilden die Schaufeln Kreisabschnitte, deren Mittelpunkte im Umfange der Trommel liegen.

von allen Seiten frei vom Wasser umspült werden, hat vielmehr zur Folge, daß weder ein hoher Innenwasserstand, noch das periodische Wachsen des Außenwassers die Wirksamkeit des Rades beeinträchtigt. Aus demselben Grunde findet auch das, bei den Schöpfrädern bemerkbare Aufschlagen der Schaufeln auf das Innenwasser, welches bisweilen mit erheblichen Erschütterungen und Kraft-Verlusten verbunden ist, selbst bei schnellem Gange des Pumprades entweder gar nicht oder nur bei niedrigem Innenwasser in geringem Grade statt.

Die großen Abstände, in welchen bei der Drehung des Pumprades die Schaufeln auf einander folgen, und die Geräumigkeit des seitlichen Wasserzutritts zu denselben gestatten dem Innenwasser, sich nach dem Durchgange der einen Schaufel reichlich wieder zu ergänzen, bevor die nachfolgende zur Wirksamkeit gelangt. Daher tritt der bei den Schaufelrädern aus der Senkung des Innenwasserspiegels hervorgehende Hubverlust bei dem Pumprade nicht ein. Ebenso erfolgt bei diesem, abweichend vom Schöpfrade, der Austritt des Wassers in horizontaler Richtung und nicht bloß in der Peripherie des Rades, sondern auch seitwärts von den Schaufeln in einem, gleich hinter dem Kropfe beginnenden genügend freien Raume. Dieses bewirkt, daß ein Aufwurf des Wassers hinter dem Rade und somit auch an dieser Stelle ein Hubverlust nicht stattfindet, noch weniger das bei den Schöpfrädern zum Nachtheil der Betriebskraft bemerkbare Brausen und Schäumen des aufgeworfenen Wassers.

Je geringer die Geschwindigkeit ist, mit welcher sich innerhalb einer Wasserhebemaschine das Wasser bewegt, um so geringer ist der Verlust an lebendiger Kraft, und um so vortheilhafter wird der Betrieb. Bei den Schöpfrädern findet, wie oben näher ausgeführt wurde, die Langsamkeit der Bewegung in dem Zurückfließen des Wassers durch die Undichtigkeiten des Radanschlusses eine bestimmte Grenze. Eine solche Grenze findet auch bei den Pumprädern statt, da ein absolut dichter Schlufs, wie etwa bei einem sauber gearbeiteten Pumpenkolben, sich hier zwischen dem Rade und dem Mauerwerk bei aller Sorgfalt der Ausführung füglich nicht erreichen läßt. Dennoch kann dem Pumprade eine weit langsamere Bewegung gegeben werden, als dem Schöpfrade, ohne daß damit die Möglichkeit ausgeschlossen wäre, auch mit einer großen Umdrehungs-Geschwindigkeit zu arbeiten, ein Umstand, der besonders für die Anwendung des Pumprades bei Windmühlen von Wichtigkeit ist. Aber auch bei Entwässerungsmaschinen, welche mit Dampfkraft arbeiten, können Verhältnisse eintreten, welche es wünschenswerth machen, die Leistung des Werkes, selbst unter Verwendung einer verhältnißmäßig großen Menge von Brennmaterial, ausnahmsweise auf das äußerste Maas anzuspannen, z. B. wenn es darauf ankommt, einen niedrigen Außenwasserstand schnell auszunutzen oder eine zu ungelegener Zeit und unerwartet eintretende Anschwellung des Polderwassers schnell zu beseitigen. Vermöge der weitläufigen Schaufelstellung und der geräumigen Wasserwege im Innen- und Außenwasser, wodurch auch bei schnellem Gange die Fächer stets gefüllt bleiben, eignet sich das Pumprad mehr als das Schaufelrad, vermöge seiner continuirlichen Bewegung mehr als die Kolbenpumpe, und vermöge seiner, im Vergleich zur Kreiselpumpe in allen Fällen noch geringen Geschwindigkeit mehr als diese zur Herbeiführung aufsergewöhn-

licher Leistungen. Daß endlich das Pumprad sowohl für ganz geringe Wassermengen, als auch, wenn die Höhe der Schaufeln und die Radbreite entsprechend vergrößert werden, für ganz große Wassermassen, als auch durch Zerlegung in mehrere Räder, für variirende Wassermengen mit überall gleichem Vortheil anwendbar ist, wird eines besonderen Nachweises nicht bedürfen.

Durch Messungen an vorhandenen Pumprädern ist festgestellt worden, daß ein gut construirtes und sauber ausgeführtes Pumprad einen Nutzeffect von 90 pCt. \*) gewährt.

Obschon es nicht eben schwer sein dürfte, aus der oben mitgetheilten allgemeinen Anordnung eines Pumprades dessen constructives Detail herzuleiten, und obschon diese Aufgabe in der verschiedensten Art gelöst werden kann, so erscheint es dennoch nicht überflüssig, das Detail eines wirklich ausgeführten eisernen Pumprades in der Skizze \*\*) Fig. 4 auf Bl. M mitzutheilen. Dasselbe hat bei 0,30<sup>m</sup> Breite einen Trommeldurchmesser von 4<sup>m</sup>; die Höhe der 8 Schaufeln beträgt 0,65<sup>m</sup>, der ganze Raddurchmesser mithin 5,3<sup>m</sup>. Gegen die gußeiserne, im Ringe 0,3<sup>m</sup> breite Nabe sind, der Zahl der Schaufeln entsprechend, 8 Doppelarme aus T-Eisen derartig verschraubt, daß die breiten Flächen auf der Außenseite der Nabenringe flach aufliegen und die Stege in entsprechende Vertiefungen der Ringe eingelassen sind. An den äußeren Enden sind die Arme durch Ringe aus Eckeisen, von denen der eine Schenkel bündig mit der Außenfläche, der andere in der Peripherie des Rades liegt, mit einander verbunden, das also gebildete Gerippe der Trommel aber ist durch concentrische und Quer-Verstrebungen aus Eck- und Flacheisen in solcher Weise weiter vervollständigt, daß die Bleche, welche die ringförmigen Seitenwände der Trommel bilden, genügendes Auflager finden. Die Bleche des äußern Trommel-Umfanges sind gegen die peripherischen Eckeisen genietet. Das Gerippe der Schaufeln ist aus je zwei, an dem einen Ende mit den Radarmen unmittelbar verschraubten, am andern Ende gegen den Radumfang abgestützten Eckeisen gebildet, auf welchen die Schaufelbleche so aufliegen, daß sie auf die Umfangsbleche des Rades noch etwas übergreifen. Die zur Dichtung des Wasserabschlusses dienenden Holztheile endlich bestehen aus einem 0,1<sup>m</sup> breiten, 3<sup>cm</sup> starken Ringe an der Peripherie des Rades und aus der 5<sup>cm</sup> breiten Verkleidung der Schaufelkanten, welche Stücke, sämmtlich von Eichen- oder einem andern harten Holze gefertigt und mit versenkten Schrauben gegen das darunter liegende Eisen befestigt sind.

Bei der Aufstellung eines solchen Rades werden, nachdem dasselbe im Gerinne aufgehängt ist und die Holztheile angebracht sind, die letztern, während die Maschine arbeitet, sauber abgedreht. Demnächst entfernt man das Rad in der Richtung des Unterwassers wieder aus dem Gerinne, und überzieht das an und für sich schon mit besonderer Sorgfalt aufgeführte Mauerwerk der Wangen und des Kropfes, so weit dasselbe an jene Holztheile sich anschließen

\*) Bei einem schnell gehenden Schöpfrade beträgt allein der Hubverlust, welcher durch die Senkung des Innen- und gleichzeitige Hebung des Außenwassers entsteht, bis 30 pCt.

\*\*) Nach der Overmars'schen Brochüre, jedoch unter Einführung der tangentialen Schaufelstellung, welche bei dem in der Gegend von Dordrecht ausgeführten Rade noch nicht zur Anwendung gekommen. Die Eisenstärken und das Gesamtgewicht des Rades sind bedauerlicherweise nicht angegeben.

soll, mit Cementputz, worauf, während der Cement noch weich ist, das Rad wieder in die Lager gelegt und langsam in Umdrehung versetzt wird. Nach Erhärtung des Cements läßt, ohne das ein nachtheiliges Reiben und Schleifen stattfindet, die Wasserdichtigkeit des Abschlusses nichts zu wünschens übrig.

Man construirt auch ganz hölzerne Pumpräder, bei welchen die Arme ebenso wie bei den gewöhnlichen Schöpfkrädern, oder nach Art der Mühlräder abgebunden werden und der Kranz aus einzelnen Felgenlagen mit versetzten Fugen besteht. Bei schmalen Rädern wird der ganze Umfang aus dergleichen Felgen gebildet, bei breiten Rädern treten zwei verdoppelte Felgenkränze an die Stelle der oben beschriebenen peripherischen Ecken, und wird die Umfangsfläche aus dicht schließenden Fafsdauben hergestellt, wogegen die Seitenflächen mit radial geschnittenen dünnen Brettern belegt werden. Diese Construction findet namentlich dann Anwendung, wenn bestehende hölzerne Schöpfkräder in Pumpkräder umgeändert werden. Die Schaufeln construirt man auch in diesem Falle gern aus Eisen, es sind aber auch Räder mit hölzernen Schaufeln, zu deren Herstellung man Keilhölzer auf den Trommel-Umfang nagelte und diese nach Art des letztern bekleidete, ausgeführt worden. Die Dichtung der hölzernen Pumpräder gegen das Mauerwerk wird ganz in der oben beschriebenen Weise hergestellt.

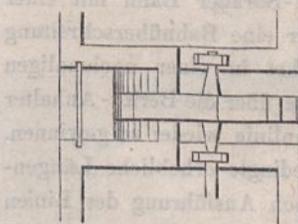
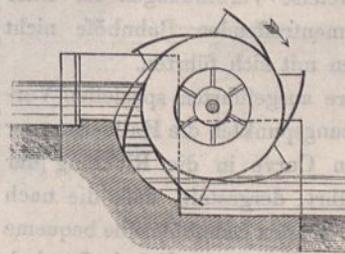
Wenn es darauf ankommt, für einen gegebenen speciellen Fall, also nach Normirung der in Betracht kommenden Wasserhöhen und ungefähre Ermittlung der zu fördernden Wassermengen, ein Pumprad zu construiren, so wird man zunächst den Rad-Durchmesser danach festzustellen haben, daß der untere Rand der Trommel stets unter dem kleinsten Innenwasser, der obere Rand über dem denkbar größesten Außenwasser liegen muß, und die Schaufelhöhe das ungefähre Maas von 0,15 bis 0,20 des Trommeldurchmessers einhält. Bei geringen Hubhöhen wird man gut thun, den Trommeldurchmesser nicht zu klein zu wählen, weil sonst die Schaufelstellung zu enge oder die Krümmung der Schaufeln zu stark ausfällt, bei großen Hubhöhen dagegen wird man das Rad gern so bemessen, daß das Außenwasser die Oberkante der Trommel nicht völlig erreicht. Für Siedam ist ein Pumprad ausgeführt worden, welches bei 3,35<sup>m</sup> größester Hubhöhe 5<sup>m</sup>, für Italien ein solches, welches bei 4,40<sup>m</sup> Hub 8<sup>m</sup> Gesamtdurchmesser hat, und ein anderes Rad erhielt bei 6<sup>m</sup> Hub einen Durchmesser von ungefähr 8,25<sup>m</sup>. — Die normale Umfangs-Geschwindigkeit wird man auf nicht mehr als 1<sup>m</sup> bis höchstens 1,5<sup>m</sup> in der Secunde anzunehmen haben, ohne daß damit jedoch die Zulässigkeit einer schnelleren Bewegung in besonderen Fällen ausgeschlossen ist.

Da die theoretische Wassermasse, welche ein Pumprad bei einer Umdrehung fördert, gleich ist einem Wasser-Ringe von der Breite des Rades, mit einem innern Durchmesser gleich demjenigen der Trommel und von der Höhe der Schaufeln, so läßt sich die Breite, welche das Rad im gegebenen Fall erhalten muß, leicht bestimmen. In der Construction des Rades an sich liegt eine Beschränkung dieser Breite nicht, da man, sofern Doppelarme nicht ausreichen, das Gerippe aus drei und mehr Speichenkränzen construiren kann; sehr breite Räder haben jedoch den Nachtheil, daß die übermächtig lange Radwelle leicht in Vibration geräth, und dadurch die Wasserdichtigkeit der Anschlüsse

beeinträchtigt wird. Zudem hat man fast niemals auf ganz constante Wasserzuflüsse und constante Hubhöhen zu rechnen, und wird bei größern Schöpfwerken wohl thun, die Radbreite in mehrere Theile zu zerlegen, mithin in ein Arrangement einzutreten, wie das des Hebewerks von Gouda, welches oben ausführlich mitgetheilt und beschrieben worden ist. Es sollen bereits Pumpräder zur Ausführung gekommen sein, welche bei 3 und 4<sup>m</sup> Hub nur 0,10<sup>m</sup> und 0,15<sup>m</sup> Breite haben, dagegen auch Pumprad-Anlagen, welche 1000 kb<sup>m</sup> Wasser in der Minute zu fördern vermögen.

Ist endlich die Zahl der Schaufeln des Rades, welche so gering wie möglich und auf höchstens 8 anzunehmen ist, somit die Zahl der Radarme festgestellt, so ergibt sich hieraus einerseits die Länge des Kropfs, andererseits die Detail-Construction des Rades, bei deren Anordnung für die Unveränderlichkeit der Form thunlichst Sorge getragen werden muß. In gleicher Weise ist sowohl bei dem Entwurf eines neuen Gerinnes, als auch namentlich bei dem Umbau vorhandener Schöpfwerke nach dem System der Pumpräder darauf Bedacht zu nehmen, daß der Zutritt des Innenwassers bis an den Kropf und der Austritt des Außenwassers unmittelbar hinter demselben ein geräumiger werde, weil dadurch wesentlich der hohe Nutzeffect des Pumprades bedingt wird. Man vergegenwärtige sich hierbei, daß die eigentliche Arbeit der Schaufel erst beginnt, wenn sie ganz in den Kropf eingetreten ist, und ein Ende erreicht, sobald sie denselben verlassen hat.

Es liegt auf der Hand, daß das Pumprad, welches bisher nur in Bezug auf seine Verwendbarkeit zur Entwässerung der Niederungen in Betracht gezogen wurde, auch für alle anderen Zwecke der Wasserhebung, sobald es nicht darauf ankommt, die Arbeits-Maschine auf einen möglichst engen Raum zusammen zu drängen, um so leichter angewendet werden kann, als es, gleich dem Schöpfkrade, für jede bewegende Kraft geeignet ist. Da seinem Betriebe Unreinigkeiten, die das Innenwasser etwa mit sich führt, weit weniger nachtheilig werden, als jeder andern Wasserhebemaschine, so wird es ohne Zweifel auch bei der Canalisirung



der Städte vortreffliche Dienste zu leisten im Stande und der diesem Zwecke entsprechenden Umgestaltung fähig sein. Man wird beispielsweise da, wo es sich um größere constante Hubhöhen handelt und der Fall, daß das Außenwasser bis in die Nähe des Innenwasserspiegels hinabsinkt, niemals vorkommt, keinen Anstand nehmen, den Kropf nicht unter, sondern hinter das Rad zu legen, wie solches in der nebenstehenden Skizze angedeutet ist. In den Niederlanden sind

auch Pumpräder ausgeführt, welche gleichzeitig zur Ent- und Bewässerung dienen, indem die Schaufeln so eingerichtet sind, daß sie abgeschraubt und auf dem Trommel-Umfange in umgekehrter Richtung wieder angebracht werden können, worauf die Maschine rückwärts in Gang gesetzt wird. Diese Anordnung ist da von Nutzen, wo zur Zeit der Dürre der

Außenwasserspiegel so bedeutend sinkt, daß die Ländereien, namentlich wenn sie der Grasnutzung dienen, an zu großer Trockenheit leiden, mithin eine zeitweise Anfeuchtung des Untergrundes erwünscht ist. Endlich wird noch darauf aufmerksam gemacht, daß bei eisernen Pumprädern dem Einfrieren des Rades und der, den Betrieb sehr störenden Eisbildung an den Schaufeln dadurch wirksam vorzubeugen sein möchte, daß man durch eine in der Welle anzubringende Bohrung Dampf in das Innere der Trommel strömen läßt, nachdem dieselbe durch geeignete Platten cylinder- oder auch ringförmig abgeschlossen worden. Das hierbei entstehende Condensationswasser wird sich unschwer von Zeit zu Zeit aus der Trommel entfernen lassen.

Das erste Pumprad ist im Jahre 1868 in dem Polder Laag Hemaal nahe bei Herzogenbusch zur Ausführung gekommen, in Folge dessen dem Erfinder ein Niederländisches Patent auf die neue Hebemaschine für 15 Jahre erteilt wurde. Seitdem ist eine größere Zahl von Pumprädern theils neu angelegt, theils als Verbesserung vorhandener Schöpfräder eingeführt worden, über deren vorzügliche Leistungen dem Unterzeichneten zahlreiche Atteste vorliegen, nicht allein von den Vorständen der beteiligten, mitunter höchst angesehenen Genossenschaften, sondern auch von wissenschaftlichen Autoritäten aus dem Lehrpersonal der polytechnischen Schule zu Delft. Auch ein im Besitz des Unterzeichneten

befindliches Gutachten des ihm persönlich befreundeten Arrondissements-Ingenieurs J. van der Toorn in Gorinchem (Gorcum), eines Staatsbeamten, empfiehlt die Anlage von Pumprädern dringend für eine in seinem Bezirk zu errichtende größere Entwässerung, unter der ausdrücklichen Anführung, daß der Nutzeffect, d. h. die wirkliche Wasserförderung im Verhältniß zur angewendeten Maschinenkraft, auf 90 pCt. anzunehmen sei. Selbst in Oesterreich und Italien hat das Pumprad bereits Eingang gefunden; besonderer Werth aber ist darauf zu legen, daß die Haupteingesessenen von Rijnland auf den Vorschlag ihrer Regierung neuerdings mit allen Stimmen gegen eine beschlossen haben, die Schöpfräder ihres großen, bisher mustergültigen Werkes zu Gouda, desselben, dessen nähere Beschreibung oben mitgeteilt wurde, in Pumpräder umzubauen, und daß dieser Umbau im Jahre 1872 zur Ausführung gelangen wird.

Unter solchen Umständen unterliegt es kaum einem Zweifel, daß auch in Deutschland die Vorzüge der Erfindung bald ihre Würdigung finden werden, und daß das in seiner gesamten Anordnung so überaus einfache und dauerhafte, in der Ausführung wohlfeile Pumprad dazu bestimmt ist, in der weiteren Entwicklung unseres Entwässerungswesens, welches gerade jetzt einen höchst erfreulichen Aufschwung gewonnen hat, eine wichtige Stelle einzunehmen.

Frankfurt a. O., im Januar 1872. A. Wiebe.

## Kreuzungen der Halle-Sorau-Gubener Eisenbahn mit der Berlin-Anhalter Bahn bei Delitzsch und Falkenberg.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 33 bis 38 im Atlas und auf Blatt N im Text.)

Die Halle-Sorau-Gubener Eisenbahn überschreitet zweimal die Linien der Berlin-Anhalter Bahn: bei Delitzsch in der Strecke Bitterfeld-Leipzig und bei Falkenberg in der Strecke Jüterbogk-Riesa.

Die im Jahre 1861 aufgestellten generellen Vorarbeiten der Linie Halle-Sorau zeigen an diesen beiden Stellen Kreuzungen im Niveau, wobei die Geleise-Verbindungen der unter einem rechten Winkel zusammentreffenden Bahnhöfe nicht unbedeutende Unzuträglichkeiten mit sich führten.

Bei den im folgenden Jahre ausgeführten speciellen Vorarbeiten wurde an beiden Kreuzungspunkten die Halle-Sorauer Linie vermittelst einer großen Curve in die Richtung der Berlin-Anhalter Bahn übergeführt, dergestalt, daß die nach der Längsrichtung aneinanderstossenden Bahnhöfe eine bequeme Geleise-Verbindung gestatteten. Hinter dem Bahnhöfe erhob sich dann das Planum der Halle-Sorauer Bahn mit einer Steigung von 1 : 150 bis zu der für eine Bahnüberschreitung erforderlichen Höhe, um demnächst in einer nochmaligen großen Curve nach dem Uebergange über die Berlin-Anhalter Geleise die Hauptrichtung der Bahnlinie wieder zu gewinnen.

Die durch diese Anordnung bedingte erhebliche Längsentwicklung einerseits, wie die nach Ausführung der Linien Eilenburg-Leipzig und Cottbus-Grosenhayn zu erwartende Verminderung des Verkehrs zwischen beiden Bahnen an den Kreuzungs-Bahnhöfen andererseits\*) waren Veranlassung, beim Beginne der Bauausführung im Jahre 1868 die westöstliche

Hauptrichtung der Halle-Sorauer Bahn mit nahezu rechtwinkliger Ueberschreitung wieder aufzunehmen. Man legte dabei den neuen Bahnhof so entfernt von der Kreuzungsstelle, daß die für eine Bahnunterführung erforderliche Höhe mit der Steigung 1 : 200 erreicht wurde. Besondere Verbindungsgeleise sollten den Verkehr zwischen den beiderseitigen Bahnhöfen vermitteln.

Inzwischen hatte die Stadt Delitzsch wegen der seit Aufstellung der Vorarbeiten wesentlich veränderten Verhältnisse, namentlich aber mit Rücksicht auf die bedeutende Ausdehnung der Leipziger Vorstadt, gegen die beabsichtigte Lage der neuen Bahn Einsprache erhoben.

In Folge dessen wurde, um die befürchteten Störungen in den Communications- und Vorfluth-Verhältnissen zu vermeiden, die Bahnlinie nochmals abgeändert, und der Bahnhof in weiterer Entfernung von der Stadt und dem Berlin-Anhalter Bahnhöfe projectirt; zugleich wurde auf eine von der Ministerial-Behörde angeregte Anordnung Bedacht genommen, wonach an der Kreuzung beider Bahnen ein gemeinsames Empfangsgebäude in zwei Geschossen angelegt werden sollte. Es wurde demnach der zuerst in Aussicht genommene Bahnhof für den Güterverkehr eingerichtet und die Verbindung desselben mit dem Berlin-Anhalter Bahnhöfe durch Uebergabegleise bewerkstelligt, während an der Kreuzung beider Bahnen eine Personenstation angeordnet wurde.

Dieses auf Blatt 33 in der Gesamtanordnung dargestellte Project, welches in seinen Grundzügen auch auf die Bahnüberschreitung bei Falkenberg übertragen wurde, erlangte die

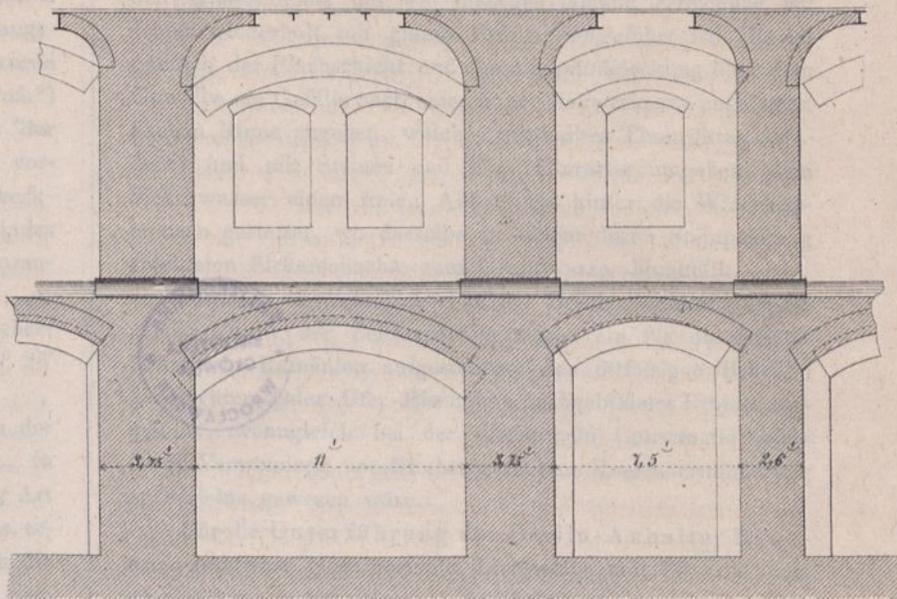
\*) Die neue Bahnlinie Kohlfurt-Falkenberg-Wittenberg konnte damals noch nicht in Betracht gezogen werden.

Empfangsgebäude Delitzsch.

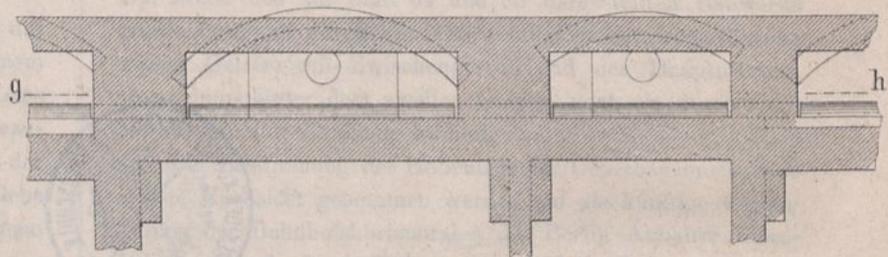
Abschlussmauer des Empfangsgebäudes gegen den Bahndamm.

Vertikalschnitt nach g h.

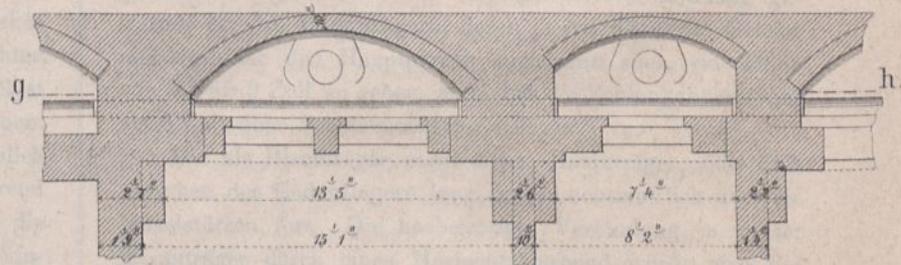
[Spiegelbild.]



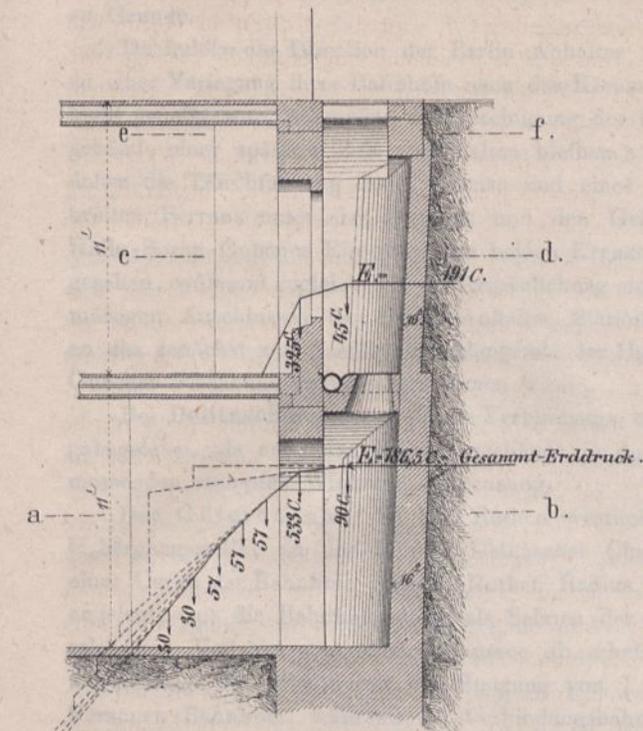
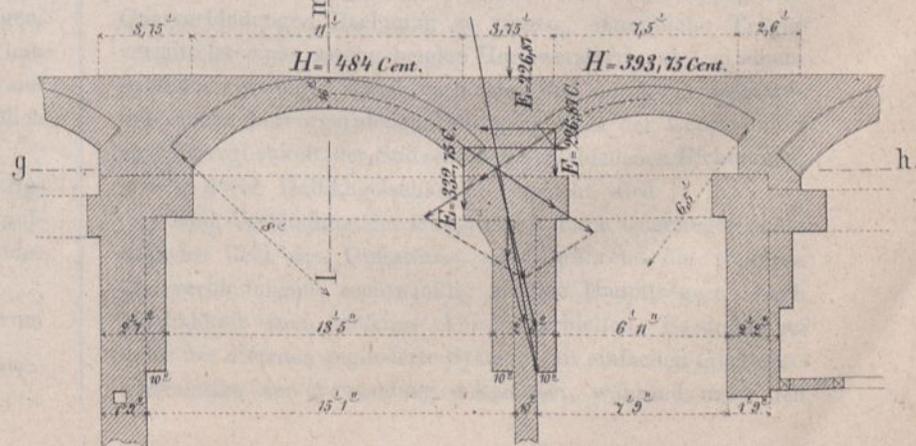
Horizontalschnitt nach e f.



Horizontalschnitt nach c d.

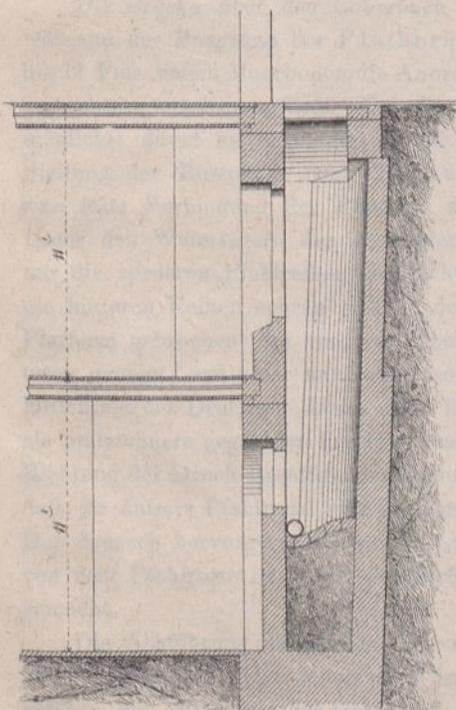


Horizontalschnitt nach a b.



Schnitt nach l m.

[Project.]



Schnitt nach l m.

[Ausführung.]

Genehmigung der Königl. Behörden und liegt der Ausführung zu Grunde.

Da indess die Direction der Berlin-Anhalter Eisenbahn zu einer Verlegung ihrer Bahnhöfe nach den Kreuzungsstellen nicht geneigt war, so mußte die Vereinigung der Empfangsgebäude einer späteren Zeit vorbehalten bleiben. Es wurde daher die Durchführung dreier Geleise und eines 19 Fuß\*) breiten Perrons unter den Perrons und den Geleisen der Halle-Sorau-Gubener Eisenbahn bei beiden Kreuzungen vorgesehen, während zugleich auf die Ermöglichung eines zweckmäßigen Anschlusses des Berlin-Anhalter Stationsgebäudes an das zunächst zur Ausführung gelangende der Halle-Sorau-Gubener Eisenbahn Bedacht genommen wurde.

Bei Delitzsch liegen sowohl die Verbindungs- und Uebergeleise, als auch das Empfangsgebäude in dem 96° 26' messenden stumpfen Winkel der Kreuzung.

Der Güterbahnhof ist 270 Ruthen westlich von der Uebergangsstelle, an der Leipzig-Delitzscher Chaussee, in einer Curve der Bahnlinie von 250 Ruthen Radius in der Art angelegt, daß die Bahnhofsgleise als Sehnen der Curve erscheinen. Von der genannten Chaussee ab erhebt sich die zweigeleisige Hauptbahn mit der Steigung von 1 : 200 zum Personen-Bahnhofe, während die Verbindungsbahn sich mit einem Gefälle von 1 : 250 bis zum Niveau der Berlin-Anhaltischen Geleise senkt und dann horizontal in dieselben eingeführt ist.

Beide Bahnzweige überschreiten den Loberbach mit einer Brücke von 40 Fuß Lichtweite, welcher in kurzem Abstände eine Fluthöffnung von gleicher Weite folgt. Aus den zwischen Haupt- und Verbindungsbahn bestehenden Niveau-Differenzen von 13 Fuß am Loberbache und 14 $\frac{2}{3}$  Fuß an der Fluthbrücke ergab sich die Anlage von Doppelbrücken, welche zwei Geleise auf Gewölben und ein drittes auf eisernem Ueberbau tragen.

Die Brücke über den Loberbach ist auf Beton fundirt, während der Baugrund der Fluthbrücke (Blatt 34) bei 10 bis 11 Fuß tiefem Moorboden die Anordnung eines Pfahlrostes angemessen erscheinen ließ. Um der Richtung des Druckes möglichst direct zu begegnen, wurde von der senkrechten Stellung der Rostpfähle zum Theil abgewichen und selbst eine feste Verbindung der Plattform des Rostes aufgegeben. Unter den Widerlagern der gewölbten Brücke sind nämlich nur die vorderen Pfahlreihen senkrecht geschlagen, während die hinteren Reihen schräg stehen; demzufolge ist auch die Plattform gebrochen: im vorderen Theile horizontal, im hinteren geneigt, und zwar annähernd normal zur Richtung der Mittellinie des Druckes. Unter allen übrigen Mauern, welche als Stützmauern gegen den Erddruck fungiren, ist der geneigten Richtung der Druck-Resultirenden dadurch Rechnung getragen, daß die äußere Pfahlreihe eine geneigte Stellung erhalten hat. Der dadurch hervorgerufene weitere Abstand der Spundwand von dem Pfahlroste ist durch eine Steinschüttung unschädlich gemacht.

Die Ausführung der Rammarbeiten hat keine Schwierigkeiten verursacht. Das Mauerwerk ist in Bruchsteinen aufgeführt, mit Ausschluss des Gewölbes, welches in Bitterfelder Ziegeln hergestellt ist.

Um einen beschleunigten Abfluss des Sickerwassers vom

\*) Alle Maafse sind nach dem bisherigen Maafsysteme angegeben, da die Projecte in rheinl. Maafsen aufgestellt sind.

Gewölbrücken bis hinter die Landpfeiler zu erzielen, wurde eine Anordnung getroffen, welche bei neueren Bahnbauten für gewölbte Brücken von mehreren Oeffnungen, wo für den Wasserabfluß nur ein mäßiges Gefälle erreichbar ist, schon wiederholt mit gutem Erfolge ausgeführt ist. Es ist nämlich der Flachsicht und der Asphaltabdeckung über dem Gewölbe ein Gefälle nach einer in der Bauwerksaxe angelegten flachen Rinne gegeben, welche, mit halben Thonröhren überdeckt und mit Steinen und Kies filterartig umgeben, dem Sickerwasser einen freien Abfluß bis hinter die Widerlagsmauern gestattet, wo dasselbe in einem durch Steinpackung gebildeten Sickerschachte zum Grundwasser hinabfällt.

Für den eisernen Ueberbau der Brücke im Verbindungsgeleise wurde der Zeitersparniß wegen ein für die Sarata-Brücke in Rumänien aufgestelltes, den 60füßigen Brücken der Rechten-Oder-Ufer-Eisenbahn nachgebildetes Project ausgeführt, wengleich bei der disponibeln Constructionshöhe durch Verwendung von Blechträgern eine Kostenverminderung zu erzielen gewesen wäre.

Für die Unterführung der Berlin-Anhalter Bahnanlagen war eine normale Lichtweite von 60 Fuß vorgeschrieben, wobei wegen der beschränkten Constructionshöhe eine zweimalige Unterstützung der Hauptträger durch Säulen, einmal auf dem zukünftigen Berlin-Anhalter Perron, sodann zwischen dem zweiten und dritten Geleise, gestattet wurde. Die Breite des auf Blatt 34 und 35 dargestellten Bauwerks wurde bestimmt durch die Nothwendigkeit der Ueberführung zweier Geleise mit Zwischenperron und des Hauptperrons, wozu dann hinter dem zweiten Geleise noch ein durch Consolen gestützter Laufgang kommt.

Bei Bestimmung der Höhenlage der Ueberbauconstruction mußte Rücksicht genommen werden auf die künftige Verlängerung der Bahnhofshorizontalen der Berlin-Anhalter Eisenbahn, wodurch, da ein Höherlegen des Halle-Sorauer Planums ohne großen Kostenaufwand nicht möglich war, die disponible Constructionshöhe bis Schienenunterkante auf das Maaf von 1,94 Fuß beschränkt wurde. Die gewählte Anordnung gestattete es, den Hauptträgern, deren je zwei für jedes Geleise und zwei für den Hauptperron angeordnet sind, eine Höhe von 2 Fuß 9 Zoll zu geben, ohne daß die Perronkanten höher als 8 Zoll über Schienenoberkante liegen.

Die als Blechträger construirten Hauptträger, 63,2 Fuß zwischen den Endauflagern lang, gehen continuirlich über die Mittelstützen fort. Die beabsichtigte Verbindung je zweier Hauptträger durch einen Horizontalverband würde eine Beweglichkeit der gußeisernen Stützen auf halbcylindrischen Zapfen mit sich gebracht haben. Auf Anregung von J. W. Schwedler wurden jedoch, um auch der Ausdehnung der Querverbindungen Rechnung zu tragen, sämtliche Träger vermittelt eines durchgehenden Horizontalverbandes zu einem Systeme vereinigt; dabei verlangen die durch Temperaturdifferenzen hervorgerufenen Bewegungen in der Construction eine Beweglichkeit der Stützen nach verschiedenen Richtungen, welche durch Halbkugelscharniere erreicht wird.

Eine Verbindung der Hauptträger durch Querträger findet zunächst über den Gußstützen statt, während die weiteren Querverbindungen, rechtwinklig zu den Hauptträgern, nach Möglichkeit einen 9füßigen Abstand erhielten. Es sind dabei unter den Perrons gegliederte Systeme mit einfachen Gurtungswinkeleisen zur Anwendung gekommen, während unter den

Geleisen Blechträger mit doppelten Gurtungswinkelisen angeordnet sind. Zwischen letzteren liegende Blechbalken von 15 Zoll Höhe unterstützen direct die Schienen mittelst  $\frac{3}{8}$  Zoll in Min. starker Unterlagplatten, während der Bohlenbelag der Perrons durch Holzbalken getragen wird.

Der Zusammenhang des ganzen Ueberbaues gestattete eine unverschiebliche Befestigung der Construction auf dem Mauerwerke nur bei einem der 12 Auflager der Hauptträger, während alle übrigen eine Bewegung, theils nach einer, theils nach zwei Richtungen hin, erlauben mußten.

Da nun die Berechnung der Hauptträger bei vorausgesetzter Maximalbelastung der Mittelöffnung und unbelasteten Seitenöffnungen einen negativen Auflagerdruck an den Trägerenden ergab, so wurde eine Verankerung der letzteren mit dem Mauerwerk erforderlich, welche gleichfalls der Beweglichkeit Rechnung tragen mußte. Die Anordnung derselben geht aus der Zeichnung hervor.

Der Horizontalverband von 3 Zoll breiten,  $\frac{3}{8}$  Zoll starken Flacheisen liegt in der Ebene der unteren Gurtungen der Hauptträger.

Der Berechnung des eisernen Ueberbaues ist folgende Belastungsannahme zu Grunde gelegt: Ueber jeder Seitenöffnung der Geleise ist eine Maschine von 600 Ctr. Gesamtgewicht bei 360 Ctr. Druck der Treibachse gedacht, während für die Mittelöffnung zwischen den Stützen 40 Ctr. pro lfd. Fuß Geleise gerechnet sind, also bei 9 Fuß Abstand der Knotenpunkte 180 Ctr. pro Knotenpunkt und Träger. Für den Perron ist an Nutzlast und Eigengewicht, jedoch mit Ausschluß der eisernen Träger, 1 Ctr. pro Qdrzfuss in Rechnung gestellt.

Da nun zur Abkürzung der Rechnung von der Verschiebung der Lastpunkte bei den verschiedenen Hauptträgern abgesehen und nur ein Geleiseträger und ein Perronträger berechnet wurde, so ist, zur Ausgleichung etwaiger dadurch begangener Fehler, die Beanspruchung des Materials mit nur 90 Ctr. pro Qdrtzoll in die Rechnung eingeführt.

