

## Die Oberlandesgerichtsneubauten in Düsseldorf.

(Mit Abbildungen auf Blatt 36 bis 39 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Bereits Mitte der neunziger Jahre wurde im Abgeordneten-  
hause auf die Notwendigkeit der Errichtung eines zweiten  
Oberlandesgerichts für den stark bevölkerten Niederrhein hin-  
gewiesen; doch dauerte es bis zum Jahre 1904, bis die  
Staatsregierung dem Landtage einen Gesetzentwurf  
betr. die Abtrennung eines neuen Oberlandesgerichts-  
bezirks, mit dem Sitze des Gerichts in Düsseldorf,

könne. Am 16. September 1906 erfolgte die feierliche Er-  
öffnung des neuen Gerichts im Beisein des Justizministers  
Beseler. Bis zur Fertigstellung des für die neue Behörde  
geplanten Neubaus, mit dem gleichzeitig eine Dienstwoh-  
nung für den Oberlandesgerichtspräsidenten errichtet  
werden sollte, wurden die erforderlichen Geschäfts-  
räume zunächst in dem früheren Gebäude der Bergisch-

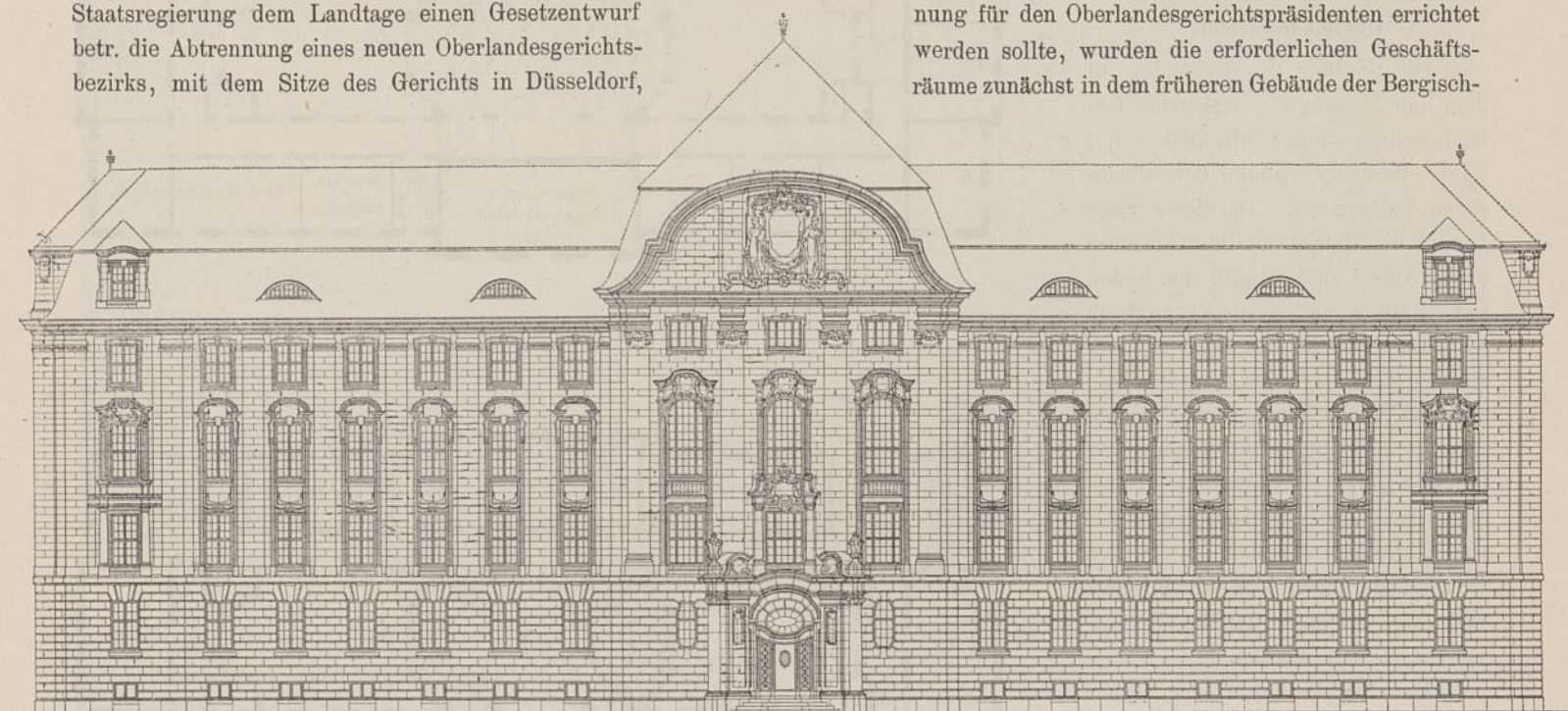


Abb. 1. Hauptfront des Geschäftsgebäudes an der Cäcilienallee.

unter der Begründung vorlegte, daß diese Maßnahme bei der  
Überlastung des Kölner Oberlandesgerichts im Interesse einer  
schnellen und ersprießlichen Rechtspflege eine zwingende  
Notwendigkeit geworden sei, die durch eine Vermehrung des  
Richterpersonals in Köln und Hamm nicht umgangen werden

Märkischen Bank am Königsplatz untergebracht, während die  
Oberstaatsanwaltschaft und die Justizhauptkasse in einem  
Privathause an der Eckstraße Unterkunft fanden; infolge der  
Vermehrung der Geschäfte wurde später ein zweites Privat-  
haus an der Josephinenstraße gemietet, in das der Ober-  
landesgerichtspräsident und der ganze Verwaltungskörper  
übersiedelten.

Der Bauplatz für das Geschäftsgebäude des Oberlandes-  
gerichts wurde durch Vertrag vom 20./21. Februar 1905  
von seiten der Stadt Düsseldorf an den Fiskus übereignet;  
für die Wahl dieses Platzes waren die besonders günstigen  
Ankaufsbedingungen, welche die Stadt stellte, ausschlaggebend.  
Auf der sog. Golzheimer Aue, nördlich vom städtischen Kunst-  
palast gelegen, bildet er mit dem für die Anlage des neuen  
Regierungsgebäudes bestimmten Bauplatze zusammen ein  
parallel zum Rheinstrom von Norden nach Süden lang-  
gestrecktes Rechteck mit unregelmäßiger Begrenzung der  
Südseite. Zum Bauplatz des Oberlandesgerichts wurde hiervon  
der nördliche, annähernd geviertförmige Teil mit einer Grund-  
fläche von 62,75 a bestimmt. Das Grundstück (Text-Abb. 2)  
liegt an drei Seiten frei und ist im Westen von der Cäcilien-  
allee, im Norden von der Klever Straße und im Osten von der

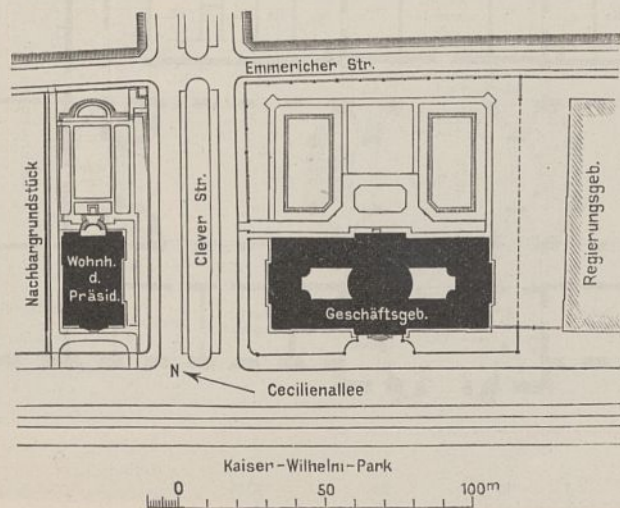


Abb. 2. Lageplan.

Emmericher Straße eingeschlossen. Die Cäcilienallee grenzt an den sich bis zur Kaianlage des Rheins erstreckenden neu angelegten Kaiser-Wilhelm-Park, die Emmericher Straße an einen verlassenen Friedhof mit schattigem Baumbestand, der ebenfalls zur Umwandlung in einen öffentlichen Park bestimmt ist. Das auf der Nordseite der Klever Straße gegenüberliegende Grundstück von 20 a Grundfläche wurde für die Errichtung des Dienstwohngebäudes für den Oberlandesgerichtspräsidenten erworben.

**A. Das Geschäftsgebäude für das Oberlandesgericht.**

Die Stellung des Gebäudes auf dem zur Verfügung stehenden Gelände wurde so gewählt, daß es mit seiner Westseite parallel dem Rheinstrom gelegen ist. In dieser Lage kommt die Hauptfront des Gebäudes (Text-Abb. 1 und Bl. 36) am besten zur Geltung und verdeckt zugleich das Hinterland für den Blick von der Rhein- und Hauptpromenadenseite; auf diese Weise konnte auch eine einheitliche Wirkung mit dem Regierungsgebäude, mit welchem das Oberlandesgericht die gleiche Baufluchtlinie innehält und dem es in den Hauptgliederungen des Grundrisses und der Aufrisse annähernd entspricht, erzielt werden.

Die Grundrißform des Oberlandesgerichts ist die eines Rechtecks von 73,10 · 29,76 m Seitenlänge ausschließlich der Risalite, welches zu einer von Westen nach Osten gehenden Achse symmetrisch zwei Höfe umschließt (Text-Abb. 5). Es besetzt kaum ein Drittel des verfügbaren Geländes und ist so angeordnet, daß spätere Erweiterungsbauten organisch und mit möglichst geringer Störung des Betriebes in östlicher Richtung angeschlossen werden können.

1. Gründung. Die Bodenverhältnisse waren nicht günstig. Der Bauplatz befindet sich in dem ehemaligen, die sogenannte Golzheimer Insel umschließenden Rheinstromgebiet, dessen Gelände ursprünglich durchschnittlich 4,80 m über Düsseldorfer Pegel lag. Im Jahre 1900 wurde es in Verbindung mit einer Rheinregulierung durch Auffüllung um etwa 4 m erhöht, um das Gelände für die Ausstellung 1902 nutzbar zu machen und später in den Kaiser-Wilhelm-Park einzubeziehen. Bei

einer eingehenden Untersuchung des Baugrundes und der Grundwasserverhältnisse durch Bohrungen und Anlage von Brunnenschächten wurde festgestellt, daß im allgemeinen drei Hauptschichten zu unterscheiden waren: a) Die bereits erwähnte lose gelagerte, aus lehmigem Sandboden, Rheinsand

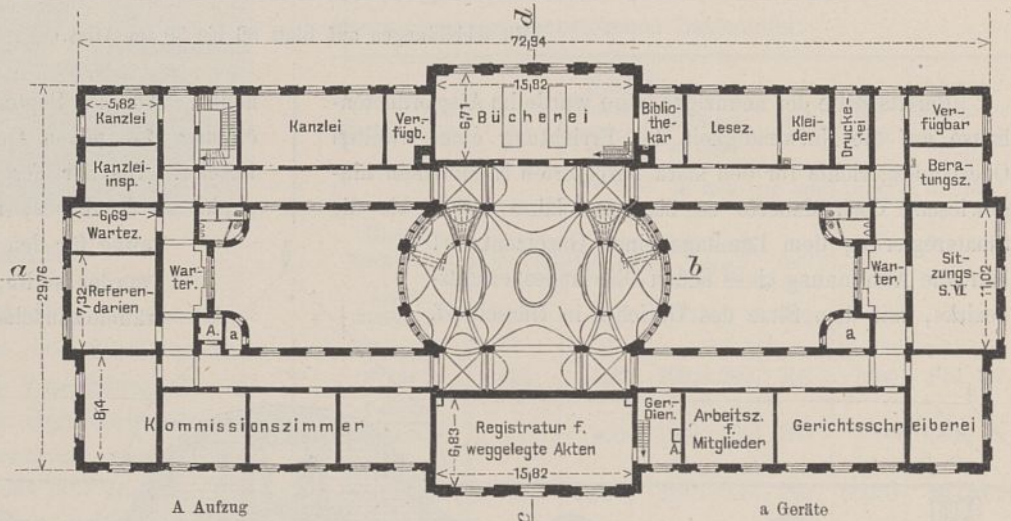


Abb. 3. Drittes Obergeschoß.

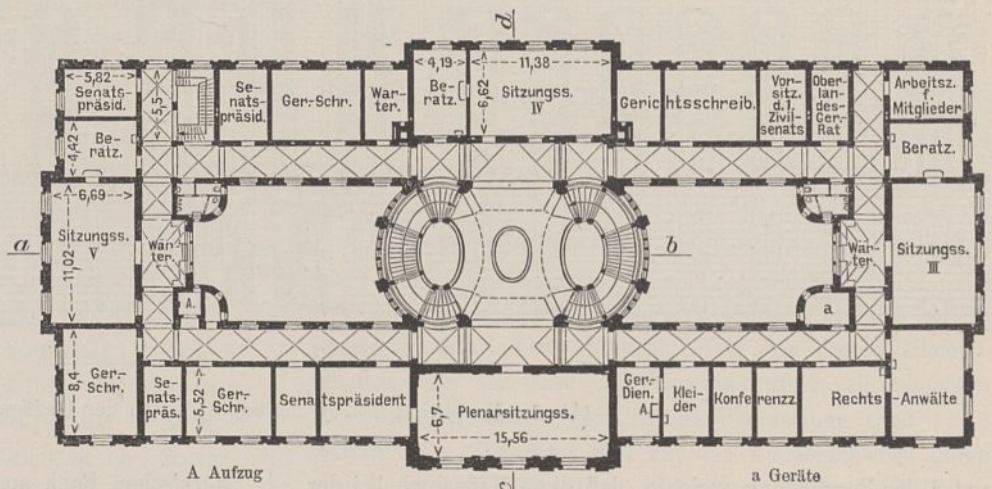


Abb. 4. Zweites Obergeschoß.