Die gußeisernen Stützen haben oben und unten, wie bereits erwähnt, Halbkugelscharniere erhalten, so daß sie den Bewegungen der Ueberbau-Construction folgen können, ohne auf Biegung beansprucht zu werden. Die Continuität der Hauptträger verlangte die Möglichkeit einer sehr genauen Einstellung dieser Stützen in die richtige Höhenlage; es ist deshalb das untere Kugelscharnier mit einem Keil verbunden, der auf einem zweiten, mittelst horizontaler Schraube beweglichen Keile ruht. Die Vorrichtung gestattet eine Ausgleichung der Höhen bis zum Maasse von  $\frac{3}{8}$  Zoll. Es genügt die Kraft eines Mannes, um mittelst derselben die Höhenlage der mittleren Auflager zu berichtigen.

Die den Gufsstützen gegebene Kunstform soll im Gegensatze zur festen Säule die in Scharnieren bewegliche Stütze charakterisiren.

Mit Rücksicht auf die Wichtigkeit und die erforderliche Zuverlässigkeit der Gufsstützen ist deren Stärke so bestimmt, daß bei ruhender Maximallast das Material nur mit etwa 50 Ctr. pro Qdrtzoll beansprucht ist. Bei der vor Aufstellung der Construction vorgenommenen Prüfung ist jede einzelne Stütze mittelst hydraulischer Presse mit 1600 Centnern belastet, das ist mehr als das Doppelte der zu erwartenden Maximallast.

Das Gesamtgewicht der Ueberbau-Construction an

Schmiedeeisen beträgt in der Ausführung 789 Ctr.

dazu das Geländer . . . . . 20 $\frac{1}{2}$  - 809 $\frac{1}{2}$  Ctr.

ferner an Gufseisen:

Unterlagplatten . . . . . 10 Ctr.

die 12 Gufsstützen . . . . . 250 $\frac{1}{2}$  - 260 $\frac{1}{2}$  -

daher in Summa an Eisen 1070 Ctr.

Das dem Projecte entsprechende Gewicht beträgt sehr nahe 1000 Ctr., und ist der Mehraufwand theils durch vergrößerte Wandstärke der Gufsstützen, theils durch Zugeständnisse hervorgerufen, welche dem Fabrikanten in der Wahl der Façoneisen gemacht werden mußten.

Das auf Blatt 36 und 37 dargestellte Empfangsgebäude im Kreuzungswinkel der Bahnen ist so disponirt, daß die zur Communication zwischen beiden Bahnen dienenden Räumlichkeiten in dem Eckbau, zunächst dem Kreuzungspunkte der Geleise liegen. Vom Vorplatze gelangt man vermittelst einer Freitreppe, nahezu 5 Fuß steigend, in einen sechsseitigen Vorraum, welcher in der Höhe des Berlin-Anhalter Perrons liegt und mit diesem durch eine Passage in Verbindung steht. Links neben der Eingangsthür wird sich in Zukunft der Vorraum gegen das Vestibul der Berlin-Anhalter Verwaltung mit zwei Bögen öffnen, in ähnlicher Weise wie im obersten Geschosse die Räume der Halle-Sorau-Gubener Verwaltung an die gegenüberliegende Seite des Sechsecks anschließen. Der Eingangsthür gegenüber führt ein 10 Fuß breiter Treppenarm aufwärts und theilt sich von dem in halber Höhe liegenden Podeste ab in zwei Arme von 6 Fuß 2 Zoll Breite. Von dem oberen Vorraum, dessen Fußboden 17,3 Fuß über dem unteren liegt, führt, ähnlich wie unten, eine Passage direct zum Perron der Halle-Sorau-Gubener Eisenbahn, während die nebenliegende Sechseckseite sich in doppeltem Bogen gegen das obere Vestibul öffnet.

Die Beförderung des durchgehenden Passagier-Gepäcks ist von der Communication der Reisenden vollständig getrennt. Unter dem Treppenpodeste ist eine nach dem Berlin-Anhalter Perron führende Thür angelegt, durch welche das Gepäck unter der Treppe mittelst kleiner Handwagen nach einem Aufzuge gebracht wird, welcher in dem zwischen dem Treppenhause und dem Halle-Sorau-Gubener Perron befindlichen Thurmbau angelegt werden soll.

An dem oberen Vestibul liegen die Billet- und Gepäck-Expedition und das Zimmer des Stationsvorstehers, während die Wartesäle durch einen 8 Fuß breiten Corridor erreicht werden.

Ein Postkarrenlocal mit 4 $\frac{1}{2}$  Fuß breiter Thür ist nur vom Perron zugänglich, dessen Verbindung mit dem Vorplatze mittelst einer 8 Fuß breiten Rampe im Gefälle von 1:18 hergestellt ist.

Die disponible Höhe von reichlich 22 Fuß gestattete unter diesen Räumen zwei Geschosse für Beamten-Wohnungen, Postlocal, Keller etc. anzuordnen. Der 8 Fuß breite Corridor der oberen Etage gab Veranlassung zur Anlage einer die beiden unteren Geschosse umfassenden offenen Halle, in welcher sich die Eingänge zu den Wohnungen und den untergeordneten Räumlichkeiten befinden.

Durch nachträgliche Aenderung des Programms wurden die Postlocale im Erdgeschosse beseitigt, dagegen für das Postkarrenlocal der obersten Etage die Breite von 13 Fuß

4 Zoll vorgeschrieben. Hieraus erklärt sich die ungleiche Axtheilung der Façade und das Auftreten der Doppelpfeiler in der Halle.

Die beiden unteren Geschosse legen sich mit ihrer Rückseite gegen die 22 Fufs hohe Erdschüttung des Bahnkörpers.

Um den für eine Stützmauer bei so bedeutendem Erddrucke erforderlichen Material-Aufwand zu vermindern, wurde eine Reihe vertikal stehender Kappen angeordnet, deren Widerlager in den vorhandenen Scheidewänden schon zum großen Theil gegeben waren. Zugleich gab diese Anordnung Gelegenheit, den Räumen auf einfache Weise Licht und Luft zuzuführen. Aehnliche Ausführungen finden sich in England an der Metropolitan Railway (Humber 1863), sowie an den Bahnhöfen der East London Extension Railway, vor dem alten Themse-Tunnel.

Ohne specieller auf die Berechnung der Kappen einzugehen, sei nur erwähnt, daß dieselbe getrennt erfolgte für die obere Hälfte mit 11 Fufs hoher Dammschüttung, und für die untere Hälfte bei Annahme von 22 Fufs Erddruck. Die Spannweiten und Halbmesser für die einzelnen Kappen wurden dann so modificirt, daß die Resultirende der Gewölbschube in der Horizontalprojection innerhalb der Stärke der Widerlagpfeiler blieb, während die Länge der letzteren sich aus der Vertikalprojection der Drucklinie im Pfeiler ergab. Dabei wurden, um das ganze Gewicht der oberen Etagen für die Hinabführung der Drucke und somit für die Verringerung der Pfeilerlängen nutzbar zu machen, von Pfeiler zu Pfeiler Gurtbogen gespannt, welche das Mauerwerk und die Balkenlagen der oberen Etagen tragen.

Beispielsweise ist auf Blatt N im Texte der Theil der Stützmauer, welcher hinter der Billet-Expedition und dem Zimmer des Stationsvorstehers liegt, mit den betreffenden Zahlen dargestellt.

Die ursprünglich projectirte Anordnung einer Rinne in der Höhe der ersten Balkenlage und Zuziehung des von den Vertikalkappen umschlossenen Raumes zu den Kellerräumen des untersten Geschosses wurde später aufgegeben, eine mit hochliegenden Fenstern versehene Wand vor den Kappen angeordnet und deren unterer Theil mit einem Pisée von 1 Theil Kalk auf 8 Theile Sand verfüllt und ausgestampft.

Ein Ziegelpflaster in Cement bildet über dieser Füllung eine Rinne zur Abführung des etwa eintretenden Tagewassers in einen unter der Waschküche liegenden Abzugsanal.

Die östlich von der Bahnunterführung gelegene Retirade ist, entsprechend der auf Blatt 38 dargestellten für Falkenberg bestimmten, in Fachwerk projectirt. Dabei liegt die Absicht zu Grunde, wegen der bedeutenden Höhe der Dammschüttung die Fundamente nicht vom gewachsenen Boden auf hochzuführen, vielmehr auf die möglichst sorgfältig ausgeführte Schüttung zu fundiren und bei demnächst etwa eintretender Senkung den Fachwerksbau zu heben und die Fundamentmauern der Senkung entsprechend zu erhöhen.

Bei Falkenberg findet die Kreuzung der beiden Bahnlilien, wie aus der Situation auf Blatt 33 zu ersehen, unter einem Winkel von  $67^{\circ} 30'$ , sonst aber unter gleichen Verhältnissen wie bei Delitzsch, statt.

Der Güterbahnhof, 315 Ruthen östlich vom Kreuzungspunkte, soll dem Verkehre mehrerer in der Nähe befindlichen Ortschaften dienen. Die Verbindungs- und Uebergabe-Geleise liegen im stumpfen Winkel, während die Lage der Ortschaft

Falkenberg und des Berlin-Anhalter Bahnhofes es nothwendig machte, das Empfangsgebäude im spitzen Winkel der Kreuzung anzulegen. Hieraus und aus der für den Ueberbau der Bahnunterführung disponiblen Constructionshöhe von 2 Fufs 7 Zoll bis Schienenunterkante ergaben sich die Haupt-Abweichungen dieser Anlage gegen die vorher besprochene.

Bei der Bahnunterführung, die im Wesentlichen auf Blatt 38 wiedergegeben ist, konnte den Hauptträgern eine niedrigere Lage gegen die von ihnen getragenen Schienen gegeben werden. In Folge des dadurch ermöglichten geringeren Abstandes der zusammengehörigen Geleise-Hauptträger konnten die Schienen mit Vortheil durch Querträger unterstützt werden, welche sich in dreifüßigem Abstände wiederholen.

Die über den Gufsstützen liegenden Aussteifungen zwischen den Hauptträgern sind nicht in das System der Querträger hineingezogen, sondern liegen unterhalb der letzteren, unabhängig von denselben. Die genannten Constructionstheile sind, ebenso wie auch die Querträger unter den Perrons und die Endconsolen, sämmtlich als Blechbalken construirt. Der Horizontalverband liegt, ebenso wie bei dem Ueberbau der Delitzscher Unterführung, in der Ebene der unteren Gurtungen der Hauptträger.

Bei der geringen Entfernung der Lastpunkte von 3 Fufs wurde für die Berechnung dieser Construction eine gleichförmig vertheilte Belastung vorausgesetzt. Die Größe derselben ergibt sich für die Perronträger aus der Belastungsannahme von 1 Ctr. pro Qdrtfufs. Für die verschiedenen Oeffnungen der Geleiseträger wurde die zu Grunde zu legende gleichförmige Last in der Weise bestimmt, daß das durch sie hervorgerufene Maximalmoment für einen Einzelträger von der betreffenden Spannweite dasselbe sein würde, wie das durch die ungünstigste Maschinenbelastung erzeugte Moment. Hiernach ergab sich die in Rechnung zu stellende Belastung für die Mittelöffnung zu 28 Ctr. pro lfd. Fufs, für die Seitenöffnungen zu 39 Ctr., wobei jedesmal 6 Ctr. für das Eigengewicht gerechnet sind.

Auch hier wurde die Rechnung möglichst vereinfacht, und in Folge davon die Beanspruchung pro Qdrtzoll mit nur 90 Ctr. eingeführt.

Das Gewicht dieser Ueberbau-Construction an Schmiedeeisen beträgt in der Ausführung . . . 924½ Ctr.  
Geländer . . . . . 21½ -

946 Ctr.

ferner an Gufseisen:

Unterlagplatten . . . . . 11,50 Ctr.  
Gufsstützen . . . . . 250,50 -

262 -

daher das Gesamtgewicht an Eisen 1208 Ctr., während nach dem Projecte das Gesamtgewicht 1137 Ctr. betragen würde.

Bei Anordnung des Montagegerüsts für die Unterführung mußte das Normalprofil des freien Raumes für beide Geleise der Berlin-Anhalter Eisenbahn freigehalten werden. Daraus ergab sich, wenn man von dem bei der großen Breite von 6 Hauptträgern immerhin bedenklichen Ueberschieben der fertigen Construction absieht, die Nothwendigkeit, die Montage in größerer Höhe auszuführen und alsdann, nach Entfernung der Rüstung, die fertige Construction zu senken. Andererseits erschien es sehr wünschenswerth, bei der Operation des Senkens eine leichte Zugänglichkeit des oberen Scharniers der

Gußstützen zu bewahren. Aus diesen Erwägungen ergab sich das auf Blatt 38 im Längenschnitte dargestellte Montagegerüst. Nach Fertigstellung der Montage in der daselbst angedeuteten Höhenlage wurde die mittlere, über den Geleisen befindliche Plattform sammt den inneren Kopfbändern entfernt, und die Senkung der Eisenconstruction mit Hülfe von Locomotiv-Winden bewirkt. Nachdem nun die Gußstützen aufgerichtet und der Ueberbau vollständig herabgelassen war, wurden sämtliche Auflagerplatten mittelst kleiner Keile genau in die richtige Höhenlage gebracht und demnächst mit Cement untergossen.

Die mittelst zweier Maschinen nebst Tender für jedes Geleise einzeln bewirkte Probelastung des eisernen Ueberbaues zeigte in Folge der durch die Querverbindungen vorhandenen Continuität bei den mittleren Trägern eine geringere

Durchbiegung als bei dem äußeren Geleise-Hauptträger, so daß es nicht unzweckmäßig sein dürfte, den Gurtungsquerschnitt des letzteren etwas größer anzuordnen.

Wie erwartet, war nach stattgehabter Belastung eine merkliche Senkung der mittleren Stützpunkte auszugleichen, was durch die Stellvorrichtung am Fusse der Stützen leicht ermöglicht war.

Die aus der veränderten Grundform des Empfangsgebäudes hervorgegangenen Abweichungen von dem für Delitzsch aufgestellten Projecte sind nicht so wesentlich, daß sie eine besondere Darstellung rechtfertigen.

Die Ausführung ist, wie bei dem dortigen Empfangsgebäude, in Ziegelrohbau, jedoch in etwas einfacheren Formen bewirkt.

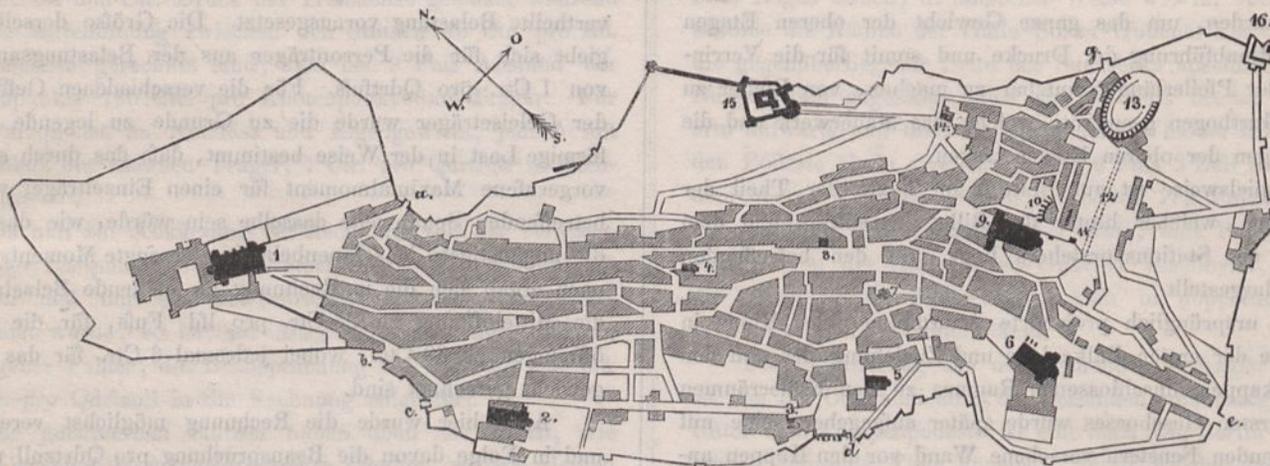
Haarbeck.

## Die Baudenkmale Umbriens.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 21, 22 und 39 bis 42 im Atlas.)

(Fortsetzung.)

### III. Assisi.



No. 35. Stadtplan von Assisi.

Aus der entlegenen Stadt im hohen Tiberthale führe ich den Leser in den Mittelpunkt der umbrischen Lande auf einen Hügel am Saume der weiten Thalebene des Chiascio und des Topino. Der breite kahle Rücken des Monte Subasio entsendet nach Westen den keck in's Thal hinaustretenden, mit einer trotzigen Burg gekrönten Bergkamm, auf welchem wir stehen und das Auge entzückt über die Ferne schweifen lassen über das gesegnete Gefild, das von Spoleto bis Perugia einem Garten gleicht. Zu unseren Füßen umzieht den südwärts gewandten Abhang des Hügels wie ein breiter Gürtel die Stadt, deren Namen durch Tausende Entsagung predigender Zungen durch die Welt getragen worden ist, die Heimath des heiligen Franciscus: Assisi.

Man fühlt es beim Anblick dieser Stadt, daß sie der Schauplatz wichtiger Begebenheiten gewesen ist, man liest es an den würdevollen Fronten der zahlreichen Kirchen ab, daß hier die Kirche die glänzendsten Triumphe gefeiert hat, welche es durch Monumente zu verewigen galt, man erkennt aber auch zugleich in den starken Mauern und den festen Thorthürmen, mehr noch aber in der hohen Burg, an deren

alterndes Gemäuer wir uns lehnen, einen kühn und thatkräftig auftretenden Bürgersinn, der die Freiheit gegen die äußeren Feinde zu behaupten, lieber noch die Herrschaft über die Nachbarn zu gewinnen trachtete. Und in der That lehrt die Geschichte von Assisi, daß die Grabstätten der Heiligen, daß der Zulauf Tausender frommer Pilger, die alljährlich kamen, durch inbrünstige Gebete Trost und Aufrichtung zu finden, der leidenschaftlichen Bevölkerung die Ruhe des Friedens nicht zuzuführen vermochten. Das ganze Mittelalter ist für die Stadt eine Zeit unaufhörlicher Bürgerkriege und blutiger Fehden mit den benachbarten Städten, in denen das schwächere Assisi meist den Kürzeren zog.

Einen geeigneteren Ort die herrliche Lage Assisi's zu würdigen, als die hoch über der Stadt wachende rocca grande (15 in No. 35), ist nicht zu finden. Der Vorberg des Monte Subasio fällt mit steilen, fast senkrechten Felswänden nach Norden ab in das Thal des Jescio-Baches, dessen gewundener Lauf ihn von den mälsigen Gebirgen trennt, welche in nördlicher Richtung das Chiascio-Thal umschließen. Abgesondert von der tiefer liegenden Stadt ragt auf dem Gipfel des Hügels

unnahbar die Burg empor, ohne deren Bewältigung der Besitz der Stadt von kleinem Werth, weil sie die ganze Stellung beherrscht. Von ihr nehmen die festen Mauern Assisi's ihren Ausgang. Auf schroffem Felsenkamme über der Jescio-Schlucht steigen sie zu der sattelförmigen Senkung hinab, welche nach Osten den Vorberg von den öden steinigten Abhängen des breitrückigen Subasio trennt. Von dieser Seite her war am ehesten ein Angriff zu fürchten, da der Angreifer, von der Höhe des Gebirges herabsteigend, die Vortheile einer dominirenden Position für sich hatte. Deshalb ist die nach Osten vorspringende Ecke, an der sich die Stadtmauer nach Südwesten wendet, durch ein bedeutendes Castell, die rocca minore, besonders verstärkt worden, und zur weiteren Sicherung an dieser gefährdeten Seite ward die Mauer mit festen Thorthürmen an der porta Cappuccini (*f* in No. 35) und der porta nuova (*e* in No. 35) und außerdem noch mit drei Mauerthürmen ausgestattet. Zwischen den genannten Thoren steigt die Befestigungslinie in heftigen Absätzen thalwärts hinab und erreicht an der porta nuova den Punkt, von wo sie auf dem abschüssigen südlichen Abhänge der Hügel unterhalb der Stadt von Südost nach Nordwest annähernd horizontal bis zur porta S. Pietro fortgeführt werden konnte, ohne daß der günstigen Terrainbildung wegen die Herstellung einer festen Vertheidigungslinie große Schwierigkeiten bereitet hätte. Nur ein kleines Thor, die porta Mojano (*d* in No. 35), unterbricht diesen Mauerzug in der Mitte seiner Länge. Bei der porta S. Pietro (*c* in No. 35) und der alsbald folgenden porta S. Francesco (*b* in No. 35) tritt die aus dem Thal heraufführende Fahrstraße in die Stadt ein, und aus diesem Grunde ist auch hier durch stärkere Mauern und höhere Thorthürme eine wirksame Abwehr geschaffen. Nach Norden und Nordwesten bis zum Anschluß an die rocca grande sorgte, bevor das hier auf der vorgeschobenen Ecke der Stadt über dem Thal hinaustretende Riesenkloster S. Francesco erbaut ward, wieder der jähe Absturz des spitz auslaufenden Bergrückens für die sicherste Vertheidigung, und es brauchte die den Stadtbezirk abgrenzende Mauer nur schwach zu sein. Der steile Pfad vom Jescio-Thal hinauf zur Stadt passirt in diesem Abschnitte die wohlbefestigte porta S. Giacomo (*a* in No. 35). Als im 13. Jahrhundert der gewaltige Bau des Klosters S. Francesco unternommen wurde, ward zwar nach Nordwesten die Mauerkette durchbrochen, allein die riesenhaften Substructionen des Klosters selbst, welche sich der Stadtmauer an der porta S. Francesco anschlossen, und bei der porta S. Giacomo mit den Felsen verwachsen zu sein scheinen, mußten jeden Gedanken an einen Angriff von jener Seite her zur Unmöglichkeit machen. In dieser Zeit scheint ein gründlicher Umbau der ganzen Vertheidigungslinie stattgefunden zu haben, wie denn auch damals erst und zwar in Folge der Stadterweiterung nach S. Francesco zu die Mauern und Thore bei der Kirche S. Pietro errichtet worden sind, die wir noch heute gewahren.

Eine so wohl befestigte und durch ihre günstige Lage gesicherte Stadt durfte wohl im Vertrauen auf ihre Stärke ungleiche Kämpfe mit überlegenen Gegnern wie Perugia und Spoleto, den erbitterten Feinden und Nebenbuhlern Assisi's, wagen. Für die Gewalthaber der späteren Jahrhunderte des Mittelalters aber, in welchen sich Assisi in inneren Wirren und Bürgerkriegen zerfleischte, war sie als wichtige Festung Gegenstand steten Begehrs. Durch Verrath und List mehr

als durch Gewalt wufste während des 13., 14. und 15. Jahrhunderts bald diese bald jene Parthei sich in den Besitz der Stadt zu setzen, und wer die rocca grande inne hatte, konnte sich als Herrscher behaupten.

Nach diesem Rundgang um die Mauern von Assisi kehren wir zu dem erhabenen Standorte an der Burg zurück, um durch eine aufmerksame Umschau die Anlage der Stadt in dem oben umschriebenen langgestreckten Bezirk kennen zu lernen, wo sich die weiß schimmernden Gebäudemassen in klar geordneten Gruppen als ein breites Band an dem sonnigen steilen Bergabhänge ausdehnen, und den Fremdling von ferne her zum Besuch der geweihten Stätten einladen.

Das unregelmäßige, in steiler Senkung nach Südwesten geneigte Terrain, auf welchem Assisi erbaut ist, hat eine geordnete Anlage der Straßen, in welcher es leicht wäre sich zurechtzufinden, nicht gestattet. Steigend und fallend durchziehen mehrere ungefähr parallel nebeneinander liegende Straßen die Längenausdehnung der breit gelagerten Stadt, an passenden Stellen durch abschüssige Querstraßen, oft durch Treppenwege untereinander verbunden. Eine verhältnißmäßig geringe Anzahl der Straßen sind fahrbar. Meistens steigen sie von Südwest nach Nordost an, da die Stadtviertel in der Nähe der Thore S. Francesco und S. Pietro bedeutend tiefer liegen als die Häusermassen, welche sich um den Dom S. Rufino (9 in No. 35) gruppieren.

Im Centrum der Stadt, der piazza grande (bei 8 in No. 35) treffen die Hauptstraßen, welche von der Thalseite her bei der porta S. Francesco, von den Abhängen des Monte Subasio her bei der porta nuova die Mauerlinie durchschneiden, zusammen, und von hier aus verzweigen sich wieder die Straßen, welche zu den wichtigsten Baudenkmalen führen; einige ziemlich eben angelegte Parallelstraßen nach dem Kloster S. Francesco, eine einzige steil ansteigende zur Kathedrale S. Rufino und weiter immer höher bergan zur rocca grande.

Es ist eine Eigenthümlichkeit von Assisi, welche der Stadt eine besondere Physiognomie verleiht, daß die mittleren Theile derselben nur wenige und an Bedeutung zurückstehende Monumente umfassen, dagegen die großen Baudenkmale, welche rasch die Blicke auf sich lenken, an die äußeren Enden nahe der Stadtmauer geschoben sind. Zu unserer Rechten fesselt unsere Aufmerksamkeit vor allem das schon durch seine isolirte Lage ausgezeichnete und kühn über dem tiefen Thale thronende Mutterkloster der Franciskaner (1 in No. 35). Geräumige freie Plätze vor der uns zugewandten imposanten Vorderfront trennen den gewaltigen Gebäudecomplex von den nordwestlichen Ausläufern der Stadt.

Weiter unten erhebt sich die Kirche S. Pietro bei dem Thore gleiches Namens (2 in No. 35). Darauf findet das Auge nur in dem rechteckigen zinnengekrönten Stadthurm an der piazza grande eine erwünschte Unterbrechung in dem Gewirr der Häuser und Dächer, wird aber dann durch den Anblick des Domes und der großen Kirche Sa. Chiara (6 in No. 35) angezogen, aus deren ernsten Giebelfronten große Rosettenfenster uns feierlich anschauen. Die südöstlichen Stadttheile sind besonders malerisch gestaltet, da die Höhenunterschiede mannigfaltiger hervortreten, und grüne Massen schöner Baumgruppen den architektonischen Gebilden zum Hintergrunde dienen. Die wahre Weihe aber empfängt erst das herrliche Stadtbild durch den unvergleichlich großartigen Umblick über

einen großen und zugleich den schönsten Theil Umbriens, den man von unserem Standpunkt aus genießt, und in welchem Assisi nur den wirkungsvollen Vordergrund bildet. Hier befinden wir uns an dem Orte, der alle jene Reize offenbart, welche dem Reisenden als charakteristische Züge umbrischer Landschaft unverwischlich in der Erinnerung eingepreßt bleiben, und darum versuchen wir die Mannigfaltigkeit der Landschaft zu zeichnen; die Pracht der Farben, welche die hinter Perugia untergehende Sonne in die Landschaft malt, die Schönheit der Linien, welche in jedem Wechsel der Tagesbeleuchtung immer neue Herrlichkeit entfaltet, ist uns nicht vergönnt zu schildern.

In unserm Rücken behindern die weite Fernsicht nahe Berge. Sie steigen ostwärts höher und höher hinan zu einem flachgewölbten steinigen Rücken, hinter welchem sich der Scheitel des mehr als 1000 Meter über dem Meere hohen Monte Subasio birgt. Wo sich die Abhänge der Berge zum grünenden Thale hinuntersinken, tritt in vielen Schluchten die tiefe Farbe des marmorähnlichen röthlichen Kalksteingebirges frei zu Tage. Lichtgrüne Olivenwälder schließsen sich an und ziehen zu Thale untermischt mit den freundlich blinkenden Häusern der Ortschaften. Spello ragt am Thalrand hervor, daneben in der Ebene gewahrt man die Kuppeln und Thürme von Foligno, die Zielpunkte unserer nächsten Wanderungen; bei klarer Luft schimmern die Häuser von Trevi, ja sogar von Spoleto zu uns herüber.

Hat sich das Auge gesättigt an den Formen der Berge, welche in weichen Linien hinter dem Topino-Thale aufsteigen, und an dem duftigen Blau der Häupter des Appennins, die den letzten Abschluß der Landschaft bilden, so verweilt es gern in der freundlichen Ebene, wo die fruchtbaren Felder fast verdeckt liegen hinter den schattigen Kronen dunkler stämmiger Eichen am Rande der Wege. Die weißse Wolke des rollenden Bahnzuges gleitet schnurgraden Laufes durch das Gefilde. Als gelbe Bänder schlängeln sich meilenweit erkennbar die Strafsen durch den üppigen Landstrich und erklimmen jenseits die Höhen; aus den kiesigen Betten glitzern die Schlangenlinien der Bäche herauf. Da wird uns frei und wohl zu Muth beim Anblick der geräumigen Landschaft, in der Thal und Gebirg in reizendstem Wechsel sich berühren. Hinter der Ebene hebt sich wieder eine Kette baumreicher Hügel empor, und wächst allmählich an zu einem Gebirg, dessen Gipfel minder kahl und rauh als der des Subasio mit Wald und Oelbaumpflanzungen überzogen sind. Ein niedriger Höhenzug scheint den vereinigten Gewässern des Chiascio und Topino den Durchbruch nach Westen zu verwehren. Dahinter aber öffnet sich von neuem ein weites Thal, in dem der Tiber gen Süden strömt, nachdem er zu den Füßen Perugia's vorbeigeflossen. Und das majestätische Perugia selbst will den Abschluß der Rundsicht bilden, über welche träumend unser trunkener Blick dahinschweift. Hinter dem Kloster des heiligen Franz sehen wir ein Gebirg zu beträchtlicher Erhebung emporsteigen, und dort thront auf luftiger Höhe die einst so mächtige Stadt, jetzt das Haupt der Provinz. Die Thürme und Paläste, welche am Morgen weiß im Glanz der frühen Sonne daliegen, treten am Abend in dunkelblauen Umrissen vor das Gold des Abendhimmels, wenn tiefe Schatten über das Thal sich lagern und nur die Gipfel des Monte Subasio und seiner fernen Genossen in purpurnem Scheine erglühen.

Wohl war schon im Alterthum Assisi eine bedeutende Stadt; viele zum Theil noch gut erhaltene Reste römischer Baumonumente beweisen diese ihre Blüthe zur Genüge, allein zum höchsten Glanz gelangte sie erst im Mittelalter. Nach Jahrhunderte hindurch stets wechselnden Schicksalen war die Stadt im 12. Jahrhundert zur Selbstständigkeit gelangt, und hatte sich unter der Regierung zweier aus den Patriziern zu wählenden Consuln als Republik constituirt. Bald aber stellte Kaiser Heinrich IV. Assisi unter die Botmäßigkeit des Herzogs von Spoleto, wogegen die trotzigste Bürgerschaft in unablässigen aufreibenden Kriegen sich wehrte. Im Kampf der Guelfen und Ghibellinen bildeten sich in der Stadt selbst Spaltungen, und bald erlangte die eine, bald die andere dieser Partheien die Oberhand, bis schließlich die Ghibellinen unterlagen, und somit Assisi in die Gewalt der Päpste gerieth, wodurch jedoch Ruhe und Ordnung nicht in die Mauern der unglücklichen Stadt einzog, dieselbe vielmehr nacheinander den verschiedensten Machthabern zum Opfer fiel. Erst im 16. Jahrhundert stellten die Päpste auf die Dauer ihre Autorität in Assisi wieder her, so daß daselbst wohl endlich gesetzliches Wesen zur ständigen Geltung kam. Aber mit der Blüthe der Stadt war es vorüber. Sie zehrt fortan von dem alten Ruhme der antik römischen Zeit und dem mächtigen Klange der Namen des h. Franciscus und der h. Clara.

Daher erklärt es sich auch, daß alle Baumonumente, welche Assisi's Ruhm und Größe ausmachen, kirchlichen Ursprungs sind, denn durch alle Stürme der Bürgerkriege ging die Kirche sicher ihres Weges, und daß die Profanbaukunst, die öffentliche wie die private, in Assisi so gut wie gar keine Erfolge aufzuweisen hat: ein bemerkenswerther Gegensatz gegen das Gemeinwesen von Città di Castello, wo die Bürgerschaft bei vielen äußeren Fehden in selten gestörter innerer Einigkeit zusammenhielt und ihrem Bürgerstolz in herrlichen Palästen beachtenswerthe Denkmale errichtete, die ihrem durch Glück und eigenes Geschick emporgehobenen Adel ein Sporn zu glänzender Bauthätigkeit waren.

Bevor noch im heiligen Franz der Held erstand, welcher durch seinen zündenden Namen seine Vaterstadt groß machte, war Assisi schon reich an Kirchen aus den früheren Jahrhunderten des Mittelalters von einer gediegenen, von Aermlichkeit durchaus freien Architektur. Dann aber wachsen im 13. Jahrhundert die viel besuchten Kultstätten der Mutterklöster der Franziskaner und der Clarissinnen empor, so daß, weil die Aufmerksamkeit der katholischen Welt stets hierher gerichtet blieb und für die gute Unterhaltung der Monumente Sorge trug, Assisi noch heute sich durch eine ungemein große Anzahl bedeutender mittelalterlicher Kirchen hervor-  
thut. Die ganze Stadt steckt noch im mittelalterlichen Kleide; denn was zur Zeit der Renaissance immer noch im Andenken an die großen kirchlichen Begebenheiten des 13. Jahrhunderts als Zuthat am Alten entstanden ist, liegt verborgen hinter diesem mittelalterlichen Gewande. Nur in einem einzelnen Falle haben wir innerhalb der Stadtmauern den Neubau eines kleinen, ebenfalls der Erinnerung des heiligen Franz geweihten Kirchleins zu registriren. Der gewaltige Bau des 16. Jahrhunderts, der Wallfahrtsdom Sa. Maria degli Angeli, liegt weit von der Stadt entfernt in der Ebene, und stört somit nicht den ehrwürdigen Charakter der alten Kirchen und das schwarze, räucherige Ansehen der Strafsen durch seinen modernen Pomp.

Das bei den assisaner Bauten während des ganzen Mittelalters verwendete treffliche Baumaterial bietet der Berg selbst, auf welchem die Stadt liegt, und der nahe Monte Subasio in dem ausgezeichneten wetterbeständigen, überaus feinen und dichten Kalksteine, der von milder, aus tiefem bräunlichen Gelb in's Röhliche wechselnder Farbe an Glätte und Glanz dem Marmor gleicht, und wohl im Laufe der Jahrhunderte sich etwas dunkler färbt, nicht aber eine entstellende Flechtenbildung und das Anhaften des Schmutzes duldet. Fast überall ist das Mauerwerk aus kleinen, sauber bearbeiteten Quadern, in der Größe, wie der gewöhnliche Bruch sie lieferte, hergestellt, es gab aber das Material auch grössere Werkstücke her, um Thürpfosten und Sturze, Schwellen, Säulen und wichtige Ornamentstücke in angemessenem Steinschnitt fertigen zu können. Nur wo in einzelnen Fällen anderes Material zur Verwendung gelangte, werde ich es besonders bemerken.

Ich stelle in dem Nachstehenden die Titel der Bücher zusammen, welche ich bei der Ausarbeitung benutzt habe, um mich im Verfolg kurz auf dieselben beziehen zu können, und gehe dann zur Betrachtung der assisaner Baudenkmale über:

- 1) *Delle storie d'Asisi libri sei per Antonio Cristofani. Asisi 1866. \**)
- 2) *Antonio Cristofani: Guida artistico-storica di Asisi e de' suoi dintorni. Asisi. Tipografia Sensi. 1869.*
- 3) *Assisi città serafica e santuarj che la decorano opera del P. Domenico Bruscellini M. C. Roma 1821.*
- 4) *Vasari. Ediz. Firenze 1848.*
- 5) *Il tempio di Minerva in Asisi confrontato colle tavole di Andrea Palladio da Giovanni Antolini. Ed. sec. Milano MDCCCXXVIII. Nebst einem Anhang: Disamina di altri monumenti antichi nella città di Asisi.*
- 6) *Di Costanzo: Disamina degli scrittori, e dei monumenti riguardanti S. Rufino vescovo e martire di Asisi. Asisi 1797.*
- 7) *Il duomo di Asisi. Illustrazione di Tommaso Loccatelli Paolucci. Perugia 1864. estratto dal periodico perugino l'Apologetico.*
- 8) *Descrizione ragionata della sagrosanta Patriarcal Basilica e Cappella papale di S. Francesco d'Assisi. dall'avvocato Carlo Fea commissario delle antichità. Roma 1820. fol.*
- 9) *Perilli: Relazione storica sul risorgimento della Basilica degli Angeli presso Assisi. Roma 1840. Tipografia Monaldi.*

#### a) Bauwerke des Alterthums.

Tempel der Minerva, jetzt Kirche Madonna della Minerva (8 in No. 35). Eine besser erhaltene Tempelfront aus dem Alterthum besitzt Italien nicht als die giebelgekrönte sechssäulige korinthische Vorhalle des Tempels der Minerva an der piazza grande. Assisi darf stolz auf dieses Besitzthum sein und ist es auch. Um sich eine Vorstellung von dem Bauwerk zu machen, genügen die Darstellungen desselben bei Antolini, der gut daran that, auf die groben Unrichtigkeiten

\*) Dem Verfasser dieses Werkes bin ich für viele werthvolle Mittheilungen und die freundliche Beihülfe bei meinen Studien in Assisi zu besonderem Danke verpflichtet.

der von Palladio gegebenen Zeichnungen aufmerksam zu machen. Der Tempel war ein einfacher Prostylos mit einer geräumigen Vorhalle von der Tiefe zweier Intercolumnien. Die Ecksäulen stehen vor den Anten der um das Maass eines Intercolumniums über die Rückwand des Pronaos verlängerten Cellenmauern. Die Frontsäulen scheinen auf niedrigen Stylobaten zu stehen, indem die Anordnung der zur Vorhalle führenden Stufen so getroffen ist, dass zunächst vor den Säulen einige durchgehende Stufen sich befinden, dann aber sich sogleich ohne Zwischenpodest die zwischen den Stylobaten liegenden Treppen anschliessen, von denen die oberste Stufe sammt dem Fußboden der Halle in gleicher Höhe mit der Oberfläche der Stylobate liegt. Die Verhältnisse der Säulen und des Gebälks, die Zeichnung der Cannelirungen der Capitelle und der Basen sind als vollendet schön und elegant zu bezeichnen. Eine besondere Beachtung verdient die originelle Profilirung des aufsteigenden Giebelgesimses, welches der das horizontale Hauptgesims schmückenden Consolen entbehrt, und statt dessen mittelst eines unter dem flachgeschwungenen Profile der weit ausladenden Hängeplatte sich anschließenden Torusbandes mit der Giebelwand verknüpft ist. Der untere Säulendurchmesser beträgt 1,05 Meter, die Breite des Intercolumniums 1,89 Meter. Danach wird es leicht sein, sich eine Idee von den Proportionen des Tempels zu machen. Die Cella ist ein kleiner tonnengewölbter Raum ohne Interesse und in eine Kirche umgewandelt.

An die Bedeutung dieses kostbaren Schatzes aus dem Alterthum reicht kein anderes der vielen antiken assisaner Baufragmente auch nur annähernd heran. Es würde jedoch sehr wichtig sein, wenn gründlicher, als dies durch Antolini geschehen ist, den römischen Bauresten in Assisi im Zusammenhange nachgegangen würde, denn der Zahl nach sind die Spuren des Alterthums durchaus nicht gering, und werden allmählich durch Fortsetzung der Nachgrabungen unter der piazza grande und an anderen Stellen muthmaßlich noch vermehrt werden. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass auf der Stätte des heutigen Hauptplatzes im Alterthum das forum sich befunden habe. Dasselbst sind unter dem jetzigen Terrain ausgedehnte Mauerreste und Trümmer dorischer Säulen und Gebälke aufgegraben worden. Die Nachforschungen unter dem Chor der Kirche Sa. Maria Maggiore (5 in No. 35) haben Theile eines römischen Hauses mit Wanddecorationen und Mosaikfußböden bloßgelegt. Als Substruction für den Campanile des Domes S. Rufino (9 in No. 35) benutzt findet man einen in ausgezeichneter Quadertechnik hergestellten kleinen antiken Raum, oblong im Grundriss und mit einem über dem einfachen Wandgesimse aufsteigenden Tonnengewölbe bedeckt. Unter den vorgeschlagenen Deutungen ist wohl eher die eines Brunnenhauses als die einer Tempelcella als die richtige zu adoptiren. In dem der Kathedrale nahe gelegenen hohen Stadttheile drängen sich wichtige antike Ueberbleibsel freilich von sehr zerstörtem Aeußern zusammen. Hier mufs nach Südosten zu die alte Stadt ihre Grenze erreicht haben \*), denn nicht fern von dem Chor der Kirche S. Rufino steht ein massiger Mauerklotz aus Gufsmauerwerk (11 in No. 35), welcher gewifs nichts anderes als der Kernbau eines

\*) Loccatelli giebt in dem citirten Schriftchen über die Kathedrale S. Rufino eine hierauf bezügliche wichtige Notiz, indem er anführt, dass bei Abgrenzung eines dem Dome für den Neubau des 12. Jahrhunderts geschenkten Grundstückes die Worte gebraucht werden: „a secundo latere muro antico de civitate“. Loccatelli pag. 10.