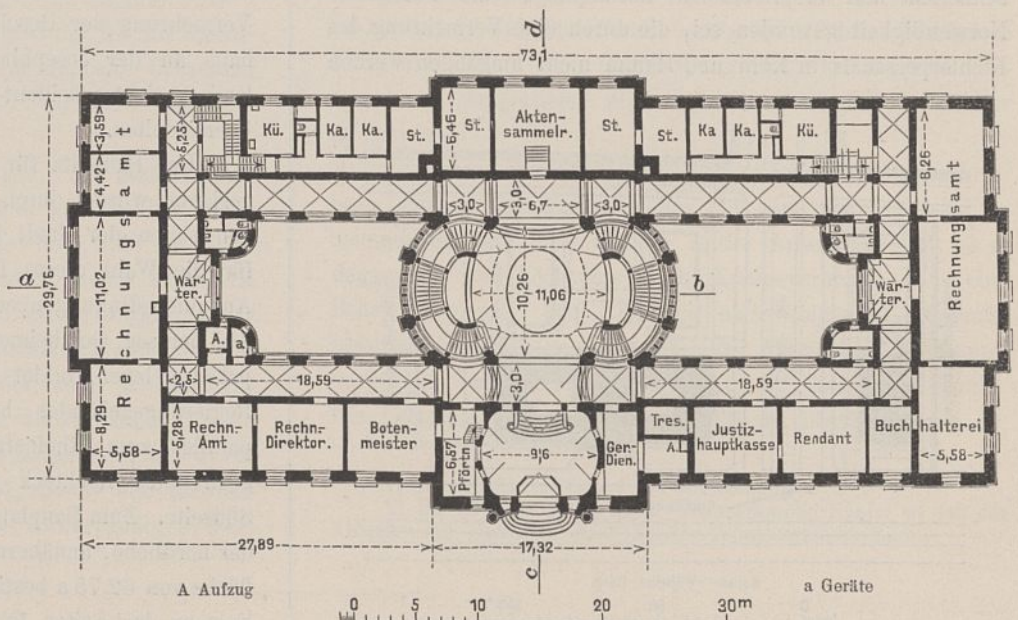


Abb. 5. Erdgeschoß.



Abb. 6. Rückfront an der Emmericher Straße.



Abb. 7. Haupteingang an der Cäcilienallee.

und -Kies sowie Schuttmassen bestehende Auffüllung (von 9,0 bis 4,8 m D.P.), b) eine Schicht, bestehend aus angespültem Sand mit einer blauen Tonschicht durchsetzt (von + 4,8 bis + 0 m D.P.), c) eine Schicht grobkörnigen Kieses.

Nach den Bohrerergebnissen mußte dieser rund 9,00 m unter der Oberfläche lagernde Kies als der sogenannte gute Baugrund betrachtet werden. Aber auch die darunter liegenden Schichten, nämlich die angeschwemmte Sandschicht sowie die Auffüllung vom Jahre 1900 konnten als Baugrund in Erwägung gezogen werden. Die Untersuchung der Tragfähigkeit dieser Auffüllung durch eingehende Belastungsproben ergab, daß eine Belastung von 1,3 kg/qcm eine durchschnittliche Zusammenpressung von 10 mm hervorbrachte, eine Pressung, die ohne weiteres zulässig war, falls sie überall gleichmäßig eintrat. Da hiermit aber nicht bestimmt gerechnet werden konnte, so wurde für eine Gründung auf dieser Sohle eine vermittelnde Zwischenkonstruktion zwischen Baugrund und Gebäude notwendig. Für die in Frage kommenden Gründungsarten wurden vergleichende Kostenberechnungen aufgestellt, und zwar für a) Eisenbetonpfahlgründung, hineinreichend in den gewachsenen Kies, b) Senkbrunnengründung, heruntergehend bis zum gewachsenen Kies, c) Sandschüttung mit einer Sohle auf rd. 6,0 m D.P., d) Eisenbetonplatte mit einer Sohle gleichfalls auf rd. 6,0 m D.P.

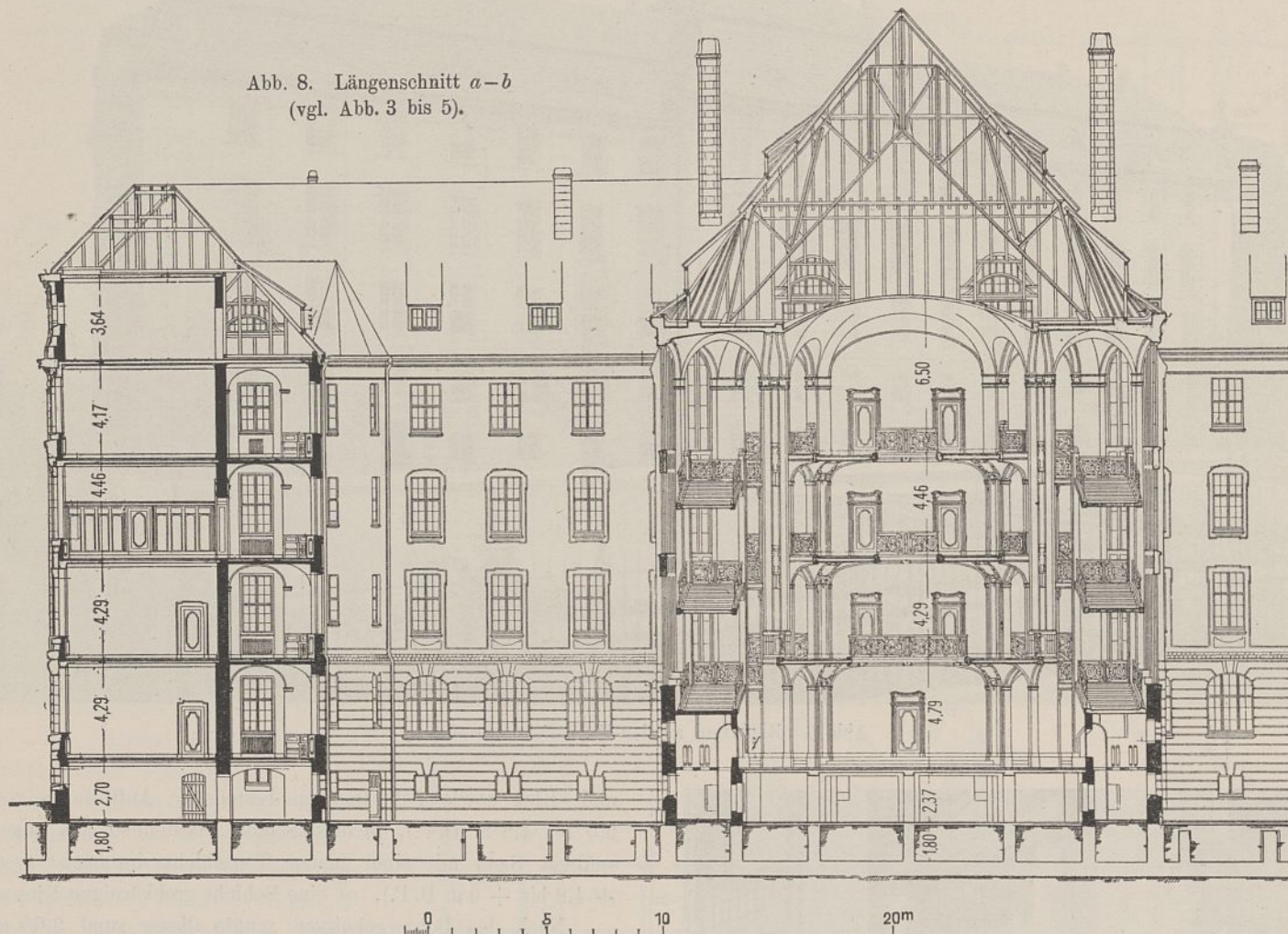
Werden die Kosten der Sandschüttung als Einheit angenommen, so ergab sich für die Eisenbetonpfahlgründung das 1,9fache, für die Senkbrunnengründung das 1,52fache,

für die Eisenbetonplatte das 1,24fache dieser Einheit. Die ersten beiden Gründungsarten konnten wegen der Höhe der Kosten nicht in Betracht kommen. Der Preisunterschied zwischen Sandschüttung und Eisenbetonplatte war so gering, daß sie durch die Vorzüge der letzteren, die eine vollständige Vermeidung von Rissebildung im Gebäude gewährleistete, vollkommen aufgewogen wurde. Man entschied sich darum

erhielt. Dasselbe geschah überall da, wo keine Bankette vorhanden waren, welche als Unterzüge für die Platte dienen konnten. In den tiefer liegenden Heizkellern wurden die Verstärkungsrippen unter die Platte gelegt.

Die Eisenbetonplatte erhielt eine Stärke von 0,70 m, die Bankette für das aufgehende Mauerwerk wurden 1,70 m hoch aufgeführt. Vor Beginn der Betonarbeiten wurde die Bau-

Abb. 8. Längenschnitt *a-b*  
(vgl. Abb. 3 bis 5).



für eine Gründung des Gebäudes mittels Eisenbetonplatte. Infolge der symmetrischen Anordnung des Grundrisses fällt der Schwerpunkt der Gebäudelasten mit dem Mittelpunkt der Grundfläche zusammen, ein Umstand, der für eine in sich zusammenhängende Gründung sehr günstig ist. Es wurde beschlossen, die Bankette der aufgehenden Mauern gleichfalls in Beton herzustellen, so daß sie die Unterzüge für die Platte bildeten. Die Höhe der Bankette ergab sich aus der Höhenlage der als gleichmäßig tragfähig befundenen Auffüllungsschicht (+ 6,1 m D.P.). Das Gesamtgewicht des Gebäudes einschließlich des Eigengewichts der Gründung und der Auffüllung auf derselben wurde zu 36 455 600 kg ermittelt. Bei einer Plattengröße von 27 180 700 qcm ergab sich also eine durchschnittliche Bodenpressung von

$$\frac{36\,455\,600}{27\,180\,700} = 1,34 \text{ kg/qcm,}$$

was als zulässig angesehen werden konnte. Hierbei erhielt die Platte allerdings einen so großen Überstand, daß die Rippen als Konsolen vorgezogen werden mußten. Die beiden Innenhöfe wurden mit in die Platte einbezogen, die hier zur Aufnahme der großen Biegungsspannungen Verstärkungsrippen

grube ausgeschachtet und eingeebnet, Sand- und Lehminseln sowie Schutt- und Baureste ausgehoben und die entstandenen Löcher mit Kies und Sand ausgekoffert; sodann wurde die gesamte Baugrube geschlämmt und gewalzt und die Baugrubenfläche auf + 6,10 m D.P. abgeglichen. Auf dieser vorbereiteten Bausohle wurden nochmals Probelastungen vorgenommen und sodann wurde mit der Herstellung der Betonfläche begonnen. Diese erfolgte in der Weise, daß zunächst eine dünne Lage Beton hergestellt wurde, auf welcher die unteren Bewehrungseisen der Platte und der Rippen verlegt werden konnten. Diese untere Bewehrung der Rippen wurde durch senkrechte Bügel mit der oberen Bewehrung in Verbindung gebracht. — Da der tiefer gelegene Heizkeller unter dem mittleren Hochwasserspiegel liegt, wurde eine Auskleidung der Sohle und der Umfassungswände mit Siebels Asphalt-Blei-Isolierrollen Nr. C von zweifacher Bleistärke ausgeführt, die nach innen durch eine 10 bzw. 20 cm starke Eisenbetonschicht geschützt wurde.

Die Bauzeit für die Herstellung der Platte (rd. 1900 cbm) und sämtlicher Bankette und Versteifungsrippen (insgesamt 1480 cbm) betrug sechs Wochen (April und Mai 1907).

2. Raumverteilung. Das Geschäftsgebäude enthält im wesentlichen ein 2,70 m, im Mittelbau 2,37 m hohes Kellergeschoß und vier Geschosse für Geschäftszwecke, deren Höhe von Oberkante bis Oberkante Fußboden der Reihe nach 4,29, 4,29, 4,46 und 4,15 m beträgt. Der Fußboden des Kellers liegt im allgemeinen auf + 8,60 m D.P., der des Heizkellers auf 6,80 m D.P. Die Höfe, zu denen eine Ein-

An die Haupttreppenhalle schließen sich die einseitigen, von den Höfen aus beleuchteten Flure. Die sechs Sitzungssäle des Senats sowie der Plenarsitzungsaal liegen in den Mittelrisaliten der vier Fronten. Die vom Publikum vorzugsweise zu besuchenden Räume sind möglichst in die unteren Geschosse gelegt. Das Erdgeschoß (Text-Abb. 5) nimmt außer den Wohnungen die Geschäftsräume der Kasse, die Botenmeisterei

und das Rechnungsamt auf; das erste Stockwerk außer zwei Senatssälen die Geschäftsräume des Oberlandesgerichtspräsidenten, des Generalienbureaus, die Oberstaatsanwaltschaft, verschiedene Zimmer für Senatspräsidenten und Präsidialräte sowie zwei Räume für die Anwaltskammer; das zweite Stockwerk (Text-Abb. 4) den in der Mitte der Hauptfront liegenden Hauptsitzungsaal, drei Senatssäle, den Rest der Zimmer für Senatspräsidenten, Gerichtsschreibereien, ein Arbeitszimmer für Mitglieder, Konferenzzimmer sowie zwei Räume für Rechtsanwälte, das dritte Stockwerk (Text-Abb. 3) einen Senatssaal, die Bücherei nebst Lesezimmer, ein Arbeitszimmer für Mitglieder und Kommissionszimmer sowie Geschäftszimmer von untergeordneter Bedeutung. Die Räume des mansardenartig ausgebildeten Dachgeschosses sind für weggelegte Akten bestimmt; zwei von diesen Räumen sind massiv ausgeführt.

3. Außenansichten. Die Lage des Gebäudes in unmittelbarer Nachbarschaft des weit größeren und in der Umrißlinie bewegteren Regierungsgebäudes ergab die Notwendigkeit einer geschlossenen Baumasse. Die drei Hauptfronten des Gebäudes sind entsprechend der für das Regierungsgebäude gemachten Annahme und zur Erzielung einer monumentalen ruhigen Wirkung durchweg in Sandstein und

zwar Unter- und Erdgeschoß in hellem gelblich-grauen Altleiningener und Dürkheimer Sandstein (Haardtgebirge), die oberen Geschosse in Altleiningener Sandstein ausgeführt (Bl. 36 und 37). Der Sockel des Untergeschosses besteht aus Basaltlava (Niedermendig). An der Rückfront, welche bei einer späteren Erweiterung Hoffront wird, sind nur die Gliederungen in Dürkheimer Sandstein ausgeführt, die Flächen dagegen sowie die Rustika des Erdgeschosses in Terranova-Putz, dem Sandstein entsprechend getönt und leicht gekörnt (Text-Abb. 6).

Die Architektur des Äußeren ist in freier Anknüpfung an die Formen der Spätrenaissance und des Barocks entworfen, dessen kennzeichnende Dachform bei der freien Lage des Gebäudes zur vollen Geltung kommt. Der Aufbau der Fronten erfolgte durch ein ringsum laufendes bandartiges Gurtgesims über dem als Rustika ausgebildeten Unter- und Erdgeschoß und durch Zusammenfassung der drei Obergeschosse. Im übrigen sind die Massen der vier Fronten durch Mittelrisalite gegliedert, deren Hauptgesims an der Vorder- und Rückfront um 1,30 m höher als das übrige Hauptgesims liegt; pilasterartige Wandstreifen lösen ringsum die Flächen der oberen

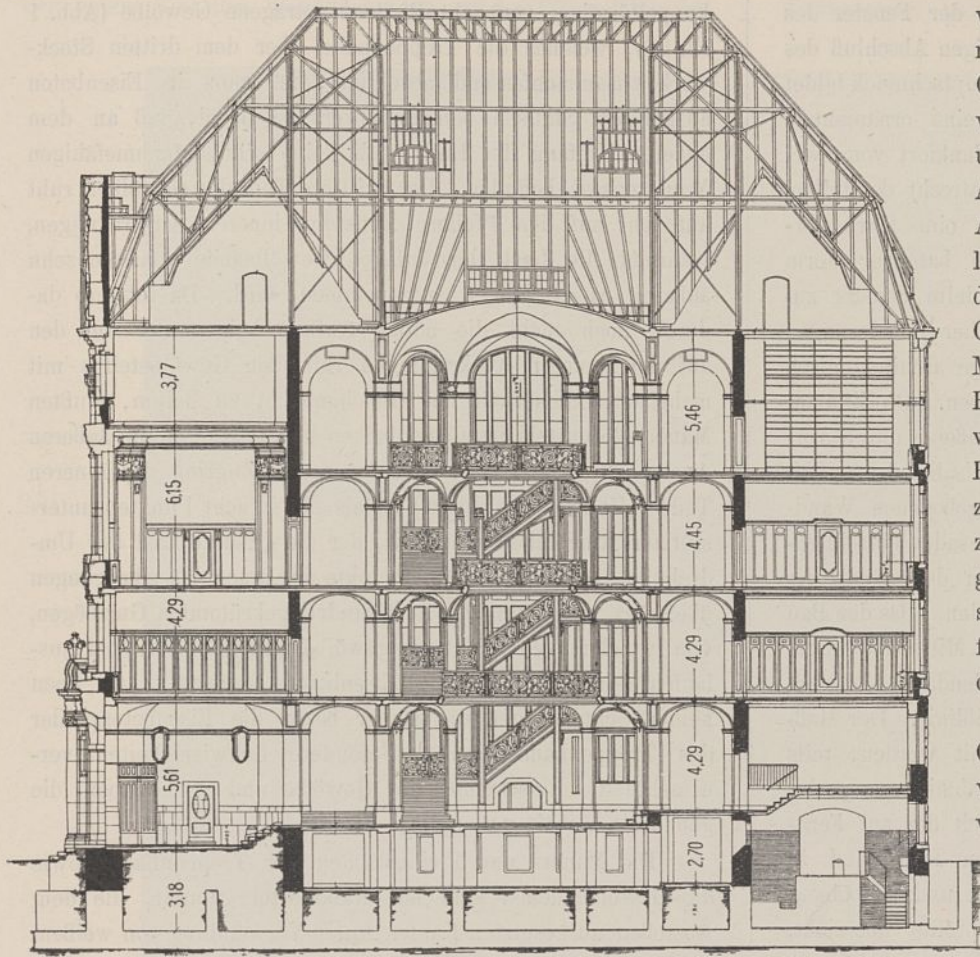


Abb. 9. Querschnitt c-d (vgl. Abb. 3 bis 5).

fahrt nicht für erforderlich gehalten wurde, liegen auf + 8,50 m D.P. Da die zwei auf der Rückseite des Gebäudes angeordneten Dienstwohnungen (für Kastellan und Heizer) nicht die volle Höhe des Erdgeschosses zu beanspruchen haben, ist ihr Fußboden um 0,85 m gehoben, so daß ihre Höhe 3,44 m beträgt. Dadurch wurden die im Kellergeschoß unter den Wohnungen liegenden Räume, deren Fußboden 1,80 m tiefer als der übrige Kellerfußboden liegt, für die Aufnahme der Heizungsanlage geeignet; die Höhe des Heizkellers beträgt 4,35 m.

Der Grundriß des Geschäftsgebäudes ist ein sehr einfacher (Text-Abb. 5). Für den Hauptverkehr durch die Behörde und das Publikum ist der in der Mitte der Hauptfront gelegene Haupteingang bestimmt; an der Rückseite (Text-Abb. 6) liegen zwei Nebeneingänge, die besonders dem Verkehr zum Untergeschoß, zu den Wohnungen und zur Nebentreppe dienen. Hinter dem Haupteingange liegt die geräumige Eingangshalle und in der Mitte des Gebäudes zwischen den beiden Höfen das Haupttreppenhaus, welches mit Rücksicht auf die spätere Erweiterung verhältnismäßig weiträumig angelegt worden ist (Text-Abb. 9).

Geschosse auf. Die Fenster des ersten und zweiten Stockwerkes sind an sämtlichen Fronten zusammengezogen, wodurch eine straffe, senkrechte Gliederung im Gegensatz zu der breiten Lagerung des Gebäudes zum Ausdruck gebracht wird. Der Mittelbau der Rheinfront (Bl. 37) zeigt im Verhältnis zu den in einfacheren Formen gehaltenen übrigen Bauteilen eine maßvolle Steigerung durch reichere Behandlung der ionischen Pilasterkapitelle, durch bewegtere Formen der mit kartuschenartigem Ornament verzierten Verdachungen der Fenster des Hauptsitzungssaales sowie durch den wuchtigen Abschluß des barock geschwungenen Rundgiebels. Den Hauptschmuck bildet ein großes rd. 4,80 m hohes Hochrelief, eine ornamentale Kartusche mit dem preußischen Wappen, flankiert von zwei weiblichen Figuren, die das Zivil- und Strafrecht darstellen. Der Haupteingang ist gekennzeichnet durch eine stark vortretende Portalarchitektur von entschieden barocker Form mit der das darüberliegende reicher behandelte Fenster zusammengezogen ist (Text-Abb. 7). Durch reichere Gliederungen und ornamentalen Schmuck sind nur wenige architektonisch wichtigere Punkte der Fassaden hervorgehoben. Die Zimmer der beiden Vorstandsbeamten werden im Äußeren durch vorgelegte Loggien gekennzeichnet (Bl. 36); die Risalite der Seitenfronten sind durch eine Attika mit leicht gebogenen Wandflächen abgeschlossen. Das Ornament der Fassaden einschließlich der Figuren des Hauptgiebels ist von dem Bildhauer August Bauer in Düsseldorf modelliert worden. Das den Bau gleichmäßig abschließende, nur über den Mittelbau höher geführte und wenig durchbrochene Mansardendach gibt dem Ganzen eine geschlossene und einfache Umrißlinie. Der Maßstab des Ganzen ist nicht zu klein gewählt worden, teils zur Vereinfachung der Formen und Herabminderung der Kosten, teils zur Erzielung größerer Klarheit der auf Fernwirkung berechneten Fassade. Die beiden Höfe sind in einfacher Weise in Wasserkalkmörtel geputzt und mit einem leichten Spritzbewurf, der auch die Putzprofile überzieht, versehen worden (Text-Abb. 11).

4. Innenausbau. Von den Räumen des Inneren haben die Vorhalle, die Haupttreppenhalle, der Hauptsitzungssaal, die sechs Sitzungssäle und die beiden Zimmer der Vorstandsbeamten eine reichere Ausbildung erhalten. Die Vorhalle, die Haupttreppenhalle und Flure (Abb. 1 bis 4 Bl. 38) sind in einheitlicher Weise mit korbogengewölbten Gewölben mit Stichkappen überdeckt. Auch bei der Ausbildung dieser Räume wurden die Formen der Spätrenaissance in freierer Behandlung zugrunde gelegt, was besonders die Ausgestaltung der Haupttreppenhalle mit den beiden symmetrischen geschwungenen Treppenarmen wesentlich erleichterte. Da es hier zur Erzielung günstiger Beleuchtungsverhältnisse auf besondere Leichtigkeit und Durchsichtigkeit der Konstruktion, sowohl der Treppen als der umgrenzenden Außenwände, ankam, so wurde die Eisenbetonbauweise in weitgehendem Maße angewendet; eine massive Stein- oder eine ummantelte Eisenkonstruktion würde in diesem Falle nicht ausgereicht haben.

Die Grundrißform der Treppenhalle ist eine eigenartige; zwei rechts und links symmetrisch in elliptischer Schraubenlinie bis zum dritten Stockwerk ansteigende Treppenarme, die von leichten Pfeilern getragen werden, schließen sich an den Mittelraum an, der in drei Geschossen durch ein korbogengewölbtes Gewölbe mit wagerechtem Spiegel überdeckt wird

(Text-Abb. 8 u. 9). Dieses Gewölbe ist mit Hilfe von Differender Trägern mit zwischengespannter Eisenbetonplatte und angehängter Rabitzkonstruktion ausgeführt worden; eine reine Eisenbetonbauweise verbot sich wegen des bei der geringen Stichhöhe auftretenden großen Gewölbeschubs. Die vier Geschosse der Treppenhalle sind mittels elliptischer Deckenöffnungen zu einer einheitlichen zusammenhängenden Raumwirkung miteinander verbunden. Das im mittleren Teile kuppelförmige, von acht Pfeilern getragene Gewölbe (Abb. 1 Bl. 38), welches die Treppenhalle über dem dritten Stockwerk zusammenfassend abschließt, ist ganz in Eisenbeton ausgeführt. Statisch bemerkenswert ist dabei, daß an dem äußeren Umfang der Halle sich keine schubaufnahmefähigen Mauer Massen befinden. Der mittlere Teil des Gewölbes ruht auf acht auf den Pfeilern lastenden inneren Auskragungen, während die Last der äußeren Gewölbeteile von sechzehn äußeren Auskragungen aufgenommen wird. Da letztere dadurch noch nicht die nötige Auflast bekommen, um den auf den inneren Auskragungen ruhenden Gewölbeteilen mit mehrfacher Sicherheit das Gleichgewicht zu halten, mußten Mauerteile mittels Eisenbetonbalken und Ankern an die äußeren Auskragungen angehängt werden. Der Zugring des inneren Teiles (Umdrehungskuppel) ist als ein in acht Punkten unterstützter Ringbalken aufgefaßt, der die gesamte Last der Umdrehungskuppel auf die Endpunkte der inneren Auskragungen überträgt. Die zum Teil im Grundriß gekrümmten Gurtbögen, von welchen die Stichbogengewölbe gegen die Kuppel auslaufen, sind gleichfalls in Eisenbeton hergestellt; sie üben keinen Schub gegen die Mauer bzw. die Eisenbetonpfeiler des Treppenhauses aus. Besondere Schwierigkeiten verursachte die Einschalung der Gewölbe und Stichkappen, die genaueste Arbeit verlangte.