Grabmals sein wird; da aber Gräber innerhalb der Stadtmauern bei den Alten unzulässig waren, darf man vermuthen, daß zwischen dem Grabmale und dem Brunnenhause unter dem Thurm der Kathedrale die Stadtmauer einen solchen Lauf genommen habe, daß das Theater, von welchem in einigen Häusern (10 in No. 35) deutliche Reste aufgefunden wurden, sich an dieselbe anlehnen konnte, und das große allerdings nur in der allgemeinen Anlage und in wenigen Mauern erkennbare Amphitheater (13 in No. 35) die Ecke der Stadtbefestigungen gegen den Monte Subasio gebildet hat. Es würde eine derartige Disposition der den öffentlichen Lustbarkeiten gewidmeten Gebäude durchaus der Anlage in Pompeji analog sein, und durch diese Uebereinstimmung unsere Ansicht eine gute Unterstützung gewinnen. Ein großer gewölbter Abzugscanal zieht sich unter dem freien Platze vor dem Amphitheater, der sogenannten piazza nuova, hin (12 in No. 35). Ueberreste antiker Mauern sind an mehreren Orten in der Stadt entdeckt worden, zum Beispiel zwischen der Kirche S. Chiara (6 in No. 35) und der piazza grande, ferner hinter dem Chor der Kirche Sa. Maria Maggiore (5 in No. 35) und an dem jählings abfallenden nördlichen Abhänge des Stadtberges zwischen der porta S. Giacomo und der rocca grande. Bei der porta Mojano endlich bemerkt man große Mauermaassen aus Gufsmauerwerk mit vorgelegten Strebepfeilern, welche für ein Wasserreservoir gehalten worden, und im Mittelalter als ein Theil der Stadtmauer in die Befestigungslinie hineingezogen wurden. Vor dem genannten Thore begleiten den steil zum Thal hinabführenden Weg die sehr zerfallenen Reste einer auf Bogen ruhenden Wasserleitung, aus Gufsmauerwerk mit äußerer Backsteinverblendung bestehend. In der Umgegend von Assisi ist mir nur ein antiker Bau bekannt geworden, den ich hier mit anschließen will. Es ist ein römisches Grabmal an dem Wege, welchen unten in der Thalebene von der Kirche Sa. Maria degli Angeli nach dem Flecken Cannara führt, etwa einen Kilometer von der Kirche entfernt. Aeußerlich blieb nur das rohe Füllwerk der Mauern aus Gufsmörtel sichtbar, innen aber ist die kleine Cella wohl erhalten, deren Wände mit Backsteinen verblendet sind, und von dem sorgfältig aus Backsteinen gewölbten Tonnengewölbe hat gleichfalls noch ein großes Stück den Einflüssen der Witterung Trotz geboten.

Bei eifrigem Suchen dürften einem kundigen Forscher Anhaltspunkte in genügender Zahl zur Vervollständigung des Bildes des antiken Assisi sich darbieten.

#### b) Bauwerke des Mittelalters.

##### 1. Kirchen.

Der Dom S. Rufino (9 in No. 35). Der Tradition gemäß trug schon seit der Mitte des ersten Jahrtausends die Stätte, auf welcher jetzt die Kathedrale sich erhebt, die älteste Kirche Assisi's, dem Bischof S. Rufinus geweiht, welcher zuerst in diesen Gegenden das Christenthum heimisch machte, und seinen Glaubenseifer in den Fluthen des Chiascio mit dem Leben bezahlte. Der Dom S. Rufino hat unter den größeren Kirchen Assisi's den höchst gelegenen Platz inne, kann aber trotz dieses Vorzugs nicht zu rechter Geltung gelangen da ringsumher entstandene Häusermassen und die mehr als bei den anderen Kirchen vom Thale abgewandte Lage ihn den Blicken der Herannahenden zumeist entziehen,

und in den Strafsen der Stadt ihn nicht eher sichtbar werden lassen, als bis der Besucher vor den Pforten des Gotteshauses selbst angelangt ist. Vor der Hauptfront erstreckt sich ein freier von der piazza grande durch eine krumme steile Strafe zugänglicher Platz, die piazza S. Rufino. Dieselbe gestattet es wenigstens die Hauptfront dieses würdigen Denkmals mittelalterlicher Architektur bequem zu übersehen; der Chor der Kirche kann von dem antiken Grabmale aus (11 in No. 35) betrachtet werden.

Wir dürfen uns zunächst mit diesem Bauwerk beschäftigen, als hätten wir es noch heutigen Tages in der Gestalt, die ihm das 12. Jahrhundert verliehen, vor uns, obgleich das ganze Innere am Schlusse des 16. Jahrhunderts von oben bis unten umgebaut worden ist, wobei die große Kuppel entstand, welche die Dächer der in der äußeren Erscheinung durchaus mittelalterlich gebliebenen Kirche überragt. Die Untersuchung des Gebäudes selbst und hinreichend verbürgte Nachrichten genügen aber, uns den Aufbau des interessanten spätromanischen Domes in einem vollständigen Bilde vorzuführen. Ueber die Baugeschichte unseres Monumentes liegt eine Reihe willkommener Mittheilungen vergangener Zeiten vor. Di Costanzo hat dieselben in seinem oben angeführten umfanglichen und umständlichen Werke sorgfältig zusammengestellt, so daß Andere nur noch wenige Bemerkungen haben dazutragen können; und auch ich habe die folgenden Daten daraus geschöpft.

S. Rufino soll Bischof der Marsen im Neapolitanischen gewesen sein und bei der Bekehrung Umbriens, die er unternahm, im Jahre 236 unweit Assisi den Märtyrertod erlitten haben, indem ihn die Ungläubigen in den Chiascio stürzten. Erst zwei Jahrhunderte später sei sein Leichnam vor der Unbill der Heiden hinter den schützenden Mauern Assisi's geborgen worden, und seinem Andenken an dem Orte des jetzigen Domes eine erste bescheidene Kirche erbaut worden. Die erste zuverlässige Nachricht stammt aus dem Anfange des 11. Jahrhunderts, und wir verdanken dieselbe den Aufzeichnungen des S. Pier Damiano, eines Zeitgenossen des damaligen assisaner Bischofs Hugo, dahin lautend: *De parva basilica, in qua sanctum corpus fuerat ante receptum, magnam extruxit (episcopus Hugo) ecclesiam, et juxta possibilitatem sumptus non ignobiliter decoravit.* Diesen Neubau des Bischof Hugo setzt man in das Jahr 1028\*). Die Bischofwürde blieb bis zum Jahre 1052 in den Händen Hugo's. Es hat die größere und schönere Kirche viel dazu beigetragen, die Verehrung des S. Rufino neu zu beleben; erst von dieser Zeit an wird dieselbe zugleich mit zur Kathedrale von Assisi erhoben, welcher Titel bis dahin der Kirche Sa. Maria Maggiore allein zukam; di Costanzo erzählt, daß der Dom anfänglich sowohl der Maria als auch dem S. Rufinus geweiht gewesen sei, und nur allmählich habe die Bedeutung des letzteren Namens die Oberhand und Alleinherrschaft gewonnen. In gutem Recht wird di Costanzo sein, wenn er die geringen Ueberreste einer alten Kirche, vielleicht Theile einer Krypta, welche man unter dem Fußboden der jetzigen Kirche ganz nahe bei der Vorderfront aufgedeckt hat, für die einzigen Ueberbleibsel des Baues des Bischof Hugo erklärt. Man gewahrt daselbst in einem dunklen Raume, den spätere zur Herstellung des oberen Kirchenfußbodens nothwendige Ge-

\*) di Costanzo. pag. 171. Loccatelli. pag. 7.

wölbe überdecken, einige kurze rohe Säulen und eine kleine halbkreisförmige Apsis mit schwachen Spuren von Malereien. Die Fundamente der später errichteten Frontmauer des Domes haben diesen, muthmaßlich dem Chor der älteren Kirche angehörigen Theil von dem Schiffe abgetrennt, welches sich nach der piazza S. Rufino weiter westwärts als der gegenwärtige Bau erstreckt haben mag. In gleicher Fußbodenhöhe mit diesen spärlichen Trümmern befinden sich in die Unterbauten der anschließenden Gebäude eingefügt die Reste eines romanischen Kreuzganges, wahrscheinlich von gleichem Alter mit der Kirche des Bischofs Hugo. Diese hat ein Jahrhundert nur um ein Geringes überdauert. Denn schon im Jahre 1140 begann der Bau einer von Grund auf neuen Kathedrale.

Im Jahre 1134 schenkten einige Eigenthümer von Häusern in der Nachbarschaft des alten Domes ihre Grundstücke der Kirche; *ut bene sufficiat ad amplificandam ibi ecclesiam et aliud, quod necesse fuerit, ad ipsam ecclesiam* \*). Die Kosten des Neubaues trug der Prior von S. Rufino, Rainerius, den Bauplan selbst aber entwarf und leitete in der Ausführung ein Meister Johannes aus Gubbio. Diese wichtigen Daten erfahren wir aus einer Inschrift auf einer Tafel einheimischen Marmors, die an der jetzt verbauten Außenmauer einer Capelle neben der Hauptapsis eingelassen ist. Ich gebe dieselbe nachstehend wie sie di Costanzo abgeschrieben und in lesbaren Versen geordnet hat:

ANNO DNI MILLENO CENTENOQ. QVADRAGENO AC  
IN QVARTO SOLIS  
CARDO SVV EXPLET IL ANNO DOM HECE INCHOAA  
EX SVMPTIB. APAA ARA  
INERIO PRIORE RVFINI SCI ONORE EVGVBIN. ET  
IOANNES VIVS DOMVS QVI  
MAGISTER PRIVS IPSE DESIGNAVIT DV VIXITQ.  
EDIFICAVIT

Anno Domini milleno  
Centenoque quadrageno  
Ac in quarto solis cardo  
Suum explet illo anno  
Domus haec est inchoata  
Ex sumptibus aptata  
A Rainerio Priore  
Rufini Sancti honore  
Eugubinus et Joannes  
Hujus domus qui magister  
Prius ipse designavit  
Dum vixitque edificavit \*\*).

Die Zeichnungen, welche di Costanzo von dem alten Bau zusammengestellt hat, dürfen freilich nicht als mustergültige Aufnahmen bezeichnet werden, sie geben aber doch eine willkommene und durch den jetzigen Bestand der Kirche entschieden als richtig bestätigte Vervollständigung für die Kenntniss des interessanten Werks des Rainerius und seines Baumeisters Johannes. Danach war der Dom eine mit dem Chor nach Südost gerichtete langgedehnte dreischiffige Basilika. Die Seitenschiffe waren mit Tonnengewölben, das Mittelschiff mit einer Flachdecke versehen. Kreuzförmige schlanke Pfeiler trennten die Schiffe von einander, und trugen die mit einem

kräftigen Consolgesims unter den niedrigen Oberlichtern des Mittelschiffs ausgestatteten Obermauern. Die niedrigeren, immerhin aber noch recht schlank proportionirten Seitenschiffe schlossen mit einer geraden Mauer, das Hauptschiff aber mit einer breiten Halbkreisapsis. Die acht spitzbogigen Arcaden müssen von unschön gereckten Verhältnissen gewesen sein, mit Ausnahme des ersten und des vorletzten stark erweiterten Bogenpaares an der Vorderfront und an dem um ein bedeutendes über den Fußboden des Langhauses emporgehobenen Chor, welche durch ihre breiten halbkreisförmigen Bogenspannungen dort den Eindruck einer Art Vorhalle, hier den eines Kreuzschiffes hervorgebracht haben mögen.

Interessanter als das jetzt auch in seinen Einzelheiten nicht mehr erkennbare Innere ist das im Ganzen wohl erhaltene Aeußere durchgebildet. Die Vorderfront trägt den Charakter hohen kirchlichen Ernstes und ist mit nicht geringem Aufwand gegliedert und decorirt. Die dreischiffige Anlage des Innenraums ist auch hier widergespiegelt in einer Dreitheilung durch Lissenen, welche Rundbogenfriese und schmale, von Consolen getragene Gesimse in zwei über einander liegenden Geschossen verbinden. Der darüber aufsteigende ziemlich flache Giebel enthält nur einen großen, das Mittelschiff charakterisirenden spitzbogigen Blendbogen, und erscheint bei solcher Einfachheit, zumal das aufsteigende Dachgesims nicht vollendet ist, sondern nur eine Reihe kleiner Consolen das große Dreieck umrahmt, kahl und wegen Mangels irgendwelcher Unterbrechung der Mauermasse lastend. Drei ausgezeichnet schöne Rosettenfenster, ein großes in der Mitte, umgeben von den vier Symbolen der Evangelisten und für die Beleuchtung des Mittelschiffs bestimmt, zwei kleinere für die Seitenschiffe beleben das zweite Stockwerk. Unter ihnen durchschneidet als zierliche Beendigung des Untergeschosses eine von dünnen Säulchen getragene Zwerggalerie die Façade, bei der man nur eine organische Einordnung in die Lissenentheilung vermisst. Die Wandflächen des untersten Stockwerks sind durch reich profilirte Umrahmungsfriese in rechteckige Füllungen eingetheilt, in welche sich die drei Portale einfügen. Die Thüröffnungen selbst sind mit geradem Sturz abgeschlossen, aber breite, mit wirkungsvollem Ornament gefüllte Einfassungen steigen an den Pfosten aufwärts, und bilden im Bogen zusammenschließend über den Portalen ein halbkreisförmiges Tympanum mit Reliefdarstellungen geziert. Die Seitenschiffsportale zeigen zwei Löwen auf der einen, zwei Pfauen auf der anderen Seite, die aus einem Gefäße trinken. Im Tympanum des Hauptportals aber gewahrt man in einem kreisrunden Nimbus die sitzende Figur Christi, in der Linken ein Buch haltend, die Rechte zum Segen erhoben. Zur Rechten neben Christo sitzt die Madonna mit dem Kinde an der Brust, links steht eine männliche Figur, in der man den Patron der Kirche S. Rufinus vermuthen darf. Unförmliche, schwer zu deutende Thiergestalten und menschliche Figuren sind in großer Zahl an der Façade angebracht. So ruhen z. B. die Pfosten der Portale auf liegenden Löwen; in den Ornamenten der Thüreinfassungen hausen wunderbare Thiergebilde, Thierköpfe aller Art bilden die Consolen unter der kleinen Arcadengalerie, aus welcher da, wo sie die Lissenen überschneidet, ungefüge Leiber wilder Bestien hervorschauen. Selbst aus den glatten Wandflächen neben dem großen Rosenfenster zauberte die Laune des Baumeisters seltsame Gestalten hervor.

\*) di Costanzo. pag. 174.

\*\*) di Costanzo. pag. 175.

Nordwärts neben der Kirchenfront steht ein wuchtiger breiter Glockenthurm. Ich erwähnte schon oben, daß demselben ein antiker Bau als Substruction dient, dessen oblonger Grundriss zu der Ungleichheit der Seiten des Thurmes Veranlassung gab. In den einzelnen Stockwerken nur um ein Weniges sich verjüngend steigt derselbe bis zum flachen Dache gleichmäÙig in die Höhe, unten ganz schlicht, dann in einigen niedrigen Geschossen mit Lissenen, Blendbögen und Bogenfriesen geschmückt, endlich im obersten Theile von jederseits zwei doppelbogigen, durch plumpe Zwischensäulchen getheilte Schallöffnungen durchbrochen.

Rings am ganzen Umfange der Kirche kann man das alte tüchtige Mauerwerk der vom Prior Rainerius errichteten Basilika verfolgen. Die Apsis zeichnet sich durch eine äußere Decoration aus Halbsäulen und einem schmalen Gurtgesims bestehend aus; unter dem flachen Kegeldache läuft ein Bogenfries entlang.

Nach Vollendung dieses Neubaues erhielt der Dom allein und ausschließlichs die Würde der bischöflichen Kirche, welche er seit der Zeit des Bischofs Hugo noch mit der Kirche Sa. Maria Maggiore getheilt hatte.

Die späteren Restaurationsarbeiten des Mittelalters, von denen Loccatelli zwei anführt, einen ersten aus dem Jahre 1217, auf Befehl und auf Kosten des Papst Honorius III. unternommen und einen anderen aus dem Jahre 1383\*), scheinen sich auf das Innere der Kathedrale bezogen zu haben und mit dem durchgreifenden, weiter unten zu beschreibenden Umbau verschwunden zu sein, welcher im Jahre 1571 beschlossen und mit Eifer sogleich in Ausführung gebracht wurde.

Sa. Maria Maggiore oder del vescovado (5 in No. 35). Als ältere Kathedrale von Assisi wurde Sa. Maria Maggiore bereits in dem vorigen Abschnitte mehrmals genannt. Von ihrem hohen Alter zeugt der schwerfällige, schmucklose Innenraum. Die Anlage ist die einer dreischiffigen Basilika einfachster Art. Ein dürftiger offener Dachstuhl im Mittelschiff, Gewölbe in den Seitenschiffen, dem Chorraum und der Halbkreisapsis des Hauptschiffs bilden die Decke. Rohe Trennungsmauern, nicht aber geordnete Pfeiler, sondern die Schiffe von einander, die nur durch je drei unregelmäßige Arcadenöffnungen unter sich in Verbindung stehen. Das Licht dringt durch kleine Fenster und eine größere Rosette in der Vorderfront ein. Viel Anziehendes konnte somit die Kirche nicht haben, als ihr unter der Regierung des Bischofs Hugo auch noch die alleinige Würde des bischöflichen Stuhles entzogen wurde. Dafür aber wurde ihr, wie es den Anschein hat, durch ein neues äußeres Kleid Ersatz geboten, bestehend in einer sauberen Vorderfront, zur Charakterisirung der drei Schiffe durch Lissenen getheilt, einer Decoration von Halbsäulen und Bogenfriesen an der Chorapsis und einem neuen Thurme von entsprechenden Verhältnissen. Der letztere erhebt sich in drei Stockwerken nördlich vom Chor der Kirche. Sein unterer Theil ist glatt, in gutem Mauerwerk aus gelbem Kalkstein ausgeführt, das mittlere Geschoss zieren wie üblich Lissenen und kleine Bogenreihen, das oberste enthält die Glocken und besitzt die nöthigen Schallöffnungen. Di Costanzo macht darauf aufmerksam, daß wir den Umbau dieser Kirche gleichfalls dem Baumeister Johannes aus Gubbio

\*) Loccatelli. p. 12.

zu verdanken haben, da sich auf dem Kreisfenster der Façade die Inschrift vorfindet:

ANN . DNI . MI . CT . LXIII . IOHS . F. \*),  
welche durch die Jahreszahl 1163 und den Namen Johannes sich wohl mit völliger Sicherheit auf den Meister aus Gubbio anwenden lasse.

Bei Ausgrabungen unter der Kirche, denen auch die Aufindung eines antiken Hauses zu verdanken ist, hat man interessante Theile der ursprünglich vermuthlich fünfschiffigen Basilika der Vergessenheit entzogen, bei deren Bau Granitssäulen mit byzantinischen Capitellen und viele antik römische Marmorfragmente verwendet waren\*\*).

S. Stefano (4 in No. 35). Eine kleine einschiffige romanische Capelle mit Halbkreis-Apsis und mit einer neben der Front aufgeführten kleinen Glockenmauer, in deren arcadenartigen Oeffnung die Glocke frei hängt.

S. Pietro (2 in No. 35). Das Benedictinerkloster und die Kirche S. Pietro lagen ursprünglich außerhalb der Mauern der Stadt, und wurden [erst nach Erbauung des Klosters S. Francesco durch die Erweiterung der Befestigungslinie in das Innere der Stadt gezogen\*\*\*). Die Gründungszeit des ersten Klosters ist unbekannt. Von Einigen wird sie jedoch ohne Begründung durch Documente in das Jahr 970 gesetzt. Im Jahre 1029 wird S. Pietro zum ersten Male genannt. Aus den einfachen Formen des Innenraumes auf die Bauzeit zu schließen, würde gewagt sein, die Außenarchitektur aber bietet hierfür gar keinen Anhalt, denn, nachdem auf der Höhe der Vorderfront der Kirche gegenüber die grofsartige Façade von S. Francesco emporgewachsen war, wollte auch S. Pietro sich mit größerem Glanze schmücken und verbarg den älteren Bau hinter einer neuen reicher decorirten Façade, über deren Entstehung uns eine Inschrift auf einem die ganze Breite der Front einnehmenden Frieße belehrt. Dieselbe lautet:

† PASTOR PETRE GREGIS CRISTI FIDISSIME REGIS  
HIC FIDEI PVRE POPVLVS STANS SIT TIBI CVRE  
HOC OPVS EST ACTVM POST PARTVM VIRGINE  
FACTVM  
MILLE DVCENTENI SVNT OCTO SEX QVOQVE DENI  
TEMPORE ABBATIS RVSTICI.

Ueber die Verfassung des Klosters sagt di Costanzo†), daß die Mönche, dem Beispiel eines grofsen Theils der Benedictiner in Italien folgend, Jahrhunderte hindurch die Regeln der Cluniacenser beobachtet hätten, dann aber ungefähr um die Mitte des 13. Jahrhunderts die des Cistercienser-Ordens angenommen und dieselben bis zum Jahre 1577 beibehalten hätten, in welchem Jahre Papst Gregor XIII. die Mönche, es ist unbekannt in Folge welches Vergehens, zwang, das Kloster zu verlassen, und Weltgeistliche für die Kirche eingesetzt wurden.

S. Pietro ist eine dreischiffige Pfeilerkirche von bescheidenem Umfang. Die Schiffe, alle von verschiedener Breite (das nördliche Seitenschiff hat 4,40, das Mittelschiff 6,20, das südliche Seitenschiff 3,80 Meter lichter Weite), sind mit ihrer Längenrichtung folgenden Tonnengewölben überwölbt. Das Mittelschiff ist zwar höher als die Seitenschiffe, doch fehlt

\*) di Costanzo. pag. 176.

\*\*\*) Cristofani storie. pag. 19.

\*\*\*\*) di Costanzo. pag. 313.

†) di Costanzo. pag. 314. 315.

ihm die der Basilica eigenthümliche Beleuchtung durch seitliche Fenster. Das Langhaus enthält drei Traveen weitgespannter spitzbogiger Arcaden auf breiten rechteckigen Pfeilern. Darauf folgt eine Vierung mit spitzbogigen Tragegurten, über welcher sich eine schmucklose Kuppel auf Pendentifs aufbaut. Ein schwaches Gesims bildet die Trennung zwischen der Kuppelwölbung und den Pendentifs. Hinter der Vierung schließt sich ein tonnengewölbter Chorraum an und als Abschluss des Hauptschiffes eine halbkreisförmige Apsis. Die Tonnengewölbe der Seitenschiffe zeichnen sich vor dem des Mittelraumes durch Verstärkungsurte aus. Ohne Unterbrechung passiren sie an der Vierung vorüber, und finden an den geradlinigen Abschlussmauern ihr Ende. Die Beleuchtung der Kirche ist, obgleich sie fast ausschliesslich durch die drei stattlichen Fensterrosen in der Vorderfront geschieht, dennoch eine genügende. Die grösseren Fenster im Chor und bei der Vierung stammen aus anderer Zeit. Auch im Innern zeigen alle Wände, Pfeiler und selbst die Gewölbe ein tüchtiges, sauber behandeltes Bruchsteinmauerwerk. In einer nach Norden angebauten Capelle findet man Reste von alten Wandgemälden, eine Verkündigung, eine Madonna mit dem Kinde, einen Bischof.

Die schöne Façade des Abtes Rusticus vom Jahre 1268, im allgemeinen ebenso eingetheilt wie die des Domes mit drei Portalen und drei Rad-Fenstern, verräth einen bedeutenden Sinn für Verhältnisse und architektonische Formen bei geschickter und maassvoller Behandlung des Details. Die Rosenfenster sind besonders schön und klar gezeichnet und umrahmt. Die Fronten der übrigen Kirchen Assisi's boten zu jener Zeit treffliche Vorbilder dar, und bei S. Pietro wollte der Baumeister, konnte er jene auch an Reichthum nicht erreichen, doch an trefflicher Zeichnung nicht zurückbleiben. Die Nebenportale sind hier ungemein einfach gestaltet, dafür aber war ein grösserer Aufwand bei dem Mittelportale ermöglicht, dessen schön verzierte Gewände auf Löwen ruhen, welche ein Lamm zerfleischen. Der Thurm südlich vom Chor ist ein ziemlich rohes Bauwerk, in seinem Aufbau dem Typus entsprechend, welchen wir am Dom und an Sa. Maria Maggiore kennen gelernt haben. Auch die Chorapsis weist den bekannten Schmuck von Halbsäulchen und Bogenfriese auf.

Wir sehen wieder an dieser Kirche und werden es an den nachfolgenden bestätigt finden, dass in Assisi sich eine feste Norm für die äussere Gestaltung der Kirchen herausgebildet hat. Es wird der Schwerpunkt in die Vorderfront verlegt, deren hervorragendste Zierde stets in schönen Fensterrosen und prächtigen Portalen, zugleich aber auch in möglichst günstigen Verhältnissen der Flächen-Entwicklung gesucht wird. Dieser Typus ist in Assisi zu hoher Vollkommenheit gelangt.

S. Francesco (1 in No. 35).

Im Jahre 1182 wurde der Gründer des Minoritenordens, Franz von Assisi geboren. Als er nach einem kurzen Leben voll Entsagung seiner letzten Stunde entgegenhing, fragten ihn seine Freunde, wo er sein Grab bereiten wolle, und er ordnete an, dass er auf dem Carnarium bestattet werde. *„Erat autem carnarium ubi sepeliebant corpora damnatorum extra Assisium; et ibi sepultum fuit corpus praefati Francisci, ubi postea facta fuit magna et sumptuosa ecclesia quae hodie*

*ab Italia pro tanto corpore visitatur et celeberrime veneratur, et locus ille reductus est intra ambitum murorum civitatis“*\*)).

So ward der freie Abhang am äussersten Ende des Berges von Assisi durch das Grab des grossen Reformators der katholischen Welt zu der Stätte geweiht, auf welcher alsbald das Baudenkmal emporstieg, in welchem, beeinflusst von der dem Heiligen dargebrachten grenzenlosen Verehrung, die Malerei der Neuzeit mehr als an irgend einem anderen Orte für ihre künftige Höhe vorbereitet wurde, und in dem Rahmen einer durch und durch edlen und grosartigen Architektur den günstigsten Boden für eine ruhmreiche Entwicklung fand. Als Papst Gregor IX. durch den Ordensgenossen des heiligen Franz, den Frate Elia, von der bewunderungswürdigen Selbstverleugnung des Verblichenen hörte, liess er sich von Jenem Bericht erstatten, ob die Stätte geeignet sei, daselbst eine imposante Kirche und ein weitläufiges Kloster für den Minoritenorden zu erbauen. Frate Elia gab die Möglichkeit zu, betonte aber die Kostspieligkeit eines solchen Unternehmens wegen der Unebenheit des Bauplatzes. Dies aber schreckte den Papst nicht ab, sondern er befahl sogleich den Bau in Angriff zu nehmen, ernannte den Elia zum Vorsteher desselben, und hiefs ihn die Stätte des Carnariums ankaufen. Elia entwickelte die grösste Rührigkeit. Am 28. März 1228 war der Kauf des Grund und Bodens abgeschlossen, und nun galt es, den geeignetsten Meister für das grosse Werk zu finden. In Frankreich blühte die neue gothische Baukunst und drang bereits erobernd nach Deutschland vor. Es ist bedeutungsvoll für Italien, dass mit dem Bau der ersten Franziskaner-Kirche der neue Styl auch auf den Boden antiker Kunsttraditionen übertragen wurde, und, mit Stolz dürfen wir es sagen, durch einen Deutschen. Frate Elia erbat vom Kaiser Friedrich II., dass er den berühmten Baumeister Jacob, von den Italienern Jacopo Alemanno oder auch Lapo genannt, schicke, den Plan zu entwerfen und den Bau zu leiten.

Am 16. Juli 1228 erfolgte durch Gregor IX. die Heiligsprechung des S. Francesco von Assisi, und am Tage darauf wurde durch denselben Papst der Grundstein zu dem gewaltigen Franziskaner-Kloster gelegt, mit dessen architektonischer Erscheinung wir uns jetzt zu beschäftigen haben. In staunenswerther Anstrengung müssen Frate Elia und Meister Jacob gewetteifert haben, jener in der Beschaffung der Mittel und durch unermüdete Anregung zu freiwilliger Hülfsthätigkeit, dieser in geschickter Förderung des Baues selbst. Denn schon nach Verlauf von noch nicht ganz zwei Jahren konnte der Ordensgeneral mit einem Theil der Mönche seinen Einzug in die zum Theil vollendeten Conventsgebäude halten, und zugleich fand die Ueberführung des geheiligten Leichnams aus der unterhalb der Stadt gelegenen Capelle S. Giorgio in die für ihn bestimmte Gruft unter der Vierung der rasch emporwachsenden Kirche statt\*\*).

Bei so auferordentlichem Eifer wird denn auch der Bau der Kirche unter allgemeiner Beihülfe in dem für die damaligen Verhältnisse unglaublich kurzen Zeitraum von vier Jahren beendet. Die Fertigstellung der weitläufigen Klosterräume auf ihren wahrhaft riesigen Substructionen wird noch eine grössere Bauzeit erfordert haben, und an der allmählichen Erweiterung und Ausschmückung der Kirche wie der Convents-Gebäude sind noch die nachfolgenden Jahrhunderte

\*) C. Fea. pag. 2.

\*\*\*) di Costanzo. pag. 255.

thätig gewesen, nicht durchweg zum Vortheil des Kunstwerks selbst. Im Jahre 1258 wurde der Bau des Glockenthurms beendet\*), das Werk des Frate Filippo da Campello, welchem als Nachfolger seines Lehrmeisters Jacob Papst Innocenz IV. die Vollendung des Baues anempfahl.

Es sind mir keine genügenden Publicationen des wichtigen Bauwerks, mit welchem wir uns beschäftigen, bekannt geworden, auf welche ich mich bei der Beschreibung desselben beziehen könnte. Kleine skizzenartige Darstellungen der Kirche wird man in verschiedenen Sammelwerken finden, besonders wichtig aber wäre es, Durchschnitte und Grundrisse im großen Maasstabe zu besitzen, die eine Anschauung der trefflichen Architektur und Decoration bis in's Einzelne gewährten. Eine einigermaßen befriedigende Situationszeichnung enthält das citirte Buch des Carlo Fea auf Tafel 2; ferner einige perspectivische Umrisszeichnungen giebt das kleine Heft des Bruscelli auf kleinen Blättern in Octavformat. Eine mit sechs Tafeln Zeichnungen ausgestattete Abhandlung über S. Francesco, betitelt: *Descrizione di quanto è più notevole nei magnifici templi di S. Francesco nella città di Assisi*. Assisi 1835. ist mir unbekannt geblieben\*\*). Zur Kenntnissnahme der Situation wird der kleine Stadtplan von Assisi (No. 35) immerhin behülflich sein.

Das abschüssige Terrain, welches der Berg an dem nordwestlichen Ende der Stadt zeigt, wo er in jähem Abhange nach dem Thale des Jescio abfällt, hat die ausgedehntesten Unterbauten nothwendig gemacht, um einen ebenen Bauplatz für den gewaltigen Baucomplex des Klosters herzustellen, den zwei große Plätze, die ebene piazza superiore di San Francesco vor der Ostfront der Kirche und die mit starker Senkung in südlicher Richtung gegen S. Pietro zu sich ausdehnende piazza inferiore di S. Francesco von dem nach Erweiterung des Stadtgebiets gegen Nordwesten vorgeschobenen jüngeren Stadttheile trennen. Die Hauptaxe der Gesamtanlage, welche die Mittellinie der Kirche und des großen Klosterhofes bezeichnet, hält die Richtung von West-Nord-West nach Ost-Süd-Ost inne. Die Kirche, nur mit dem Chor an die Kloster-Gebäude anstossend und mit der Vorderfront, abweichend von der Orientirung der übrigen Kirchen Assisi's, der Stadt zugewendet, nimmt die östliche Hälfte des Bauplatzes in Anspruch; den westlichen Theil halten die Convents-Räume besetzt, die ungeachtet der Nähe der Stadt in Einsamkeit und Zurückgezogenheit über dem wunderbar herrlichen Thale liegen. Die vasten, nach Aufhebung der Klöster im Königreich Italien jetzt verödeten Räumlichkeiten des Klosters auf den gigantischen Unterbauten von Strebepfeilern und Bögen, welche fast im Thale selber fufsend zu erstaunlicher Höhe aufgebaut sind, bieten aufer der unvergleichlichen Lage und dem malerischen Anblick der scharf markirten Bogenreihen der Substructionen kein besonderes Interesse dar. Es entsprach der Ordensregel, die Bedürfnisse des Lebens, also auch die Wohnung bis auf's Aeufserste einfach und schmucklos zu halten, doch sorgte der Baumeister bei der Anordnung der Räume sowohl für luftige Höfe und breite, kühle Gänge im Innern, als auch für schattige Bogenhallen am Aeufseren, die den ungehinderten Genufs der frischen Luft und der köstlichen Aussicht gewährten. Die breiten Bogenöffnungen der nach Westen gewandten offenen Hallen scheinen früher mit

Maafswerk auf kleinen Säulen ausgefüllt gewesen zu sein. Man bemerkt jetzt nur noch einige von den Säulen, welche an die Pfeiler selbst angelehnt stehen, doch ist von dem Maafswerk und den freien Zwischensäulen nichts mehr zu finden.

In dem ganzen großen Kloster wird den Architekten aufer der allgemeinen Plandisposition der Gänge und Hallen nur der Haupthof hinter dem Chor der Kirche interessiren, welcher als ein Werk der Frührenaissance weiter unten einer eingehenderen Betrachtung unterworfen werden muß. Aufer dem zweigeschossigen Säulenhofe enthält das Gebäude noch drei andere kleinere Höfe. Der grössere unter diesen, schmal und unregelmässig, begleitet die Südseite der Kirche und bildet die Verbindung zwischen dem Kloster und den öffentlichen Plätzen vor den Eingängen zur Kirche.

Auch für die eigenthümliche Anlage der Kirche in zwei Geschossen, einem oberen hellen freien und einem unteren düsteren gedrückten wird die Beschaffenheit des Bauplatzes den ersten Anstofs gegeben haben. Seit dem Jahre 1828 ist, als man unter dem Hauptaltar der Unterkirche die Gebeine des heiligen Franciscus wieder aufgefunden hatte, um diese Reliquien herum, die man unangetastet an ihrer Stelle liefs, eine ganz moderne Gruftkirche gebaut worden, mit dorischen Säulen und Gebälken, ganz überladen mit kostbaren Marmorarten, ein widerwärtig die Harmonie des Baues verletzendes Machwerk.

Es wird der Klarheit der Beschreibung förderlich sein, wenn wir mit der Schilderung der in ihrer ganzen ursprünglichen Idee und Ausführung unverändert erhaltenen Oberkirche den Anfang machen. Der Fußboden derselben liegt in gleicher Höhe mit der piazza superiore di S. Francesco, welcher ihre einfache aber überaus harmonisch gestaltete Vorderfront zugekehrt ist, die Stadt durch die geöffneten Pforten zum Eintritt in das Heiligthum mahnend. In dieser Façade ist der einfach schöne Typus der romanischen Kirchenfronten Assisi's inne gehalten, und die wenigen Decorationsmotive, Fensterrose und Portal sind reich durchgebildet in die gothische Formensprache übersetzt. Die breite Wandfläche unter dem rechtwinklig abschließenden Giebdreieck, das von feinen Consolgesimsen eingerahmt und mit einem anspruchslosen, der Erleuchtung des Dachraumes dienenden Rundfenster versehen ist, theilt sich in zwei annähernd gleich hohe Stockwerke, deren Trennung ein bunt mit Thierfiguren geziertes Gurtgesims bewirkt. Das große Radfenster im Obergeschofs umgeben die vier Evangelisten-Zeichen; seitwärts an den breiten Eck-Lissenen halten greifenähnliche Thiergestalten Wache. Die Rose ist bewundernswerth klar und schön gezeichnet; ein verschlungenes Band, ehemals mit Glas-Mosaiken geschmückt, bildet ihre äußere Einfassung. Im unteren Theil der Façade nichts als ein großes zweitheiliges Portal; die beiden Oeffnungen unter einem breiten gemeinsamen Bogen zusammengefaßt. Es entspricht diese Front durchaus der einschiffigen Anlage der Kirche, und sie befriedigt durch die Klarheit und durch die ruhige Würde der Composition im vollsten Maafse. Nur will es einem deutschen Auge nicht gefallen, dafs das Giebdreieck als freie Mauer weit über das Dach hinausragt.

Das Innere zeigt die wohlräumigste mir bekannte italienische gothische Kirche, einfach und auf einen Blick übersichtlich in der Plandisposition, wahrhaft schön in den Verhältnissen, trefflich beleuchtet. Nirgends mag der Contrast

\*) Cristofani. storie. pag. 85.

\*\*) Die Königliche Bibliothek zu Berlin besitzt diese Abhandlung.

zwischen den gothischen Kirchen Italiens auf der einen Seite, Deutschlands und Frankreichs auf der anderen augenfälliger entgegneten als in diesem edlen Bauwerke. Der Eindruck des Ganzen basirt wesentlich auf dem Geltenlassen großer, mit feinem Gefühl getheilte Wandmassen und Gewölbeflächen, die hier der Entfaltung der werthvollsten Freskomalereien in einer Weise bereitwillig sich darboten, die ihnen die Kunstgeschichte auf ewig danken wird. Gleichwohl ist in dieser Kirche die gothische Fenster-Architektur in keiner Weise beeinträchtigt, sondern sie steht zum Raume in vollendet schönem Verhältniß. Wir treten in eine einschiffige Kreuzkirche. Das Langhaus besteht aus vier fast quadratischen Traveen von 12,54 Meter Axenlänge und 13,55 Meter lichter Breite zwischen den unteren Wandflächen gemessen. Die starken, aus dem Achteck gezeichneten Gewölbe-Rippen (breite Spitzbogen bei den Hauptgurten, bei den Diagonalrippen wie es scheint genaue Halbkreise) steigen über Wanddiensten auf, welche fünf an der Zahl zu einem Halbpfeiler gebündelt bis auf Dreiviertel der bis zum Kämpfer gemessenen Höhe an die Wände, dann aber oberhalb an die Stirnen der halb in's Innere gezogenen Strebepfeiler sich anlehnen. Wo die auf solche Weise durch die Dienste in große Felder getheilten Mauerflächen in einem schmalen Gesimse ihren oberen Abschluß finden, umzieht unterhalb des großen Maafswerkfensters ein Laufgang den ganzen inneren Raum, mit kleinen Durchgangsöffnungen die Strebepfeiler durchschneidend. Dem Langhause folgt die quadratische Vierung, an die sich beiderseits die aus je einer oblongen Travee gebildeten, durch große viertheilige Fenster reichlich erleuchteten Kreuzflügel anschließen. Der Chor ist von geringer Tiefe und besteht nur aus einer aus fünf Seiten eines Achtecks entwickelten Apsis und wird durch drei Fenster gleich denen im Langhause erhellt. Zu dem erhabenen Eindruck dieses köstlichen Innenraumes, in welchem das Auge nirgends die gleichmäßige Sorgfalt des künstlerischen Schmuckes vermisst, trägt nicht wenig die Ausstattung mit kirchlichem Mobiliar bei. Von dem prächtigen Chorgestühl im Chor und Kreuzschiff müssen wir hier absehen, da wir es später einer aufmerksamen Betrachtung unterziehen wollen, wo von den Werken der Renaissance die Rede sein wird. Dagegen ist ein im Hintergrunde der Chorapsis stehender, mit Löwen gezielter und von einem auf zwei Säulen ruhenden Baldachin beschatteter steinerner Papstthron zu nennen, seiner Erscheinung nach ein Werk des 13. Jahrhunderts. Als schöner noch und als ein Meisterwerk gothischer Steinmetz-Technik zeichnet sich eine steinerne, an einem der Vierungspfeiler hervortretende Kanzel aus. Gailhabaud hat dieselbe in dem vierten Bande seines Werkes in einem guten Kupferstiche publicirt.