Die Mauer- und Pfeilerflächen der Treppenhalle sowie die Gewölbeflächen sind mit Kalkmörtel geputzt, die dem Abstoßen ausgesetzten Kanten unter Verwendung von weißem Zement, in maßvoller Weise beleben Stuckprofile und Ornamente die architektonisch bedeutsamen Punkte (Abb. 2 bis 4 Bl. 38). Die Wand- und Pfeilersockel bestehen aus Kunststein; die Hauptstützen des Hallenbaues und die vier tragenden Hauptpfeiler der Treppe, die durch vier Geschosse reichen, sind durch Verkleidung mit gelbgetöntem Stuckmarmor besonders gekennzeichnet. Auf den Marmorton ist die übrige in Kaseinfarben ausgeführte Bemalung der Decken und Wände, die in der Hauptsache graue, gelbe und weiße Töne nebst Vergoldung aufweist, abgestimmt werden. Die schmiedeeisernen Brüstungsgitter der Treppen und Hallenabschlüsse sind in Altbronzetönen gehalten. Die Wirkung der Treppenhalle steigert sich im dritten Stockwerk, wo das oben erwähnte kuppelartige Gewölbe mit Stichkappen in lebhafterer Bemalung den ganzen Raum zusammenfaßt und wirkungsvoll abschließt (Abb. 1 Bl. 38).

Hohe, durch sämtliche Geschosse reichende Fenster mit hellfarbiger geometrisch gemusterter Bleiverglasung führen dem Treppenraum reichlich Licht zu (Text-Abb. 11). Der Fußboden hat in der Vorhalle und im Erdgeschoß der Halle hellfarbigen Fliesenbelag, in den übrigen Geschossen sowie in den Fluren Linoleumbelag in graublauer Tönung erhalten; auch die in Eisenbeton ausgeführten Treppenstufen sind in den Auftritt- wie in den Stoßflächen mit Linoleum bekleidet

und mit breiten Vorstoßschieben in Prinzco-Metall versehen. Die dem Zerstoßen besonders ausgesetzten Oberflächen der Treppenwangen ebenso wie die Sockel unterhalb der Brüstungsgitter sind in Terrazzo ausgeführt, desgleichen die Sockelleisten sämtlicher Flure.

Die Ausstattung der Flure ist einfacher, schließt sich jedoch in den Grundzügen derjenigen der Treppenhalle an; der untere Teil der Wandflächen in rund 1,90 m Höhe ist

werk der Türen ist auf der Zimmerseite dunkelbraun gebeizt, lasiert und lackiert, ein Ton, der zu jeder Tapete paßt; die Fenster sind im inneren wie im äußeren weiß gestrichen und lackiert.

Im Sinne eines einfach-vornehmen Arbeitszimmers sind die Zimmer des Oberlandesgerichtspräsidenten und des ersten Staatsanwalts gehalten; ein graugrün gebeiztes einfaches Eichenpaneel von rund 2,35 m Höhe mit eingebautem



Abb. 10. Senatssitzungssaal.

durch Bemalung in Kaseinfarbe in Felder aufgeteilt; in der Halle und einigen als Warteräume dienenden Erweiterungen der Flure ist dieser paneelartige Sockel durch größere Höhe und reichere farbige Behandlung ausgezeichnet. Die übrig bleibenden Wandflächen, die Gewölbe und die geraden Decken des Flures im dritten Stockwerk sind in Leimfarbe gemalt, in der Halle ist durchweg Kaseinfarbe verwendet. Das Holzwerk der aus gesperrtem Kiefernholz gefertigten Türen der Geschäftsräume ist je nach den Geschossen in verschiedenen Tönen, graugrün, braun, rot und grau lasiert; die Türen der Säle sind durch reichere Umrahmungen und Verdachungen hervorgehoben.

Die Ausstattung der Geschäftszimmer des Hauses ist ihrem Zweck entsprechend eine einfache; die Wände sind bis etwa 1 m unterhalb der Decke tapeziert, im übrigen wie die Decken in Leimfarbe gestrichen; die Decken in den Zimmern der höheren Beamten und in einigen bevorzugten Räumen haben gezogene Stuckprofilierungen erhalten; einige wenige Räume sind in lebhafteren Tönen bemalt. Das Holz-

Kleiderschrank und Waschtisch, Bücherschrank, Ecksopha und Standuhr, darüber gemusterte Tapetenflächen und eine hellgetönte leicht profilierte Stuckdecke. Die Möbel, ein großer Schreibtisch mit Aufsatz, Aktengestell, zwei Tische, Sessel und Stühle mit braunem Kunstlederbezug, alles in einfachen Formen und aus gleich gebeiztem Eichenholz, vervollständigen die Ausstattung des Raumes.

Die Ausbildung der sechs Senatssäle (Text-Abb. 10 und Abb. 2 Bl. 39) stimmt in den Grundzügen überein; die Wände sind mit einem rund 2,50 m hohen Holzpaneel bekleidet, so daß die nicht axiale Lage verschiedener Türen, die innerhalb des Paneels liegen, nicht auffällt; die größeren Flügeltüren sind mit reichere Bekleidung und gekröpfter Verdachung versehen; die Holzprofilierung ist leicht und wenig vortretend, Holzschnitzereien sind vermieden, dagegen maschinenmäßig angefertigte Well- und ornamentale Zierleisten viel verwendet. Die Säle sind in verschiedenen gebeiztem Eichenholz, einer in hellrötlichem Red-wood, einer in Rüsternholz ausgeführt, die Leisten sind meist dunkel abgesetzt. Die Deckenausbildung war durch

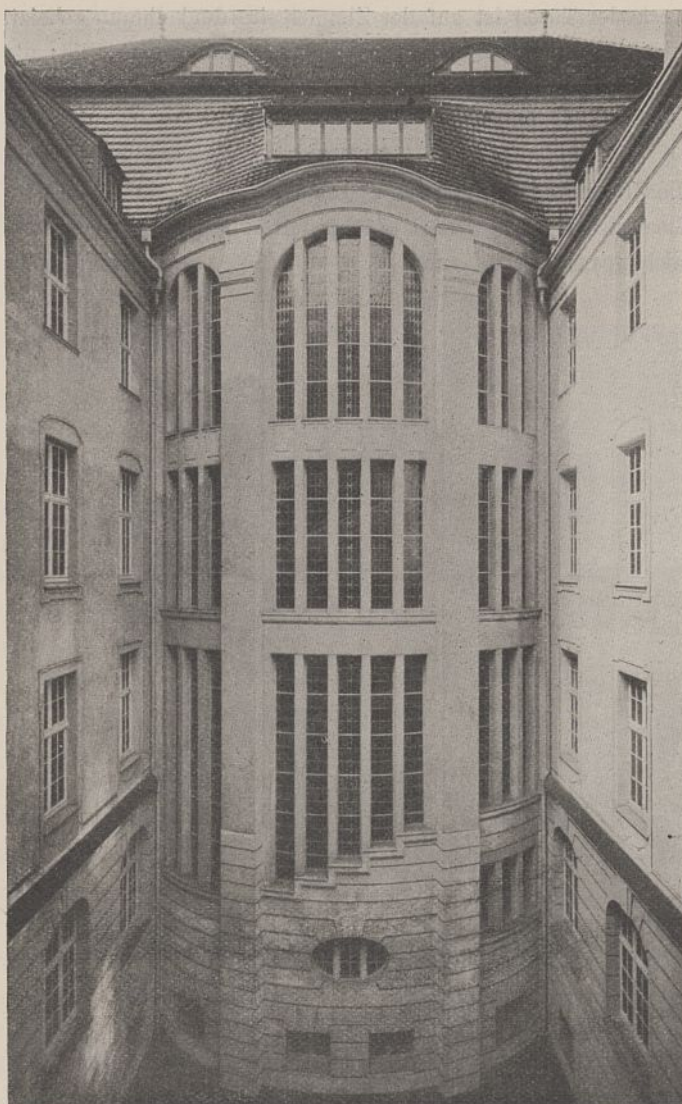


Abb. 11. Hofansicht des Treppenhauses.

die vorhandenen Unterzüge festgelegt, so daß es nur übrig blieb, diese Zwischenfelder durch Stuckprofilierungen mit wenigen angetragenen Ornamenten zu beleben. Zu den Beratungszimmern führen Doppeltüren. Bei einem Teil der Säle sind die Wände in Kaseinfarben reich bemalt, die Decken dagegen einfach in wenigen Tönen abgesetzt; bei den übrigen Sälen haben die Decken reichere Bemalung erhalten, während die Wände mit einem einfachen Schablonenmuster bemalt sind. Die Möbelausstattung der Säle entspricht in Holzart, Ausführung und Farbe den Paneelen.

Eine von breiten Marmorlisenen eingefasste und mit einer großen vergoldeten Kartusche in angetragener Stuckbekrönte Flügeltür kennzeichnet den Hauptsitzungsraum, der als der bedeutsamste Amtsraum des Hauses eine bevorzugte Ausstattung erhalten hat und eine Höhe von 6,15 m aufweist (Abb. 1 Bl. 39). Die Wände sind entsprechend den Fensterpfeilern durch 3,85 m hohe Doppelpilaster in gelbgrauem Lahntalmarmor (Famosa, hell) geteilt, die durch ein 2,40 m hohes Marmorpaneel aus demselben Gestein verbunden sind; der Sockel ist in Famosa dunkel gehalten. Die Wirkung des Marmors wird durch andersfarbige Einlagen sowie durch verzierte Stäbe und kartuschenartige Ornamente in Bronze gehoben; in der Marmorbekrönung der Haupttür befindet sich eine Uhr mit Bronzeumrahmung. Die in Stuck hergestellten Pilasterkapitelle und die wagerechte Decke sind reich profiliert

und haben bedeutsamen z. T. angetragenen ornamental und figürlichen Schmuck erhalten. Die Bemalung in Kaseinfarben ist auf die Farbe des Marmors abgestimmt; die baulichen und ornamental Teile der Wände und Decken sind reich vergoldet, um einen wirksamen Rahmen für die in Aussicht genommene Ausmalung der Wandflächen zu bilden, die durch den Maler Spatz in Düsseldorf erfolgen soll und wofür die Mittel vom Kultusminister zur Verfügung gestellt sind. Das Holzwerk der Türen und der Tische ist dunkles Mahagoni; die Stühle sind aus Buchenholz hergestellt und in Mahagoniton gebeizt; Tische und Stühle haben Einlagen von braunem Kunstleder. Ein dunkelbrauner Linoleumfußboden und sechs Beleuchtungskörper in Altmessing vervollständigen den festlichen Eindruck des Saales.

Im dritten Stockwerk des Mittelbaues der Hinterfront ist die Bücherei untergebracht, die nach dem Speicherungsverfahren (Lipmannsche Regale) in zwei rund 2,75 m hohen Geschossen in Eisenkonstruktion mit Betonzwischendecken und Galerien ausgeführt ist; sie dient zur Unterbringung von rund 25 000 Bänden.

Das mit der Bücherei in Verbindung stehende Lesezimmer hat im unteren Teil der Wandfläche eine Stoffbespannung zwischen Eichenholzrahmen erhalten.

5. Heizung und Verschiedenes. Die Heizung des Gebäudes ist für die Vorhalle und die Haupttreppenhalle als Niederdruckdampfheizung, für die Flure und Geschäftsräume als Niederdruckwarmwasserheizung ausgeführt. Die Dienstwohnungen haben Ofenheizungen erhalten. Als Wärmeentwickler sind ein Dampfkessel von 12 qm Heizfläche und drei Wasserkessel von je 25 qm Heizfläche vorhanden, sämtlich als liegende schmiedeeiserne Walzenkessel mit Flammrohr, Füllschacht und Siederöhren ausgeführt; bis zu einer Außentemperatur von  $+ 0$  genügt zum Betriebe im allgemeinen ein Warmwasserkessel, sonst zwei; der dritte ist zur Aushilfe vorhanden. Die Heizung ist für  $- 15^{\circ}$  Außentemperatur berechnet. Als Brennstoff dient Hüttenkoks, der mittels eiserner Kippwagen auf Schienen aus den Kohlenräumen, die in gleicher Höhe mit den Schüttlöchern liegen, herangefahren wird. Die Verteilungsleitung für die Warmwasserleitung liegt im Dachboden, die Heizkörper bestehen aus glatten Radiatoren auf Konsolen, die in den Fensterbrüstungen aufgestellt sind und in den Sälen und einigen bevorzugten Räumen Verkleidungen aus Holz mit Eisen- oder Bronzeplatten erhalten haben; die senkrechten Heizschlitze sind im unteren Teil mit abnehmbarem Eisenblech geschlossen. Für die Treppenhalle sind zwei Heizkammern unter den unteren Treppenläufen, die für Frischluft- und Umlaufheizung eingerichtet sind, angeordnet. Für die Lüftung der Geschäftsräume einschl. der Säle wurde die Anlage von Glasjalousien in den Oberflügeln der Fenster für genügend gehalten, da der Personenverkehr im Gebäude nur gering ist; nur der Hauptsitzungsraum und die Treppenhalle haben obere, durch Jalousieklappen verschließbare Abluftöffnungen erhalten.