Am Aufsern der Kirche erschreckt fast die Schmucklosigkeit und Nüchternheit der Architektur. Kein Gesims an den Wänden, kein Versuch eines Abschlusses für die massigen Strebepfeiler, welche zwischen den großen Maafswerkfenstern als halbkreisförmige brunnenähnliche Thürme bis zur Dachtraufe hinaufreichen. Die Dächer so flach, daß selbst die niedrigen Kreuzflügelgiebel dieselben um ein beträchtliches Stück übersteigen. Die Construction des Daches selbst ist nicht ohne Interesse, indem die hölzernen Fellen auf frei über die Gewölbe gespannte Diagonalbogen und andere dazwischen gespannte kleinere Bogenstücke gelegt sind.

Eine der Oberkirche ganz analoge Disposition hatte zwei-

felsohne ursprünglich nach Meister Jacob's Entwurf auch die Unterkirche, nämlich die Form eines einfachen Kreuzes ohne jeden weiteren Anbau. Sieht man doch noch im Innern an einigen Stellen, wie die Gurtbogen, mit denen sich die später angebauten Seitencapellen nach dem Hauptschiffe öffnen, rücksichtslos die Freskogemälde an den Wänden durchschnitten haben. Es scheinen kurze Zeit nach Beendigung des Bauwerks oder vielleicht noch während der Bauzeit bedeutende Verstärkungen der Strebepfeiler nothwendig geworden zu sein, und bald haben dann die weit vortretenden Pfeiler dazu verlockt, Capellen zwischen dieselben zu bauen. An Mitteln mochte es bei so freigebigen Schenkungen, wie sie der berühmten Kirche zu Theil wurden, nicht fehlen. Durch diese Anbauten wurde dem anfänglich unzweifelhaft vollkommen genügend erleuchteten Langhause fast alles Licht entzogen. Die bunten Glasmalereien lassen selbst in die mit großen Fenstern ausgestatteten Capellen nur ein gedämpftes Licht eindringen, von dem ein so geringer Theil bis in das Innere der Unterkirche gelangt, daß heute die Wand- und Deckengemälde nur bei ganz besonders günstiger Beleuchtung und bei hellstem Sonnenscheine zu geniefsen sind.

Der erste Anbau erfolgte im Jahre 1300 \*) an der Ostseite, wo sich die Stirnmauer des Langhauses gegen den Bergabhang lehnt. Man hatte sich um dieses Umstands willen schon bei der ersten Anlage in die Nothwendigkeit versetzt gesehen, das zur Unterkirche führende Portal in die Seitenfront nach Süden zu verlegen an das obere Ende der piazza inferiore di S. Francesco. Hier nun baute man an die letzte Langhaus-Travee nach Norden und Süden ein großes quadratisches Gewölbefeld an, und gewann auf solche Weise eine Art großer Vorhalle, in welcher das prachtvolle zweitheilige Portal, welches man der Meisterhand Giotto's zuschreibt, den Eingang bildet. Diesem ersten Erweiterungsbau reihten sich bald andere an, zunächst der einer chorartigen Apsis an dem nördlichen Ende des soeben beschriebenen östlichen Querschiffs und der ostwärts an dasselbe sich anschließenden Capelle, welche unter der Fläche der piazza superiore di S. Francesco verborgen liegt. Es folgen hierauf an den drei Langhaus-Traveen zwischen den beiden Kreuzschiffen nördlich drei geräumige, mit grader Wand und großem Maafswerkfenster abgeschlossene Capellen, südlich zunächst ein kleiner, aus dem Achteck gezeichneter, dann ein rechteckiger Raum, worauf der massige, der ersten Anlage entstammende, an der südlichen Langfront stehende Glockenthurm und die Sacristei die Fortsetzung der Capellenreihe bis zum westlichen Kreuzschiff verhindern. Das letztere endlich hat gleichfalls nach Norden und Süden eine Erweiterung durch breite, im Achteck schließende Altar-Apsiden erfahren. Freskogemälde bedecken die Wände und Gewölbe aller dieser der alten Kirche hinzugefügten Anbauten, welche durch ihre feiner gegliederten Gewölbe, die schlanken Wanddienste und schmalen Rippen frei und leicht erscheinen. Um so drückender und mysteriöser wirkt der Mittelraum der Unterkirche mit den lastenden Gewölben und den schweren Verhältnissen. Die Kreuzflügel des Haupt-Querschiffs und der nördliche Arm des östlichen Kreuzes haben Tonnengewölbe, alle anderen Traveen dagegen gedrückte Kreuzgewölbe auf breiten Gurten mit schwerfälligen Diagonalrippen. Der Kämpfer der Gewölbe liegt nicht mehr als 2,57 Meter über dem Fußboden.

\*) Cristofani. guida. pag. 8.

Ueber die weltbekannten Decken- und Wand-Gemälde des Cimabue, des Giotto und anderer Meister schweige ich.

Die Unterkirche bewahrt viele kleinere Kunstwerke, der Mehrzahl nach aus mittelalterlicher Zeit. Zuvörderst in der Vorhalle oder dem östlichen Querschiffe zwei grofsartige Grabmäler, von welchen das eine den in so vielen Kirchen Roms und Neapels erhaltenen gothischen Gräbern in Form eines Baldachins über der ruhenden Gestalt des Entschlafenen sich ebenbürtig zur Seite stellen darf. Zwei kleinere Grabdenkmäler in der unter der piazza superiore di S. Francesco liegenden Seitencapelle. Im Langschiff in der Travee, zunächst der Vierung und von der Sacristei aus zugänglich, eine monumental behandelte Sängerbühne aus weifsem Marmor, mit eingelegten grofsen Platten rothen Marmors und bunten Friesen von Glasmosaik, den reichen römischen Mosaikarbeiten ähnlich, ein Werk des 14. Jahrhunderts. Endlich sind im Chor die gothischen mit mannigfaltigen Maafswerk-Ornamenten gezierten Chorstühle aus dem Jahre 1471 sehr zu beachten, welche jedoch das mangelhafte Licht kaum zu würdigen gestattet. Cristofani nennt als Urheber dieses Chorgestühls drei Künstler: den Andrea da Montefalco, den Apollonio da Ripatransone und den Stefano da Firenze \*).

Aus den Kreuzarmen des westlichen Querschiffs führen zwei kleine Thüren, welche nur für die Klosterinsassen bestimmt sind, in die obere Loggia des grofsen Klosterhofes. Den Eingang für die Laien bildet das grofse nach Süden gewandte Portal, eine prächtige, des Giotto in der That würdige Composition ebenso wegen der meisterlichen Verhältnisse im ganzen Aufriß, wie auch wegen der minuziösesten, unbeschreiblich abwechslungsreichen Ornamente an der zwischen die Spitzbogen des Doppelportals eingefügten Rose und dem breiten äufseren Umrahmungsbogen. Baccio Pintelli hat durch den grofsartigen Bogen auf zwei Säulen, welchen er als schützendes Vordach vor dieses Portal baute, demselben noch eine gröfsere Bedeutung verliehen. Diese Vorhalle wird unten im Zusammenhange mit den anderen Bauwerken der Renaissance am Kloster S. Francesco vorgeführt werden.

Zum Schlusse ist noch der dem ersten Bau angehörige, im Jahre 1258 vollendete Glockenthurm zu nennen. Er sieht in seinem jetzigen Zustande den übrigen Thürmen Assisi's völlig gleich. Vor Zeiten aber besafs er eine hohe pyramidenförmige Spitze, welche wegen Baufälligigkeit abgetragen werden mußte \*\*). Seine Höhe giebt C. Fea auf  $227\frac{1}{2}$  römische palmi an, die Seitenlänge der Grundfläche auf  $45\frac{1}{2}$  palmi, 51 resp. 10,2 Meter.

Zum Kloster S. Francesco gehörig müssen auch noch die Bogenhallen angesehen werden, welche die piazza inferiore di S. Francesco umgeben. Die Maafse sind sehr klein, die Proportionen der Arcaden unschön, so dafs dieser für die Errichtung von Marktständen während der grofsen Festlichkeiten bestimmte Umgang, so ansprechend an sich das Motiv ist, gar keinen Eindruck macht. Achteckige sehr kleine Pfeiler von nur 2 Meter Höhe bei 2,5 Meter Axenabstand tragen die ununterbrochene Reihe der kleinen Rundbogen. Die Würde des Ortes als Vorhof einer der wichtigsten Wallfahrtskirchen der Welt hätte einen gröfseren Aufwand erheischt.

Sa. Chiara (6 in No. 35).

Wie die heilige Clara dem Geiste und dem irdischen

Wandel nach als Schwester des heiligen Franz bezeichnet werden kann, so verdient auch mit vollem Recht die Kirche Sa. Chiara den Namen der Schwesterkirche der Kirche S. Francesco. S. Francesco behütet die Nordseite der Stadt, Sa. Chiara die Südseite. Gleichsam in stillem Einverständnis schauen die Fronten der beiden Kirchen über die Dächer Assisi's hinweg einander an, und zwischen ihnen lagern die Häuser der Stadt wohl geborgen wie eine Herde unter den fürsorglichen Augen der Hirten. Die heilige Clara, 12 Jahre jünger als ihr ruhmreiches Vorbild, ward im Jahre 1194 in Assisi geboren, und überlebte den heiligen Franz um mehr als ein viertel Jahrhundert. Sie starb 1253 als Aebtissin des Klosters S. Damiano am südlichen Abhange des Berges, auf welchem Assisi liegt; im Jahre 1255 wurde sie unter die Heiligen versetzt. Der von der Heiligen gestiftete Orden der Clarissinen, den Regeln der Minoriten folgend, nahm rasch in solchem Maafse zu, dafs im Mutterkloster die engen Räumlichkeiten bald zu klein wurden, und auch der Aufenthalt der Nonnen in dem aufserhalb der Stadt gelegenen, jedem feindlichen Angriffe bloßgestellten kleinen Kloster zu sehr gefährdet erschien. Es erbaten daher die Nonnen von S. Damiano bei den Canonikern des Domes S. Rufino die Abtretung der Kirche und des Hospitals S. Giorgio in Assisi, um sich dort eine passendere und geräumigere Wohnstätte einzurichten. Anfänglich weigerten sich die Weltgeistlichen die Bitte zu gewähren, doch willigten sie endlich im Jahre 1257 darein, und da die Stadt Assisi aus Dankbarkeit gegen die heilige Clara dieser zu Ehren die Kirche bauen wollte \*), erstand in kurzer Zeit zugleich mit dem neuen Kloster die stattliche Kirche Sa. Chiara, welche als ein verkleinertes Spiegelbild der Oberkirche von S. Francesco im Jahre 1260 fertig dastand. Die Uebertragung des heiligen Leichnams in die neue Ruhestätte wurde im Jahre 1264 gefeiert, und ein Jahr später begab sich der Papst Clemens IV. selbst nach Assisi, den Hauptaltar der heiligen Clara zu weihen \*\*). Der Entwurf und die Beaufsichtigung des Baues waren dem Meister Filippo da Campello anvertraut worden, dem Schüler des Jacopo Alemanno, welcher zur Zeit den Bau von S. Francesco weiter führte.

Die nachstehende kurze Beschreibung wird die Uebereinstimmung der beiden Schwesterkirchen nachweisen. Sa. Chiara ist eine einschiffige gothische Kreuzkirche, einfach durchweg in der Architektur, aber von guten inneren Verhältnissen. Das Langschiff hat bis zum Kreuz vier quadratische Gewölbe, deren Rippen auf drei gebündelten Wanddiensten aufsetzen. An die quadratische Vierung schliessen sich seitlich die aus je einem oblongen Gewölbefelde gebildeten Kreuzarme, als Chor aber die Apsis an, bestehend aus fünf Seiten eines Zwölfecks. Die Beleuchtung bewirken jetzt die drei mäfsig grofsen Fenster im Chor und die schöne Fensterrose in der Hauptfront. Auch die Traveen des Langhauses und der Kreuzflügel hatten ehemals ihre seitliche Beleuchtung durch hoch liegende schlanke, ziemlich schmale Spitzbogenfenster, welche, ich vermag nicht zu ersehen aus welchem Grunde, in der Folge zugemauert sind. Somit liegt eine erhebliche Abweichung von S. Francesco nur in der Beschränkung des Lichtes und in der entgegengesetzten Lage, indem Sa. Chiara ihren Chor fast direct gen Süden wendet.

\*) Cristofani. guida. p. 11.

\*\*\*) C. Fea. pag. 15.

\*) Cristofani. storie. pag. 93.

\*\*\*) di Costanzo. pag. 267. 268.

Die Ausstattung des Innenraums durch Gemälde umfaßt nicht mehr die ganze Kirche, sondern nur noch Theile des Querschiffs und die Gewölbe der Vierung und des Chores, letztere eine Arbeit des Giotto. Das Langschiff kann jetzt füglich nur noch als das Treppenhaus der Krypta bezeichnet werden, welche man in jüngster Zeit als eine mit Marmorverkleidung überladene, architektonisch absolut werthlose Gruftkirche unter der Vierung erbaut hat, um die im Jahre 1850 wieder aufgefundenen Gebeine der heiligen Clara aufzunehmen.

Das Aeußere ist schlicht und solid aus regelmäsig zu kleinen Quadern bearbeiteten Bruchsteinen erbaut, wobei man einige Schichten rothen Steins mit mehreren Schichten von gelber Färbung wechseln liefs. Eine kleine, später an der östlichen Langhausseite angebaute, mit Lissenen und Spitzbogenfriesen decorirte Capelle hat eine künstliche netzförmige Verblendung aus rothen Steinquadern und gelben horizontalen und verticalen Trennstreifen. Nur das Untergeschofs der Hauptfaçade besteht aus größeren Quadern. Es enthält das rundbogige Portal, dessen äußere Bogenumrahmung am Kämpfer auf zwei in Relief dargestellten Löwenleibern von guter Zeichnung ruht. Das Obergeschofs zielt eine einfache, sehr schön erfundene Fensterrose. Die Gewölbe des Schiffes werden östlich und westlich durch gewaltige bis zum Erdboden hinabreichende Strebebogen gestützt. Ein Thurm erhebt sich neben der Apsis.

Das noch vollständig erhaltene Kloster S. Damiano, dessen wir soeben Erwähnung thaten, als Stätte des Wirkens der heiligen Clara ein viel besuchter und in hohen Ehren gehaltener Ort, ist in architektonischer Beziehung ganz bedeutungslos; und ein Gleiches gilt von der Eremitage des heiligen Franz auf dem Abhange des Monte Subasio, dem sogenannten „*eremo delle carceri*“. Von beiden Localitäten so wie von einigen entfernter von Assisi gelegenen, dem Verfall anheimgefallenen Kirchen giebt Cristofani in seinem Führer von Assisi ausführliche Beschreibungen.

Als letztes Beispiel kirchlicher Architektur des Mittelalters in der Stadt führe ich noch die kleine, aus abwechselnd gelben und rothen Kalksteinschichten erbaute Kirchenfront von S. Appollinare an (3 in No. 35). In einem an diese Façade sich anschließenden Seitenflügel eine feine gothische Fensterrose.

## 2. Profanbauten des Mittelalters.

In der Aufrichtung einer übergroßen Zahl von herrlichen Kirchen scheint das Mittelalter in Assisi seine Kräfte erschöpft zu haben. Gleichzeitig trugen die inneren Streitigkeiten der Bürger viel dazu bei, das Aufblühen einer Achtung fordernden Profanarchitektur nicht aufkommen zu lassen. Es ist daher eine sehr kleine Zahl von städtischen Bauten, welche wir jetzt mehr um der Vollständigkeit willen als wegen ihres künstlerischen Werthes zu nennen haben.

An der piazza grande bemerkt man einige mittelalterliche öffentliche Gebäude, welche noch jetzt den communalen Verwaltungszwecken dienen, einfach in gutem Bruchsteinmauerwerk erbaut, doch fast ohne jede Kunstform, dagegen mit vielen steinernen Wappentafeln ausgestattet. Cristofani sagt über diese Gebäude, daß das Volk von Assisi die anderen benachbarten Communen habe nachahmen und sich einen anständigen palazzo comunale bauen wollen, wozu am 24. Mai 1212 an der piazza grande die Grundstücke angekauft worden und so der Bau hergerichtet sei, welcher ungeachtet großer Umbauten noch heute besteht. Im Jahre 1275 habe

das Stadthaus eine Erweiterung erfahren\*), und im Jahre 1338 sei ein abermaliger Anbau erforderlich geworden\*\*).

Auch der an demselben Platze neben der Front der Kirche Sa. Maria della Minerva stehende Stadthurm (torre del popolo), oben mit Zinnen gekrönt, ist formlos. Seine Erbauung wird von dem Generalrath der Bürger im Jahre 1275 beschlossen, aber erst im Jahre 1305 beendet, wie eine Inschrift bezeugt, welche man neben allerlei Wappen an der Front des Thurmes bemerkt: *Hec turris completa fuit tpr. (tempore) nobilis militis domini Cabbini de burgo de Pama capit. populi Asisii MCCCIV indictione III.*

Auf dem Wege von der piazza grande zum Kloster S. Francesco kommt man an einer anmuthigen gothischen Colonnade vorüber, ursprünglich der Vorhalle eines Hospitals, jetzt aber Eingang zum monte frumentario. Sie wurde auf Kosten der Stadt im Jahre 1267 erbaut\*\*\*). Sechs zierliche Säulen mit mannigfaltigen Capitellen tragen Flachbogen von ungleichmäßiger Spannweite; darüber ein Spitzbogenfries, welcher sich durch besonders exacte Arbeit auszeichnet.

Endlich ist zu den Profanbauten des Mittelalters auch die gesammte Stadtbefestigung zu zählen, einschließlic der rocca grande. Im Jahre 1194 wurde das Castell von Assisi durch die siegreichen Peruginer geschleift †). Es ist wahrscheinlich, daß die jetzt bestehende Festung bald nach dieser Zerstörung aufgebaut wurde. Sie muß bei den vielen Kriegen, wo sie bald in diese bald in jene Hände überging, oft schwer gelitten haben. Es ist zum Beispiel überliefert, daß Nicolaus V. sie hat herstellen lassen, und weiter erfahren wir, daß Pius II. während seines Besuches in Assisi die Verstärkung der rocca durch den weit nach Norden vorspringenden achteckigen Thurm und die große Verbindungsmauer zwischen diesem und dem älteren Theile anbefohlen habe. Es war nämlich, obwohl die alte Veste den höchsten Theil des Berges inne hatte, doch der nördliche Kamm frei und gegen Umgehung nicht genügend gedeckt.

Der Kernbau der Anlage ist ein großer quadratischer Bau, aus dessen Südecke ein mächtiger doppelgeschossiger Thurm herauswächst. Der quadratische Bau und das untere Geschofs des Thurmes schließen oben mit einem Mordgang auf derben Steinauskragungen ab. Den festen Innenbau umgürtet noch einmal eine frei um einen hofartigen Raum herumgeführte Mauer, niedriger als der Kernbau, doch immerhin mehr als 10 Meter hoch. Auch dieser äußere Mauerzug trägt einen Mordgang, ist an den Ecken mit Flankirungsthürmen versehen und steht mit dem unter Pius II. ausgeführten Werke in innigem Zusammenhange. Nach Süden ward später eine auf Feuervertheidigung eingerichtete kreisförmige Bastion mit offenen Geschützständen errichtet. Alles ist in rohem Bruchsteinmauerwerk, aber in gutem Verbande gemauert.

Den Lauf der Stadtmauern haben wir bereits im Eingang des Abschnittes über Assisi kennen gelernt. Es ist aber ersichtlich, daß erst im späteren Mittelalter, etwa im 13. Jahrhundert, die Vertheidigungslinie bis an ihre heutige Stelle vorgeschoben worden ist, denn in der Stadt selbst erkennt man noch einige Theile älterer Stadtmauern, und es sind sogar noch einige Thore erhalten, unter denen wir auf dasjenige bei Sa. Chiara am Beginn der zur piazza grande aufsteigenden Straße aufmerksam machen. (Fortsetzung folgt.)

\*) Cristofani. storie. pag. 64.

\*\*\*) Cristofani. storie. pag. 140.

†) Cristofani. guida. pag. 20.

‡) Cristofani. storie. pag. 62.

## Mittheilungen nach amtlichen Quellen.

### Verzeichnifs der im Preussischen Staate angestellten Baubeamten.

(Mitte März 1872.)

#### I. Im Ressort des Ministeriums für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten.

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

##### A. Bei Central-Behörden.

###### 1) Beim Ministerium.

Hr. Weishaupt, Ober-Bau- und Ministerial-Director der Eisenbahn-Abtheilung.

###### a) Vortragende Rätthe.

Hr. Dr. Hagen, Ober-Landes-Bau-Director.

- Nottebohm, Geheimer Ober-Baurath.
- Salzenberg, desgl.
- Wiebe, desgl.
- Grund, desgl.
- Schönfelder, desgl.
- Siegert, desgl.
- Flaminus, Geheimer Baurath.
- Lüddecke, desgl.
- Herrmann, desgl.
- Gercke, desgl.
- Schwedler, J. W., desgl.
- Giersberg, desgl.
- Schneider, desgl.
- N. N. desgl.
- Grotefend, Regierungs- und Baurath.
- Baensch, desgl.
- Franz, desgl.
- Voiges, Wegbauinspector.

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

Hr. Quensell, Eisenbahn-Bauinspector, Vorsteher des Bureaus (commissarisch).

- Oberbeck, Eisenbahn-Bauinspector (vom 1. April ab).
- Jacobi, desgl.
- Gimbel, Eisenbahn-Baumeister (verwaltet die 3. Bauinspector-Stelle).

###### c) Techniker der Bau-Abtheilung für Zeichen- und Calculatur-Arbeiten.

Hr. Kümmitz, Baurath.

- Sonntag, desgl.
- Gaertner, desgl. (commissarisch).

###### Directorium:

Hr. Grund, Geheimer Ober-Baurath.

- Salzenberg, desgl.

###### Als Lehrer angestellt:

- Bötticher, Professor.

##### B. Bei der Bau-Akademie in Berlin.

Hr. Franzius, Baurath.

- Fritze, Land-Baumeister.
- Emmerich, desgl.

###### d) Bei besonderen Bauausführungen.

Hr. Erbkam, Baurath, leitet den Bau der National-Galerie in Berlin.

###### 2) Technische Bau-Deputation.

Hr. Dr. Hagen, Ober-Landes-Bau-Director, Vorsitzender (s. o. bei 1a).

- Eytelwein, Wirkl. Geheimer Ober-Finanz-Rath in Berlin.
- Hartwich, Wirkl. Geheimer Ober-Regierungsrath a. D. in Berlin.
- Fleischinger, Geheimer Ober-Baurath (stellvertr. Vorsitzender) in Berlin.
- v. Quast, Geheimer Regierungsrath in Berlin.
- Horn, Regierungs- und Baurath in Potsdam.
- Strack, Ober-Hof-Baurath und Professor in Berlin.
- Hitzig, Geheimer Regierungsrath in Berlin.
- Drewitz, desgl. in Erfurt.
- Prange, desgl. in Arnberg.
- Wiebe, Geheimer Ober-Baurath (s. o. bei 1a) in Berlin.
- Nottebohm, desgl. desgl. in Berlin.
- Redtel, Geheimer Ober-Bergrath in Berlin.
- Salzenberg, Geheimer Ober-Baurath (s. o. bei 1a) in Berlin.
- Malberg, Geheimer Regierungsrath in Berlin.
- Weishaupt, Theodor, Ministerial-Director in Berlin (s. o. bei 1).
- Stein, Geheimer Regierungsrath a. D. in Stettin.
- Grund, Geheimer Ober-Baurath (s. o. bei 1a) in Berlin.
- Koch, Geh. Ober-Baurath a. D. (Ehrenmitglied) in Magdeburg.
- Schönfelder, Geheimer Ober-Baurath (s. o. bei 1a) in Berlin.
- Herrmann, Geheimer Baurath desgl. daselbst.
- Siegert, Geheimer Ober-Baurath desgl. daselbst.
- Flaminus, Geheimer Baurath desgl. daselbst.
- Lüddecke, desgl. desgl. daselbst.
- Gercke, desgl. desgl. daselbst.
- Schwedler, J. W., desgl. desgl. daselbst.
- Giersberg, desgl. desgl. daselbst.
- Lucae, Professor u. Lehrer an der Bau-Akademie daselbst.
- Kinel, Geheimer Baurath beim Reichskanzler-Amte daselbst.
- Schneider, desgl. (s. o. bei 1a) daselbst.

Hr. Strack, Ober-Hof-Baurath und Professor (s. o. bei 2).

- Adler, Professor und Baurath
- Schwedler, Geheimer Baurath (s. o. bei 1a).
- Franzius, Baurath (s. o. bei 1c).
- Spielberg, Professor.
- Lucae, desgl. (s. o. bei 2).

##### C. Bei den Eisenbahn-Commissariaten.

Hr. Malberg, Geheimer Regierungsrath in Berlin (auch für Erfurt, s. o. bei A 2).

- Winterstein, Regierungs- und Baurath in Berlin.
- Vogel, desgl. in Coblenz.
- Schwedler, Gustav Emil, Geheimer Regierungsrath, technischer Commissarius zur speciellen Beaufsichtigung der Bauausführung der Pommerschen Central-Eisenbahn und der Preussischen Strecke der Breslau-Warschauer Eisenbahn in Berlin.

Hr. Hoffmann, Geheimer Regierungsrath, Staats-Commissar für die Eisenbahnen in den Elbherzogthümern, in Altona.

- Plathner, Eisenbahn-Bauinspector, technischer Commissarius zur speciellen Beaufsichtigung der Bauausführung der Halle-Guben-Sorauer und der Kohlfurt-Falkenberger Eisenbahn, in Berlin.
- Burghart, Eisenbahn-Baudirector, technischer Commissarius für den Bau der Hannover-Altenbekener Eisenbahn, in Hannover.

## D. Bei den Königlichen Eisenbahn-Directionen.

## 1. Ostbahn.

- Hr. Löffler, Geheimer Regierungsrath, technisches Mitglied der Direction in Bromberg.
- Spielhagen, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction in Bromberg.
  - Schmeitzer, Ober-Betriebsinspector, technisches Mitglied der Direction in Bromberg (commissarisch).
  - Grillo, Baurath, Ober-Betriebsinspector in Bromberg.
  - Hildebrandt, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Bromberg.
  - Mentz, Eisenbahn-Bauinspector in Bromberg.
  - Lademann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Bromberg.
  - Magnus, desgl. in Landsberg a. d. W.
  - N. N., desgl. in Dirschau.
  - Suche, Eisenbahn-Bauinspector in Thorn.
  - Giese, desgl. in Bromberg (Vorsteher d. Central-Bau-Bureaus).
  - Wollanke, Eisenbahn-Bauinspector in Bromberg (Vorsteher des Central-Betriebs-Bureaus).
  - Heegewaldt, Eisenbahn-Betriebsinspector in Insterburg.
  - Tasch, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Königsberg i. Pr.
  - Porsch, desgl. in Bromberg.
  - Schultze, desgl. in Berlin.
  - Wenderoth, desgl. in Königsberg i. Pr.
  - Siecke, desgl. in Thorn.
  - Baumert, desgl. in Schneidemühl.
  - van Nes, Eisenbahn-Bauinspector, verwaltet die Eisenbahn-Bau-meister-Stelle in Elbing.
  - Nicolassen, Eisenbahn-Baumeister in Berlin.
  - Bachmann, desgl. (verwaltet die III. Betriebs-inspection in Königsberg i. Pr.)
  - Matthies, desgl. (verwaltet die XII. Betriebs-inspection in Insterburg.)

## 2. Niederschlesisch-Märkische Eisenbahn.

- Hr. Schwabe, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Berlin.
- Reder, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction in Berlin.
  - Bolenius, Ober-Betriebsinspector in Berlin (commissarisch).
  - Römer, Baurath, Vorsteher des technischen Bureaus in Berlin.
  - Priess, desgl. Betriebsinspector in Görlitz.
  - Ruchholz, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Breslau.
  - Fischer, desgl. in Berlin.
  - Baedeker, desgl. in Hirschberg.
  - Schulze, desgl. in Berlin.
  - von Geldern, Eisenbahn-Baumeister in Guben (verwaltet die dortige Betriebsinspection).

## 3. Westfälische Eisenbahn.

- Hr. Kecker, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction in Münster.
- Bensen, Betriebs-Director, Ober-Betriebsinspector in Münster.
  - Voss, desgl. Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Emden.
  - Bormann, Eisenbahn-Bauinspector, Vorsteher des technischen Central-Bureaus in Münster.
  - Klose, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Münster.
  - Brammer, desgl. in Paderborn.
  - Garcke, desgl. in Hamm.
  - Glünder, Eisenbahn-Bauinspector in Lingen.
  - Westphalen, desgl. in Emden.
  - Wagemann, Eisenbahn-Baumeister in Höxter.

## 4. Eisenbahn-Direction in Elberfeld.

- Hr. Plange, Geheimer Regierungsrath, techn. Mitglied der Direction, in Elberfeld.
- Brandhoff, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Elberfeld.
  - Dirksen, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Elberfeld.

Hr. Pichler, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Elberfeld.

- Buchholz, Ober-Betriebsinspector in Elberfeld.
- Hardt, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Düsseldorf.
- Reys, desgl. in Essen.
- Mechelen, Eisenbahn-Bauinspector in Elberfeld (Vorsteher des Central-Betriebs-Bureaus).
- Uthemann, Eisenbahn-Bauinspector in Elberfeld.
- Janssen, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Dortmund.
- Schmitt, desgl. in Altena.
- Rupertus, desgl. in Aachen.
- von Gabain, desgl. in Arnberg.
- Blumberg, Eisenbahn-Bauinspector in Elberfeld.
- Dulk, Eisenbahn-Bauinspector und Stellvertreter des Ober-Betriebsinspectors in Elberfeld.
- Küster, Eisenbahn-Baumeister in Elberfeld.
- Lex, desgl. in Brilon.
- Bechtel, desgl. in Dortmund.
- Clemens, desgl. in Düsseldorf.
- Fischbach, desgl. in Bochum.
- Sellin, desgl. in M.-Gladbach.
- Kleckner, desgl. in Elberfeld.
- Kahle, desgl. in Arnberg.
- Scotti, desgl. in Eschweiler.
- Burkhard, desgl. in Elberfeld.
- Dato, desgl. in Essen.
- Grüttefien, desgl. in Kettwig
- Kottenhof, desgl. in Stadtberge
- Pauly, desgl. in Jülich
- Reuter, desgl. in Essen.
- Naumann, desgl. in Elberfeld.
- Schmiedt, desgl. in Unna.
- Schultz, desgl. in Altena.
- Ehlert, desgl. in Aachen.

## 5. Eisenbahn-Direction in Saarbrücken.

- Hr. Früh, Ober-Betriebsinspector, technisches Mitglied der Direction, in Saarbrücken (commissarisch).
- N. N., Ober-Betriebsinspector, in Saarbrücken.
  - Zeh, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Creuznach.
  - Bayer, desgl. in Saarbrücken.
  - Vieregge, Eisenbahn-Bauinspector in Saarbrücken (Vorsteher des technischen Central-Bureaus).
  - Scheuch, Eisenbahn-Baumeister in Trier.
  - Büttner, desgl. in St. Wendel.
  - Emmerich, desgl. in Saarbrücken.
  - de Nerée, desgl. in Saarbrücken.
  - Dr. Mecklenburg, desgl. in Creuznach.

## 6. Oberschlesische Eisenbahn.

- Hr. Simon, Geheimer Regierungsrath, techn. Mitglied der Direction, in Breslau.
- Oberbeck, Eisenbahn-Director und technisches Mitglied für die Wilhelmsbahn, in Ratibor.
  - Dieckhoff, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Breslau.
  - Schultze, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Breslau.
  - Grapow, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Breslau.
  - Rampoldt, Ober-Betriebsinspector in Breslau.
  - Bachmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Breslau.
  - Luck, desgl. in Poln. Lissa.
  - Rosenberg, Eisenbahn-Betriebsinspector in Beuthen, O.-Schl.
  - Niemann, Eisenbahn-Bauinspector in Breslau (Vorsteher des technischen Bureaus).
  - Steegmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Breslau.
  - Urban, desgl. in Kattowitz.
  - Jordan, desgl. in Stargard i. Pom.
  - Stock, desgl. in Ratibor.

- Hr. N. N., Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Breslau.
- Melchior, desgl. in Strehlen.
  - Middeldorf, Eisenbahn-Baumeister in Posen.
  - Disselhoff, desgl. in Breslau.
  - Dieckmann, desgl. in Breslau.
  - George, desgl. in Rybnik.
  - Petersen, desgl. in Ratibor.
  - Müller, desgl. in Breslau.
  - Busse, desgl. in Camenz.
  - Bauer, desgl. in Kattowitz.
  - Darup, desgl. in Breslau.
  - Abraham, desgl. in Gnesen.
  - Kubale, desgl. in Stargard in Pommern.
  - N. N. desgl. in Münsterberg.

#### 7. Eisenbahn-Direction zu Cassel (für die Bebra-Hanauer Bahn und die ehemalige Kurhessische Nordbahn).

- Hr. Redlich, Regierungs- und Baurath, Vorsitzender und zugleich technisches Mitglied, in Cassel.
- Rudolph, Baurath, Ober-Ingenieur, in Cassel.
  - Behrend, Eisenbahn-Bauinspector (beim Bau der Elm-Gemünden'er Eisenbahn) in Schlüchtern.
  - Rintelen, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Fulda.
  - Lütteken, Eisenbahn-Bauinspector in Cassel.
  - Kricheldorff, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Cassel.
  - Lehwald, Eisenbahn-Bauinspector, beim Bau der Hanau-Offenbach-Frankfurter Eisenbahn in Sachsenhausen.
  - Siebert, Abtheilungs-Ingenieur u. Eisenbahn-Baumeister in Cassel.
  - Bücking, Eisenbahn-Baumeister in Fulda.
  - Hassenkamp, desgl. in Cassel.
  - Schmidt, desgl. in Hanau.
  - N. N., desgl. in Cassel.

#### 8. Direction der Main-Weser-Bahn in Cassel.

- Hr. Küll, Baurath, technisches Mitglied in Cassel.
- Ruhl, desgl. Ober-Betriebsinspector in Cassel.
  - Heyl, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Frankfurt a. M.
  - Böttcher, desgl. in Cassel.
  - Jahn, Eisenbahn-Bauinspector in Cassel (Vorstand des techn. Central-Bureaus).

#### 9. Eisenbahn-Direction zu Hannover.

- Hr. Durlach, Geheimer Regierungsrath, technisches Mitglied der Direction, in Hannover.
- Wex, Regierungs- und Baurath, techn. Mitglied der Direction, in Hannover.
  - Wiebe, Baurath, techn. Mitglied der Direction, in Hannover.
  - Bahr, Eisenbahn-Bau-Oberinspector in Hannover (techn. Hilfsarbeiter im Directorial-Bureau).
  - Wilde, Ober-Betriebsinspector in Hannover.
  - Crone, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Göttingen.
  - Nahrath, desgl. in Bremen.
  - Werner, desgl. in Hannover.
  - Bender, Eisenbahn-Bauinspector in Hannover (Vorsteher des Central-Betriebs-Bureaus)
  - Hinüber, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Harburg.
  - Reitemeyer, desgl. in Nordhausen.
  - Beckmann, desgl. in Hannover.
  - Koschel, desgl. in Osnabrück.
  - N. N., desgl. in Hannover.
  - von Sehlen, Eisenbahn-Bauinspector in Hannover.
  - Liegel, desgl. in Göttingen, } fungiren als
  - Ziehen, desgl. in Harburg, } Eisenbahn-
  - Kettler, desgl. in Nienburg, } Baumeister.
  - Wolff, Eisenbahn-Baumeister in Bremen.
  - Schulenburg, desgl. in Hannover.
  - Schilling, desgl. in Uelzen.
  - Müller, desgl. in Hannover.
  - Knoche, desgl. daselbst.
  - Lange, desgl. in Osnabrück.

Bei Neubauten beschäftigt:

- Hr. Lanz, Eisenbahn-Baudirector in Hannover.

#### 10. Eisenbahn-Direction zu Wiesbaden.

- Hr. Hilf, Regierungs- und Baurath, technisches Mitglied der Direction, in Wiesbaden.
- Usener, Eisenbahn-Bauinspector in Wiesbaden.
  - Wagner, Eisenbahn-Betriebsinspector in Limburg.
  - Steltzer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Wiesbaden.
  - Gutmann, Eisenbahn-Baumeister in Limburg.
  - Stratemeyer, desgl. in Rüdesheim.
  - Velde, desgl. in Wiesbaden (im Administrations-Bureau.)

### E. Bei Provinzial-Verwaltungs-Behörden.

#### 1. Regierung zu Königsberg in Pr.

- Hr. Oppermann, Geheimer Regierungsrath in Königsberg.
- Herzbruch, Regierungs- und Baurath daselbst.
  - Hesse, desgl. daselbst.
  - Bertram, Baurath, Bauinspector in Braunsberg.
  - Steenke, desgl. Wasser-Bauinspector in Zölp bei Saalfeld.
  - Lettgau, desgl. desgl. in Labiau (verwaltet die dortige Kreis-Baumeister-Stelle).
  - Bleeck, desgl. Hafen-Bauinspector in Memel.
  - Frey, desgl. desgl. in Pillau.
  - Wiegand, Bauinspector in Königsberg.
  - Schultz, Th., desgl. daselbst.
  - Rotmann, desgl. in Ortelsburg.
  - Wolff, Schloss-Bauinspector in Königsberg.
  - Queisner, Bauinspector in Hohenstein.
  - Hoffmann, Baurath, Kreis-Baumeister in Pr. Holland.
  - Meyer, Kreis-Baumeister für den Baukreis Prökuls, in Memel.
  - Eweremann, desgl. in Pr. Eylau.
  - Jester, desgl. in Heilsberg.
  - Fölsche, desgl. in Bartenstein.
  - Kaske, desgl. in Rastenburg.
  - le Blanc, desgl. in Gerdauen.
  - Dannenberg, desgl. in Neidenburg.
  - Saemann, desgl. in Wehlau.
  - Dempwollf, Wasser-Bauconducteur in Pillau (diätar. beschäftigt.)

#### 2. Regierung zu Gumbinnen.

- Hr. von Zschock, Regierungs- und Baurath in Gumbinnen.
- Muyschel, Ober-Bauinspector daselbst.
  - Becker, Bauinspector in Insterburg.
  - Treuhaupt, desgl. in Gumbinnen.
  - Schmarsow, desgl. in Lyk.
  - Krahe, Wasser-Bauinspector in Tilsit.
  - Lorck, desgl. in Kuckerneese.
  - Zacher, Kreis-Baumeister in Lötzen.
  - Gronwald, desgl. in Goldapp.
  - Grun, desgl. in Stallupönen.
  - Noering, desgl. in Tilsit.
  - Thiele, desgl. in Sensburg.
  - Schmid, desgl. in Darkehmen.
  - Kapitzke, Land-Baumeister in Gumbinnen.
  - Cartellieri, Kreis-Baumeister in Johannisburg.
  - Costede, desgl. in Pillkallen.
  - N. N., desgl. f. d. Baukreis Heydekrug, in Tilsit.

#### 3. Regierung zu Danzig.

- Hr. Spittel, Geheimer Regierungsrath in Danzig.
- Ehrhardt, Regierungs- und Baurath in Danzig.
  - Klopsch, Baurath, Wasser-Bauinspector in Elbing.
  - Koenigk, Wasser-Bauinspector in Danzig.
  - Schwabe, Hafen-Bauinspector in Neufahrwasser.
  - Nath, Bauinspector in Danzig.

- Hr. Dieckhoff, Wasser-Bauinspector in Marienburg.
- Fromm, Kreis-Baumeister in Berent.
  - Passarge, desgl. in Elbing.
  - Bachmann, desgl. in Pr. Stargard.
  - Blaurock, desgl. in Neustadt.
  - Wendt, desgl. in Carthaus.
  - Brown, Wasser-Baumeister in Rothebude bei Tiegenhof.
- Rodde, Wasser-Bauconduct. in Neufahrwasser (diätar. beschäftigt).

#### 4. Regierung zu Marienwerder.

- Hr. Schmid, Geheimer Regierungsrath in Marienwerder.
- Kirchhoff, Ober-Bauinspector daselbst.
  - Erdmann, Baurath, Wasser-Bauinspector daselbst.
  - Rauter, desgl. Bauinspector in Graudenz.
  - Kozłowski, Wasser-Bauinspector in Culm.
  - Reichert, Bauinspector in Marienwerder.
  - Ammon, Kreis-Baumeister in Schlochau.
  - Schmundt, desgl. in Rosenberg.
  - Kleiss, desgl. in Thorn.
  - Nünneke, desgl. in Conitz.
  - Elsasser, desgl. in Strassburg.
  - Siepmann, desgl. in Dt. Crone.
  - Barnick, desgl. in Schwetz.
  - Luetken, Land-Baumeister in Marienwerder.

#### 5a. Polizei-Präsidium zu Berlin.

- Hr. Assmann, Regierungs- und Baurath
- Wellmann, Ober-Bauinspector
  - Langerbeck, Bauinspector
  - Lesshaft, desgl.
  - Steinbrück, desgl.
  - Hesse, desgl.
  - Doubberck, Land-Baumeister
- } in Berlin.

#### 5b. Ministerial-Bau-Commission zu Berlin.

- Hr. Zeidler, Regierungs- und Baurath
- Schrobitz, Baurath, Bauinspector
  - Blankenstein, Bauinspector
  - Neumann, Wilh. desgl.
  - Stüve, desgl.
  - Spieker, desgl.
  - Weber, desgl.
  - Lanz, Baurath, Strassen-Inspector
  - Frinken, 1. Land-Baumeister
  - Coberg, Kreis-Baumeister
  - N. N., 2. Land-Baumeister
- } in Berlin.

#### 6. Regierung zu Potsdam.

- Hr. Horn, Regierungs- und Baurath in Potsdam (s. o. bei A. 2).
- Weishaupt, O. desgl. daselbst.
  - Troplin, Baurath, Ober-Bauinspector daselbst.
  - von Rosinsky, Bauinspector in Perleberg.
  - Blew, desgl. in Angermünde.
  - Deutschmann, desgl. in Beeskow.
  - Wohlbrück, Baurath, Wasser-Bauinspector in Grafenbrück.
  - Vogler, Bauinspector in Oharlottenburg.
  - Kühne, desgl. in Prenzlau.
  - Geiseler, desgl. in Brandenburg a. H.
  - Reinhardt, Wasser-Bauinspector in Thiergartenschleuse bei [Oranienburg].
  - Krüger, Bauinspector in Berlin.
  - Vogt, desgl. in Potsdam.
  - Bluth, desgl. in Neu-Ruppin.
  - Koppen, desgl. in Berlin (Wege).
  - N. N., Kreis-Baumeister in Templin.
  - Düsterhaupt, desgl. in Freienwalde a. d. O.
  - Natus, Wasser-Baumeister in Berlin.
  - Freund, Kreis-Baumeister in Jüterbogk.
  - Schuke, desgl. in Rathenow.
  - Badstübner, Land-Baumeister in Potsdam.
  - Schlitte, Kreis-Baumeister in Nauen.
  - Bohl, desgl. in Kyritz.

#### 7. Regierung zu Frankfurt a. d. O.

- Hr. Schack, Regierungs- und Baurath in Frankfurt.
- Wiebe, desgl. daselbst.
  - Elsner, Bauinspector in Lübben.
  - Lüdke, desgl. in Frankfurt.
  - Beuck, Wasser-Bauinspector in Crossen.
  - Pollack, Bauinspector in Sorau.
  - von Schon, desgl. in Friedeberg N.-M.
  - Rose, Wasser-Bauinspector in Frankfurt.
  - Cochius, Bauinspector daselbst.
  - Eitner, Bauinspector in Landsberg a. d. W.
  - Ebel, Kreis-Baumeister in Züllichau.
  - Frick, desgl. in Cottbus.
  - Soenderop, desgl. in Cüstrin.
  - Stavenhagen, desgl. in Königsberg N.-M.
  - Orban, Wasser-Baumeister in Cüstrin.
  - Keller, Land-Baumeister in Frankfurt.
  - Giebe, Kreis-Baumeister in Zielenzig.
  - Müller, desgl. in Arnswalde.

#### 8. Regierung zu Stettin.

- Hr. Homann, Regierungs- und Baurath in Stettin.
- Dresel, desgl. daselbst.
  - Borchard, Bauinspector in Stargard.
  - Thömer, desgl. in Stettin.
  - Alsen, Hafen-Bauinspector in Swinemünde.
  - Buchterkirch, Bauinspector in Stargard.
  - Kunisch, desgl. in Demmin.
  - Fischer, Kreis-Baumeister in Naugard.
  - Alberti, desgl. in Anclam.
  - Brunner, desgl. in Cammin.
  - Ruhnau, desgl. in Neuhoft bei Ueckermünde.
  - Ulrich, desgl. in Stettin (verwaltet die dortige Wasser-Bauinspector-Stelle).
  - Weizmann, Kreis-Baumeister in Greifenhagen.
  - Krühl, Land-Baumeister in Stettin.

#### 9. Regierung zu Cöslin.

- Hr. Pommer, Baurath, Ober-Bauinspector in Cöslin.
- Hagen, Ober-Bauinspector daselbst.
  - Moek, Baurath, Wasser-Bauinspector in Colberggermünde.
  - Doebbel, Bauinspector in Belgard.
  - Heithaus, desgl. in Stolp.
  - Schüler, desgl. in Cöslin.
  - Laessig, Kreis-Baumeister in Dramburg.
  - Siehr, desgl. in Lauenburg.
  - Kleefeld, desgl. in Neu-Stettin.
  - N. N., desgl. in Bütow.
  - N. N., desgl. in Schlawe.
  - N. N., Land-Baumeister in Cöslin.

#### 10. Regierung zu Stralsund.

- Hr. von Dömming, Geheimer Regierungsrath in Stralsund.
- Trübe, Baurath, Bauinspector daselbst.
  - Degner, Wasser-Bauinspector daselbst.
  - Westphal, Kreis-Baumeister in Greifswald.
  - Frölich, desgl. in Grimmen.

#### 11. Regierung zu Posen.

- Hr. Koch, Regierungs- und Baurath in Posen.
- Haustein, Ober-Bauinspector daselbst.
  - Laake, Baurath, Bauinspector in Lissa.
  - Kasel, desgl. desgl. in Ostrowo.
  - Schuster, Wasser-Bauinspector in Posen.
  - Petersen, Bauinspector daselbst.
  - von Gropp, Kreis-Baumeister in Krotoschin.
  - Schönenberg, desgl. in Samter.
  - Helmeke, desgl. in Meseritz.
  - Knechtel, desgl. in Wollstein.
  - Klein, desgl. in Wreschen.
  - Rhese, desgl. in Kosten.
  - Hoffmann, desgl. in Rawicz.

- Hr. Wolff, Kreis-Baumeister in Pleschen.  
 - Oltmann, desgl. in Rogasen.  
 - Schwartz, desgl. in Birnbaum.  
 - Habermann, Land-Baumeister in Posen.

## 12. Regierung zu Bromberg.

- Hr. Wernekinck, Regierungs- und Baurath in Bromberg.  
 - Meyer, Baurath, Ober-Bauinspector daselbst.  
 - Koebke, Baurath, Bauinspector in Bialosliwe (verwaltet die Kreis-Baumeister-Stelle in Wirsitz).  
 - Winchenbach, Bauinspector in Bromberg.  
 - Garbe, Wasser-Bauinspector daselbst.  
 - Herschenz, Kreis-Baumeister in Gnesen (verwaltet die dortige Bauinspector-Stelle).  
 - Kischke, Kreis-Baumeister in Czarnikau.  
 - Reitsch, desgl. in Wongrowitz.  
 - Herrmann, Land-Baumeister in Bromberg.  
 - N. N., Kreis-Baumeister in Inowraclaw.

## 13. Regierung zu Breslau.

- Hr. Pohlmann, Regierungs- und Baurath in Breslau.  
 - Brennhausen, desgl. daselbst.  
 - Herr, desgl. daselbst.  
 - Blankenhorn, Bauinspector in Brieg.  
 - Versen, Wasser-Bauinspector in Steinau.  
 - Rosenow, Bauinspector in Breslau.  
 - Gandtner, desgl. in Schweidnitz.  
 - von Morstein, Wasser-Bauinspector in Breslau.  
 - Klein, Bauinspector in Breslau.  
 - Baumgart, desgl. in Glatz.  
 - Stephany, desgl. in Reichenbach.  
 - Arnold, Kreis-Baumeister in Neumarkt.  
 - von Damitz, desgl. in Habelschwerdt.  
 - Woas, desgl. in Trebnitz.  
 - Knorr, desgl. in Strehlen.  
 - Haupt, desgl. in Oels.  
 - Graeve, desgl. in Winzig.  
 - Promnitz, Land-Baumeister in Breslau.  
 - Hammer, Kreis-Baumeister in Waldenburg.

## 14. Regierung zu Liegnitz.

- Hr. Bergman, Regierungs- und Baurath in Liegnitz.  
 - Spannagel, desgl. daselbst.  
 - Wolff, Baurath, Bauinspector in Görlitz.  
 - Lange, Wasser-Bauinspector in Glogau.  
 - Gericke, Bauinspector in Hirschberg.  
 - Rickert, desgl. in Glogau.  
 - Denninghoff, desgl. in Liegnitz (Land).  
 - Fischer, desgl. daselbst (Wege).  
 - Pohl, Baurath, Kreis-Baumeister in Löwenberg.  
 - Kaupisch, Kreis-Baumeister in Lauban.  
 - Wronka, desgl. in Sagan.  
 - Schiller, desgl. in Bunzlau.  
 - Germer, desgl. in Landeshut.  
 - Weinert, desgl. in Grünberg.  
 - Goebel, desgl. in Hoyerswerda.  
 - Berghauer, desgl. in Goldberg.  
 - N. N., Land-Baumeister in Liegnitz.

## 15. Regierung zu Oppeln.

- Hr. Kronenberg, Regierungs- und Baurath in Oppeln.  
 - Peters, Ober-Bauinspector daselbst.  
 - Illing, Baurath, Bauinspector in Neisse.  
 - Linke, desgl. desgl. in Ratibor.  
 - Albrecht, Bauinspector in Oppeln.  
 - Assmann, desgl. in Gleiwitz.  
 - Bader, Wasser-Bauinspector in Oppeln.  
 - Hannig, Kreis-Baumeister in Beuthen.  
 - Weidner, desgl. in Rosenberg.  
 - Müller, desgl. in Cosel.  
 - Roesener, desgl. in Pless.  
 - Bandow, Land-Baumeister in Oppeln.

- Hr. Buchmann, Kreis-Baumeister in Gleiwitz.  
 - Herzberg, desgl. in Rybnik.  
 - Meienreis, desgl. in Leobschütz.

## 16. Ober-Präsidium und Regierung zu Magdeburg.

- Hr. Kozlowski, Elbstrom-Baudirector in Magdeburg.  
 - Striewski, Wasser-Baumeister daselbst.

- Hr. Rosenthal, Geheimer Regierungsrath in Magdeburg.

- Opel, Ober-Bauinspector daselbst.  
 - Reusing, Baurath, verwaltet die Kreis-Baumeister-Stelle in Burg.  
 - Pelizaeus, Baurath, Bauinspector in Halberstadt (Land).  
 - Pickel, desgl. desgl. in Magdeburg (Land).  
 - Rathsam, desgl. desgl. daselbst (Wege).  
 - Crüsemann, desgl. desgl. in Halberstadt (Wege).  
 - Maass, Wasser-Bauinspector in Magdeburg.  
 - Heyn, desgl. in Stendal.  
 - Ulrich, desgl. in Genthin.  
 - Wagenführ, Kreis-Baumeister in Salzwedel.  
 - Treuding, desgl. in Neuhalldensleben.  
 - Freund, desgl. in Schönebeck.  
 - Marggraff, desgl. in Oschersleben.  
 - Hess, desgl. in Gardelegen.  
 - Gross, Land-Baumeister in Magdeburg.  
 - Schröder, Kreis-Baumeister in Genthin.  
 - Gerlhoff, desgl. in Osterburg.

## 17. Regierung zu Merseburg.

- Hr. Treuding, Regierungs- und Baurath in Merseburg.

- Sasse, desgl. daselbst.  
 - Nordtmeyer, Baurath, Bauinspector in Eisleben.  
 - Schulze, Bauinspector in Artern.  
 - Steinbeck, desgl. in Halle.  
 - Sommer, desgl. in Zeitz.  
 - Wernicke, desgl. in Torgau.  
 - Becker, desgl. in Herzberg.  
 - Werner, desgl. in Naumburg.  
 - Grote, Wasser-Bauinspector in Torgau.  
 - Danner, Bauinspector in Merseburg.  
 - de Rège, desgl. in Wittenberg.  
 - Wolff, Kreis-Baumeister in Halle.  
 - Schmieder, desgl. in Sangerhausen.  
 - Lipke, desgl. in Delitzsch.  
 - v. Bannwarth, desgl. in Bitterfeld.  
 - Kluge, Land-Baumeister in Merseburg.  
 - N. N., Kreis-Baumeister in Weissenfels.

## 18. Regierung zu Erfurt.

- Hr. Drewitz, Geheimer Regierungsrath in Erfurt (s. oben bei A. 2).

- Simon, Bauinspector in Mühlhausen.  
 - Lünzner, desgl. in Heiligenstadt.  
 - Schulze, desgl. in Nordhausen.  
 - Schumann, desgl. in Erfurt.  
 - Wertens, Kreis-Baumeister in Schlousingen.  
 - Hartmann, desgl. in Worbis.  
 - Boetel, desgl. in Ranis.  
 - Kilburger, Land-Baumeister in Erfurt.  
 - Dittmar, Kreis-Baumeister in Weissensee.

## 19. Regierung zu Schleswig.

- Hr. Jessen, Regierungs- und Baurath in Schleswig.

- Scheffer, desgl. daselbst.  
 - von Irminger, desgl. daselbst.  
 - Wiechers, desgl. daselbst (in der Ober-Bauinspector-Stelle).  
 - Holm, Baurath, Bauinspector in Altona, für den Baukreis Stormarn mit dem Stadtkreis Altona.  
 - Nönchen, Bauinspector in Altona, für den Baukreis Pinneberg.  
 - Fülcher, Bauinspector in Glückstadt, f. d. Baukreis Steinberg.  
 - Bargum, Bauinspector in Schleswig, für den Baukreis Schleswig.  
 - Matthiessen, Bauinspector zu Husum, für den Baukreis Husum mit Stapelholm.

- Hr. Edens, Bauinspector zu Rendsburg, f. d. Schleswig-Holsteinischen Canal und die Stadt Rendsburg.
- Pavelt, Bauinspector in Kiel, für den Kreis Kiel mit dem dänischen Wohld.
- Gätjens, Bauinspector in Itzehoe, für den Land-Baukreis Rendsburg
  - Fischer, Bauinspector in Hadersleben, für den Baukreis Hadersleben
  - Eckermann, Bauinspector in Heide, f. d. Baukreis Norder-Dithmarschen
- } verwalten  
Kreis-Baumeister-  
Stellen.
- Heydorn, Kreis-Baumeister in Neustadt, f. d. Baukreis Oldenburg mit Fehmarn.
  - Kröhnke, Kreis-Baumeister zu Brunsbüttel, für den Baukreis Süder-Dithmarschen.
  - Thordsen, Kreis-Baumeister in Flensburg, für den Baukreis Flensburg.
  - Treede, Kreis-Baumeister in Tondern, für den Baukreis Tondern.
  - Greve, desgl. in Segeberg, für den Kreis Segeberg.
  - Voss, desgl. in Plön, für den Kreis Plön.
  - von Wickede, Kreis-Baumeister in Tönning, für den Baukreis Eiderstedt.
  - Köhler, Land-Baumeister in Schleswig.
  - N. N., Kreis-Baumeister in Sonderburg, für den Baukreis Sonderburg-Apenrade.

#### 20. Landdrostei Hannover und Finanz-Direction daselbst.

- Hr. Hunaeus, Regierungs- u. Baurath b. d. Landdrostei in Hannover.
- Buhse, Regierungs- und Baurath bei der Finanz-Direction in Hannover.
  - Voigts, Ober-Bauinspector bei der Landdrostei in Hannover.
  - Fischer, Land-Baumeister bei der Finanz-Direction daselbst.

Hr. Willigerod, Bauinspector in Hameln.

- Witting, Baurath, Bauinspector in Hannover.
  - Pape, Bauinspector daselbst.
  - Meyer, Kreis-Baumeister in Nienburg (verwaltet die dortige Bauinspector-Stelle).
  - Bansen, Bauinspector in Wennigsen
  - Heye, desgl. in Hoya
  - Heins, desgl. in Diepholz
- } verwalten  
Kreis-Baumeister-  
Stellen.
- Rhien, Baurath in Nienburg.
  - Habbe, Kreis-Baumeister in Syke.
  - Wagner, Baurath in Verden, für den Baukreis Hoya
  - Pottstock, Weg-Bauinspector in Bassum
  - Roese, desgl. in Diepholz
  - Reissner, Hof-Wegbau-Commissar in Wennigsen
  - Borchers, Weg-Bauconducteur in Hannover
  - Schuster, desgl. daselbst
- } bekleiden  
künftig  
wegfallende  
Stellen.

#### 21. Landdrostei Hildesheim.

- Hr. Mittelbach, Geheimer Regierungsrath in Hildesheim.
- Kranz, Ober-Bauinspector daselbst.
  - Cramer, Bauinspector in Zellerfeld.
  - Rumpf, desgl. in Einbeck.
  - Beckmann, Baurath in Göttingen.
  - Praël, Bauinspector in Hildesheim.
  - Rettberg, desgl. daselbst
  - Hagenberg, desgl. in Göttingen
  - Parisius, desgl. daselbst
  - Meyer, Jacob, desgl. in Alfeld
  - Schulze, desgl. in Goslar
- } verwalten  
Kreis-Baumeister-  
Stellen.
- Kleinschmidt, Kreis-Baumeister in Herzberg.
  - Freye, desgl. in Hildesheim.
  - Peters, Baurath in Northeim
  - Quantz, Wege-Bauconducteur in Hildesheim
  - Rhode, desgl. in Goslar
  - Hotzen, Land-Bauconducteur daselbst (diätarisch beschäftigt).
- } bekleiden  
künftig fort-  
fallende Stellen.

Hr. Wichmann, Land-Bauinspector in Clausthal (commissarisch beschäftigt).

#### 22. Landdrostei Lüneburg.

- Hr. Bokelberg, Geheimer Regierungsrath in Lüneburg.
- Höbel, Ober-Bauinspector daselbst.
  - Eichhorn, Land-Baumeister in Celle.
  - Loges, Wasser-Bauinspector in Harburg.
  - Brünneke, Bauinspector in Lüneburg.
  - Siegener, desgl. in Harburg.
  - Katz, Wasser-Bauinspector in Hitzacker.
  - Evers, desgl. in Lüneburg.
  - Glünder, Bauinspector in Hitzacker, f. d. Baukreis Dannenberg.
  - Fenkhausen, Bauinspector in Celle
  - Arens, desgl. in Soltau
  - Pralle, desgl. in Burgdorf
  - Höbel, Fr. W. Alb., desgl. in Uelzen
  - Hartmann, desgl. in Walsrode
  - Pellens, Kreis-Baumeister in Gifhorn.
  - Schwägermann, Land-Bauinspector in Lüneburg
  - Pampel, Th., Land-Bauconducteur in Gifhorn
  - Bodecker, Weg-Bauconducteur in Lüchow, für den Baukreis Dannenberg
- } verwalten  
Kreis-Baumeister-  
Stellen.
- } verwalten  
künftig  
fortfallende  
Stellen.

#### 23. Landdrostei Stade.

- Hr. Lüttich, Regierungs- und Baurath in Stade.
- Pampel, Ober-Bauinspector daselbst.
  - Koken, Bauinspector daselbst.
  - Dincklage, Baurath in Geestemünde, für den Wasser-Baukreis Lehe II.
  - Süßmann, Bauinspector in Geestemünde, für den Baukreis Lehe I.
  - Schaaf, Wasser-Bauinspector in Stade.
  - von Horn, Bauinspector in Buxtehude, für den Baukreis Jork,
  - Domeier, Bauinspector in Rotenburg
  - Doeltz, desgl. in Stade
  - Hoffmann, desgl. in Osterholz
  - Tolle, H. W., desgl. in Grohn, für den Baukreis Blumenthal,
  - Bertram, Bauinspector in Verden
  - Valett, Kreis-Baumeister in Neuhaus a. O. (verwaltet die dortige Bauinspector-Stelle).
  - Hoebel, Th., Kreis-Baumeister in Geestemünde, für den Baukreis Lehe II.
  - Gravenhorst, Kreis-Baumeister in Otterndorf.
  - Röbbelen, Wege-Bauconducteur in Neuhaus a. O. (verwaltet eine künftig fortfallende Stelle).
- } verwalten  
Kreis-Baumeister-  
Stellen.
- Hr. Runde, Wasser-Bauinspector (z. Z. in Geestemünde mit Fortifications-Bauten im Ressort des Marine-Ministeriums beschäftigt).

#### 24. Landdrostei Osnabrück.

- Hr. Grahn, Regierungs- und Baurath in Osnabrück.
- Wellenkamp, Baurath, Bauinspector in Osnabrück.
  - Oppermann, Wasser-Bauinspector in Meppen.
  - Luttermann, Baurath in Koppelschleuse bei Meppen.
  - Richter, Bauinspector in Hanekenfähr, für den Baukreis Lingen.
  - Meyer, Hrn. Joh. A., Bauinspector in Lingen, für den Baukreis Bentheim.
  - Haspelmath, Bauinspector in Quakenbrück, für den Baukreis Bersenbrück.
  - van der Beek, Bauinspector in Meppen, für den Baukreis Papenburg.
  - Steffen, Bauinspector in Melle.
  - Panse, Wasser-Baumeister, Hülfсарbeiter bei der Landdrostei in Osnabrück.
  - Gerig, Wege-Bauinspector in Osnabrück.
  - Thieler, desgl. in Melle.
- } verwalten  
Kreis-Baumeister-  
Stellen.
- } verwalten künftig  
fortfallende Stellen.

#### 25. Landdrostei Aurich.

- Hr. Müller, Regierungs- und Baurath in Aurich.
- Weniger, Wege-Bauinspector in Aurich.

- Hr. Clauditz, Wasser-Bauinspector in Leer.
- Schramme desgl. in Emden.
  - Tolle, Adolf, desgl. in Norden.
  - Taaks, Dr., Bauinspector in Esens (verwaltet eine Kreis-Baumeister-Stelle).
  - Osterlinck, Kreis-Baumeister in Leer.
  - Albrecht, Land-Baumeister, Hilfsarbeiter bei der Landdrostei in Aurich.
  - Richrath, Kreis-Baumeister in Aurich.

## 26. Regierung zu Münster.

- Hr. Engelhard, Geheimer Regierungsrath in Münster.
- Plate, Baurath, Ober-Bauinspector daselbst.
  - Dyckhoff, Baurath, Bauinspector in St. Mauritz bei Münster.
  - Borggreve, desgl. desgl. in Hamm.
  - Hauptner, Bauinspector in Münster.
  - Baltzer, desgl. in Recklinghausen.
  - Freiherr von der Goltz, Kreis-Baumeister in Steinfurt.
  - Held, desgl. desgl. in Coesfeld.
  - Lichnock, desgl. desgl. in Rheine.

## 27. Regierung zu Minden.

- Hr. Keller, Regierungs- und Baurath in Minden.
- Heldberg, Ober-Bauinspector daselbst.
  - Kruse, Bauinspector in Bielefeld.
  - Winterstein, desgl. in Höxter.
  - Pietsch, Bauinspector in Minden.
  - Wendt, Kreis-Baumeister in Paderborn.
  - Stahl, desgl. in Minden.
  - Cramer, desgl. in Warburg.
  - Hammacher, desgl. in Büren.

## 28. Regierung zu Arnberg.

- Hr. Prange, Geheimer Regierungsrath in Arnberg (s. o. bei 4. 2.).
- Buchholtz, Baurath, Ober-Bauinspector daselbst.
  - Uhlmann, Bauinspector in Soest.
  - Haege, desgl. in Arnberg.
  - Haarman, desgl. in Bochum.
  - Benoit, desgl. in Siegen.
  - Heinemann, desgl. in Hagen.
  - Staudinger, Kreis-Baumeister in Olpe.
  - Westermann, desgl. in Meschede.
  - Mottau, desgl. in Iserlohn.
  - Trainer, desgl. in Berleburg.
  - Genzmer, desgl. in Dortmund.
  - Westphal, desgl. in Hamm.
  - Niedieck, desgl. in Lippstadt.
  - Holle, desgl. in Brilon.
  - Schmitz, Land-Baumeister in Arnberg.
  - Scheele, Kreis-Baumeister in Altena.

## 29. Regierung zu Cassel.

- Hr. Lichtenberg, Regierungs- und Baurath in Cassel.
- Sezekorn, desgl. daselbst.
  - Landgrebe, desgl. daselbst.

Hr. Breithaupt, Baurath in Cassel.

- Schulz, desgl. in Fulda.
- Müller, desgl. in Cassel.

Hr. Blankenhorn, Bauinspector in Cassel, für den Landkreis Cassel.

- Herrmann, Wasser-Bauinspector in Hanau.
- Regenbogen, Bauinspector in Marburg.
- Arend, Carl, desgl. in Eschwege.
- Heyken, Wasser-Bauinspector in Cassel.
- Griesel, Bauinspector in Hersfeld.
- Kullmann, Wasser-Bauinspector in Rinteln.
- Wagner, Heinr. Ludwig, Bauinspector in Witzhausen.
- Caesar, desgl. in Cassel, f. d. Stadtkreis.
- Hoffmann, desgl. in Fulda.
- Wagner, Herm. Friedr., desgl. in Hanau.
- Böckell, Tit. Bauinspector, Hilfsarbeiter b. d. Regierung in Cassel.

Hr. Wolff, Bauinspector in Cassel (für die Wasserleitung daselbst).

- Koppen, O. G., Kreis-Baumeister in Rinteln.
- Arend, Wilh., desgl. in Hofgeismar.
- Schulz, Wilh., desgl. in Hünfeld.
- Schmidt, desgl. in Rotenburg.
- Eggena, desgl. in Schmalkalden.
- Maurer, desgl. in Schlüchtern.
- Reusse, desgl. in Wolfhagen.
- Koppen, Julius, desgl. in Ziegenhain.
- Rock, desgl. in Homburg.
- Spangenberg, desgl. in Gelnhausen.
- Gombert, desgl. in Fritzlar.
- Arnold, desgl. in Gersfeld.
- Knipping, desgl. in Kirchhain.
- Berner, desgl. in Frankenberg.
- Hunrath, desgl. in Melsungen.
- Ehrhardt, Baucommissar in Cassel.
- Buck, desgl. Tit. Bauinspector, in Bergen.
- Eckhardt, Baucommissar in Ziegenhain.
- Schubarth, desgl. in Frankenberg.
- Mergardt, desgl. in Marburg.
- Engelhardt, desgl. in Orb.
- Koppen, Carl, desgl. in Fulda.

## 30. Regierung zu Wiesbaden.

Hr. Borggreve, Regierungs- und Baurath in Wiesbaden.

- Cremer, desgl. daselbst.
- Zais, Baurath in Wiesbaden, für den Stadtkreis Wiesbaden.
- Preusser, Ernst, Wasser-Bauinspector in Biebrich.
- Lange, Bauinspector in Frankfurt a. M.
- Wollf, Rud., desgl. in Limburg.
- Schnitzler, desgl. in Rüdeshcim.
- Bertram, Bauinspector in Wiesbaden, f. d. Landkreis Wiesbaden.
- Eckhardt, desgl. in Frankfurt a. M. (verwaltet eine Wasser-Baumeister-Stelle).
- Chelius, Bauinspector in Dillenburg (f. d. Dill-Kreis)
- Esau, desgl. in Hachenburg, für den Ober-Westerwald-Kreis
- Musset, Bauinspector in Schwalbach, für den Unter-Taunus-Kreis
- Baldus, Bauinspector in Diez, für den Wasserbau
- Thomae, Bauinspector in Homburg, für den Ober-Taunus-Kreis
- Schüler, Bauinspector in Montabaur, für den Unter-Westerwald-Kreis
- Jaeger, Kreis-Baumeister in Biedenkopf, f. d. Hinterland-Kreis.
- Esser, Land-Baumeister, Hilfsarbeiter bei der Regierung in Wiesbaden.
- Fresenius, Kreis-Baumeister in Weilburg
- Westerfeld, Bauinspector in Homburg
- Moritz, desgl. in Wiesbaden
- Preusser, Heinr., desgl. in Dillenburg
- Cramer, desgl. in Hachenburg
- Petsch, Bauaccessist in Diez
- Wagner, desgl. in Schwalbach

verwalten  
Kreis-Baumeister-Stellen.

verwalten  
künftig wegfallende  
Stellen.

## 31. Ober-Präsidium und Regierung zu Coblenz.

Hr. Nobiling, Geheimer Regierungsrath und Rheinstrom-Baudirector in Coblenz.

- Butzke, Baurath, Reinschiffahrts-Inspector in Coblenz.
- Hartmann, Wasser-Baumeister daselbst.

Hr. Junker, Regierungs- und Baurath in Coblenz.

- Conradi, Bauinspector in Creuznach.
- Hipp, Wasser-Bauinspector in Ehrenbreitstein.
- Cuno, Carl, Bauinspector in Coblenz.
- Möller, Kreis-Baumeister in Neuwied.
- Schmid, Wasser-Baumeister zu Cochem.
- Scheepers, Kreis-Baumeister in Wetzlar.
- Legiehn, desgl. in Simmern.
- Zweck, desgl. in Mayen.
- Cuno, Herm., desgl. in Neuenahr.

- Hr. von Ludwiger, Land-Baumeister in Coblenz.  
 - Reinkens, Kreis-Baumeister in Kirchen.  
 - Krausch, Königl. Baumeister in Meisenheim.

### 32. Regierung zu Düsseldorf.

- Hr. Krüger, Geheimer Regierungsrath in Düsseldorf.  
 - Cuno, Ober-Bauinspector daselbst.  
 - Willich, Wasser-Bauinspector in Rees.  
 - Kayser, Baurath, Wasser-Bauinspector in Ruhrort.  
 - Heuse, desgl. Bauinspector in Elberfeld.  
 - Hild, desgl. Wasser-Bauinspector in Düsseldorf.  
 - Schroers, desgl. Bauinspector daselbst.  
 - Berring, Bauinspector in Lennep.  
 - Schulze, desgl. in Essen.  
 - Weise, Baurath, Kreis-Baumeister in Neuss.  
 - Lange, Friedr. Wilh., Kreis-Baumeister in Gladbach.  
 - Guinbert, Kreis-Baumeister in Düsseldorf.  
 - Engelhardt, desgl. in Cleve.  
 - Baumgarten, desgl. in Crefeld.  
 - Genth, desgl. in Solingen.  
 - Mertens, desgl. in Wesel.  
 - Radhoff, desgl. in Geldern.  
 - Bruns, Land-Baumeister in Düsseldorf.

### 33. Regierung zu Cöln.

- Hr. Gottgetreu, Regierungs- und Baurath in Cöln.  
 - Schopen, Baurath, Bauinspector daselbst.  
 - Michaelis, Wasser-Bauinspector daselbst.  
 - Litterscheid, Bauinspector in Euskirchen.  
 - van den Bruck, Kreis-Baumeister in Deutz.  
 - Böttcher, desgl. in Cöln.  
 - Eschweiler, desgl. in Siegburg.  
 - Neumann, desgl. in Bonn.  
 - Müller, Kreis-Baumeister in Gummersbach.  
 - Hunaeus, desgl. in Waldbroel.  
 - Freudenberg, Land-Baumeister in Cöln.

- Hr. Gebauer, Wasser-Bauinspector zum Bau der Brücke in der Harburg-Hamburger Eisenbahn.  
 - Dittmar, Land-Baumeister, für den Bau von Provinzial-Irren-Anstalten für die Rheinprovinz.  
 - Funk, Ober-Baurath, zur Uebernahme der Stellung des technischen Dirigenten für den Bau der Venlo-Hamburger Eisenbahn, in Osnabrück.  
 - Winter, Bauaccessist, zur Ausführung der Wasserleitung in Wiesbaden.  
 - Holler, Bauassistent in Homburg.

### Verwaltung für Berg-, Hütten- und Salinenwesen.

- Hr. Redtel, Geheimer Ober-Bergrath in Berlin (s. oben bei 2).  
 - Kind, Ober-Berg- und Baurath in Berlin.  
 Hr. Flügel, Bauinspector, für einen Theil des Ober-Bergamts-Districts Breslau, in Gleiwitzerhütte.  
 - Schwarz, Bauinspector, für einen Theil des Ober-Bergamts-Districts Halle, in Schönbeck bei Magdeburg.  
 - Neufang, Bauinspector im Ober-Bergamts-District Bonn, in Saarbrücken.

### Verwaltung für Handel und Gewerbe.

- 1) Bei der technischen Deputation für Gewerbe.  
 Hr. Nottebohm, Geheimer Ober-Baurath (s. oben bei A. 1).  
 2) Bei der Gewerbe-Akademie.  
 Hr. Manger, Baurath und Professor.  
 - Lohde, Professor.  
 3) Bei der Rheinisch-Westfälischen polytechnischen Schule in Aachen.  
 Hr. van Kaven, Baurath und Director.  
 - Dr. Heinzerling, Baurath und Professor.

### 34. Regierung zu Trier.

- Hr. Giese, Regierungs- und Baurath in Trier.  
 - Seyffarth, desgl. daselbst.  
 - Geissler, Bauinspector daselbst.  
 - Lieber, desgl. in Saarbrücken.  
 - Sachse, desgl. in Wittlich.  
 - Ritter, Kreis-Baumeister in Trier.  
 - Köppe, desgl. in Merzig.  
 - Gersdorff, desgl. in St. Wendel.  
 - Schönbrod, desgl. in Mühlheim a. d. Mosel.  
 - Weyer, Land-Baumeister in Trier.  
 - Stern, Kreis-Baumeister in Prüm.  
 - N. N., desgl. in Bitburg.

### 35. Regierung zu Aachen.

- Hr. Krafft, Regierungs- und Baurath in Aachen.  
 - Cremer, desgl. daselbst.  
 - Baeseler, Bauinspector in Heinsberg.  
 - Dieckhoff, Baurath, Bauinspector in Aachen.  
 - Nachtigall, Kreis-Baumeister in Düren.  
 - N. N., desgl. in Jülich.  
 - Koppen, desgl. in Eupen.  
 - Neu, desgl. inurtscheid, für den Baukreis Aachen.  
 - Macquet, Kreis-Baumeister in St. Vith, für den Baukreis Malmedy.  
 - Schütte, Kreis-Baumeister in Schleiden.

### 36. Regierung zu Sigmaringen.

- Hr. Laur, Baurath, Ober-Bauinspector in Sigmaringen.  
 - Zobel, Bauinspector in Hechingen (verwaltet die dortige Kreis-Baumeister-Stelle).

### E. Beurlaubt sind:

- Hr. Beckering, Wasser-Bauconducteur bei den Hafengebäuden an der Kieler Bucht.  
 - Hoebel, Wege-Bauconducteur aus Jork, zum Bau der Venlo-Hamburger Eisenbahn.  
 - Warsow, Bauinspector aus Wittenberg.  
 - Reissner jun., Wege-Bauconducteur aus Verden, zum Bau der Venlo-Hamburger Eisenbahn.  
 - Kappelhoff, Wege-Bauconducteur aus Melle.  
 - Goebels, Land-Baumeister aus Erfurt, zur Leitung des Neubaus des Gesandtschafts-Hôtels in Constantinopel.

- Hr. Dr. Langsdorf, Bauinspector im Ober-Bergamts-Districte Clausthal, in Clausthal.  
 - Oesterreich, Königl. Baumeister, für einen Theil des Ober-Bergamts-Districts Halle in Dürrenberg.  
 - Dumreicher, Königl. Baumeister im Ober-Bergamts-District Bonn, in Saarbrücken.  
 - N. N., Bauinspector, für einen Theil des Ober-Bergamts-Districts Breslau, in Königshütte.

- 4) Bei der polytechnischen Schule in Hannover.  
 Hr. Dr. Karmarsch, Geheimer Regierungsrath, Professor und Director.  
 - Hase, Baurath  
 - Debo, desgl.  
 - Köhler, desgl.  
 - Launhardt, Bauconducteur  
 } Lehrer.

- 5) Bei der Porzellan-Manufactur in Berlin.  
 Hr. Möller, Regierungs- und Baurath, Director.

II. Im Ressort anderer Ministerien und Behörden.

1. Beim Hofstaate Sr. Majestät des Kaisers u. Königs, beim Hofmarschall-Amte, beim Ministerium des Königlichen Hauses u. s. w.

Hr. Hesse, Geheimer Ober-Hof-Baurath } Baumeister für die
in Berlin } Königl. Schloss- und
- Strack, Ober-Hof-Baurath und Pro- } Gartengebäude.
fessor in Berlin } (s. oben bei A. 2.)

Hr. Gottgetreu, Hof-Baurath in Potsdam, bei der Königlichen Garten-Intendantur.
- Persius, Hof-Baumeister in Potsdam.

Hr. Pasewaldt, Hofkammer- und Baurath bei der Hofkammer der Königlichen Familiengüter, in Berlin.
- Niermann, Königl. Hausfideicommiss-Bauinspector in Berlin.

2. Beim Finanz-Ministerium und im Ressort desselben.

Hr. Eytelwein, Wirklicher Geheimer Ober-Finanzrath in Berlin (s. oben bei A. 2).
- Cornelius, Bauinspector, technischer Hilfsarbeiter beim Finanz-Ministerium in Berlin.
- Busse, Carl, Baumeister, Stellvertreter und Assistent des Directors der Staatsdruckerei in Berlin.

Hr. von Dehn-Rothfelser, Baurath und Professor in Cassel.

III. Im Ressort der Reichs-Verwaltung.

1. Beim Preussischen Kriegs-Ministerium und im Ressort desselben.

Hr. Fleischinger, Geh. Ober-Baurath in Berlin (s. oben bei A. 2).
- Pflaume, Bauinspector für das Garnison-Bauwesen, in Cöln.
- Steuer, Bauinspector, Inhaber der ersten Baubeamten-Stelle für das Garnison-Bauwesen in Berlin.
- Voigtel, Bauinspector, Assistent des Ministerial-Bauraths im Kriegs-Ministerium, in Berlin.
- Beyer, Bauinspector für die militairisch-technischen Institute, in Spandau.
- N. N., Land-Baumeister für das Garnison-Bauwesen in Potsdam.
- N. N., Land-Baumeister, Inhaber der zweiten Baubeamten-Stelle für die Militair-Bauten in Berlin.

3. Beim Ministerium der geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten und im Ressort desselben.

Hr. von Quast, Geheimer Regierungsrath, Conservator der Kunstdenkmäler, in Berlin (s. oben bei A 2).
- Voigtel, Baurath, Bauinspector in Cöln, leitet d. Dombau daselbst.
- Bode, Bauinspector } in Hannover, für die Kloster-Verwaltung
- Leopold, desgl. }
- Tiede, Land-Baumeister u. Hausinspector d. Kgl. Museen in Berlin.
- Müller, Baumeister und Lehrer an der staats- und landwirthschaftlichen Akademie in Eldena.