Die Wasserleitung und Entwässerungsanlage sind an das städtische Leitungsnetz angeschlossen. Die Beleuchtung ist durchweg elektrisch und erfolgt durch Anschluß an das Niederspannungsverteilungsnetz des städtischen Elektrizitätswerkes, und zwar sind überall Metallfadenlampen bei einer Stromspannung von 220 Volt, zur Anwendung gekommen.



Ein Umformerraum ist im Untergeschoß für etwaige spätere Benutzung vorgesehen.

Ein elektrisch betriebener Personenaufzug, ein vom Keller bis zum Dachboden führender elektrischer Aktenaufzug sowie ein kleinerer Handaktenaufzug sind vorhanden. Neben einer elektrischen Klingelanlage und einer inneren Fernsprechanlage mit Tischstationen und Linienwähler für einzelne höhere Beamte sind zwei Haupt- und ein Nebenanschluß an das Fernsprechnet der Hauptpost eingerichtet, ebenso eine Feuermeldeanlage und eine elektrische Uhrenanlage mit Anschluß an das Leitungsnetz der Normalzeit-A. G.

Die gesamte innere Einrichtung ist neu beschafft worden. Für die gewöhnlichen Geschäftszimmer wurden die Möbel aus Kiefernholz zur Erzielung einer einheitlichen Wirkung wie die Türen dunkelbraun gebeizt, lasiert und lackiert, für die bevorzugteren Geschäftsräume und Säle ist gebeiztes und gewachstes Eichenholz verwendet; die Füllungen der

einfach gehaltenen Möbel sind durchweg gesperrt. Die Beleuchtungskörper wurden aus Messing in Altmessing- bzw. Bronzeton in einfachen Formen angefertigt.

Der hinter dem Gebäude liegende für die spätere Erweiterung bestimmte Teil des Bauplatzes hat auf dem kiesigen Grund eine Auffüllung mit Mutterboden von 50 cm Höhe erhalten und ist mit einfachen Gartenanlagen in geometrischer Form versehen worden; er wird von einem schlichten schmiedeeisernen Gitter mit Trachytzwischenpfeilern umschlossen. Als Abgrenzung der 7,50 m tiefen Vorgärten, die im Besitz der Stadt verbleiben, genügte eine niedrige Steinschwelle aus Trachyt.

Die umfangreichen Vorarbeiten zur Einleitung des Baues nahmen wegen der schwierigen Gründung die Zeit vom April 1906 bis April 1907 in Anspruch: die eigentliche Bauausführung dauerte bis April 1910. Die Einweihungsfeier fand am 30. April 1910 in Gegenwart des Justizministers Beseler und des Finanzministers Freiherrn v. Rheinbaben statt.

Die Kosten des Geschäftsgebäudes belaufen sich ohne die Grunderwerbskosten und die ortstatutarischen Beiträge zu den Straßen- und Kanalbaukosten auf rund 1293975 Mark.

Hiervon entfallen auf:

1. das Geschäftsgebäude selbst einschl. sächlicher Bauleitungskosten . . . . . 982 415 Mark
2. die Nebenanlagen . . . . . 53 039 „

3. die innere Einrichtung . . . . . 127 087 Mark
4. die künstliche Gründung . . . . . 131 434 „

Für 1 cbm umbauten Raumes (43 634 cbm) ergibt sich ein Preis von rund 22,5 Mark.

**B. Das Dienstwohngebäude für den Oberlandesgerichtspräsidenten.**

Der Bauauftrag für die Ausführung der Dienstwohnung wurde am 24. April 1907 erteilt. Als Bauplatz wurde wie bereits oben erwähnt, ein 20 a großes Baugelände nördlich der Klever Straße von der Stadt Düsseldorf erworben (Text-Abb. 2). Die Bodenverhältnisse waren ähnliche wie auf dem Bauplatz für das Geschäftsgebäude; auch hier waren hauptsächlich drei Bodenschichten zu unterscheiden. Probelastungen ergaben, daß die an und für sich ungünstige und ungleichmäßig verdichtete Auffüllung vom Jahre 1900 in beschränktem Maße tragfähig war und den Druck ohne schädliche Nebenwirkungen auf die unsicheren angeschwemmten

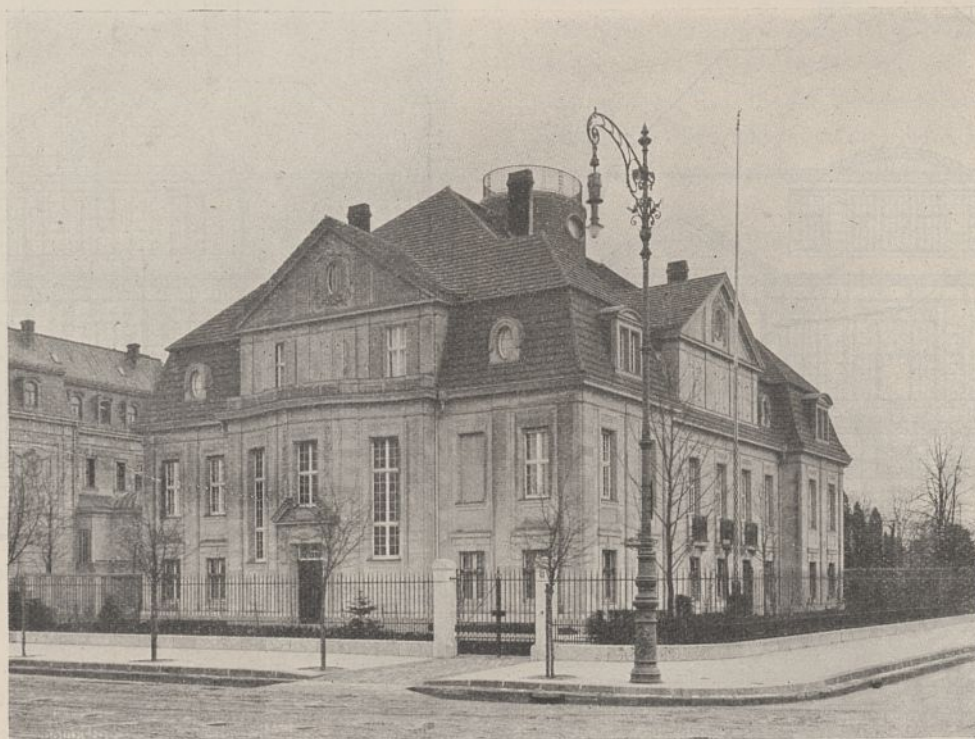


Abb. 12. Dienstwohngebäude für den Oberlandesgerichtspräsidenten. Eckansicht Cäcilienallee und Klever Straße.

Sandschichten übertrug, wenn die Oberfläche durch Schlämmen und Stampfen weiter verdichtet wurde und nach sorgfältiger Untersuchung alle Schutt- und Grundmauermassen aus der kiesigen Auffüllung ausgesondert waren. Günstig war der Umstand, daß das Dienstwohngebäude im Gegensatz zu dem hohen Geschäftsgebäude nur Untergeschoß, Erdgeschoß und ein ausgebautes Dachgeschoß besaß, so daß verhältnismäßig nur geringe Lasten zu übertragen waren. Nach Aufstellung vergleichender Kostenüberschläge wurde es hiernach als zweckmäßig und wirtschaftlich erachtet, die oberen Schichten der kiesigen und teilweise für die Wiederverwendung geeigneten Aufschüttung etwa 60 cm stark in 20 cm hohen Lagen unter Stampfen und Spülen nach Art einer Kiesandschüttung zu verdichten und darauf die Betongrundmauern aufzusetzen, die für 1,5 kg Bodenpressung berechnet und entsprechend verbreitert wurden. Rundeiseneinlagen mit einem Splintanker an den Kreuzungspunkten sicherten das Grundmauerwerk gegen unvorhergesehene Biegemomente und Rissebildungen.

Der Neubau liegt allseitig frei auf dem von drei Straßenzügen und nördlich von dem v. Burgsdorffschen Anwesen begrenzten Baublock. Die Stellung des Bauwerks wurde einerseits durch die allgemeinen Baupolizeibestimmungen und die Bestimmungen des Kaufvertrages, andererseits durch

die Rücksicht auf Schaffung eines möglichst zusammenhängenden, gegen Störungen durch Straßenpublikum und die vom Rhein kommenden Westwinde geschützten Gartens festgelegt.

Die Raumverteilung geht aus den beigegebenen Grundrissen (Text-Abb. 15 bis 17) hervor. Das Gebäude enthält

wegen seiner größeren Grundfläche eine entsprechende Höhe von 4,80 m erhalten. Die Schlafzimmer mit Nebenräumen, die Kinder- und Fremdenzimmer liegen im Obergeschoß; sie haben senkrechte ausgemauerte Mansardwände, erhalten, in denen Wandschränke eingebaut wurden. Ein Teil des Dachgeschosses ist ebenso wie der Raum über der

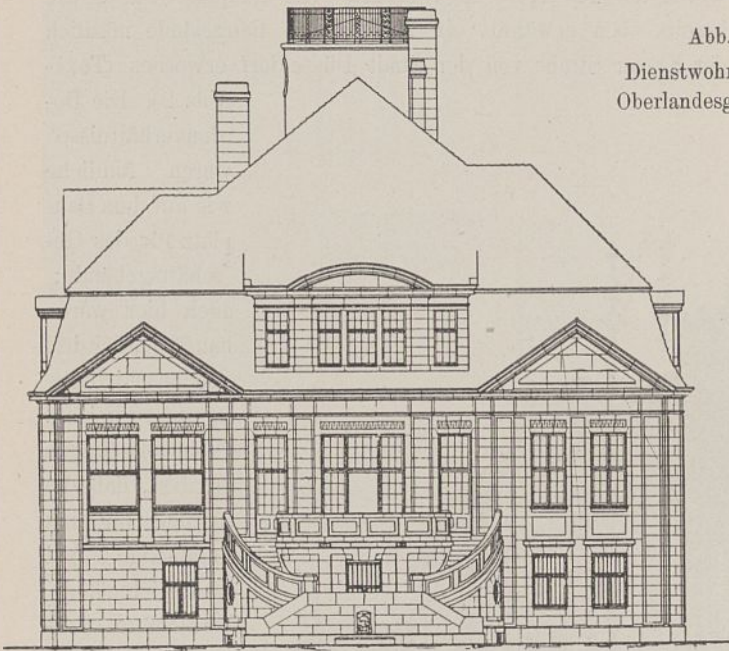


Abb. 13. Gartenansicht.

Abb. 13 bis 17.  
Dienstwohngebäude für den  
Oberlandesgerichtspräsidenten.

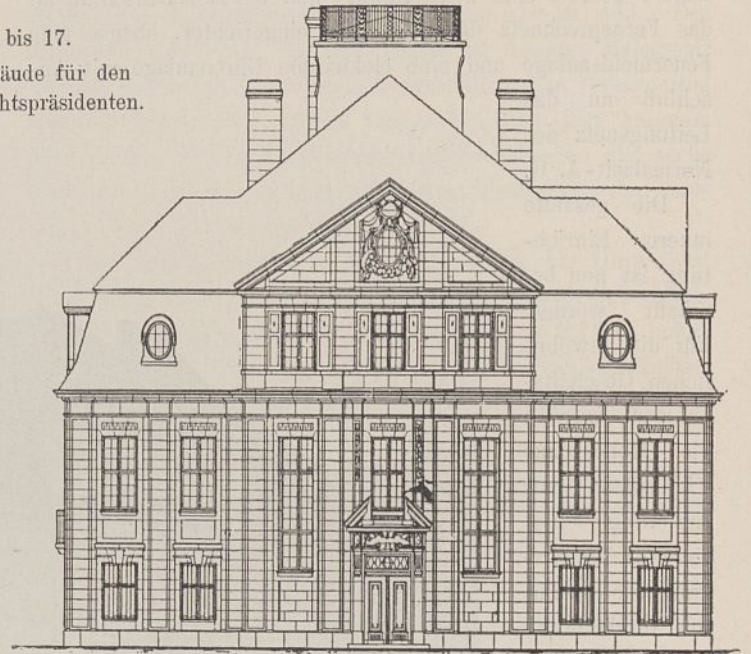
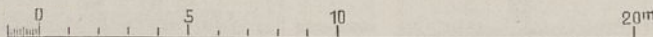


Abb. 14. Front an der Cäcilienallee.



ein Sockelgeschoß von 3,30 m, ein Erdgeschoß von 4,30 m und ein ausgebautes Mansardgeschoß mit massiven Giebelaufbauten von 3,80 m Höhe. Im Sockelgeschoß, dessen Fußboden etwa 20 cm über dem Gartenland und 60 cm über der Straßenkrone liegt, sind die Kleiderablagen, Wirtschafts- und Dienstbotenräume sowie zwei kleine nur wenig vertiefte Keller für Vorräte und Heizung untergebracht; die Lage des Dienerzimmers ermöglicht die gleichzeitige Beobachtung des Haupt- und Nebeneinganges.

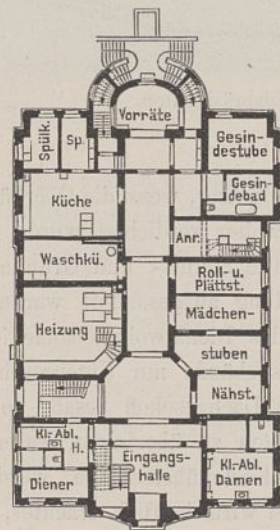


Abb. 15. Sockelgeschoß.

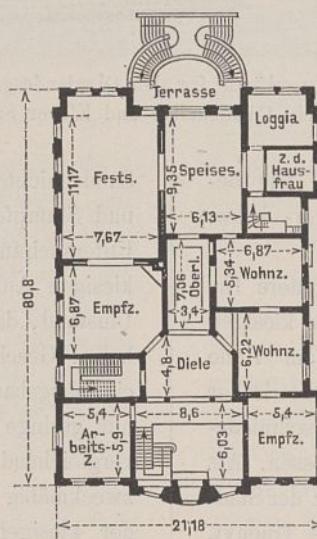


Abb. 16. Erdgeschoß.

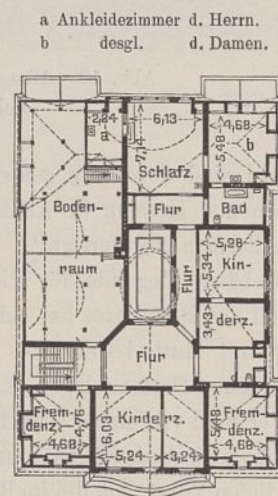
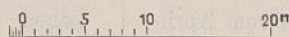


Abb. 17. Dachgeschoß.



Das Erdgeschoß (Text-Abb. 16) enthält die Wohn- und Gesellschaftsräume, die um einen Oberlichtraum in Dielenform so gelagert sind, daß sie bei festlichen Gelegenheiten im Zusammenhang benutzt werden können; durch den Speisesaal und den Festsaal ist über einen weiten Terrassenvorbau mit Freitreppe und Brunnenanlage eine Verbindung nach dem rückwärtsgelegenen Garten geschaffen. Der Speisesaal hat

Kehlbalkenlage als Trockenspeicher und Lagerboden ausgenutzt.

Die Fassaden sind in den schlichten Formen des späten Barocks (Louis seize) über einem Sockel aus hellfarbigem Westerwälder Trachyt in Weiberner Tuffstein ausgeführt worden (Text-Abb. 12 bis 14). Die Dachdeckung ist auf hölzernem Dachstuhl aus Wieslocher roten Biberschwänzen in böhmischer Deckung mit Ausrundung der Kehlen und Überdeckung der Giebelrücken erfolgt. Mit ebensolchen Ziegeln ist der ovale Oberlichtaufbau eingedeckt worden, so daß das geschlossene, gleichfarbige Dach sich wirkungsvoll gegen die hellen Umfassungswände und das Grün der Umgebung abhebt und das Gebäude weithin sichtbar als Wohnhaus kennzeichnet.

Im Untergeschoß liegen die kiefernen Fußböden der Dienstbotenräume auf Lagerhölzern; die Küchen, Anrichten, Spülräume, die Eingangsflure und Kleiderablagen haben farbige

weil seiner größeren Grundfläche eine entsprechende Höhe von 4,80 m erhalten. Die Schlafzimmer mit Nebenräumen, die Kinder- und Fremdenzimmer liegen im Obergeschoß; sie haben senkrechte ausgemauerte Mansardwände, erhalten, in denen Wandschränke eingebaut wurden. Ein Teil des Dachgeschosses ist ebenso wie der Raum über der

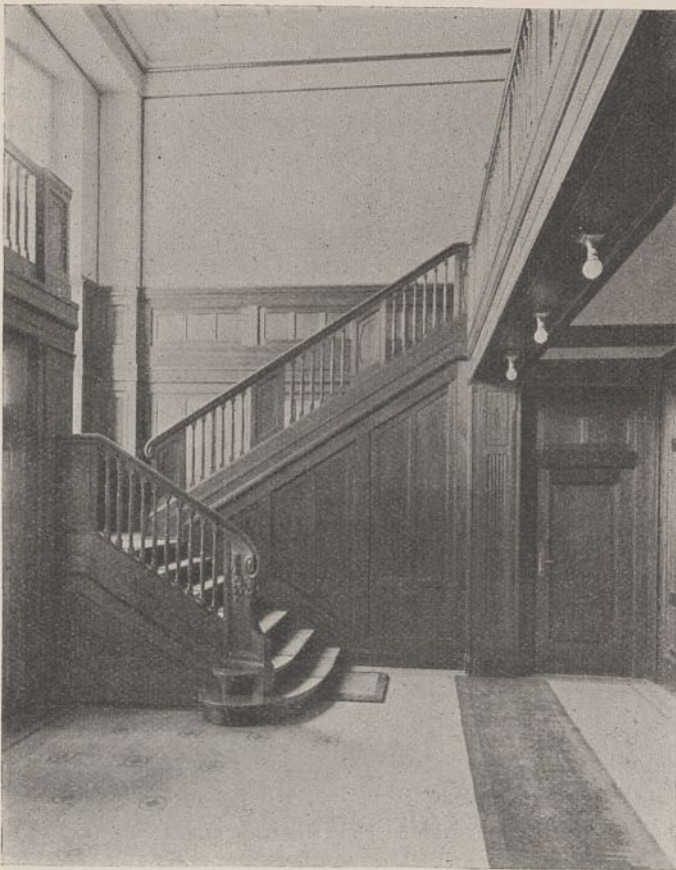


Abb. 18. Eingangshalle.

Plattenbeläge erhalten, die im Farbton mit den Wandbekleidungen zusammengestimmt sind; in dem Ablegeraum für Damen sind zur Erzielung eines wärmeren Fußbodens Xylolithplatten verlegt worden. Die Wohn- und Gesellschaftsräume des Erdgeschosses haben auf Blindboden einfach gemusterten Stabfußboden aus Eichenholz und Tallowood, zum Teil mit farbigen Einlagen erhalten. Die Wohnräume des Obergeschosses haben kiefernen Riemenfußboden; die Terrasse der Gartenfront ist mit Walzblei und Siebelscher Asphaltbleipappe unter dem Plattenbelag gedichtet worden.

Die Dienstboten- und Wirtschaftsräume des Untergeschosses sowie die Nebenräume und Flure der beiden oberen Geschosse sind in Leimfarben mit Borden- und Friesschablonierung gestrichen. Alle Wohnräume und der Festsaal sind tapeziert; die Eingangshalle, der Oberlichtraum und die Loggia sind an Decken und Wänden in hellen Tönen mit Kaseinfarben grundiert und schabloniert worden. In der Halle (Text-Abb. 18), dem Oberlichtraum, den Gesellschaftsräumen und in einigen Wohnzimmern sind die Decken mit einfachen gezogenen Stuckprofilen verziert. Von der Innenausstattung verdient noch Erwähnung die Ausgestaltung der Kleiderablagen mit Linkrustabekleidung zwischen den Leistenteilungen der Kleiderhaken und den eingebauten Wandschränken, sowie die Vertäfelung der Eintrittshalle und der Vorräume des Erdgeschosses mit Rottannenholz, das mit geschlagenen schwarzen Wellenleisten und intarsienartigen schwarzen Malereien abgesetzt ist. Der Festsaal ist mit weiß lackierter niedriger Holzvertäfelung der Wände und darüber mit einer Paneelaufteilung aus Hartstuck mit Wachsfarbenanstrich in Weiß und Grau versehen; die Türbekleidungen sind aus Holz, die Bekrönungen und Deckenverzierungen in Stuck hergestellt. Der Speisesaal hat dunkelgebeizte kieferne Holz-

verkleidung mit Gesimsabschluß und Intarsiennachbildungen erhalten, die mit den Wandanstrichen und -tapezierungen sowie mit den Decken- und Fußbödentönen farbig zusammengestimmt sind.

Nachdem Verhandlungen mit der Stadt Düsseldorf wegen eines Fernheizkanals gescheitert waren und Ertrags- und Anlageberechnungen die Unwirtschaftlichkeit einer mit mechanischem und eigenem Auftrieb bewegten Fernheizung ergeben hatten, wurde eine gesonderte Niederdruckwarmwasserheizung im Dienstwohngebäude angelegt; sie kann teilweise abgesperrt werden, so daß die nicht zum dauernden Aufenthalt bestimmten Wohn- und Gesellschaftsräume ausgeschaltet werden können. Die Heizkörper sind zum größten Teil in den Fensterbrüstungen aufgestellt; im Erdgeschoß sind sie mit Verkleidungen aus Holzwerk mit gelochten Bronzeblechen oder Holzgittern ummantelt worden. In der Eingangshalle ist der Radiator in einen kaminartigen Marmorumbau mit Bronzegittern, der auch einen Gaskamin für Beheizung in der Übergangszeit enthält, eingestellt worden, der die Wohnlichkeit des dielenartigen Raumes wesentlich erhöht. Die Heizung ist für  $-15^{\circ}$  Außentemperatur berechnet; bis zu  $+0^{\circ}$  Außentemperatur ist jeder der beiden Gliederkessel von  $13,5$  qm Heizfläche für die vorschriftsmäßige Erwärmung ausreichend. Für die Warm-



Abb. 19. Haupteingang an der Cäcilienallee.

wasserversorgung der Küche, des Dienstboten- und Herrschaftsbades und der an diese Zuleitungsstränge angeschlossenen Waschtische in den Ankleidezimmern der Dame und des Herrn ist ein besonderer Gliederkessel im Heizkeller aufgestellt.

Der Neubau ist an die städtische Kanalisation und Wasserdruckleitung angeschlossen. Der elektrische Strom für die Beleuchtung der Wohn- und Gesellschaftsräume und einiger Flurteile im Unter- und Obergeschoß wird aus dem städtischen Leitungsnetz entnommen, ebenso das Leuchtgas für die Beleuchtung der Wirtschaftsräume und für Koch- und Bügelöfen.

Die Nebenanlagen sind in einfacher Ausführung und in Anpassung an das sanft nach der Emmericher Straße ansteigende Gelände ausgebildet worden, nachdem auf den kiesigen Grund eine 50 cm starke Schicht Gartenerde aufgetragen worden ist. An der Emmericher Straße ist zum Schutz gegen den Einblick der Vorübergehenden in den Garten eine massive Mauer mit hölzerner Pergola über den Zwischenpfeilern und einem ziegelgedeckten offenen Gartenhaus an der Straßenecke errichtet worden; das anschließende Umwehrungsgitter ist in schlichter Schmiedeeisenarbeit über einem Trachytsockel hergestellt.

Der in der Hochbauabteilung des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten unter Oberleitung des Wirklichen Geheimen Oberbaurats Thoemer aufgestellte Entwurf für das

Geschäftsgebäude ist im Verlauf der Bauausführung besonders in bezug auf die Architektur des Äußeren verschiedenen einschneidenden Umarbeitungen unterzogen worden. Der Entwurf und die Veranschlagung der künstlichen Gründung sowie die Ausbildung der Innenarchitektur erfolgte durch die Bauleitung. Der Entwurf für das Dienstwohngebäude ist ebenfalls in der Hochbauabteilung des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten unter Leitung des Wirklichen Geheimen Oberbaurats Thoemer aufgestellt und von der Bauleitung nur wenig nach den Nachprüfungsmerkungen, die eine hinsichtlich der Grundrißanordnung vom Finanzminister geforderte Einschränkung bezweckten, umgeändert worden. Die künstliche Gründung und Ausbildung der Innenräume wurde von der Bauleitung bearbeitet.

Die Vorarbeiten für den Bau des Geschäftsgebäudes wurden vom April 1906 ab zunächst vom Regierungsbaumeister Balhorn geführt, der bis zur Fertigstellung der Bauten dem Baubureau als Hilfsarbeiter angehörte und besonders das Dienstwohngebäude bearbeitet hat. Im Juni 1906 wurde die Bauleitung dem Landbauinspektor Ahrns, von April 1907 ab dem Landbauinspektor Quast übertragen. Als Referent der Königlichen Regierung wirkte der Regierungs- und Geheime Baurat vom Dahl. Bei der Bauausführung waren nach einander tätig die Regierungsbauführer Musall, Harprecht, Deneke, Mangelsdorf, Bruer und Michael.

## Das Antwerpener Rubens-Haus auf der Brüsseler Weltausstellung 1910 und seine Wiederherstellung.

Vom Regierungs- und Baurat v. Manikowsky in Düsseldorf.