4. Im Ressort des Ministeriums des Innern.

Hr. Scabell, Geheimer Regierungsrath, Branddirector in Berlin.

5. Im Ressort des Ministeriums für die landwirthschaftlichen Angelegenheiten.

Hr. Wurffbain, Geh. Regierungsrath in Arnstadt bei Erfurt.
- Röder, Baurath in Berlin.
- Michaelis, Baurath in Münster.
- Schulemann, Wasser-Bauinspector in Bromberg.
- Kuckuck, desgl. in Königsberg i. Pr.
- Schmidt, desgl. in Düsseldorf.
- Hess, desgl. in Hannover.
- Schönwald, desgl. in Cöslin.
- Klehmet, Wasser-Baumeister in Zossen.
- Cramer, Wasser-Baumeister und commiss. Landes-Meliorations-Bauinspector für die Provinz Schlesien, in Breslau.
- Schmidt, Wasser-Baumeister und commiss. Landes-Meliorations-Bauinspector für die Provinz Hessen-Nassau, in Cassel.

Landes-Meliorations-Bauinspectoren.

2. Bei dem Marine-Ministerium.

Hr. Buchholz, Wirklicher Admiralitätsrath in Berlin.
- Martiny, Marine-Hafen-Baudirector in Kiel.
- Wagner, desgl. in Wilhelmshaven.
- König, Admiralitätsrath in Berlin.
- Vogeler, Marine-Ober-Ingenieur in Wilhelmshaven.
- Schirmacher, desgl. daselbst.

3. Bei dem General-Postamte zu Berlin.

Hr. Schwatlo, Regierungs- und Baurath in Berlin.

4. Bei der General-Telegraphen-Direction.

Hr. Elsasser, Geheimer Ober-Regierungsrath und vortragender Rath in Berlin.
- Rochlitz, Telegraphen-Directionsrath in Hannover.

Hagen-Stiftung. Nachricht pro 1870 und 1871.

Stiftungs-Capital.

Table with 2 columns: Description of contribution and Amount in Thlr.
Beitrag des Architekten-Vereins in einer Actie à 25 Thlr. und in Staats-Anleihen . . . . . 4025 Thlr.
Beitrag des Eisenbahn-Vereins in Staats-Anleihen . . . . . 4500
Beitrag des Schleswig-Holsteinschen Ingenieur-Vereins . . . . . 311
Nachträgliche Zuwendungen u. Con-vertirungs-Prämie . . . . . 96
zusammen = 8932 Thlr.
einschließlich 8525 Thlr in Effecten.

Im Jahre 1870 hat sich das Stiftungs-Capital durch Zinsen erhöht bis auf 9050 Thlr. in Staats-Anleihen und Prioritäts-Obligationen.

Im Jahr 1871 ist dem Stiftungsfonds zugewendet: Erlös der Reiseskizzen, gesammelt auf der im Jahre 1869 unternommenen Studienreise der Bau-Akademiker baar 10 Thlr.

Verwendung der Zinsen.

Im Jahre 1870 und 1871 haben 4 Studirende der Bau-Akademie an Stipendien 500 Thlr. erhalten, der eine 200 Thlr., die drei übrigen je 100 Thlr., und der Bestand der Kasse ist am Rechnungs-Jahresschlusse 1871 rund 226 Thlr. einschließ-lich obiger 10 Thlr.

## Anderweitige Mittheilungen.

### Die schweizerischen See- und Flufsbeobachtungen.

Schon seit mehreren Jahren hat sich auf die erste Anregung des eidgenöss. Departements des Innern die schweizerische naturforschende Gesellschaft die Beobachtungen der sämtlichen schweizerischen Gewässer von einiger Bedeutung zur Aufgabe gemacht. Sie wird dabei sowohl von der Eidgenossenschaft, als auch von den beteiligten Cantonen auf höchst dankenswerthe Weise unterstützt.

Die Aufgabe der zu diesem Zwecke eigens bestellten „hydrometrischen Commission“ geht im Wesentlichen dahin, über die schweizerischen Gewässer und ihre Grösse, Höhenlage und Grundtiefe, so wie über die Ausdehnung ihrer Einzugsgebiete, über die Menge des von ihnen abfließenden Wassers und deren Verhältniss zur Witterung und Regenmenge und zur Terrain- und Culturbeschaffenheit der betreffenden Thalgebiete ein genaues Verzeichniss zu entwerfen und die täglichen Schwankungen der verschiedenen Wasserstände aufzuzeichnen, wobei ihr noch andere Commissionen, z. B. die Witterungs- und Höhenmessungs-Commission, nöthigen Falles ihre Beihülfe zugesagt haben. Es ist dies also ein Werk des collegialischen und freundschaftlichen Zusammenwirkens verschiedener Gesellschaften, wie es die schweizerischen Institutionen auch auf anderen Gebieten des Wissens und Könnens so vielfach begünstigen und zu Tage fördern.

Für den Nutzen eines solchen Unternehmens spricht vor Allem der Umstand, dass fast alle civilisirten Staaten für ihre Gewässer ähnliche Beobachtungen eingeführt haben, und es ist in der That von allgemeinerem Interesse, dass überhaupt die Ströme und ihre Zuflüsse gegenüber den Einwirkungen des Witterungswechsels und der Verschiedenheit der Boden- und Culturverhältnisse ihrer Thalgebiete beobachtet, dass mittelst eines allgemeinen und rationellen Systems von Wasserstandsmessern (Pegeln) der Zeitpunkt, die Grösse und Natur ihrer Anschwellungen, die Geschwindigkeit ihres An- und Abfließens, die Ausdehnung ihrer Einwirkungen, die Fortschritts- geschwindigkeit und Förderungskraft der localen Anschwellungen untersucht und der regulirende Einfluss der Binnenseen auf das An- und Abfließen der durchziehenden Ströme näher erforscht und constatirt werden. Der grössere, tiefer gehende Antheil des Werthes dieser Forschungen fällt allerdings der Wissenschaft, der Hydrotechnik, der Industrie, der Staats- und Landwirthschaft zu. Wenn nun auch die schweizerische naturforschende Gesellschaft, als rein wissenschaftliche Gesellschaft, auf die Ausgabe von materiell und praktisch wichtigen Resultaten nicht direct ausgeht, so gereicht ihr doch die praktische Verwendbarkeit ihrer Ergebnisse zu um so grösserer Genugthuung, als gerade in diesem Erfolge die Bedingung einer allseitigen Nützlichkeit ihrer Arbeit und die Aussicht ruht, auch schon den Zeitgenossen einen erkennbaren Vortheil bringen zu können.

Alle ihre Zwecke möglichst vereinigend, hat sich die hydrometrische Commission nicht nur den oben erwähnten allgemeinen Beobachtungen gewidmet, sondern auch im Speciellen sich der Erforschung des momentanen und des nachhaltigen Abflusses aus den begletscherten und gletscherlosen Alpengegenden, aus den bewaldeten und unbewaldeten Thälern, aus den compacten oder zerklüfteten Gebirgsformationen, aus den Weid-, Cultur- und Moosgebieten, aus den steilen oder flachen Gebirgsgegenden und aus den Niederungen, so wie der annähernden Ermittlung des Verhältnisses des offenen Wasserablaufes zum unterirdischen (d. h. zur Quellenbildung) zugewendet, und zwar, wie erwähnt, mit Hülfe der von der meteorologischen Commission ihr zukommenden Angaben über die fallenden Schnee- und Regenmengen etc.

Abgesehen von diesen Forschungszwecken dient aber ein rationelles und allgemeines Pegelsystem auch indirect:

- 1) zur Sammlung besserer Erkennungsmittel über die Ursachen der Ueberschwemmungen und Versumpfungen und der gegen sie rechtzeitig zu ergreifenden Vorsichtsmaassregeln;
- 2) zur Erkennung und Unterscheidung der periodischen und der zufälligen Anschwellungen und Ueberschwemmungen;
- 3) zur rechtzeitigen Erkennung des wirklichen Erfolges eines im Bau befindlichen Flusscorrections- oder Entsumpfungssystems auf die näheren und weiteren Umgebungen;

Zeitschrift f. Bauwesen. Jahrg. XXII.

4) zur gelegentlichen Verification einer Menge hydrotechnischer und culturwissenschaftlicher Annahmen durch wiederholte und thatsächliche Beobachtungen;

5) zur technischen und rechtlichen Constaturung von Stau- oder Inundationsverhältnissen u. s. f.

Zu diesen mehr praktischen Untersuchungen liefert die Commission indess nur das Material in den Bulletins und statistischen Uebersichten, welche sie monatlich herausgibt. In den betreffenden Jahresberichten liefert sie, um ihre Thätigkeit nicht allzu sehr zu zersplittern, vorläufig nur die Herleitung der wichtigeren wissenschaftlichen Folgerungen, welche sich bei der Zusammenstellung der Beobachtungen zunächst an die Hand geben. Um jedoch zu diesem Zweck ein mehr gediegenes als zu reichhaltiges Material zu erhalten, werden vorerst nur einige der canalisirten Hauptthäler der Schweiz der genaueren Beobachtung in wissenschaftlicher Beziehung unterzogen, während das übrige aus 7 Haupt- und 35 Nebenstromgebieten bestehende System (unter Mitwirkung derjenigen ausländischen Thalschaften, welche in die Grenzgebiete einmünden) einstweilen nur im Grossen beobachtet und dargestellt wird, damit das Ganze diejenige Vollendung und Abrundung erhalte, welche den zu Gebote stehenden Mitteln entspricht.

Vorstehendes ist in der Hauptsache der wörtliche Inhalt eines Circulars, welches die hydrometrische Commission in Bezug auf den unter der Leitung ihres Präsidenten, des Herrn Ingenieur Lauterburg in Bern, im Jahre 1865 erfolgten Beginn ihrer Thätigkeit im September 1866 erlassen hat. Sie steht zur Zeit im Begriff, einen ausführlichen Bericht über die bisher gewonnenen hydrometrischen Resultate zu veröffentlichen. Einen Auszug aus diesem Berichte, welcher für die der Beobachtung unterworfenen sieben Flussgebiete der Schweiz, nämlich das Gebiet des Rheins, der Aare, der Reuss, der Limmat, der Rhône, des Tessin und des Inn:

die wirklich gemessenen Abflussmassen mit den aus den Naturzuständen und Niederschlagsmengen der Flussgebiete berechneten Abflussmassen

neben einander stellt, hat Herr Lauterburg der unterzeichneten Redaction mit dem Ersuchen um eine vorläufige Veröffentlichung durch unsere Zeitschrift zugehen lassen.

Ungeachtet des lebhaften Interesses, welches wir der ganzen Angelegenheit selbstverständlich zuwenden, nehmen wir jedoch Anstand, die umfangreichen Tabellen in ihrer ganzen Ausdehnung abzudrucken, weil derjenige Theil unseres Leserkreises, für welchen diese speciellen Resultate von Werth sein könnten, hierzu nicht gross genug ist, und die anderweitige Veröffentlichung ohnehin in Aussicht steht. Dazu kommt einerseits, dass die den Tabellen beigegebenen Erläuterungen die analytische Erörterung des für die Berechnung der Abflussmassen eingeschlagenen Verfahrens und die Herleitung und Begründung der betreffenden Formeln ebensowenig enthält, wie diese Formeln selbst; zum andern, dass den vorliegenden theoretischen Resultaten überhaupt nur ein provisorischer Werth zugesprochen wird (§. 19 der Erläuterungen). Aus diesen Gründen beschränken wir uns darauf, aus der „Provisorischen Uebersicht der Schweizer Strom-Abflussmassen“ nur diejenigen des Rheines weiter unten folgen zu lassen.

Dagegen glauben wir den Erläuterungen, welche Herr Lauterburg jener Uebersicht beigegeben hat, ein allgemeineres Interesse deswegen beimessen zu sollen, weil dieselben über die Bestrebungen der hydrometrischen Commission ein anschauliches Bild gewähren, und somit sehr wohl dazu geeignet sind, zu ähnlichem, systematischem Vorgehen im Gebiete der theoretischen und praktischen Hydrometrie in weiteren Kreisen anzuregen. Wir geben daher nachstehend diese Erläuterungen in ihrem ganzen Umfange, ohne jedoch in die Verantwortlichkeit für ihren Inhalt mit eintreten zu können, da ein Urtheil zur Sache selbst erst dann möglich ist, wenn die in Aussicht gestellte ausführliche Schrift erschienen sein wird. Auf diese ihrer Zeit zurückzukommen behalten wir uns vor.

Die Redaction.

## Auszug

aus der

### Zusammenstellung der schweizerischen Stromabflusssmassen pro 1870 und 1871.

#### Vorwort.

Die vorliegende Arbeit hat nicht nur den Zweck, eine Uebersicht der Abflusssmassen aller grössern Schweizerströme mitzutheilen, sondern das unseres Wissens ganz neue und zum ersten Male in grösserm Maassstabe durchgeführte Verfahren zur Bestimmung der minimalen, mittleren und maximalen Abflussmenge jedes beliebigen Stromes an jeder beliebigen Stelle aus den Hauptzuständen, der Grösse und Niederschlagsmenge des betreffenden Flufsgebietes ohne weitere Kenntniss des dortigen Gefälls oder des Querprofils oder der Wassergeschwindigkeit — der wohlwollenden und nachsichtigen Prüfung der Naturforscher und Techniker zu unterwerfen und eine lebhaft Discussion über diesen gewiss nicht unwichtigen Gegenstand unter den Fachmännern hervorzurufen.

Ein specieller Vortheil, den uns das neue Verfahren in wissenschaftlicher Beziehung ferner gewährt, ist der uns verschaffte Einblick in den so sehr veränderlichen Antheil der Versickerung, Verdunstung und der Pflanzenabsorption am Rückstand der atmosphärischen Niederschläge, welches Verhältniss wir vergebens und ohne zu irgend welchem Abschluss zu kommen, auf dem Wege der abstracten Untersuchung zu ermitteln suchten.

Ein weiterer Hauptvortheil des neuen Verfahrens besteht darin, dass wir von der allgemeinen Abflussmenge den Antheil der Gletscherschmelze unterscheiden und z. B. angeben können, dass selbst im Rhonethal, dessen Oberfläche nicht weniger als 13 pCt. Gletscherareal einschließt, der Antheil des Gletscherschmelzwassers an den Hochwassern kaum 17 pCt. erreicht. \*\*)

In Betreff der zunehmenden Entwaldungen ergibt sich ferner aus jedem Flufsgebiet (wenn auch allerdings nur sehr ungefähr), um wie viel dessen Hochwassermenge durch eine Wiederbewaldung oder durch die weitere Abholzung vermindert oder vermehrt werden kann.

Ebenso verschafft uns das neue Verfahren ein zwar schwaches Hilfsmittel zur Berechnung der von den Strömen mitgeführten Geschiebmassen, indem dasselbe zu jeder directen Messung der Hochwassermenge mit Geschiebführung die entsprechende Wassermenge ohne Geschiebführung liefert.

Ueber die Art und Weise, wie die Lösung dieser Fragen vom Verfasser versucht worden ist, soll eine kleine Brochüre näheren Aufschluss geben.

Für jetzt begleiten wir die Ausgabe der Hauptübersicht der schweizerischen Abflussmengen und ihres Verhältnisses zu den gefallen Niederschlagsmengen nur mit einem Auszug über das Wesentlichste zum vorläufigen Verständniss der Tabelle.

Schliesslich sei noch bemerkt, dass wir im Folgenden

\*) Die ausführlichere Abhandlung enthält auch die analytische Erörterung und Formelaufstellung.

\*\*\*) Es beträgt das Gletscherwasser bei den Hochwasserständen: im Rheingebiet  $\frac{1}{7} = 3,7$  pCt.; im Aaregebiet  $\frac{1}{20} = 5$  pCt.; im Reufsbgebiet  $\frac{1}{8} = 5,6$  pCt.; im Limmatgebiet  $\frac{1}{20} = 2,5$  pCt.; im Rhonegebiet  $\frac{1}{6} = 17$  pCt.; im Tessingebiet  $\frac{1}{100} = 1$  pCt. und im Innthal (Engadin) = 5 pCt. des ganzen Flufswassers.

zur Abkürzung die unmittelbare Strommessung und die directe Berechnung der Abflusssmassen aus den Profilen die praktische, und die neue Berechnungsweise die theoretische Bestimmungsmethode genannt haben.

#### Allgemeine Theorie.

##### § 1.

Zu Grunde gelegte praktische Wasserstände  
( $C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6$ ).

Jede Untersuchung und Angabe von gewissen Stromabflusssmassen kann nur auf ein vorher anzunehmendes System von Wasserständen gegründet werden.

Die hier als Grundlage angenommenen (wissenschaftlich und praktisch wichtigen) Wasserstandsstadien sind folgende:

- 1) denkbar kleinster Wasserstand ( $C_1$ ),
- 2) Mittel der Kleinwasserstände ( $C_2$ ),
- 3) absolutes Mittel aller Wasserstände ( $C_3$ ),
- 4) Mittel der Hochwasserstände ( $C_4$ ),
- 5) denkbar höchster Wasserstand ( $C_5$ ),
- 6) Aufserordentliche (traditionelle, aufser alle Berechnung fallende) Katastrophenzustände ( $C_6$ ).

##### § 2.

Theoretische (zur Berechnung provisor. angenommene)  
Wasserstände ( $Q_0, Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5$ ).

Die Berechnung der theoretischen Abflusssmassen lässt sich ableiten:

- 1) entweder blos aus den Flufsgebietsoberflächen, oder
- 2) aus den Niederschlagsmengen und der Grösse der Flufsgebiete, sowie aus den Naturzuständen derselben, und zwar: \*)

a) für die denkbar kleinsten Wasserstände ( $Q_0$ ), unter Annahme des aus der Erfahrung bekannten günstigsten Quellenmaasses von  $0,00695 \text{ kb}^m$  per Quadrat-Kilometer über thonigem Untergrund, reducirt nach den Zustandsfactoren und multiplicirt mit der jährlichen Niederschlagshöhe in Metern unter gleichzeitiger Uebergang der atmosphärischen Gletscherschmelze;

b) für die minimale Grenze der gewöhnlichen Kleinwasserstände ( $Q_1$ ), unter Annahme des obgenannten Quellenmaasses, multiplicirt mit der jährlichen Regenhöhe, jedoch ohne weitere Reduction und ebenfalls ohne Hinzu-rechnung der atmosphärischen Gletscherschmelze;

c) für das absolute Mittelstadium der Mittelwasserstände ( $Q_2$ ), je nach den Flufsgebieten, unter Annahme der  $\frac{1}{4}$ tel- bis  $\frac{1}{2}$ telfachen jährlichen (nach den Zustands-coefficienten reducirt) Niederschlagshöhe des betreffenden Flufsgebietes, als Mittelergbniss sechsjähriger Beobachtungen und einer Sommertemperatur von  $10^0 \text{ C.}$  über den Gletschern während 110 Tagen;

d) für die Maximalgrenze der ordentlichen Hochwasser ( $Q_3$ ), unter Annahme eines 4 tägigen ununterbrochenen

\*) Die zu diesem § gehörenden Formeln sind im Auszug weggelassen worden.

Regens je nach dem Flußgebiet\*) von täglich 20 bis 40<sup>mm</sup>, mit Berücksichtigung des Naturzustandes der Flußgebiete und unter Annahme einer vorübergehenden Temperatur von 16 bis 20° C. über den Gletschern;

e) für die außerordentlichen Hochfluthen ( $Q_4$ ) (bis zur Einmündung in die größeren Seen):

a) entweder unter Annahme der höchsten (nach den Naturzuständen und Jahreszeiten reducirten) Regenhöhen, mit Berücksichtigung des mit der Zunahme der Flußgebietsgröße abnehmenden Mittelwerthes der maximalen Regenhöhen,

β) oder durch Combination des höchsten Wasserstadiums mit einem bereits schon hohen Wasserstand.

### § 3.

Wasserstände über den Katastrophen-Zuständen.

Selbstverständlich hat eigentlich diese Kategorie ( $C_6$ ) keine Grenzen, denn es könnte z. B. nur ein Mal gegen alles seit der Sündfluth Erlebte in einem sehr ausgedehnten, bis in die Schneeregionen hinaufreichenden Flußgebiete alle Stationen gleichzeitig und bis zu ihrem höchst beobachteten Maximum überregnet werden, und dabei zugleich der Fall eintreten, daß der Boden hartgefroren und hoch mit Schnee bedeckt wäre, und daß endlich der vielleicht sehr warme Regen sich nur sehr langsam abkühlte und so lange fort dauerte, bis die ganze Schneemasse auf dem undurchlassenden Boden vollständig zum Abschmelzen und mit dem Regen zum Abfließen käme — denn wer kann der Combination der Witterungsverhältnisse oder überhaupt der Regendauer Schranken setzen? Es böte aber eine Berechnung, gestützt auf eine solche, zwar nicht absolut unmögliche Constellation, eben so wenig Werth für die Wissenschaft als für die Praxis, während hingegen eine Berechnung dessen, was im äußersten Fall noch zu erwarten wäre, nicht nur nützlich, sondern auch für die Wissenschaft werthvoll sein muß.

### § 4.

Separat- oder Collectivberechnung der Abflusssmassen.

Das Resultat der Stromberechnung für einen größeren Strom mit Zuflüssen wird wenigstens bei den kleinen und Mittelwasserständen richtiger ausfallen, wenn jeder Zufluß einzeln berechnet wird, indem die Zustandsfactoren viel sicherer für einzelne (nicht zu kleine) Thäler, als in der Gestalt eines allgemeinen Mittelwerthes für den allgemeinen Zustand eines großen Flußgebietes bestimmt oder abgeschätzt werden können; dann aber dürfen wenigstens für die Hochfluthen zur Bestimmung der summarischen Abflussmenge eines solchen Gebietes die Zuflüsse nicht ohne Reduction zusammengerechnet werden, und zwar dies um so weniger, als der Zufluß auch von den localen Sonderzuständen der Witterung abhängt.

### § 5.

Coefficient der jährlichen Niederschlagssumme.

Die gesammte jährliche Niederschlagshöhe (im Schnee und Regen) mußte zur Bestimmung der mittlern Abflussmasse mit einem Coefficienten vergrößert werden, weil aus Gründen, die wir anderswo angeführt haben, die den meteorologischen Heften entnommene gesammte jährliche

\*) d. h. nach dessen allgem. Regenmenge.

Niederschlagshöhe als zu klein betrachtet werden muß, und weil die gleiche Regenmenge, je nach der Anzahl Regentage des Jahres, sehr ungleich wirkt.

Die Größe dieses (zwar mit großer Umständlichkeit berechenbaren) Coefficienten hat sich aus der Vergleichung vieler genau gemessenen mittlern Durchflusssmassen mit den totalen jährlichen Regenmengen durchschnittlich = 1,25 bis 1,6 ergeben, wir ließen ihn jedoch nur zwischen 1,25 und 1,4 variiren.

### § 6.

Einfluß der Seen als Regulatoren der Flußströmungen.

Der erste Einfluß eines Sees äußert sich auf den durchfließenden Strom zunächst dahin, daß er die Raschheit und Höhe seiner Anschwellungen ausgleicht und seine Schwankungen gleichsam beruhigt.

Ein See steigt bei zunehmendem Zufluß gerade um so viel, als das Abflußprofil an Wasserhöhe, resp. an Druckhöhe, erfordert, um die vermehrte Masse abzuführen.

Diese Wasserhöhe hängt von der Anlage des Abflußprofils, von der maximalen Zuflußmenge und von der Zeitdauer der Anschwellung ab. Jene Profilanlage müßte also für jeden See näher bekannt sein, um für eine gegebene Anschwellungshöhe des Zuflusses die entsprechende höchste Seehöhe theoretisch bestimmen zu lassen. Leichter und sicherer läßt sich diese aber aus den wirklichen Beobachtungen ermitteln, wobei sich dann auch der schwankende Factor jener Zeitdauer für jeden See, wie er aus den bisherigen Erfahrungen eben hervorgeht, von selbst aus der Beobachtung ergibt.

### § 7.

Berücksichtigung der See-Nebenzuflüsse.

Zum Seezufluß sind natürlich außer dem Hauptzufluß alle miteinströmenden Nebenflüsse zu rechnen, wenn man daraus den Abfluß des Sees auf theoretischem Wege bestimmen will. Bei den Seen ist auch, wenn man genau rechnen will, die mittlere, größte und kleinste Verdunstung zu berücksichtigen. Für den Bodensee macht dieselbe in der heißesten Zeit secundlich ca. 50kb<sup>m</sup> = 1850 Cubikfuß aus; doch fällt dieselbe nie mit den Wassergrößen durch starke Niederschläge zusammen.

Ferner ist während des Regensfalls selbst der unmittelbar in den See fallende Regen als verhältnißmäßig starker Zufluß in Rechnung zu bringen.

Beträgt die tägliche maximale Regenmenge z. B. 0,030<sup>m</sup> bis 0,150<sup>m</sup> (höhere Alpseen) oder per Secunde 0,000003475<sup>m</sup> bis 0,000001728<sup>m</sup>, so macht dies für den Bodensee von 539,14 □<sup>k</sup> Oberfläche per Secunde schon 188 bis 942kb<sup>m</sup> oder 7000 bis 35000 Cubikfuß.

Endlich ist auch die, durch die Geschiebszufuhr verdrängte See-Wassermenge zum theoretisch berechneten Abfluß zu schlagen, worüber indess bis jetzt noch keine genauen Angaben beigebracht werden können.

### Specielle Bemerkungen über die zusammengestellten Abflusssmassen.

#### § 8.

Unabhängigkeit der theoretisch berechneten Abflusssmassen von den Pegelscalen.

Die in dieser Uebersicht enthaltenen theoretisch berechneten Wasserstandsstadien beziehen

sich \*) auf keine festen Pegelzahlen, wie die direct vermessenen oder den Bulletins entnommenen Stadien.

### § 9.

Vergleichbarkeit der theoretischen und praktischen Abflussbestimmungen.

Die theoretisch, d. h. aus den Flufsgebietszuständen abgeleiteten Abflussmassen, wie grofs oder wie klein ihre Extreme auch gefunden worden sind, können erst dann als absolut richtig oder unrichtig aufgefasst werden, wenn die mit ihnen in Vergleichung gebrachten wirklichen Beobachtungen lange genug gedauert haben, um annehmen zu dürfen, dafs alle wirklich möglichen Wasserstände während der Beobachtungszeit eintreten konnten, und wenn die Beobachtungen auch sonst das nöthige Zutrauen verdienen. Es versteht sich daher von selbst, dafs das neue Verfahren extreme Wasserstände ganz richtig angeben kann, die vielleicht während der zufälligen Beobachtungszeit gar nicht eingetreten sind, oder zwischen die Beobachtungs-Zeitpunkte hineingefallen sein mögen, oder die überhaupt noch gar nicht stattgefunden haben, indem nirgends gesagt ist, dafs ein jedes Gewässer innerhalb Menschengedenken gerade alle möglichen, mithin auch die Katastrophenzustände erlebt haben müsse.

### § 10.

Licenz zwischen den theoretischen und praktischen Abflussberechnungen.

Stimmen die praktischen und theoretischen Resultate auch nicht immer genau zusammen, so darf dieses dem Princip der theoretischen Berechnung erst dann auf Rechnung gesetzt werden, wenn dargethan werden kann, dafs die Differenz nicht ebensogut in den eingegangenen Strommessungsergebnissen, oder in den benutzten Niederschlagshöhen, oder im Mangel an genügenden meteorologischen Quellen und Stationen, oder endlich, wie früher bemerkt, in der ungleichen Auffassung der wirklichen Grenzen des verglichenen Wasserstandsstadiums liegen könne. Immerhin wird aber eine Uebereinstimmung der Resultate der beiden, in ihren Hilfsquellen und Verfahrungsweisen so ganz verschiedenen Methoden bis auf die Differenzen von 10, 15 bis 20 pCt. als vollkommen befriedigend betrachtet werden dürfen.

### § 11.

Vergleichung der absoluten Mittelwasserstandsstadien beider Bestimmungsmethoden.

Den sichersten Anhaltspunkt zur Vergleichung der Resultate beider Methoden liefert, unter Vorbehalt der absoluten Unveränderlichkeit des betr. Flufsquerprofils unstreitig das absolute Mittelwasserstadium. Sind auch im Allgemeinen die Begriffe von Hoch- und Niederwasserstand für beide Methoden ungefähr die gleichen, so sind sie doch bis jetzt noch nicht bestimmt definiert und limitirt worden.

Was nun die Unveränderlichkeit des Querprofils betrifft, so sind die absolut unveränderlichen Profile namentlich in den geschiebführenden Flüssen sehr selten; auch fallen von den wenigen unveränderlichen und zugleich weder der Ueberfluthung noch irgend welcher andern Unregelmäßigkeit der

\*) Einstweilen noch.

Strömung ausgesetzten Querprofilen viele auf Flufsstellen, die entweder von bewohnten Ortschaften zu weit abgelegen sind, um für dieselben geeignete Beobachter zu finden, oder für die Schiffahrt-Industrie etc. kein genügendes Interesse darbieten, um die betr. Behörden zu besonderen Auslagen für ihre Beobachtungen zu veranlassen.

In Betracht der Uebereinstimmung der theoretischen Abflussmassen mit den im Jahresbulletin publicirten Wassermengen können wir uns einstweilen ebenfalls nur auf eine Vergleichung der absoluten Mittelstände einlassen, und diese ergibt vorläufig für die Mehrzahl der Stationen eine genügende Uebereinstimmung.

### § 12.

Störung durch Schleusen, Strombauten u. s. w.

Eine Menge von Unregelmäßigkeiten in den Beobachtungen treten übrigens auch durch den Dienst so vieler Schleusenwerke und durch Strombauten ein, von deren störender Existenz uns nicht immer Anzeige gemacht wird.

Aus diesem Grunde müssen wir im Bulletin hin und wieder selbst sehr wichtige Stationen weglassen, in welchem Fall diese dann auch für die Vergleichung mit dem theoretischen Verfahren allen Werth verlieren.

### § 13.

Unbemerkt bleibende Maximal- und Minimalstände.

Da bei den Stationen ohne selbstregistrirendes Instrument die positiven und negativen Culminationen verloren gehen, so kann man bei den gewöhnlichen Beobachtungen nie sagen, wie hoch oder wie tief der Wasserstand wirklich im Maximum gestiegen oder gefallen sei, mithin können bei den gewöhnlichen Beobachtungen, auch wenn sie sich auf viele Jahre erstrecken, selbst sehr unwahrscheinliche Maxima oder Minima dennoch eingetreten sein, ohne dafs sie jemals beobachtet worden wären.

Werden auch während des Tages mehrere Beobachtungen gemacht, so bleibt doch gewöhnlich die Nacht unbeobachtet, und wird dann noch oft der grofse Fehler begangen, dafs von den in ungleichen Zeiträumen erhobenen Beobachtungen das arithmetische Mittel genommen wird.

### § 14.

Verdeckte Stromabflüsse, auferordentliche Wasserverluste etc.

Viele Ströme sind, wie früher erwähnt, schon deshalb nicht genau mefsbar, weil ein ziemlich grofser Theil ihrer Abflussmenge unsichtbar unter dem Strombett zum Thal ausfließt. Bei diesen Strömen erzeugt natürlich die von diesem Umstand unabhängige theoretische Stromberechnung einen gröfsern Abflufs als die Messung oder der Augenschein.

### § 15.

Directe Strommessung im Zeitpunkt der Geschiebsführung.

Alle directen Strommessungen im Zeitpunkt der Geschiebsführung \*) können erst nach Vornahme einer Reduction in Vergleichung gezogen werden, weil sie zu grofse Resultate ergeben müssen.

\*) Also nicht nur bei den Hochwasserständen, wenn auch allerdings in desto gröfserm Maafse, je höher diese sind.

Die Geschiebsführung ist bekanntlich im Strom selbst weder mefsbar noch genauer berechenbar. Da dieselbe die Geschwindigkeit des Stromes durch die Absorption der nöthigen Schubkraft vermindert, so erhebt sie auch dessen Wasserstand oft sehr bedeutend über dasjenige Niveau, welches ohne Geschiebsführung der betreffenden Wassermenge entspräche.

Diesem Umstande gesellt sich noch die bei vielen Strömen beobachtete Geschiebsstauung in den Verengungen und Biegungen hinzu, welcher oft massenweise Entleerungen folgen. Natürlich mufs in jedem solchen Moment, dessen Eintritt nicht immer wahrgenommen werden kann, die Messung sowohl im Staubezirk als\*) unterhalb desselben viel zu grofs ausfallen. Ein etwas zu grofses Resultat mufs die Strommessung auch dadurch erhalten, dafs das ohnehin nur knapp gemessene Regenwasser bei seiner Circulation unter dem Boden noch erdige Salze aufnimmt und dabei an Volumen zunimmt, bis es sich in die Flufsbette ergiefst. Beträgt diese Zunahme auch nur sehr wenig, so trägt sie doch mit vielen andern, im gleichen Sinn mitwirkenden Nebeneinflüssen das Ihrige zur Vermehrung des Ueberschusses der Abflufsmassen gegenüber den Niederschlagsmassen bei. Dazu kommt bei den Hochfluthen noch die Schlammmasse.

#### § 16.

Mögliche Ungenauigkeit des theoretischen Verfahrens.

Dafs auch die theoretischen Resultate nur da auf einige Genauigkeit Anspruch machen dürfen, wo die erforderlichen Grundlagen, wie namentlich die Niederschlagsbeobachtungen, in genügender Anzahl und richtiger Angabe vorliegen, haben wir bereits erwähnt.

Allerdings kann für Flufsgebiete, die z. B. nur eine oder zwei oder vielleicht sogar keine meteorologischen Stationen besitzen, und für welche die Niederschlagsmengen einstweilen nur aufs Gerathewohl per Analogie bestimmt werden können, das theoretische Verfahren natürlich auch nur oberflächliche Werthe ergeben. Doch bleibt darum die Richtigkeit des Principes dieses Verfahrens unangetastet und somit auch dessen im Eingang erwähnte Vorzüge. Sind auch in Thalgebieten, wo (wie z. B. bis dato im bernischen Frutigen- und Simmenthal oder im nördlichen und östlichen Bodenseegebiet) gar keine meteorologischen Stationen bestanden, unvermeidliche Fehler zu gewärtigen, so bietet doch das neue Verfahren, weil von allen übrigen Unregelmäßigkeiten unabhängig, in Beziehung auf die Wasserabflufsmassen weit regelmäfsigere und homogenere Resultate dar, als die meisten der bisher eingezogenen directen Strommessungen.

#### § 17.

Wasserspiegelgefäll der Hochwasser zu demjenigen der Niederwasser.

Ein weiterer Grund, warum die Hochfluthmassen bei der Messung oft so übertrieben ausfallen, beruht wohl auch darauf, dafs gewöhnlich nur ihr Wasserstand und nicht auch ihr Gefäll genau aufgenommen wird, indem man das letztere meist ohne Weiteres demjenigen der niederen Wasserstände gleich setzt. Da aber gewöhnlich die Mefsstationen an Stellen gewählt werden, wo das Querprofil ziemlich klein und der Wasserlauf möglichst regelmäfsig (verhältnismäfsig stark) ist, und wo auch keine Ueberfluthungen bei Hochwasserstän-

\*) Bei der Entleerung.

den vorkommen u. s. f., so kann man auch annehmen, dafs die Mefsstellen wohl meistens auf die stärkeren Gefällsstrecken fallen, und dafs demnach das Wasserspiegelgefäll der kleinen Wasserstände an den Mefsstationen gewöhnlich etwas gröfsere sein werde, als dasjenige der gröfsen Wasserstände.

#### § 18.

Excentrische Hochwasser im Molassegebiet.  
Eine besondere Berücksichtigung verdienen schliesslich die Flufsgebiete mit vielen, wenn auch oft wenig mächtigen Thongründen, wie sie in der Formation der Molasse und in den ihr aufgelagerten Alluvialschichten, welche doch im Allgemeinen sehr durchlassend sind, öfters und ziemlich ausgelehnt vorkommen.

Diese Schichtungen saugen zwar die kleinen, sowie die anhaltenden aber schwachen Regen an und führen sie an den Unterbrechungsstellen ihren unterirdischen Quellen zu, lassen aber die starken Schlagregen nicht durchdringen und zwingen sie zum massenhaften Ablauf, wie wenn der Thalgrund ganz undurchlassend wäre. Dies sind die bereits genannten Flufsgebiete mit den unerhörten Anschwellungen mitten im Molassen- und Alluvialgebiet.

#### § 19.

Provisorischer Werth der vorliegenden theoretischen Resultate.

Gestützt auf die vorausgehenden Betrachtungen, geben wir die hier zusammengestellten theoretischen, übrigens bloss einfach berechneten Abflufsberechnungen nur als provisorische aus, zumal die ihnen zu Grunde gelegten hydrometrischen und meteorologischen Beobachtungen und Terrainstudien viel zu kurz sind, um schon jetzt richtige Ergebnisse liefern zu können.

Ueberdies darf nicht übersehen werden, dafs unsere hydrometrischen Beobachtungen nicht so weit zurückgehen, als die meteorologischen, und daher auch mehrere sehr charakteristische Jahrgänge, welche wesentlich auf das allgemeine Mittel einwirken müssen, in unsern Beobachtungen fehlen.

Wir glauben indess aus den bisherigen, zwar jetzt noch ungenauen Resultaten bestimmt entnehmen zu können, dafs unser theoretisches Verfahren auch in dieser Beziehung im Princip richtig, verwendbar und entwicklungsfähig sei und dafs seine praktischen Vortheile eine ernstliche Fortsetzung der sachbezüglichen Studien etc. wohl lohnen werden.

#### § 20.

Ungleicher Abstand zwischen den Wasserstandextremen der Berg- und Thal- oder Flachströme.

Die vorliegenden Tabellen ergeben vorerst das interessante Resultat, dafs bei den Alpenströmen die verschiedenen Wasserstandsstadien viel weiter auseinander gehen, als bei den Strömen des Flachlandes, und interessant ist zu sehen, in welchem Maafse dieses Verhältnifs sich bei einem und demselben Strom flufsabwärts stets mehr ausgleicht.

#### § 21.

Verschiedener Effect der andauernden Regen und der Schlagregen, je nach der Steilheit oder Flachheit des Flufsgebietes.

Eine interessante Wahrnehmung bietet auch die Vergleichung der Stromabflufsmasse des Tief- und Hochlandes darin, dafs an den tiefern Stationen länger anhaltende (wenn auch

schwächere) Niederschläge stärkere Anschwellungen verursachen, als die einzelnen Hochregen, während es bei den Hochstationen mehr auf die Höhe der einzelnen Regenfälle ankommt.

## § 22.

Größere unterirdische Querströmungen.

Zu den eigenthümlichen Erscheinungen gehört auch der Umstand, daß die theoretische Berechnung, nachdem sie für die Mittelstände der Aare bis gegen Aarberg im Vergleich mit den praktischen Messungen eher zu viel Wasser ergeben hatte, von da abwärts bis zum Rhein viel zu wenig Wasser verzeigt. Es scheint dies beinahe auf unterirdische Strömungen, ähnlich, wie sie auch die große Emme kundgibt, in der Richtung von Bern gegen Solothurn, hinzudeuten, welche allerdings vom theoretischen Verfahren nicht erreicht werden kann. Wenn schon der Jura der ihn auf jener Strecke begleitenden Aare eine Menge reicher Grundquellen zuführt und ihr rechtes Ufer, namentlich aus der Gegend zwischen Langenthal und Lenzburg, besonders viele Gewässer aufnimmt, so können sich doch die Stromverhältnisse dieser Gegenden unserer Berechnung nicht entziehen. Einen ähnlichen Widerspruch liefern auch die Berechnungen für die Reufs und Limmat, welche doch keinen so außerordentlich verschiedenen Verhältnissen angehören, indem nämlich die einander ziemlich ähnlichen Zustandsfactoren beider Flußgebiete nach Maafgabe ihrer Niederschlagsverhältnisse für die Reufs ein viel zu großes und für die Limmat ein fast doppelt zu kleines Durchflußquantum ergeben, und zwar dieses laut den grosentheils von uns selbst (mit großer Sorgfalt) ausgeführten Strommessungen. Allerdings haben wir gerade die Wassermenge der Limmat nicht selbst gemessen, für welche wir die beobachtete Niederschlagsmenge fast verdoppeln müssen, um dem direct gemessenen Quantum gleich zu kommen; doch rühren diese Messungen vom Zürichschen Bauamt her, von welchem wir nicht nur immer die bereitwilligsten, sondern auch die zuverlässigsten Hilfsmittel zu erhalten gewohnt waren.