(Mit Abbildungen auf Blatt 40 bis 42 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Kein einziges der zahlreichen Gebäude auf der Brüsseler Weltausstellung 1910 kann sich annähernd mit der Bedeutung des Hauses messen, durch das, als ehemalige Heimstätte ihres erhabenen Sohnes der Kunst, Peter Paul Rubens, die große Hafenstadt Antwerpen den glücklichen Einfall hatte, sich auf dieser Weltmesse vertreten zu lassen. Einer Bedeutung sowohl durch sein äußeres architektonisches Gewand wie durch den geschichtlichen Hintergrund als Schauplatz der fruchtbaren Tätigkeit eines der größten Künstler aller Zeiten. Einer Bedeutung vor allem infolge der baukünstlerisch-wissenschaftlichen Tat der Wiedergeburt eines vom Erdboden verschwundenen Tuskulums, in einer so gewissenhaften und zugleich voll befriedigenden Art, daß sein Anblick die tatsächliche Empfindung auszulösen schien, als ob alle Winkel der neuen alten Schöpfung von dem Geist des großen Mannes durchdrungen wären, der am 30. Mai 1640 in dem Hause in Antwerpen sein vielbewegtes Leben aushauchte.

Als glänzender Meister der Farbe, der Zeichnung und der Phantasie von Schriftstellern aller Länder hochgefeiert, als überragende Persönlichkeit, als Philosoph und Politiker, der die wissenschaftlichen Vertreter seiner Zeit um sich scharte, sowie gleichzeitig als wohlhabender flämischer Bürger sowohl von seinen Zeitgenossen wie von der Nachwelt hochgeschätzt, ist Rubens als Baumeister und Architekt nicht im gleichen Maße bekannt geworden. Wenigstens hat die

Kunde von seiner baukünstlerischen Tätigkeit die Grenzen seines Vaterlandes kaum überschritten. Und doch ist, wie auch Henri Blomme in dem Vorwort des Bilderwerkes „Das Haus Rubens“ etwa schreibt, das, was wir mit der das 17. Jahrhundert beherrschenden sogenannten Jesuiten-Architektur bezeichnen, die großzügige Auffassung mit dem fast theatralisch-dekorativen Gepräge, dem ornamentalen Überfluß, dem Schwulst der unlogischen gedrehten Säulen, gebrochenen und gerollten Giebel und dem ganzen Streben nach prunkvoller Wirkung, so innig mit dem innersten Wesen und der äußeren Darstellung der Werke Rubens, wie mit seinem ganzen Namen verbunden, daß man allein schon hierdurch auf den Gedanken kommen konnte, daß der Maler auch tätigen Anteil an der Erbauung großer Kunstwerke dieser Zeit genommen hat, und es nicht zu verwundern ist, daß die Begriffe des Jesuiten- und Rubensstils im Lande sich tatsächlich decken konnten. Gleichgültig, ob Rubens selbst als der Schöpfer dieses Stiles anzusehen ist, oder aber nur andere zu seiner Hervorbringung und Anwendung begeistert zu beeinflussen verstanden hat, jedenfalls füllte diese italienische und nordische Kunst verbindende Maler-Architektur Rubens ganzes Leben aus, und keine andere konnte wie diese so ganz seinem übersprudelnden Genie und seiner glücklich genießenden Lebensauffassung entsprechen. Es kann aber als feststehend angenommen werden, wie auch schon in der



Alter Bau (XVI. Jahrhundert).

Neubau von Rubens (1613—1617).

Abb. 1. Straßenansicht.<sup>1)</sup>

Denkmalpflege 1910, S. 10—12 angedeutet und von hervorragenden belgischen Gelehrten und Architekten im einzelnen nachgewiesen worden ist, daß Rubens tatsächlich vielfach baulich gewirkt hat, daß insonderheit bei dem Bau der Kirche St. Charles in Antwerpen, ihm als dem zur Mitbeteiligung, vornehmlich bei dem inneren Ausbau berufenen Künstler, die Pläne des Architekten Huyssens vorgelegt wurden und daß er diese sowohl in der äußeren Fassade der Kirche wie in der Gestaltung des oberen Teiles des bekannten, in seiner Wirkung heute noch so wunderbaren Turmes entweder selbst wesentlich abänderte oder durch einen Schüler hat abändern lassen.

Rubens, am 28. Juni 1577 in Siegen im Rheinland geboren, war von 1600 bis 1608 in Italien gewesen, wo er sich sehr eifrig mit dem Studium und der Aufnahme der genuesischen Paläste beschäftigt hat, die er 1622 selbst herausgab und die eine viermalige Auflage erlebten. Der Bau der Kirche St. Charles wurde 1614 begonnen. Es ist daher natürlich, daß Rubens bei der Ausführung seines eigenen Hauses, das er in dieser Zeit selbst erbaute, seinen eigensten Gedanken Ausdruck gab, daß er seiner Phantasie dabei freien Lauf ließ und darin gewissermaßen sein architektonisches Glaubensbekenntnis niederlegte. Wie gründlich er dabei noch bis zu seiner Vollendung im Jahre 1617 mit seinen

Architekturstudien vorging, geht aus den Aufzeichnungen des hervorragenden belgischen Gelehrten und Kunstforschers Max Rooses, Konservator des Antwerpener Plantin-Museums, in seinem großen Werk „Rubens, sein Leben und seine Werke“ hervor. Nach diesen hat Rubens noch 1615 von seinem Freund, dem Drucker Balthasar Moretus, Schwiegersohn Plantins, zwei verschiedene Ausgaben des Vitruv gekauft. Er hat 1616 die „Architettura“ von Serlio und 1617 die Werke von Salomon de Caus bei demselben binden lassen und in demselben Jahr die „Architettura“ von Vincent Scamozzi, sowie die „l'Architecture de Jacques Franquart“ gekauft. Danach hatte das Haus Rubens eine nicht unerhebliche



Straßenflügel.

Abb. 2. Hofansicht.

Wohnhausflügel (XVI. Jahrhundert).

1) Abb. 1, 2 und 9 sind Naturaufnahmen von G. Hermans, Antwerpen, nach dem als Brüsseler Ausstellungspavillon errichteten Blommeschen Wiederherstellungsbau.

Bedeutung, und es ist um so tiefer zu bedauern, daß von diesem nur geringe Reste auf die Nachwelt gekommen sind. — Man hat sich, zunächst mit der ideellen Wiedergeburt



Abb. 3. Hofansicht.

Nach dem Harrewijschen Stich von 1684 im Plantin-Museum in Antwerpen.<sup>2)</sup>

des Hauses Rubens, nicht erst gelegentlich der Brüsseler Weltausstellung beschäftigt. Max Rooses, der fast ein halbes Leben an seinem 1903 erschienenen Werk gearbeitet, nachdem er auf langen Reisen die Archive und Museen Europas durchgraben hatte, gibt darin auf Grund seiner eingehenden Quellenstudien, insbesondere vom Äußeren des Hauses schon eine wertvolle kurze Beschreibung. Vor allem aber hat danach der kunstverständige Antwerpener Architekt, Mitglied der Akademie der Künste und der Königlichen Kommission der Monumente, Henri Blomme, es unternommen, im Jahre 1905 nach langen Studien einen Wiederherstellungsentwurf aufzustellen. Diesem Vorgehen und dem nachhaltigen Eintreten für sein Werk ist es wohl in erster Linie zu verdanken, daß man Blomme beauftragte, das Haus als „Antwerpener Pavillon“ auf der Brüsseler Ausstellung 1910 nach seinem Entwurf aufzubauen, und es ist zu hoffen, daß diese Ausführung, zunächst in Holz und Gips, die Überleitung dazu bilden wird, der Stadt Antwerpen demnächst das wirklich monumentale Rubenshaus mit seinem herrlichen künstlerischen Schmuck wiederzuschicken.

<sup>2)</sup> Abb. 3 u. 4 sind Aufnahmen des Photographen Tobie in Antwerpen.

Die Aufgabe Blommes war eine um so schwierigere, als die zu Rate zu ziehenden Urkunden durchaus kein klares Bild des Hauses erkennen ließen. Ein früherer Wiederherstellungsversuch des berühmt gewordenen letzten Antwerpener Börsenbaumeisters „Schadde“ mußte als gescheitert angesehen werden. Als urkundlich — nach Max Rooses — feststehend war zu betrachten, daß Rubens, 34 Jahre alt, am 4. Januar 1611, drei Jahre nach seiner Rückkehr aus Italien und zwei Jahre nach seiner Verheiratung mit Isabella Brant († 1626) in der vom „Meir“ abgehenden Rubensstraße, der früheren Wapper- oder Kanalstraße, ein Wohnhaus und ein größeres Grundstück mit einer Bleicherei kaufte, daß er die nach Süden liegende Bleicherei niederlegte und im Anschluß an das bestehende Wohnhaus ein aufwendvolles neues Haus „in italienischem Stil“ erbaute. Nach der Verkaufsakte hatte das bestehende Wohnhaus eine große Eingangspforte, Hof, Galerie, Küche, Zimmer, Gartenland und Zubehör. Damit war aber wenig zu machen.

Die beste Quelle und die greifbarsten Anhalte, sowohl für Rooses Baubeschreibung, wie für Blommes Wiederherstellungsentwurf und den Brüsseler Aufbau, bilden zwei noch heute im Plantin-Museum aufbewahrte Kupferstiche von Harre-



Museum (Kapelle).

Straßenansicht.

Schlafzimmer.

Oben: Hof- und Gartenansicht.

Abb. 4. Nach dem Harrewijnschen Stich von 1692 im Plantin-Museum in Antwerpen.

wijn nach Zeichnung von van Groes, der eine von 1684, der andere von 1692. Da sie die beiden bedeutendsten urkundlichen Belege sind, schien es wichtig genug, diese mit Erlaubnis des Konservators als Lichtbilder aufnehmen zu lassen und hier wiederzugeben (Text-Abb. 3 und 4). Das erste Blatt (Text-Abb. 3) mit der Aufschrift „Maison Hilwerue à Anuers dit l'Hostel Rubens 1684“ zeigt einen inneren Hof mit einem einfachen zweistöckigen Gebäude zur Linken und einem palastartigen reichen Bau mit hohem Sockelunterbau, aufwendigem Hauptgeschoß und Stockwerk zur Rechten. Im Hintergrund verbindet eine triumphbogenartige dreiteilige Bogenhalle die beiden Flügelbauten. Durch die Mittelöffnung der auch in Gurlitts „Geschichte des belgischen Barockstils“ abgebildeten Bogenhalle sieht man das bekannte, gleichfalls dort abgebildete Gartenhaus. Das Blatt läßt zugleich erkennen, daß das Haus nach Rubens Tod in den Besitz des geistlichen Herrn an der Jakobskirche, Hilwerue übergegangen ist. Das zweite Kupferblatt (Text-Abb. 4) mit der in Übersetzung lautenden Aufschrift „Teile des Hauses Hilwerue zu Antwerpen 1692“, zeigt in größerem Maßstab den Neubau über Eck vom Garten aus, mit Seiten- und Hinterfronten, Garten- und Gartenhaus. Ein zweiter pergolaartiger „Gartenpavillon“ scheint die andere

Seite des Gartens abzuschließen. Unter diesem Bilde stehen in kleinerem Maßstab die ganze Straßenfront des Hauses, samt den später (1627) zum Zweck der Vergrößerung des Gartens angekauften drei Häuschen (zur Rechten), in deren eines Rubens eine Einfahrt in den Garten eingebaut hat, sowie daneben links eine Kapelle oder Museum und rechts ein reiches, mit einer flachen Kuppel überdecktes Schlafzimmer. Zweifellos Räume, die in dem Hause vorhanden waren! Nach Roosees hatte das Haus einschließlich der Garteneinfahrt eine Länge von 36 m, der vergrößerte Garten eine Ausdehnung von 48 m Länge und 24 m Tiefe.