Nun dürfen wir aber die beobachteten Regenmengen und die dem unmittelbaren Naturstudium entnommenen Zustandsfactoren nicht unter ganz analogen\*) Verhältnissen für das eine Flußgebiet  $1\frac{1}{2}$ - bis 2 mal stärker oder schwächer annehmen, als für das andere, um mit den directen Strommessungsergebnissen möglichst in Einklang zu kommen, zumal diese Messungen von den verschiedensten Personen und Verfahrensweisen herrühren.

Wären aber die Messungen selbst auch richtig, wodurch allerdings mancher unerklärliche Widerspruch zwischen beiden Bestimmungsarten nur um so mehr bestätigt würde, so wäre gerade in der Aufdeckung solcher bis jetzt unbekannt gebliebenen Widersprüche ein Hauptvorteil der Anwendung zweier von einander gänzlich unabhängigen Methoden zu erkennen.

\*) Einige Aufklärung über die Ungleichheit der Ergebnisse solcher analoger Thalgebiete, welche sich oft dem ersten Anblick als ganz ähnlich beschaffen darstellen, lieferte uns die frühere Nichtberücksichtigung des verschiedenen Grades von Verworrenheit des geologischen Formationswechsels in den verglichenen Flußgebieten, wodurch natürlich der Infiltrationsfactor in hohem Grade beeinflusst werden muß.

## § 23.

Vorteile beider Methoden.

Ohne Zweifel haben beide Methoden ihre Berechtigung und Vortheile; auch räumen wir der directen Messung ohne Weiteres den Vorzug ein, daß sie, wenn das ganze System je eines Flusses vom nämlichen zuverlässigen Fachmann bei den 3 Hauptwasserständen aller Stationen durchgeführt werden könnte, noch sicherere Resultate ergäbe als die theoretische Methode; doch unterbliebe bei der ausschließlichen Anwendung dieser Messungsweise die Controle von zwei ganz verschiedenen Operationsverfahren, und würde übrigens eine solche Messung an allen Strömen ersten, zweiten und dritten Ranges für die Schweiz über 80000 Franken kosten und wenigstens 20 bis 30 Jahre dauern.

Wollte man die theoretischen Abflußmassen mittelst eines Coefficienten nach der praktischen Messung berichtigen, so ergäbe sich als größter Coefficient 1,5 und als kleinster Coefficient 0,7; mit der fortschreitenden Entwicklung unserer jetzt noch so kurzen Beobachtungen und Studien werden sich aber diese Differenzen noch bedeutend vermindern.

## Schlußwort.

Weiter oben sagten wir, daß durch die Gegeneinanderhaltung beider Methoden mancher sonst unbekannt gebliebene Widerspruch an den Tag gefördert werde. Hierauf wird man uns einwenden, daß diese Welt voll Widersprüche gewiß nicht noch der Aufdeckung neuer Widersprüche bedürfe: und doch giebt es Widersprüche, deren Lösung zu den schönsten Aufgaben der wissenschaftlichen Forschung gehört, und deren Unkenntniß oder Uebergang uns zu den fatalsten Trugschlüssen verleiten können.

Wie sollen wir aber im vorliegenden Falle Widersprüche lösen, die, wenn auch nur in einzelnen Punkten, noch auf merklichen Zahlendifferenzen beruhen?

Daß und warum in diesem Forschungsgebiete weder auf dem theoretischen noch auf dem praktischen Wege genaue Zahlen erhältlich seien, haben wir bereits auseinandergesetzt.

Da jedoch ein jeder dieser Wege in sich selbst wohl begründet ist, und auch beide zu einer immerhin erfreulichen Uebereinstimmung der meisten Resultate geführt haben, während die einzelnen erheblichen Abweichungen nur auf der Unzulänglichkeit der bisherigen Hilfsmittel beruhen, welche leicht zu vervollständigen und zu vervollkommen sind und sich mit der Zeit auch von selbst ergänzen und über eine längere Zeit ausdehnen werden, so finden wir — ohne uns eines unwissenschaftlichen Verfahrens schuldig zu machen — keine Ursache, von dem einen oder andern Wege abzutreten, und glauben vielmehr in der Voraussetzung, daß eine zunehmende Erweiterung und Verbesserung der Hilfsmittel auch wirklich erwartet werden dürfe, am sichersten auf dem eingeschlagenen Verfahren vorgehen zu können, fühlen uns aber für jede uns zugehende Unterstützung oder bessere Belehrung, sowie auch für jede wohlmeinende Kritik von vornherein zum aufrichtigsten Dank verpflichtet.

Bern, im August 1871.

Lauterburg.

Provisorische Uebersicht der schweizerischen Stromabflussmassen des Rheingebiets.

Name des betreffenden Gewässers	Station	Zustandsfactoren. Mittlerer Zustand der				Jährl. Niederschlagshöhe $\beta$ in Metern	Größte Niederschlagshöhe $H$ in Metern	Oberfläche des gesammten		Abflussmengen per Secunde in Cubikmetern													
		Steilheit der Thal- sohle und -wände	Undurchlassungs- vermögens	Sterilität	Total			Fluss- gebiets in $F$	Gletscher- in $f$	Direct gemessene Abflussm.					Theoretisch atmosphärischen Gletscherschmelze			berechnetes Resultat der Niedersch. u. Gletscherschm.					
					Werth $\alpha$					Rest 1 - $\alpha$	Aufserord. Minimum $C_1$	Mittel der ord. Min. $C_2$	Absolutes Mittel $C_3$	Mittel der ord. Max. $C_4$	Aufserord. Maximum $C_5$	Minimum $g$	Mittel $G$	Maximum $G_{max}$	Aufserord. Minimum $C_1$	Mittel der ord. Min. $C_2$	Absolutes Mittel $C_3$	Mittel der ord. Max. $C_4$	Aufserord. Maximum $C_5$
Vorderrhein	Reichenau	0,275	0,275	0,2	0,75	0,25	1,427	0,112	1520,6	102,4	10,8	—	72,63	—	1074	3,76	17,75	20,5	4,16	22,4	66,11	266	1003
Hinterrhein	Reichenau	0,275	0,275	0,2	0,75	0,25	1,1268	0,13295	1695,0	70,5	15,64	—	—	—	1100	2,59	12,23	14,0	3,32	19,9	59,3	286	1327
verein. Rheine	Ems	0,275	0,265	0,2	0,74	0,26	1,268	0,12604	3237,7	172,9	—	—	—	—	—	6,35	29,98	34,5	7,5	42,2	125	552	1865
Plessur	Chur	0,267	0,233	0,2	0,70	0,30	1,02	0,0787	271,0	0	1,33	—	10,5	—	154	0	0	0	0,6	2,7	7,7	41	164,7
Landquart	Stat. Landq.	0,265	0,225	0,2	0,69	0,31	1,085	0,105	624,7	21,0	—	—	—	—	—	0,77	2,55	4,2	1,46	6,8	19,3	95	440
Rhein	Tardisbrück	0,25	0,25	0,2	0,70	0,30	1,234	0,1168	4226,54	194,0	54,0	—	182,2	—	2082	9,13	23,5	38,8	13,7	60,8	152,5	678	1951,3
do.	Au	0,235	0,200	0,175	0,61	0,39	1,1417	0,1092	6564,0	266,0	47,25	—	232,2	1481	—	9,8	32,0	53,0	25,4	83,0	191,1	902	2116
do.	Stein	0,200	0,175	0,150	0,525	0,475	—	—	11419,11	266,0	—	—	—	—	—	9,8	32,0	53,0	32	124	330	594	628
do.	Schaffhausen	0,200	0,165	0,135	0,50	0,50	—	—	11730,03	266,0	—	—	—	—	—	9,8	32,0	53,0	33	127	337	628	745
Thur	bei Einmünd. in den Rhein	0,250	0,175	0,125	0,55	0,45	1,131	0,095	1745,23	0	—	—	—	—	—	0	0	0	6,2	17,9	43,0	210	676
Töss	Pfungen	0,125	0,100	0,1	0,325	0,675	1,05	0,051	422,28	0	—	—	—	—	—	0	0	0	2,1	3,5	5,7	30	75
Glatt	Rümlang	0,100	0,100	0,1	0,30	0,70	1,1153	0,051	229,32	0	—	—	—	—	—	0	0	0	1,2	2,0	3,0	15,0	39,8
Wuttach	bei Einmünd. in den Rhein	0,175	0,300	0,150	0,625	0,375	1,200	0,070?	1116,0	0	—	—	—	—	—	0	0	0	3,5	12,7	33,2	154	429
Rhein mit Aare, Reuss und Limmat	bei Basel	0,175	0,150	0,125	0,45	0,55	1,23	—	35906,65	750,50	219,2	—	1108,0	—	5238	28,0	93,9	153,6	130	399	1000	2997	5100

\* Ohne die Specialfälle des §. 7.

\*\* Für den Ausdruck  $H$  ist, wo nichts anderes erwähnt wird, zur Berechnung von  $C_4$  die tägliche maximale Regenhöhe pro 4 Tage zu  $0,030^m$  angenommen worden.

Mittheilungen aus Vereinen.

Architekten-Verein zu Berlin.

Versammlung am 18. Februar 1871.

Herr Giersberg hält einen Vortrag über die gynäkologische Klinik in Bonn.

Das Gebäude, hoch und gesund, unmittelbar am Rhein gelegen, ist zur Information der Medizin-Studirenden bestimmt. Im Souterrain liegen die Wirthschaftsräume, das Parterre enthält die Wohnung des Directors, Speisesäle, Untersuchungs- zimmer und einige Krankenzimmer. Die erste Etage ist lediglich für Wöchnerinnen bestimmt und enthält auch die nöthigen Reservezimmer; die zweite Etage enthält aufer einigen Räumen für Wöchnerinnen die Schlafsäle für die Schwangeren. Der Mittelbau mit dem Auditorium liegt nach Osten, am Rhein. Nach Westen erstrecken sich zwei Flügel, deren innere Räume so angeordnet sind, dass sämtliche Krankenzimmer nach Süden liegen, während die Corridore von Norden ihr Licht erhalten. Die Fußböden werden von gebohtem Eichenholz und die Wände und Decken mit Oelfarbe gestrichen hergestellt. Für Zu- und Ableitung von kaltem und warmem Wasser wird in allen für Wöchnerinnen bestimmten Zimmern gesorgt. Um alle schädlichen Miasmen wegzuführen,

ist besondere Sorgfalt auf die Lüftung der Räume verwendet worden. Der Luftwechsel geschieht durch Ventilation mit Pulsion.

Was die Zuführung frischer Luft anbelangt, so erfolgt dieselbe in der Weise, dass die Luft aus dem nach der Rheinseite auf hohem Terrain gelegenen Vorgarten geschöpft wird und in einen Schacht, der mit Gebüsch umpflanzt werden soll, gelangt, der wieder mit einem unter dem Fußboden des Kellers sich hinziehenden Leit-Canale communicirt. — Dieser Canal ist 3 Fuß breit und 4 Fuß hoch und im Innern glatt mit Cement verputzt und gebügelt. Er führt zunächst in eine Kammer von 12 Fuß im Quadrat, geht geradeaus weiter und vertheilt sich dann nach beiden Seiten. An drei Punkten befinden sich Pulsionsapparate, die die Luft in je einen Vorwärmeofen treiben, in welchem dieselbe bis auf 16 Grad erwärmt werden kann. Diese so erwärmte Luft sammelt sich in einem Canal, der horizontal unter dem Fußboden der Parterre's sich erstreckt. Der Canal ist ebenfalls mit Cement glatt geputzt und für einen Burschen befahrbar, damit jede etwa hineingerathene Unreinigkeit direct und sicher entfernt

werden kann. Aus diesem Canal steigen nun die vertikalen, frische Luft führenden Röhren, von 10 Zoll im Quadrat, in der Mittelwand empor. Jeder Wöchnerin werden auf diese Weise 100 kb<sup>m</sup> frische Luft per Stunde zugeführt. Die Luft strömt oben, dicht unter der Decke ein, nimmt ihren Weg diagonal durch das Zimmer und wird an der gegenüberliegenden Fensterwand am Fußboden abgeführt, von wo aus sie in das Abführungsrohr tritt. Sämmtliche Abführungs-Canäle vereinigen sich auf dem Bodenraum in eine rings herum laufende, abgeschlossene Kammer, aus der die verbrauchte Luft dann endlich an bestimmten Punkten durch Schornsteine mit Deflectoren abgeführt wird. Die Erwärmung erfolgt durch 5 Perkin'sche Heißwasserheizungen.

Die Anstalt wird für 72 Wöchnerinnen oder Kranke eingerichtet, und einen Baukosten-Aufwand von 175000 Thlrn. erfordern. —

Hierauf folgt ein Vortrag des Herrn Stier über den Dom zu Limburg. Die dem Vereine vorgelegten Zeichnungen waren von dem Redner im Auftrage der Regierung im Winter 1869 bis 1870 hergestellt worden. Wegen seiner einheitlichen architektonischen Durchführung und seiner imposanten Lage auf hohem Felsen an der Lahn muß der Dom zu den ersten Monumenten Deutschlands gezählt werden. Die Geschichte des Bauwerkes ist wenig bekannt. Der Gründer der ersten größeren Kirche auf dem angeblich schon 341 dem Cultus geweihten Platze soll, nach einem noch vorhandenen Denkmal, der Graf Conrad, ein Zeitgenosse Otto's I., gewesen sein. Der 1235 geweihte Hochaltar ist von dem Trierer Erzbischof Theodorich v. Wind gestiftet, aber bei einer Restauration 1777 entfernt worden. Obgleich es scheint, als sei der Dom aus einem Guß entstanden, so ergiebt eine genauere Untersuchung doch, daß der westliche Theil einerseits, Chor und Querschiff andererseits, unabhängig von einander hochgeführt und die sich ergebenden Unregelmäßigkeiten in der westlichen Querschiffwand in ungeschickter Weise vermittelt sind. Ueberhaupt zeigt sich die Technik in den Details etwas roh, verglichen mit den benachbarten rheinischen Monumenten. Auf der Grenze zwischen romanischem und gothischem Styl stehend, sind eigenthümlicher Weise Capitelle und sonstige Details an hervortretenden Stellen in romanischer Weise gebildet, während die gothischen Knollencapitelle nur an versteckteren Plätzen angebracht sind. Fast Alles, was der reiche Boden Nassau's lieferte, ist als Baumaterial für den Dom verwendet worden: zum Bruchsteinmauerwerk Thonschiefer, als Werksteine Trachyt und ein leicht verwitternder Kalkstein aus Runkel, der die theilweise Zerstörung der äußeren Profile herbeigeführt hat.

Gegen Ende des 14. Jahrhunderts war an der östlichen Chorrundung eine Sakristei angebaut, die die Fenster der Chorcapellen verdeckte. Diese wieder zu öffnen und die Sakristei in stylgerechter Weise umzubauen, gehörte zu der Aufgabe des Restaurationsentwurfes. Ebenso war dazu die Umgestaltung des Innern nöthig, das ebenso wie das Außere nach einem Brande im Jahre 1777 neu verputzt und in roher Weise ausgemalt und mit zeitgemäßen Möbeln versehen war. Eine weitere Umgestaltung hatte das Innere erfahren, als 1828 die Kirche wieder zum Bischofssitze eingerichtet, der alte Lettner entfernt und in den vorhandenen Chorschranken ein neuer Bischofsstuhl und Altar errichtet wurden. Zur Steigerung der Innenwirkung sollen jetzt auf Wunsch des Domcapitels die 10 Fuß hohen Chorschranken entfernt werden.

Die in dem Restaurationsproject gezeichneten neuen Kirchenmöbel schließen sich den Formen des Baues in stylvoller Weise an. Auch die neue Orgel, die an Stelle der vorhandenen am Westgiebel erbaut werden sollte, brachte das schöne große Rosettenfenster dieses Giebels wieder zur Geltung. Eine Krypta ist nicht gefunden worden. —

#### Versammlung am 25. Februar 1871.

Die Schilderung einer heiteren Episode aus Berlins Baugeschichte durch Herrn Adler bezog sich auf die Schicksale des jetzt vom Prinzen Albrecht bewohnten Palais in der Wilhelmstraße.

Der Redner wies zuerst auf die schnelle Erweiterung Berlins in den letzten Jahrhunderten hin und ging dann von der allgemeinen Baugeschichte der Stadt aus. Der erste Bebauungsplan, die jetzige Dorotheen-Stadt umfassend, rührt von Ingenieur Blesendorf her und ist 1673 entworfen. Die zum Kurfürstlichen Vorwerke der Spandower Vorstadt gehörigen sandigen Ländereien wurden parcellirt und die Grundstücke verschenkt. Außerdem wurde freies Baumaterial und 10jährige Steuerfreiheit bewilligt. Die Grenzen dieses Stadttheiles bildeten der damalige Katzenstiege (Georgenstraße) und die Behrenstraße. Der zweite größere Bebauungsplan von 1689 war die Anlage der Friedrichstadt. Der Architekt Nehring fertigte den Plan. Zu diesem Zweck wurden Bürgeracker, Wiesen und Heideland angekauft; auch kam ein Theil des Thiergartens zur Verwendung, dessen Forstverwaltung im Jägerhofe sich befand. Die Nachfolger Nehring's waren 1695 Behr und Grünberg, die beim Könige in solchem Ansehen standen, daß nur Zeichnungen von ihnen die Bau-Erlaubniß erhielten. Daher war die Bauhätigkeit eine nicht sehr bedeutende, und man baute in den Straßen meistens nur Eckhäuser. In dem Zeitraum von 1709 bis 1720 entstanden auf diese Weise die Behren-, Französische-, Leipziger- und Jerusalemstraße. Die neue Ringmauer, von 1733 bis 1737 erbaut, umschloß das Quarré (Pariser Platz), das Achteck (Leipziger Platz) und das Rondeel (Bellealliance-Platz).

In Folge des energischen Drängens des Königs mußten alle höheren Beamten bauen. Für die Generäle und Minister wurde dazu die Wilhelmstraße, von den Linden bis zur Leipzigerstraße, reservirt. Die Geheimräthe bekamen die Markgrafen und Lindenstraße und einen Theil der Leipzigerstraße angewiesen, die Gewerke die Koch- und Friedrichstraße, die böhmischen Protestanten und später die Herrnhuter Theile der Wilhelmstraße u. s. w. Nur wenigen Gärtnern und Viehmästern war es erlaubt, in der Friedrichstadt sich anzusiedeln, sie durften sonst nur in der Luisenstadt bauen. Zuerst bildete die Mauerstraße die Grenze, doch bald dehnte sich die Stadt weiter aus. Es wurde 1721 eine besondere Bau-Commission, bestehend aus den Flügel-Adjutanten v. Derschau, Ellenberg und Gauvin, eingesetzt, welche für das Rammholz für sumpfige Bauplätze auf den Grunewald Anweisungen geben konnten. Die Baustellen wurden wie früher verschenkt und die Materialien dazu bewilligt. Um schnell vorwärts zu kommen, baute man nur einen Stock hoch. Besonders hatten die reicheren Leute von diesem Bauzwang zu leiden. Die beste Empfehlung beim Könige war das Anerbieten, sich ein Haus bauen zu lassen. So entstand 1732 das Happe'sche Haus, jetzt Kriegs-Ministerium, das v. Schulenburg'sche Haus, jetzt Hôtel Radziwill, das Schwerin'sche Haus, jetzt

Reimer'sche Haus u. s. w. Die Werkzeuge des Königs waren der Hofrath Kochius, später Bürgermeister Koch, nach dem die Kochstrasse ihren Namen führt, und v. Derschau, beide wegen ihres Bauherrenfanges in den Augen des Publicums nicht besonders gern gesehen. Die Anlage der Kochstrasse war von vorn herein auf die alte Jerusalemer Capelle gerichtet und hatte seit deren Neubau 1727 bis 1728 einen architektonischen Abschluss gefunden (der König liess ausserdem noch die Böhmische Kirche 1735 bis 1737 und die Dreifaltigkeits-Kirche 1737 bis 1739 erbauen), jedoch fehlte ein solcher auf der andern Seite. Die Gelegenheit, einen schönen und seltenen Abschluss zu erhalten, fand sich bald.

Im Jahre 1714 war der Baron von Vernezobre nach Berlin gekommen und hatte sich später in der Mark angekauft. In Berlin bewohnte er das Itzig'sche Palais, auf der Stelle der jetzigen Börse, und machte ein grosses Haus. Im November 1730 warb der König um eine seiner Töchter für den Capitain v. Forçade. Als diese ablehnte, erfolgte eine neue Werbung, die aber wieder vergeblich war. Da der Vater den ernstesten Willen des Königs fürchtete, so setzte er sich mit dem Minister v. Marschall und dieser sich mit dem Herrn v. Derschau in Verbindung, und beide empfahlen dem Baron v. Vernezobre den Bau eines schönen Palais in der Friedrichstadt. Der Baron ging darauf ein, der König stimmte zu, und so errichtete Vernezobre 1737 bis 1739 als Point de vue der Kochstrasse den Palast, der nach mannigfachen Schicksalen jetzt Prinz Albrecht's Palais ist.

Schon 1753 ging das Haus in andere Hände über. Es wurde für 20000 Thlr. öffentlich an den Sohn des Herrn v. Vernezobre verkauft, 1760 übernahm es ein Banquier für 16000 Thlr., dann diente es mehrere Monate des Jahres 1763 zum Aufenthalt des türkischen Gesandten Achmet-Effendi, 1769 neuer Verkauf für 12600 Thlr. an den Minister von Hagen. Dessen Bruder verkaufte es für 21500 Thlr. Gold an die Schwester Friedrichs des Grossen, Amalie, welche es wegen des grossen und schönen Gartens als Sommer-Palais bis zum Jahre 1787 bewohnte. Ihr Erbe war Prinz Ludwig; derselbe hat das Haus aber nie betreten, sondern der Markgraf von Ansbach bewohnte es von 1790 bis 1800. Dann zogen, da der Besitztitel nicht geordnet war und der Palast fast verfiel, die verschiedensten Personen ein, z. B. Hofbediente, ferner der Musiker Tausch mit einem Conservatoire de musique, es wurde eine lithographische Versuchs-Anstalt 1804 unter dem Maler Reuter etablirt, dann ein Baumwollen-Lager, eine Armen-Speise-Anstalt, 1812 zog das Louisen-Stift ein. Nachher wurden Ateliers für Maler eingerichtet, im Souterrain Bäder angelegt, Drehrollen vermietet u. s. w.

Endlich übernahm es 1830 Prinz Albrecht. Der Schinkel'sche Umbau währte von 1830 bis 1833.

Die Acten hierzu sind ermittelt worden durch v. Schöning, Falsmann und Schneider. Letzterer hat daraus einen Vortrag für den Verein für Geschichte Berlins bearbeitet.

#### Versammlung vom 25. März 1871.

Nach einem Vortrage des Herrn Jacobsthal über kunstgewerblichen Unterricht, sowie des Herrn Fritsch über Wien und seine Bauhätigkeit, welche Vorträge in besonderen Artikeln in der Deutschen Bauzeitung\*) ausführlich wieder-

\*) Vortrag des Herrn Jacobsthal, siehe Deutsche Bauzeitung Zeitschrift f. Bauwesen. Jahrg. XXII.

gegeben sind, kommen noch einige Fragen zur Beantwortung, und zwar beantwortet zunächst Herr Wöhler folgende Frage:

„Zum Betrieb einer Mahlmühle ist eine Jonval'sche Vollturbine gewählt worden; es stehen dazu 100 Cubikfuss Wasser bei 4 Fufs Gefälle zu Gebote. Die Berechnung ergibt nach Redtenbacher einen äusseren Durchmesser von 8 Fufs 4 Zoll. Ist eine Turbine von dieser Abmessung noch gut auszuführen?“ Diese Frage wird mit Ja beantwortet. Die grössten ihm bekannten Turbinen seien die 3 Turbinen der Wasserwerk-Gesellschaft in Schaffhausen, — geliefert von Rieter in Winterthur, entworfen von Ziegler — deren äusserer Durchmesser 19½ Fufs beträgt; sie liefern 70 pCt. Nutzeffect. Je grösser der Durchmesser, desto geringer sei die für den Nutzeffect verlorene radiale Geschwindigkeit des Wassers beim Verlassen der Schaufeln. Man müsse bei grossem Durchmesser den Schaufelkranz aus mehreren Stücken zusammensetzen. Die in der Gräflich Stollberg'schen Maschinenfabrik in Magdeburg ausgeführten Turbinen der Mansfelder Gewerkschaft zu Rottenburg haben 6 Fufs Durchmesser und seien die aus Blech hergestellten Schaufeln nach Hänel'scher Construction mit Rückschaukeln versehen, um parallele Wasserfäden, also gleichmässige Geschwindigkeit in demselben Querschnitt zu erzielen. Durch diese Construction werde gleichzeitig eine grosse Stabilität der Schaufeln bei geringer Blechdicke erreicht.

Eine andere Frage: „Welches ist das beste Werk über Theorie der Dampfmaschinen?“ beantwortet Herr Wöhler dahin, dass die mechanische Wärmetheorie, wie sie von Professor E. Schmidt in Prag, von Zeuner und von Grashof gegeben sei, ein eingehendes Studium erfordere, während die gewöhnliche Theorie nach Weisbach zur Construction einer guten Dampfmaschine ausreiche.

Eine dritte Frage: „Wie hoch stellen sich die Kosten für Werksteingewölbe mit und ohne Rüstung bei Viaducten von 100 Fufs Höhe, und wie hoch die Kosten für Pfeiler von Bruchsteinen mit durchgehenden Werksteinschichten?“ beantwortet Herr Plefsner wie folgt:

a) Gewölbe in Haustein. Der Viaduct bei Görlitz war pro Schachtruthe Gewölbe mit 96 Thlr. veranschlagt und wurde zu 86 Thlr. verdungen und zwar ohne Einrüstung. Der Viaduct bei Hirschberg, wo etwa 300 Schachtruthen Gewölbe auszuführen waren, hat gekostet 84 Thlr. pro Schachtruthe Gewölbe, und können im Mittel für Rüstung und Gewölbe 114 Thlr. pro Schachtruthe gerechnet werden.

b) Pfeilermauerwerk aus Bruchsteinen mit durchgehenden Quaderschichten. Die Pfeiler des Viaducts zwischen Freiberg und Chemnitz wurden alle 5 Fufs mit durchbindenden Quaderschichten von 1,2 Fufs Stärke ausgeführt. Der Ausführungspreis pro Cubikfuss Werkstein kam für Material und Arbeit auf 12 Sgr.; der Pfeiler kostete, während das Bruchsteinmauerwerk allein für 15½ Thlr. pro Schachtruthe herzustellen war, wegen der durchbindenden Werksteinschichten bei 100 Fufs Höhe des Viaducts 28½ bis 30 Thlr. und einschliesslich der Rüstungen 36 bis 38 Thlr. Im nördlichen Böhmen stellten sich die Kosten geringer, weil in Pfeilergruppen gearbeitet werden konnte und die Rüstungshölzer öfter verwendet wurden. Der Durchschnittspreis belief sich auf 35 Thlr.

Nro. 13, 15 und 16, Fortsetzung des Vortrages des Herrn Fritsch Nro. 13 des Jahrg. 1871.

## Versammlung vom 15. April 1871.

Hr. Adler hält einen Vortrag über den Backsteinbau der Hellenen.

Anknüpfend an seine vor zwei Jahren im Verein vorgetragenen Mittheilungen, die Geschichte und Geographie des Backsteinbaues im Allgemeinen betreffend, stellt Herr Adler nochmals die Nachrichten der alten Schriftsteller, namentlich des Vitruv, Plinius, Pausanias und Strabon zusammen, welche darauf schliessen lassen, daß der Backsteinbau der antiken Welt nicht nur eine weite Verbreitung, sondern auch eine hohe Stufe der Ausbildung erlangt hatte. Was speciell das Gebiet der hellenischen Cultur betrifft, so sind uns neben verschiedenen Nutzbauten, z. B. den Mauern von Mantinea und den langen Mauern Athen's, zahlreiche Profan- und Tempelbauten, z. B. die Paläste der Attaliden zu Tralles, das Grab-Denkmal des Mausolus zu Halikarnafs, die Gerusia zu Sardes, die Basileios-Stoa zu Athen (mit thönernem Giebelfeld und Statuen von gebranntem Thon), der Tempel des Apollon zu Megara, der Tempel des Demeter zu Liprea etc. als solche bekannt, welche ganz oder zum Theil aus Backsteinen ausgeführt waren. Die Thatsache, daß das Marmordach des hellenischen Tempels als eine Nachahmung des älteren Ziegeldaches gilt, welches die Erfindung der Marmorsärgе durch Byzes und Energos von Naxos (530—20) ermöglicht hatte, läßt sogar darauf schliessen, daß der Backsteinbau der Hellenen älter als der Marmorbau, und eine Zwischenstufe zwischen diesem und dem ältesten Holzbau war. Reste des hellenischen Backsteinbaues sind freilich bis jetzt nur wenige bekannt, theils wegen der bedeutenden Zerstörung, theils wegen der geringen Beachtung, welche sie Seitens der Alterthumsforscher gefunden haben.

Einen annähernden Begriff von der Bedeutung der keramischen Technik der Hellenen erhält man jedoch, wenn man gleichzeitig die bekanntesten Producte derselben, die Vasen aus gebranntem Thon, ins Auge faßt. Obgleich nur Grab-

gefäße erhalten sind, hat man gegenwärtig doch schon an 80000 bemalte Vasen hellenischen Ursprungs gefunden, lediglich Erzeugnisse des Handwerks, aber grofsentheils nicht allein von hoher technischer Vollendung, sondern auch in ästhetischer Beziehung von stylvoller Behandlung und einem so unerschöpflichen Formenreichtum, daß bekanntlich nicht zwei völlig gleiche Vasen vorhanden sind. Die Fundorte hellenischer Vasen sind die Krimm, Byzanz, Griechenland, Unter-Italien, Etrurien und Spanien (ausgenommen Rom), und deutet alles darauf hin, daß dieselben als gesuchter Handelsartikel von einzelnen Centralstellen der Fabrikation nach aller Welt ausgeführt wurden. Als derartige Centralstellen sind Korinth, Athen und Ortygion zu betrachten.

Nach einer eingehenden Schilderung der hellenischen Vasen und ihrer ornamentalen Behandlung, welche in der ältesten Periode (gelbe Figuren auf weißem Grund) die unzweifelhaften Grundschemata für den größeren Theil der tektonischen Symbole und vorwiegend asiatischen Einfluß zeigt, während in den beiden nachfolgenden Perioden (schwarze Figuren auf rothem Grund, demnächst rothe Figuren auf schwarzem Grund) der hellenische Geist zu selbständigem Leben erwacht ist — ging der Redner zur detaillirten Beschreibung mehrerer in Athen gefundenen Baureste von gebranntem Thon über, welche in ihren Ornamenten und Pigmenten eine so entschiedene Uebereinstimmung mit den Vasen zeigen, daß der Zusammenhang beider Zweige der keramischen Technik und deren Gleichzeitigkeit ganz augenscheinlich ist.

Bis jetzt sind nur Platt- und Stirnziegel, Firstziegel und Simen gefunden, und legt der Redner eine große Zahl von ihm selbst in Athen gezeichneter und gemalter Blätter, sowie 3 Originalbruchstücke vor. Es ist wahrscheinlich, daß man in Athen bei ausgedehnteren Nachgrabungen ähnliche thönerne Deckenbalken-Verkleidungen wie im Tempel zu Metapont, Syrakus und Palermo finden wird, und empfiehlt der Redner einen Versuch derartiger Verkleidungen für Innen-Architektur zu machen.

## Verein für Eisenbahnkunde zu Berlin.

## Versammlung am 12. Septbr. 1871.

Vorsitzender Hr. Weishaupt. Schriftführer Hr. Streckert.

Hr. Streckert gab ein kurzes Referat über die am 12. Mai d. J. stattgehabte Feier des 25jährigen Stiftungsfestes des Sächsischen Ingenieur- und Architekten-Vereins zu Dresden.

Hr. Housselle machte einige Mittheilungen über den Bau und Umbau der Bahnhöfe der Nordwest-Bahn, der Franz-Joseph-Bahn, der Staatsbahn und der Süd-Bahn in Wien. Neue Ideen und Systeme seien nicht zur Anwendung gekommen, doch könne den Anlagen eine grofsartige und imponirende Auffassung nicht abgesprochen werden. Bei dem Bahnhofe der Nordwest-Bahn wird die Kopfseite der Flügelbauten für Ankunft und Abfahrt durch ein Verwaltungsgebäude geschlossen, dessen innerer Theil einen Hof bildet. Der Bahnhof der Staatsbahn hat eine geschlossene Halle, in welcher für die Ankunft und die Abfahrt der Züge je 3 Geleise liegen, die am Ende durch Weichen und in der Mitte durch Drehscheiben verbunden sind; die Räume sind gut und ausreichend hell beleuchtet. Der Umbau des Bahnhofes der Süd-Bahn wurde unter theilweiser Beibehaltung der Mauern der alten

Halle, deren Ueberdachung aus Holz construiert war, in der Weise ausgeführt, daß die neue Halle nebst Vestibül resp. die Bureaus neben oder über der alten Anlage hergestellt wurden. Das Steinmaterial lieferten zum Theil die Triester Kalkstein- und Marmorbrüche; der sehr opulent ausgeführte Bau und insbesondere das Ausgangs-Vestibül macht eine vortreffliche Wirkung. Der Neubau des Bahnhofsgebäudes der Franz-Joseph-Bahn ist im Ganzen einfach ausgeführt; die Halle, in welcher 4 Geleise liegen, wird auf der Kopfseite durch ein Verwaltungsgebäude geschlossen, in welchem auch zugleich die Salons für die Allerhöchsten Herrschaften liegen; die Wartesäle liegen ähnlich wie bei dem hiesigen Bahnhofe der Berlin-Lehrter Eisenbahn. —

Hierauf wurde auf Veranlassung des Vorsitzenden eine allgemeine Discussion über die gegenwärtige Zeit tief berührenden Fragen im Eisenbahnbetriebe — der Mangel an Betriebsmaterial und die Unfälle — herbeigeführt. Bezüglich der ersteren Frage gab der Vorsitzende zunächst eine Schilderung der Verkehrsentwicklung im letzten Jahrzehnt. Der Aufschwung, welchen der Eisenbahnverkehr bis zum Jahre

1866 gezeigt, verlangsamte sich nach dieser Zeit wesentlich und zeigte erst wieder im Jahre 1870 die alten raschen Fortschritte. Der Ausbruch des Krieges verursachte nur eine vorübergehende Hemmung. Der glorreiche Ausgang bildet den Ausgangspunkt eines bis dahin noch nicht dagewesenen Aufschwunges, zu welchem, um die Aufgabe der Bahnen noch schwieriger zu machen, der Transport der aus Frankreich zurückkehrenden Truppen hinzutritt. Berechnet man, daß zum Transport eines Armeecorps 100 Züge à 100 Achsen erforderlich sind, und nimmt die Belastung der Achse zu 50 Ctr. und die Fahrzeit für Hin- und Rückfahrt der Wagen zu 10 Tagen an, so ergibt dies 50 000 000 Ctr.-Meilen, welche dem gewöhnlichen Verkehre durch den Transport eines Armeecorps entzogen werden. Auch in den Richtungen des Verkehrs sind in Bezug auf dessen Intensität Aenderungen eingetreten; so hat der Verkehr von Norden nach Süden — aus den deutschen Seestädten nach dem Innern des Landes — eine so ungewöhnliche Stärke angenommen, daß die Betriebsmittel der hierdurch betroffenen Bahnen auch nicht entfernt mehr genügen. Ueberhaupt sind die vorhandenen Betriebsmittel der Bahnverwaltungen zur Bewältigung der gesteigerten Verkehrsanforderungen unzureichend, und kann leider durch die stattgehabten umfangreichen Bestellungen an Wagen und Maschinen für den Augenblick dem Bedürfnis noch nicht genügt werden. Die Fabriken, durch die Aufträge von allen Seiten, insbesondere auch für die Bahnen in Elsass-Lothringen, übersetzt, sind nicht in der Lage, das Fehlende so rasch als gewünscht wird, zu liefern. Dazu tritt, daß sie erst seit Kurzem wieder im Vollbesitz der Arbeitskräfte sind; unsere erste Berliner Wagenfabrik war bis zum 1. Juli aus Mangel an Kräften mit mehr als 400 Wagen gegen das Vorjahr im Rückstande. Ein weiterer Uebelstand ist es, daß die Wagenfabriken von den Eisenhütten mit der Anlieferung der Achsen und Räder etc. in Stich gelassen werden. Die Calamität auf diesem Gebiete der überdies unter den hohen Kohlenpreisen leidenden Fabrikthätigkeit gegenüber den drängenden auf die bestellten Wagen sehnsüchtig harrenden Bahnverwaltungen ist groß. Durch Vereinigung größerer Bahncomplexe zu Hilfsverbänden dürfte vielleicht einige Linderung der Noth herbeigeführt werden können, obwohl dieselbe ziemlich allgemein ist; immerhin würde dadurch eine bessere Ausnutzung der Betriebsmittel zu ermöglichen sein.

Hr. Pflsner glaubt, daß dem Uebelstande des Wagenmangels dadurch abgeholfen werden könne, daß den Industriellen aufgegeben würde, die Wagen zum Transport ihrer Güter selbst zu stellen, wogegen dann Seitens der Bahnverwaltungen die Zusicherung zu geben sei, die Güter in einem gewissen Zeitraum herbeizuschaffen; außerdem würden die Fabrikanten gut thun, einen Vorrath von Wagen bereit zu halten, um je nach Bedarf an die Bahngesellschaften diese Betriebsmittel zu verborgen oder zu verkaufen.

Die HH. Hartwich, Koch und v. Schmerfeld sprachen sich theils für, theils gegen eine Ueberlassung der Geleise und Wagen an Industrielle aus, ohne jedoch das Vermiethen von Wagen ausschließen zu wollen, und stellten Vergleiche zwischen dem Betriebe auf den englischen und deutschen Bahnen an unter Hinweis auf die sorgfältige Ausnutzung des Raumes der Wagen in England mit Hilfe von mechanischen Einrichtungen beim Be- und Entladen. Der Vorsitzende macht auf die Bemühungen der deutschen Verwaltungen aufmerksam, der unvollkommenen Ausnutzung zu steuern, und

ist der Ansicht, daß in der Trennung des localen Verkehrs von dem durchgehenden und in einer immer ausgedehnteren Anwendung geschlossener Güterzüge, welche die Haupttrouten durchlaufen, ohne auf den vielen Zwischenstationen durch Ein- und Ausladen Aufenthalt zu erleiden, noch manches zu erreichen sei.

Wegen vorgerückter Zeit wurde die Discussion abgebrochen und durch die übliche Abstimmung Hr. Krohn, Betriebs-Director der Nordhausen-Erfurter Eisenbahn, als ordentliches auswärtiges Mitglied in den Verein aufgenommen. Herr Koch zeigte seinen Austritt aus dem Vorstande des Vereins in Folge der Uebersiedelung nach Magdeburg als Vorsitzender des Directoriums der Magdeburg-Leipziger Eisenbahn-Gesellschaft an. Der Vorsitzende drückte das Bedauern des Vereins unter Hervorhebung der Verdienste des Hrn. Koch um denselben in warmen Worten aus.

#### Versammlung am 10. Oct. 1871.

Vorsitzender Hr. Weishaupt. Schriftführer Hr. Streckert.

Der Vorsitzende verliest ein von dem Comité des Arndt-Denkmal auf dem Rugard eingegangenes Schreiben aus Bergen, worin dasselbe den Dank für die in der Festsitzung zu Ehren des Geheimen Bauraths Koch veranstaltete Sammlung und Uebersendung des Betrages von 143 Thlr. 5 Sgr. ausspricht.

Hierauf besprach Hr. Wöhler die Einführung eines einheitlichen Güterwagens auf sämtlichen deutschen Eisenbahnen als Mittel, dem vielfach zu Tage getretenen und in den Verkehr sehr störend eingreifenden Mangel an Eisenbahnwagen für die Zukunft vorzubeugen.

Der vielfach zu Tage getretene Mangel an Eisenbahnwagen, welcher zum Theil, und beispielsweise jetzt, seinen Grund in ungewöhnlichen Ereignissen hat, zum Theil aber auch darin begründet liegt, daß die Eisenbahnen in ihrer Entwicklung überraschend fortgeschritten sind und deshalb mitunter auf ungenügende Vorbereitungen stießen, dieser Wagenmangel greift so störend in den Verkehr ein, daß es wohl gerechtfertigt ist, auf Mittel zu sinnen, um demselben für die Zukunft vorzubeugen. Für ein solches Mittel halte ich die Einführung eines einheitlichen Güterwagens auf sämtlichen deutschen Eisenbahnen. Gestatten Sie mir, Ihnen meine Gründe dafür vorzutragen und demnächst meine Ansicht über die Beschaffung eines solchen einheitlichen Wagens darzulegen. Gegenwärtig hat fast jede Bahnverwaltung ihre besonderen Wagen-Constructionen, und es ist nicht einmal irgend eine Garantie vorhanden, daß die heute geltende Construction für die nächste Beschaffung maafsgebend bleibt. Außerdem kann bei dem gebräuchlichen Submissions-Verfahren ein Wagenfabrikant nicht vorher wissen, für welche Bahn er zunächst zu arbeiten hat, es liegt daher auf der Hand, daß es ihm unmöglich ist, irgend welche Theile in Vorrath zu beschaffen; er muß bei jedem Auftrage damit beginnen, das erforderliche Material, Stabeisen, Façoneisen, Bleche, Achsen und Räder u. s. w., zu bestellen. Zwei bis drei Monate gehen unter gewöhnlichen Verhältnissen dadurch verloren; die Anfertigung der nöthigen Schmiedestücke erfordert weitere vier Wochen, so daß mit dem Montiren der Wagen frühestens drei bis vier Monate nach der Bestellung begonnen werden kann; und unter Verhältnissen, wie sie jetzt obwalten, wo alle Hüttenwerke und alle Werkstätten mit Arbeiten überhäuft sind, und der

Wagenmangel auf den Eisenbahnen noch Verzögerungen in der Versendung der Materialien herbeiführt, ist die verlorene Zeit, wie Sie leicht ermessen können, weit erheblicher, sie wächst naturgemäß mit der Größe des Wagenmangels. Dieser ganze Zeitverlust würde erspart, wenn eine einheitliche Wagen-Construction existirte. Jede Wagenfabrik von einiger Bedeutung würde alle Theile zu den Wagen bis zum Zusammenstellen fertig vorrätzig halten. Selbst der vorsichtigste Fabrikant dürfte kein Bedenken tragen, dies für eine dreimonatliche Durchschnittsproduction zu thun. Aehnliches würde bei den Hüttenwerken der Fall sein. Unter solchen Vorbereitungen kann sicher drei bis vier Wochen nach Ertheilung eines Auftrages mit Ablieferung der Wagen begonnen werden. Ist die Nachfrage stark, so wird der Vorrath an fertigen Theilen sich allmählig vermindern, aber bis dahin, daß derselbe erschöpft ist, daß also die jetzt stets stattfindende Sachlage eintritt, dürfte wohl sicher jedes momentane Bedürfnis gedeckt sein.

Es ist gewiß nur mäßig veranschlagt, wenn ich sage, daß die preussischen Fabriken allein innerhalb dreier Monate nach der Bestellung 5000 Wagen liefern würden und mit monatlich 200 Wagen noch einige Zeit fortfahren könnten, ohne sich übermäßig anzustrengen. In dieser raschen Lieferung, welche dem Bedarf auf dem Fuße folgen kann, liegt eine sichere Gewähr gegen jeden Wagenmangel, und dabei würde die Sorgfalt der Ausführung sich nicht nur nicht vermindern, sondern entschieden gewinnen, denn die mit Sicherheit vorauszusehende vieltausendfache Wiederholung läßt es zu, für die Fabrikation fast jedes einzelnen Stückes mechanische Vorrichtungen herzustellen, welche eine vollendete Uebereinstimmung und Genauigkeit zu Wege bringen, eine Genauigkeit, welche wiederum das Zusammenstellen in hohem Grade erleichtert, also auch beschleunigt, und in Rücksicht hierauf werden die angegebenen Leistungszahlen sehr niedrig gegriffen erscheinen. Daß die Wagen bei einer einheitlichen Construction nicht bloß rascher und besser, sondern auch billiger hergestellt werden können, ist ebenso leicht zu erweisen. Schon in der erwähnten Vervollkommnung der Fabrikationsmittel liegt eine große Ersparnis; aber nicht bloß beim Formen und Fertigmachen des Stückes findet Ersparnis statt, sondern sie beginnt schon bei der Herrichtung des Materials dazu. Es läßt sich genau bestimmen, welche Eisen-Dimensionen zu einem Zughaken, zu einem Winkel resp. zu anderen Beschlagtheilen erforderlich sind. Die Hütten werden das Eisen nicht mehr in Stangen liefern, bei denen immer ein mehr oder weniger langes Stück abfällt, sondern gleich in solche Stücke geschnitten, welche genau der Verwendung entsprechen. Die Eisenabfälle werden aus den Schmieden fast verschwinden. Es werden sich besondere Werkstätten für einzelne Wagentheile etabliren und diese als Handelsartikel auf den Markt bringen. Ebenso wird das Holz schon bevor ein kostspieliger Transport darauf lastet, in richtige Dimensionen geschnitten werden. Der Fabrikant wird in der Lage sein, ohne mächtige, theuer zu unterhaltende Holzlager doch genügenden Vorrath trockener und sicher passender Hölzer zu haben, woraus eine weitere sehr erhebliche Ersparnis resultirt. Dazu treten dann noch alle Vortheile, welche in dem durch die Zulässigkeit von Vorratharbeiten ermöglichten gleichmäßigeren Fortarbeiten der ganzen beim Eisenbahnenbau beteiligten Industrie liegen.

Gestatten Sie mir jetzt, Ihnen noch meine Ansichten über

die Art der Feststellung einer einheitlichen Wagen-Construction vorzutragen.

Der erste zum einheitlichen Wagen absolut nothwendige Schritt ist die Herstellung einer einheitlichen Achse; ohne diese ist der einheitliche Wagen undenkbar. Jetzt existiren wenig Bahnen, welche nicht zwei oder mehr Sorten Wagen-Achsen in Gebrauch haben; jedenfalls ist die Zahl der verschiedenen Achsen größer als die Zahl der Bahnen.

Diese Mannigfaltigkeit ist aber keineswegs das erfreuliche Ergebnis eines tiefen eingehenden Studiums, sondern eher der Ausdruck der Unsicherheit, in welcher man viele Jahre über die richtige Construction der Achsen schwebte, wobei dann mehr oder weniger das Gefühl den Ausschlag gab. Ich kann deshalb vor dieser Vielheit nicht die Ehrfurcht hegen, welche das alt Bestehende und Bewährte oft verdient, sondern trage kein Bedenken, ihr das Recht der Existenz abzusprechen.

Es liegt ja nahe, daß jede Bahn sich als eine besondere Einheit auffaßt und damit die Einführung einer neuen Achse zu den vorhandenen, als für diese Einheit störend, zurückweist. Dies wäre auch ganz berechtigt, wenn eine einzelne Bahn als ein abgeschlossenes Ganzes existirte, aber mit der Unmöglichkeit dieser isolirten Existenz ist auch die Berechtigung abgeschnitten, die Ansprüche einer solchen zu erheben. Jede der in Rede stehenden einzelnen Linien ist nur ein Theil des großen deutschen Eisenbahnnetzes, von welchem sie nach allen Richtungen abhängig ist und umso mehr abhängig wird, je mehr sie ihre Aufgabe im volkswirtschaftlichen Sinne erfüllt.

Ihnen gegenüber, meine Herren, bedarf es ja nicht der weiteren Ausmalung des deutschen Eisenbahn-Verkehrs, in welchem dieselben Wagen von Berlin bis Lindau oder von Stettin bis Straßburg laufen. Sie werden, ich zweifle nicht daran, mir zustimmen, daß der richtige Standpunkt für die Beantwortung dieser Frage der ist, welcher die gesammten deutschen Eisenbahnen als ein großes Ganzes auffaßt. Nun frage ich, wäre es, wenn die Verwaltung dieses großen Eisenbahnnetzes in einer Hand läge, vortheilhaft, die erwähnte Vielfältigkeit der Achsen beizubehalten?

Ich glaube die entschiedene Verneinung dieser Frage mit wenig Worten begründen zu können.

Die Anzahl der Güterwagen, welche für sämtliche deutsche Bahnen jährlich beschafft werden, mag 10000 bis 15000 Stück betragen, also 20000 bis 30000 Achsen. Es dürfte wohl keine deutsche Bahn existiren, welche 30000 gleiche Achsen hat, also nicht einmal so viel, als in einem Jahre in Deutschland neu beschafft werden, und wenn man nun das Ergebnis betrachtet, wie es sich nach dem nicht langen Zeitraume von zehn Jahren stellen würde, so unterliegt es wohl keinem Zweifel, daß eine einheitliche Achse für das deutsche Eisenbahnnetz, dieses als ein Ganzes aufgefaßt, schon an sich vortheilhaft wäre, und daß deren Beschaffung um so weniger als ein Hindernis angesehen werden darf, wegen dessen man auf den großen Nutzen der einheitlichen Wagen verzichten müßte. Es könnten noch Schwierigkeiten in der Feststellung der einheitlichen Achse gefunden werden, aber auch diese dürften bei näherer Betrachtung verschwinden.

Eine große Anzahl der neueren zum Theil nur wenig von einander abweichenden Wagen-Achsen hat sich vollständig bewährt; von diesen hat diejenige, welche in den meisten Exemplaren existirt, das meiste Anrecht, als einheitliche Achse angenommen zu werden. Geschieht dies, so werden dadurch

auch die vorhin angeführten Zahlen schon für die ersten Jahre sehr überwiegend zu Gunsten der einheitlichen Achse wachsen.

Der nächste Schritt zum einheitlichen Wagen ist die Festsetzung seiner Tragfähigkeit, seiner Länge und seines Radstandes, und in diesen drei Punkten ist eine Uebereinstimmung schon ziemlich nahe erreicht. (Dafs ein zweiachsiger Wagen überhaupt nur in Frage kommen kann, setze ich voraus.)

Die Tragfähigkeit von 200 Ctr. ist fast allgemein angenommen, der Radstand des überwiegend grössten Theils vier-rädriger Güterwagen ist 12 Fufs preussisch oder wenig davon abweichend. Die einheitlichen Bestimmungen empfehlen, 12 Fufs 7½ Zoll nicht zu überschreiten. Die Kastenlänge beträgt meist 21 bis 22 Fufs; seit einigen Jahren ist man mehrfach von kürzeren Wagen zu dem letzteren Maafse übergegangen, bei welchem sich für Durchschnittsgüter ein gutes Verhältnifs zwischen Eigengewicht und Ladungsfähigkeit des Wagens erreichen läfst, und für das die allgemein eingeführten 9 Zoll hohen eisernen Langträger der Untergestelle noch eine genügende Stabilität geben. Es sind mithin durch die Praxis die Grenzen schon so nahe gezogen, dafs die Normirung von Tragfähigkeit, Radstand und Länge der Wagen weder schwierig sein, noch als eine Belästigung angesehen werden kann. Mit der Festsetzung einer einheitlichen Achse, der Tragfähigkeit, des Radstandes und der Länge der Güterwagen dürften aber die obligatorischen Bestimmungen abzuschliessen sein.

Ogleich nun damit wesentliche Schritte zum Ziele geschehen wären, so ist doch der einheitliche Wagen und der an diesen sich knüpfende Nutzen damit nur zum Theil erreicht.

Die einheitliche Wagen-Construction; und um diese handelt es sich nunmehr noch, mufs sich in anderer Weise, als die besprochenen Festsetzungen, einführen; sie mufs sich durch ihren eigenen Werth Bahn brechen, und das dürfte weniger schwierig sein, als es auf den ersten Blick scheinen mag.

Wenn eine unter staatlicher Autorität zusammenberufene Commission anerkannt sachverständiger Eisenbahn-Techniker und Betriebs-Beamten unter den vorhandenen Wagen-Constructionen eine als die zweckmässigste auswählt, dann wird es zur Aneignung dieser Construction für die Mehrzahl der Eisenbahn-Verwaltungen gar keines Zwanges bedürfen, und die übrigen werden dem natürlichen Zuge, welchen das anerkannt Zweckmässige ausübt, auch nicht lange widerstehen.

Besonders hervorzuheben erlaube ich mir: die erwähnte Commission dürfte nichts erfinden, nichts neu machen sollen, wohl aber hätte sie sich über die Anforderungen zu einigen, welche man an einen guten Güterwagen zu stellen hat, um demnächst ihre Wahl damit zu begründen. Eine vorherige Erörterung dieser Anforderungen auch in weiterem Kreise möchte nicht auszuschliessen sein. Gestatten Sie mir, die hauptsächlichsten derselben flüchtig zu erwähnen, um damit dem allgemeinen Gange des vorgeschlagenen Wahl-Verfahrens etwas näher zu treten.

Abgesehen von der unbedingt vorauszusehenden Stabilität und Sicherheit der Construction, welcher alle anderen Forderungen sich unterzuordnen haben, dürfte als nächste Forderung ein möglichst geringes Eigengewicht zu stellen sein, und demnächst die geringsten Herstellungskosten bei längster Dauer. Es ist nicht zweifelhaft, dafs unter den vielen auf den deutschen Eisenbahnen laufenden Wagen-Constructionen sich solche befinden, welche den Anforderungen, die man an einen zweckmässigen Güterwagen zu stellen hat, wohl entsprechen, und

insofern hätte es kein Bedenken, unter dem schon Vorhandenen die Wahl zu treffen, indessen möchte zu erwägen sein, ob der letzten Forderung, geringste Herstellungskosten bei längster Dauer, nicht vielleicht noch etwas mehr genügt werden könnte. Die Erstrebung der geringsten Herstellungskosten fällt naturgemäß mehr dem Fabrikanten, wie dem Eisenbahn-Techniker zu, deshalb möchte ich glauben, dafs auch die Fabrikanten als Constructeure zur Concurrenz zuzulassen wären, damit auch ihre Erfahrung dem einheitlichen Wagen zu Gute käme.

Ein möglichst freien Spielraum lassendes Programm, die Aussicht, dafs danach gebaute Wagen (nur je einer derselben Construction) angekauft werden, und die Zusicherung einer grösseren Bestellung, im Falle der gelieferte Wagen für die einheitliche Construction gewählt werden sollte, würde wahrscheinlich die Mehrzahl der Fabriken veranlassen, einer Aufforderung, binnen sechs Monaten einen oder einige bedeckte Güterwagen zur Wahl zu liefern, Folge zu leisten. Die Achsen zu den Wagen müfste der Staat hergeben.

Dadurch wäre dann, mit dem von den Eisenbahnen zu stellenden Material, der Commission eine so reiche Auswahl unterbreitet, dafs das daraus gewählte Beste wohl mit Sicherheit als etwas wirklich Gutes, der allgemeinen Einführung Würdiges angenommen werden kann.

Dafs ein so gewonnener einheitlicher Wagen nicht obligatorisch wäre, würde seinen Nutzen nicht beeinträchtigen, wohl aber noch denjenigen Fortschritt fördern, welcher in der subtilsten Ausbildung der Details liegt. Es würde dann jedes einzelne Stück hinsichtlich seiner Dimension sowohl, als hinsichtlich seiner Form der schärfsten Prüfung unterworfen werden und daraus nach und nach ein Wagen hervorgehen, an dem kein überflüssiges Stück, kein unnützes Gewicht, keine unpraktische Form zu finden wäre, kurz, es würde diejenige Vollendung erreicht werden, welche nur das andauernde Zusammenwirken vieler Kräfte zu schaffen vermag. —

Die weitere Discussion hierüber, an welcher sich vorwiegend die HH. Wiebe, Wöhler, Hennig und der Vorsitzende beteiligten, führte im Ganzen zu der Ansicht, dafs es wünschenswerth sei, in Bezug auf die Form und Stärke der Achse, die Gröfse des Radstandes, Länge der gewöhnlichen Güterwagen und deren Tragfähigkeit eine Uebereinstimmung herbeizuführen. Der Vorsitzende hob noch die grofse Wichtigkeit der angeregten Bestellungen hervor, welche sich bei den preussischen Eisenbahnen in diesem Jahre auf rot. 720 Locomotiven, 700 Personen- und 18000 Güterwagen aller Art beliefen und einen Werth von rot. 30 Millionen Thlr. repräsentiren, welche in kürzerer Zeit auszuführen möglich gewesen sein würden.

Der Vorsitzende sprach hierauf, anschliessend an die in der vorigen Versammlung über den Mangel an Betriebsmaterial gemachten Erörterungen, nunmehr über die Unfälle auf den Eisenbahnen. Der gute Ruf, dessen die deutschen Eisenbahnen in Bezug auf Sicherheit der Beförderung seither gehabt, habe in der letzten Zeit bedeutend abgenommen, denn es seien nicht nur mehr Beamte, sondern auch mehr Reisende wie in den früheren Jahren um das Leben gekommen. — Die grössere Zahl und zwar  $\frac{1}{3}$  der Unfälle seien durch das Aufeinanderfahren von Zügen herbeigeführt worden und zwar theils beim Einfahren in die Bahnhöfe mit oder ohne Erlaubnis der Stationsbeamten, theils in Folge zu raschen, resp. unvorsichtigen Fahrens oder in Folge falscher Weichenstellung.

Durch das Einführen der Blocksignale würde die Sicherheit der Fahrten wesentlich gefördert werden. Eine Vorschrift, welche die raschere Einführung derselben herbeiführen werde, sei auch im Bundespolizei-Reglement für die Sicherung des Betriebes auf den deutschen Eisenbahnen enthalten, wonach nur ein Fahren der Züge in bestimmten Distanzen gestattet sei. Sodann sei es nothwendig, die Einführung der Bahnhofs-Abschlussignale so bald als möglich überall herbeizuführen.

Hr. Siemens gab einige Mittheilungen über die von ihm construirten Apparate zum Blocksystem und deren Einrichtung, wonach es dem Bahnwärter nicht möglich ist, das Fahrsignal zu geben, bevor der Zug die nächstfolgende Station passirt hat, und auf derselben durch eine mechanische Vorrichtung das optische Bahnsignal auf „Halt“ steht, wobei die dortige Strecke blockirt wird. — Von vielen Bahnverwaltungen seien jetzt die Apparate bestellt worden, doch sei es ihm nicht möglich, dieselben so rasch, als verlangt würde, zu liefern, so daß wohl in diesem Jahre nur noch wenige zur Aufstellung gelangen dürften.

Der Vorsitzende erwähnte weiter, daß, soweit bis jetzt bekannt geworden, bei den Unfällen in Folge falscher Weichenstellung eine Ueberlastung der Weichensteller nicht stattgefunden habe, im Gegentheil wären einige Unfälle dadurch herbeigeführt, daß die Weichensteller, ohne durch andere Beschäftigung in Anspruch genommen oder ermüdet zu sein, sich unaufmerksam gezeigt hätten.

Eine größere Sicherheit für den Betrieb würde vornehmlich durch den Ausbau des zweiten Geleises erreicht werden. Bei uns würden die Bahnen, auch wenn sie einen großen Verkehr erwarten lassen, in der ersten Zeit nur eingleisig betrieben, während in England und Frankreich die Zahl der von vorn herein doppelgleisig hergestellten Bahnen sehr bedeutend sei. Dabei betrage die Einnahme der Bahnen in Preußen durchschnittlich 75000 Thlr. pro Meile, stehe also gegen die Einnahme englischer Bahnen von 82000 Thlr. bis 90000 Thlr. und der französischen von rot. 85000 Thlr. nicht sehr zurück. Nur bei zwei Unfällen sei wahrscheinlich der

ungenügende Zustand des Bahngestänges die Veranlassung gewesen. Bezüglich des Bahngestänges sei von den Verwaltungen im Allgemeinen sehr viel gethan worden, um dasselbe in einem guten Stande zu erhalten und mit den bewährten Neuerungen zu versehen. Die durch das schadhafte Material, Achs- und Reifenbrüche etc. verursachten Unfälle seien zum Theil der weniger strengen Revision während des Krieges zuzuschreiben, des Weiteren komme wohl auch die durch den Krieg und die übergroße Anstrengung etwas verminderte Zuverlässigkeit eines Theils des Personals als Ursache in Betracht, resp. der Umstand, daß durch den gesteigerten Verkehr (die Einnahme beträgt ca. 10—11% mehr wie im Vorjahr) auch die Inanspruchnahme der Betriebsmittel und der Bahnen eine stärkere sei, als vorher. Zudem sei noch ein Theil des Betriebs-Personals an die Elsass-Lothringischen Eisenbahnen abgegeben.

Hr. Wöhler schlägt als ein Mittel für die größere Betriebssicherheit vor, alle Locomotiven für eine Bahnlinie in der größten erforderlichen Stärke zu bauen, d. h. gleich bei der Construction derselben bis an die Grenze des Möglichen zu gehen, wobei vorausgesetzt werde, daß die Züge nicht schwerer gemacht werden, als dies die Zugapparate gestatten. Schließlich erwähnt der Vorsitzende, daß einige der letzten großen Unfälle nicht wohl stattgefunden hätten, wenn alle Personen führende Züge mit Zugleinen versehen gewesen wären.

Außerdem beschloß die Versammlung auf den Bericht des Hrn. Streckert, das in der Festsitzung zu Ehren des stellvertretenden Vorsitzenden, Hrn. Geheimen Ober-Bauraths Koch, entstandene Deficit zur Hälfte zu übernehmen, dabei voraussetzend, daß der Architekten-Verein die andere Hälfte desselben übernehmen werde.

Am Schlusse der Sitzung wurden die HH. Eisenbahn-Bauinspector Jacobi, Baumeister Haarbeck und Major Schulz, Commandeur des Eisenbahn-Bataillons, durch die übliche Abstimmung als ordentliche einheimische Mitglieder in den Verein aufgenommen und Hr. Hartwich zum Stellvertreter des Vorsitzenden gewählt.

## L i t e r a t u r .

W. Lübke, Geschichte der Architektur. (4. Auflage. Leipzig 1870. E. A. Seemann.)

Von einer Geschichte der Baukunst im wahren Sinne und in der höchsten Bedeutung des Wortes verlangen wir eine möglichst klare Darlegung der in den verschiedenen Perioden der Weltgeschichte den Architekten gestellten Aufgaben und eine Kritik, wie diese ihre Aufgaben mit den ihnen zu Gebote stehenden Mitteln an Baumaterial, Arbeitskräften etc. unter specieller Berücksichtigung des Klimas, des gegebenen Bauplatzes, der Sitten und Gebräuche des Volks und sonstiger Bedingungen gelöst haben, also vorzüglich Darstellung der Entwicklung der Grundriffsformen von Gebäuden für die verschiedenen Zwecke, Tempel, Basiliken, Theater, Thermen, Privathäuser, Grab- und Ehren-Denkmäler etc., der Entwicklung der Constructionen mit den gegebenen Materialien und der auf Material und Construction beruhenden ästhetischen Formen. Constructionen und Kunstformen sind oft von auswärts beeinflusst oder gar übertragen worden. Solche Einflüsse, mögen

sie durch den Cultus, durch Handelsverbindungen oder politische Ereignisse, durch das Verhältniß der Hauptstadt zu den Provinzen, durch bedeutende Männer oder sonst verursacht sein, sollen nachgewiesen werden.

Die große Masse der vorhandenen Baudenkmäler zerfällt in mehre Gruppen, je nach den Baustylen, welche im Wesentlichen durch die Art der Decken-Construction, aber auch durch ihre ornamentale Ausbildung unterschieden werden. Innerhalb dieser Baustyle machen sich wieder gewisse Eigenthümlichkeiten der einzelnen Bauschulen bemerkbar, welche von den Mittelpunkten der Cultur, den Reichshauptstädten, im Mittelalter besonders den Bischofssitzen, ausgehen, durch den Einfluß eines bedeutenden Mannes, zuweilen auch nur durch öftere Nachahmung eines, in seinen wesentlichen Theilen neuen, Epoche machenden Werkes hervorgerufen wurden. Alle diese Verhältnisse sollen nach Ursache und Wirkung dargelegt werden. Auch die Geschichte der wichtigsten Bauwerke, nicht nur ihrer Erbauung, sondern auch ihrer Umwandlungen und Zerstörung, und die der be-

deutendsten Architekten gehört in dieses Gebiet. Sodann aber muß die Geschichte der Baukunst, als ein Zweig der allgemeinen Culturgeschichte, im engsten Zusammenhange mit der Geschichte der allgemeinen geistigen Entwicklung und den Schicksalen der Menschheit dargestellt werden. Es muß nachgewiesen werden, wie die geistige Richtung der Völker in den verschiedenen Perioden auch in der Architektur sich ausspricht.

Diesen höchsten Anforderungen, welche man sich bei Beurtheilung der zur Erreichung des Ziels gemachten Versuche stets gegenwärtig halten muß, entspricht nun Lübke's Werk auch in der vorliegenden neuen, vierten Auflage nicht, und kann es noch nicht entsprechen, weil dieser wichtigste Zweig der allgemeinen Kunstgeschichte, welche bekanntlich noch eine sehr junge Wissenschaft ist, noch lange nicht alle jene Vorarbeiten besitzt, welche für Herstellung einer wirklichen Geschichte nothwendig sind. Es müssen vorher noch viele gründliche Untersuchungen angestellt, noch eine große Anzahl erschöpfender Monographien über einzelne Bauwerke, gewisse Gattungen derselben und ganze Bauschulen ausgearbeitet werden, wie solche z. B. von A. Michaelis über den Parthenon, von Reber über die Urform der römischen Basilica, von Adler über das Münster zu Straßburg, von Essenwein über die Stadt Krakau kürzlich publicirt sind, deren Resultate dann als Bausteine in das große, bis jetzt nur in seinen Hauptmassen aufgeführte Gebäude der Geschichte der Baukunst eingefügt werden.

Daß es aber nützlich ist, ab und zu alle Einzelforschungen zur bequemen Uebersicht über das bereits gewonnene Material und zur leichtern Erkenntniß des noch fehlenden zu einem Gesamtbilde zusammen zu fassen, liegt auf der Hand. Und Lübke versteht das vortrefflich. Er hat nicht nur eine umfassende Literatur- und Denkmal-Kenntniß, sondern auch das nöthige Verständniß für die architektonischen Structures. Lübke ist sich des bezeichneten Zieles wohl bewußt und bestrebt, dasselbe zu erreichen. Er ist auf dem Wege, den Kugler und Schnaase, die großen Meister der Kunstgeschichte, gezeigt haben, weiter geschritten, hat die Resultate aller Einzelforschungen, selbst der entlegensten, zu einem harmonischen Gesamtbilde zusammen gefaßt und hat durch klare, fesselnde Darstellung und eine angenehme Sprache verstanden, das Interesse auch des größern gebildeten Publicums für seine Wissenschaft anzuregen und dieselbe populär zu machen.

Der Leser darf in diesem Buche demnach keine gelehrten Forschungen über einzelne Punkte suchen. Dieselben müssen Monographien vorbehalten bleiben. Aber der Verfasser hat in den zahlreichen, unter dem Text angegebenen, aber in keiner Weise störend hervortretenden Anmerkungen die wichtigsten und besten Quellenwerke und die Werke, welche die neuesten Forschungen über größere Gebiete und einzelne besonders wichtige Denkmäler enthalten, angegeben und damit auch für Diejenigen gesorgt, welche mit diesem oder jenem Gegenstande näher sich vertraut machen wollen.

Lübke's Werk giebt dem Laien einen vortrefflichen Ueberblick über das Gesamt-Gebiet der Geschichte der Baukunst, ist aber auch ein für den Fachmann vielfach brauchbares, bequemes Handbuch, welches über den neusten Stand dieser oder jener Frage schnell orientirt und namentlich auch als Grundlage für Vorlesungen vielseitig benutzt wird.

Das Werk erschien zuerst im Jahre 1855 in einem mässiigen Octavband, erwarb sich bald die Gunst des großen Publicums und hat dieselbe nicht nur sich zu erhalten gewußt, sondern in steigendem Maasse immer neue Freunde sich erworben. Lübke hat aber auch jede neue Auflage im-

mer von Neuem so sorgfältig durchgearbeitet und verbessert, daß von dem Text der ersten Auflage jetzt nur noch sehr wenig übrig geblieben sein dürfte. Die Verbesserungen beruhen nicht nur auf der Aufnahme der in neuester Zeit durch die Arbeit Vieler zu Tage geförderten neuen Resultate, sondern besonders auch auf der unterdeß mehr gereiften Anschauung des Verfassers. Diese neueste Auflage hat, außer vielen Einzelheiten, besonders auf den Gebieten der mittelalterlichen Profan- und der Renaissance-Architektur, welche lange Zeit über alle Gebühr vernachlässigt, gegenwärtig sorgfältiger Aufmerksamkeit sich erfreut, ansehnliche Bereicherungen erhalten.

Doch ist die Darstellung in Betreff der Vollständigkeit noch nicht gleichmäßig. Die Architektur des Mittelalters, d. h. der romanische und gothische Styl sind am ausführlichsten behandelt. Derselben sind 20 Bogen gewidmet, während der Architektur aller Völker des ganzen Alterthums und bis zum Jahre 1000 auf dem gleichen Raume und die neuere Kunst vom Jahre 1500 ab auf nur 10 Bogen abgehandelt worden ist. Freilich ist auch diese Ungleichheit nicht Schuld des Verfassers, sondern ist darin begründet, daß aus dem Alterthum nur verhältnißmäßig wenig und nur in Fragmenten erhalten, die Kunst der Renaissance außerhalb Italien und Frankreich aber noch wenig erforscht ist, während das Studium der uns so nahe liegenden Baudenkmale des Mittelalters seit einigen Jahrzehnten von einer großen Anzahl von Forschern mit besonderer Vorliebe betrieben worden ist.

Von dem größesten Nutzen für die bequeme Benutzbarkeit und ein segensreiches Einwirken dieses Buches sind seine zahlreichen (712 Stück), meist sehr vortrefflich ausgeführten Holzschnitte — am schönsten sind jene nach Zeichnungen von Baldinger und Viollet-le-Duc — welche dem Text zur Seite stehen und ihn sehr wesentlich ergänzen, denn über bildende Kunst läßt sich ohne Abbildungen nie mit Erfolg sprechen. Doch fehlt bei diesen Illustrationen ein System. Sie sind sehr verschieden in Auffassung und Ausführung und ohne bestimmte Grundsätze gewählt. Man hat eben genommen, was leicht zur Hand war, und hat nur die nothwendigsten neu anfertigen lassen. So ist es z. B. sehr störend und wird ohne Zweifel vielfach zu Irrthümern führen, daß Seite 252 und 253 in den neben einander stehenden Grundrissen von SS. Sergius und Bacchus und Sa. Sophia zu Constantinopel die Kuppeln von fast gleichem Durchmesser erscheinen, während die des letzten Baues in Wirklichkeit fast doppelt so groß ist. Der Chor der Barbara-Kirche zu Kutenberg Seite 560 erscheint viel großartiger als jener des Doms zu Cöln Seite 547. Noch auffallender ist der Uebelstand, wenn man z. B. die Grundrisse Fig. 154 und 167 oder die Façaden Fig. 174 und 177 mit einander vergleicht. Während die Façaden Seite 487, 584, 605, 664 etc. durch größeste Klarheit sich auszeichnen, ist die Ansicht der Brauthür von S. Sebald in Nürnberg Seite 565 ziemlich verschwommen, die Ansicht von St. Maria Novella in Florenz Seite 642 sehr unbedeutend und die des Nürnberger Privat-Hauses Seite 760 entbehrt, abgesehen von einigen Fehlern, der rechten Charakteristik.

Von viel größerem Vortheil dagegen würde es sein, wenn es dem kunstsinigen Verleger gelingen möchte, sämtliche Illustrationen von derselben Hand (etwa von Baldinger) und in einheitlichem Maassstabe zeichnen zu lassen und zwar in solcher Anzahl, daß alle für die Geschichte der Architektur wesentlichen Dinge dargestellt wären, so daß der Beschauer beim Durchblättern des Buches, ohne den Text zu lesen, eine Uebersicht des Wichtigsten des in dem Buche Vorgetragenen erhalte. Das berühmte Werk des

französischen Architekten Viollet-le-Duc könnte in dieser Beziehung vielfach als Muster dienen.

Der eigentlichen Geschichts-Darstellung geht eine Einleitung voran, in welcher der Verfasser das Wesen der Architektur als Kunst, ihre Aufgaben und ihre Schranken in kurzen Zügen angedeutet hat. Außerdem ist an die Spitze eines jeden Abschnitts eine allgemeine Charakteristik von „Land und Leute“ gestellt, welche die breite Grundlage bildet und die allgemeinen Bedingungen angiebt, unter welchen die Architektur sich entwickelt hat.

Das ganze Werk ist in sechs Bücher eingetheilt.

Das erste Buch behandelt die alte Baukunst des Orients und zwar am ausführlichsten, weil am wichtigsten, die des alten Aegypten, dabei besonders die für die Erkenntnis der historischen Entwicklung den Anhalt bildenden Forschungen von R. Lepsius zu Grunde gelegt sind. Auch in Betreff der Architektur der Babylonier, Perser, Phönicier, Juden etc. sind die neuesten Forschungen benutzt.

Das zweite Buch Seite 95—210 umfaßt die Baukunst der Griechen, Etrusker und Römer. Die Darstellung des Systems der Architektur der Griechen, der ersten wirklich künstlerisch durchgeführten, beruht im Wesentlichen auf C. Boettichers großem, Epoche machenden Werke der Tektonik der Hellenen und ist mit vollstem Recht besonders eingehend (Seite 104—29) behandelt. Es ist eins der wichtigsten Capitel des ganzen Werkes, weil von der richtigen Auffassung derselben mehr oder weniger das Verständniß der Architektur aller folgenden Perioden abhängt.

In Betreff der viel besprochenen Frage nach dem Einfluß der Aegyptischen und Asiatischen Kunst auf die von Griechenland hat Lübke, gegenüber den früher schroff sich gegenüber stehenden Ansichten, die, wie es scheint, richtige Mitte gehalten. Bei der historischen Entwicklung giebt Lübke Seite 130—59 eine kurze Uebersicht über alle wichtigen noch erhaltenen Denkmäler. Bei den Etruskern können wir eine Entwicklung der Architektur noch nicht bemerken. Kaum läßt sich eine Charakteristik derselben mit Sicherheit aufstellen. Sie ist eigentlich nur von Wichtigkeit als Vorstufe für die Römische, welche, mit der Kenntniß neuer Constructionen versehen, die größten, praktischen Aufgaben zu lösen im Stande war, und Monumente von der großartigsten Wirkung hervorgebracht hat. Lübke schildert kurz das System der Römischen Architektur, bespricht die verschiedenen Arten der Gebäude und versucht dann eine Uebersicht der historischen Entwicklung, welche jedoch sehr mangelhaft ist, weil dafür — was sehr auffallend ist — alle Vorarbeiten fehlen. Ganz übergangen hat der Verfasser die meist sehr zierlichen Anlagen in Ziegelrohbau, über welche u. A. im Philologus Bd. XXIV. Seite 465—73 und Bd. XXVI Seite 376—80 gehandelt ist. Unter den Quellenwerken über die Denkmale Roms werden die großen Werke von Nibby und Reber, welche alles Wesentliche zusammen fassen, vermisst.

Viel besser als über die Römische Architektur sind wir — Dank den Forschungen von Bunsen, v. Quast, Salzenberg, Hübsch und Rahn — über die altchristlichen und Byzantinischen Denkmäler unterrichtet, welche im dritten Buche behandelt werden. Der Verfasser hat mit Verständniß das Wichtigste ausgewählt und mit Fleiß und Sorgfalt zusammen gestellt. Zu besserm Verständniß der Muttergotteskirche zu Constantinopel (Seite 259) dürfte die Hinzufügung des Grundrisses (davon ein Holzschnitt bei Schnaase, 2. Auflage Bd. III. Seite 177 sich findet) sehr erwünscht sein. Unter den späten Byzantinischen Bauten Seite 259 wäre es vielleicht angemessen, auch die Kirche S. Marco zu Venedig, welche Seite 416, und St. Front zu Perigueux, welche erst

Seite 429 besprochen sind, aufzuführen. Bei den Nachahmungen des Münsters zu Aachen Seite 266 dürfte noch der sogenannte alte Thurm zu Metlach zu nennen sein, welcher erst in der allerneuesten Zeit durch A. v. Cohausen in seiner ursprünglichen Form erkannt worden ist.

Bei der Darstellung der Mohamedanischen Baukunst, welche das vierte Buch einnimmt, fehlt der Hinweis auf das gelehrte und reizvolle Buch des Freiherrn v. Schack, welches am besten geeignet ist, in die Poesie und Kunst der Araber einzuführen und die hohe Cultur dieses Volkes während ihrer Herrschaft in Spanien und Sicilien klar vor Augen zu führen.

Im fünften Buche, in welchem die Architektur des Mittelalters mit besonderer Liebe sehr vortrefflich, klar und in übersichtlicher Anordnung, zuerst im Allgemeinen, dann in ihren einzelnen Werken, bei welchen jedoch eine größere Rücksichtnahme auf die historische Entwicklung der Formen wohl möglich gewesen wäre, dargestellt ist, hat der Verfasser auch die gebührende Rücksicht auf die Profan-Architektur, d. h. die Burgen, Stadtbefestigungen, Rathhäuser, Wohnhäuser etc., genommen. Die hohe Bedeutung der Marienburg ist freilich nicht in gebührender Weise gewürdigt. In die Beschreibung derselben haben sich einzelne kleine Irrthümer eingeschlichen. Ganz übergangen sind die Grab- und Ehrendenkmäler.

Die Geschichte der neuen Baukunst endlich, welcher das sechste Buch gewidmet ist, hat mancherlei Lücken. Die allgemeine Einleitung ist sehr vortrefflich, schildert Entstehung, Wesen und Resultate der Renaissance kurz, aber erschöpfend und mit großer Klarheit. Die Renaissance Italiens ist ziemlich vollständig, jene Frankreichs, wie es scheint, genügend dargestellt. Ueber die betreffenden Baudenkmäler beider Länder giebt es eine große Anzahl, zum Theil sehr umfassender Publicationen. Außerdem haben J. Burckhardt und W. Lübke selbst die Geschichte dieser Periode in besondern Werken eingehend behandelt. — Die Geschichte der Renaissance in Deutschland dagegen beschränkt sich auf die Anführung und kurze Charakteristik einiger hervorragender Bauwerke. Nürnberg und Danzig z. B., welche überaus reich sind an charakteristischen Denkmälern, sind nur kurz erwähnt. In Betreff der letztgenannten Stadt wäre auf das den Charakter sehr gut wiedergebende Werk von J. C. Schultz „Danzig und seine Bauwerke“ hinzuweisen. Für die Renaissance des Nördlichen Deutschlands ist Holland und besonders die Kunstweise der de Vries und des Arthur Quellinus von großem Einfluß gewesen. — Auf dem Gebiete der deutschen Renaissance fehlen eben noch alle Vorarbeiten. Nicht einmal das erste Auftreten und die Verbreitung derselben in Deutschland ist bis jetzt erforscht worden. A. Woltmann, A. v. Zahn und besonders Alwin Schultz arbeiten daran. Lübke selbst sammelt das Material zu einem eingehenden und umfassenden Werke über die Geschichte der Renaissance in Deutschland, davon jedoch erst einige Proben an die Oeffentlichkeit gelangt sind.

In dem letzten Capitel giebt Lübke eine klar gegliederte Uebersicht der Architektur in unserm Jahrhundert, indem er die Leistungen der hervorragendsten Architekten und der von ihnen gestifteten Schulen, welche sich an die großen Städte anschließen, in unparteiischer Weise kurz bespricht. Vermisst wird dabei jedoch der sonst überall durchgeführte Nachweis der größern Kupferwerke, welche Abbildungen der hervorragendsten Bauwerke enthalten.

Einige mit Sorgfalt gearbeitete Register erhöhen die bequeme Benutzung des schönen Werkes.

Die Ausstattung ist eine in jeder Beziehung würdige und ganz auf der Höhe der Zeit stehende. C. L.