Von diesem nach den beiden Kupferstichen ehemaligen Bestande sind die Bogenhalle und das Gartenhaus an der alten Stelle unverändert erhalten, wenn auch dem Auge des Fremdlings verschlossen. In Wirklichkeit ist aber das ganze Haus in seinen Umrissen, gewissermaßen als Gerippe, selbst mit den alten Dächern noch vorhanden. Freilich verbaut, seines äußeren und inneren Schmuckes gänzlich entkleidet und in zwei Besitztümer geteilt, so daß es selbst dem Eingeweihten unmöglich ist, sich aus dem Vorhandenen ein Bild von dem ehemals fürstlichen Besitztum des Künstlers zu machen, der es mit seinem Geist und den selbstgeschaffenen äußeren Lebens-

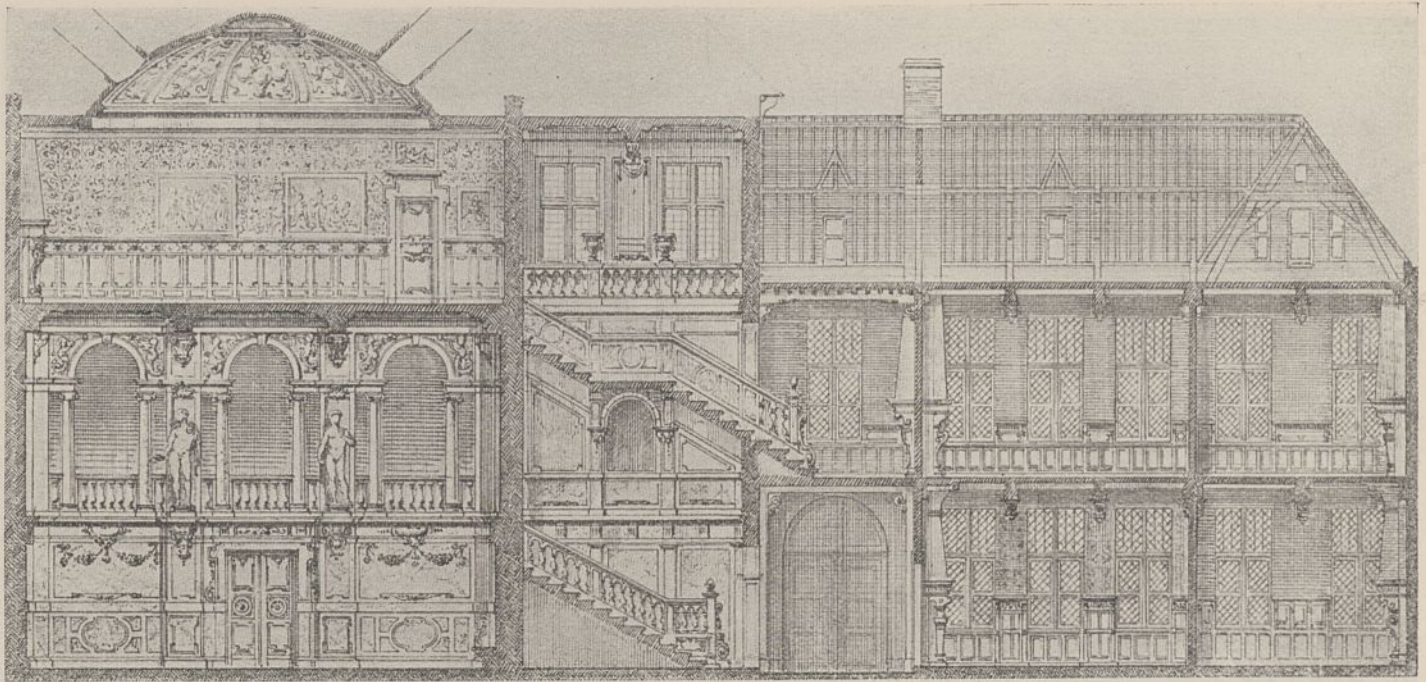


Abb. 5. Schnitt A—B durch Atelier, Treppenhaus, Durchfahrt (1613—1617) und alten Straßenflügel (XVI. Jahrhundert).

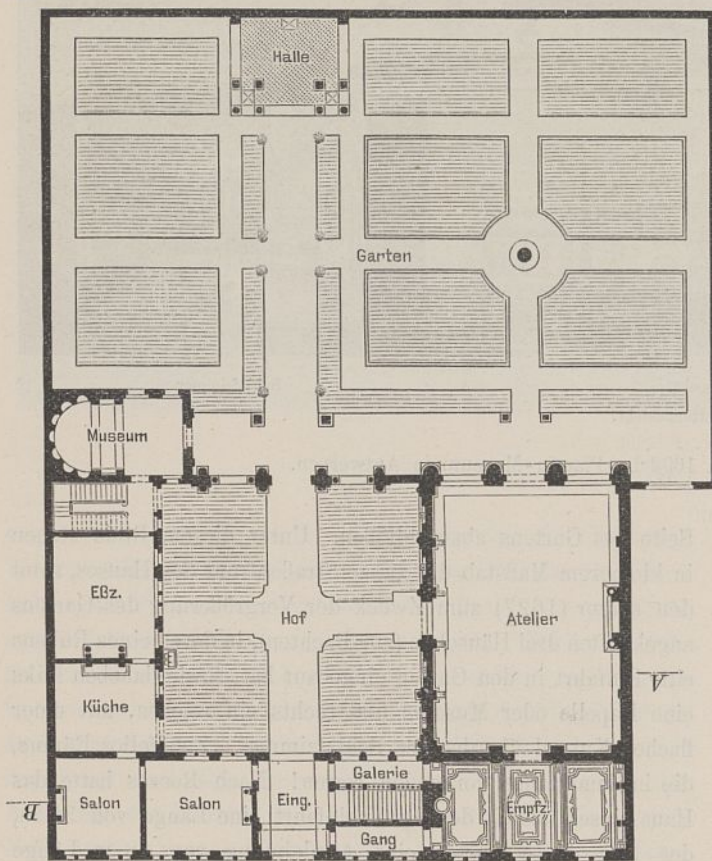


Abb. 6. Erdgeschoß.

verhältnissen verstanden hatte, sich schon mit 26 Jahren zum herzoglichen Gesandten am spanischen Hofe emporzuschwingen.

Waren so Lage und äußere Abmessungen des Hauses bekannt und durch die beiden Kupferblätter Anhalte über die äußeren Fassaden gegeben, so war von dem Architekten in erster Linie die fast gänzlich beseitigte oder veränderte innere Raumeinteilung neu zu lösen. Dann aber forderte die architektonische Gestaltung und Durchführung des Bagedankens im Innern und Äußern das ganze künstlerische Verständnis

Abb. 5 bis 8 sind Aufnahmen nach dem Wiederherstellungsentwurf von Henri Blomme durch G. Hermans, Antwerpen.

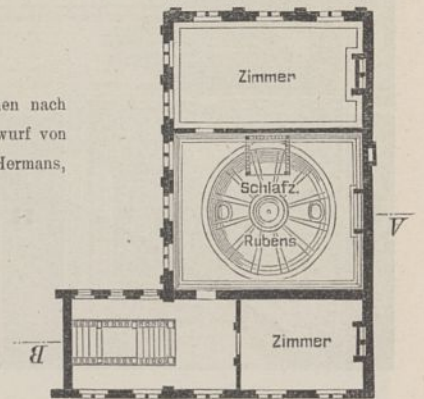


Abb. 7. Zweites Stockwerk.

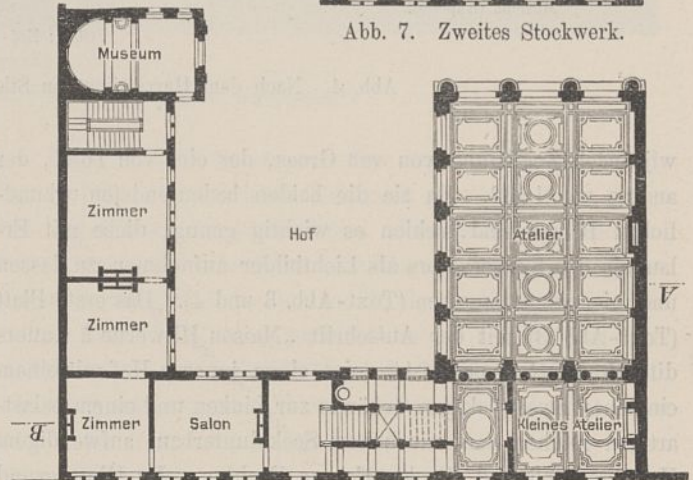


Abb. 8. Erstes Stockwerk.

eines durchaus feinsinnigen und erfahrenen tüchtigen Bau-meisters. Zur einwandfreien Lösung der Aufgabe galt es, abgesehen von der Kenntnis der Rubensschen Bilder, die mehr oder weniger zeigen, wie der Meister immer wieder aus seinem eignen Heim Motive zu seinen großen Werken schöpfte, vor allem durch das Studium seiner geschichtlichen Architekturwerke, insbesondere des Werkes „Pompa triumphalis introitus Ferdinandi“ (1635) sich in den Geist Rubensschen architektonischen Denkens und Schaffens hineinzuleben und danach ein Werk zu bilden, das dem des Meisters wirklich ähnlich war.





Abb. 9. Empfangszimmer neben dem Atelier (Erdgeschoß).

Das hat Blomme und man kann wohl sagen nach einstimmigem Urteil, wie auch seine Entwurfszeichnungen und die Aufnahmen (Text-Abb. 5 bis 8 und Bl. 40 bis 42) des Brüsseler Gipsbaues erkennen lassen, in ausgezeichnete Weise verstanden und hierdurch einen ungeteilten Erfolg erzielt. Bei seinem Werk ist er von den Antwerpener Bildhauern Ed. Deckers, J. Anthone und J. Kerecx, die sich befließigt haben, ihren alten Meistern des 17. Jahrhunderts, den Quellins, Duquesnoy, Faid'Herbe und anderen nachzueifern, auf das beste unterstützt worden.

Betrachten wir das Haus näher, so schien kein Zweifel darüber zu sein, daß das linkseitige ältere Haus das eigentliche Wohnhaus von Rubens bildete, während anzunehmen war, daß er in dem Neubau vorzugsweise sein Atelier untergebracht hatte. Aber das „Wie“ ließ verschiedene Lesarten zu, und wo befand sich das Museum oder die Kapelle des Harrewijnschen Sticks, wo das kuppelüberwölbte reiche Schlafzimmer? Die von Blomme angenommene Lage des letzteren über dem Atelier hat manches für und manches wider sich. Das Atelier selbst läßt sich kaum günstiger gelegen denken. Auch den Grundriß des Wohnhauses selbst mit der auf den ersten Blick eigentümlich erscheinenden Lage der Küche kann man gelten lassen, wenn man in den beiden linkseitigen Zimmern vor der Küche das in jedem belgischen Hause unbedingt nötige „Parloir“, das Sprech-, Warte- und Kleider-

ablegezimmer, vielleicht auch Arbeitszimmer für Schüler und Angestellte sieht, und wenn man ferner erwägt, daß es belgischen Gesellschafts- und Wohnverhältnissen durchaus entspricht, Gäste, auch im vornehmen Hause, von einem Stockwerk in das andere hinauf und hinunter zu führen. Das ist in der fast durchgängigen Anlage des Dreifensterhauses begründet. An einem selbst engen Treppenhause nimmt man keinen Anstoß, aber es gehört trotzdem mit seiner Marmor-Teppich- und bildnerischen Ausstattung mit zu den Prunkräumen des Hauses. Das war ohne Zweifel im Hause des reichen flämischen Patriziers Rubens auch der Fall. Das hinter dem Treppenhause, vor dem Atelier gelegene Empfangszimmer (Text-Abb. 6 und 9) war mit kostbaren spanischen Ledertapeten, Marmorkamin und kunstvoller Ausstattung reich geschmückt. Hatte man das Treppenhause erstiegen, so bot sich oben durch drei Fenster einerseits ein Blick nach der Straße, andererseits durch eine dreiteilige Öffnung ein Einblick in den Hof und weiter durch die Bogenhalle ein Durchblick nach dem Garten mit dem schönen Gartenhaus, in dem Herkules, umgeben von Merkur und Zeres Wache hielt (Text-Abb. 10). Empfangszimmer und Treppenhause bildeten mit der oben sich anschließenden Galerie, durch deren von gedrehten bunten Marmorsäulen getragene Bogenöffnungen man in das Atelier hineinsah, eine Einheit, die jedenfalls dem wiederherstellenden Architekten, vielleicht gleichzeitig dem ursprünglichen Schöpfer alle Ehre macht.



Abb. 10. Gartenhaus mit Herkules, Merkur und Ceres. 1613–1617.  
(Noch in Antwerpen vorhanden.)

Naturaufnahme von G. Hermans, Antwerpen, nach der Nachbildung auf der  
Brüsseler Weltausstellung 1910 von Henri Blomme.

Einfach war die Straßenfassade gehalten (Text-Abb. 1). Das hatte seinen Grund einmal in der Enge der Straße und dem vermutlichen Streben, die neue Fassade nicht zu sehr gegen die alte abstecken zu lassen, vor allem aber wohl in Rubens Absicht, im Anklang an die Hoffassaden der genuesischen Paläste, die Kunst um sich zu versammeln, da wo er lebte, in seinem Atelier, an dessen Hof- und Gartenfassaden, dem Portikus und dem Gartenhause, da, wo er sie täglich vor Augen hatte und sie ihm bei seinen Entwürfen und Bildern ungestört zu Gebote stand. So zeigt die Straßenfassade des alten Hauses, im Stil der Ziegelhaustein-Architektur des 16. Jahrhunderts, neben der rundbogigen Eingangspforte fünf, im ersten Stockwerk sechs einfache rechteckige Fenster mit Hausteingewänden, darüber, das Dach belebend, zwei abgetreppte Dachfenster und einen Treppengiebel mit den dieser Zeit eigenen fialenartigen Spitzen. In der um ein Stockwerk höheren Fassade des Neubaus waren die Fenster des Erdgeschosses und ersten Stockwerkes zusammengezogen. Das von einem weitausladenden antiken Gesims überschattete zweite Stockwerk war ebenfalls durch fünf einfache, rechteckige Fenster erleuchtet.

Anders bot sich das Bild, wenn man die Schwelle des Eingangstores überschritten hatte. Max Rooses schreibt darüber: „Man sah vor sich ein großartiges Bild. Das Vestibul mit seiner Säulenhalle und seiner reich mit bildhauerischem Schmuck verzierten Treppe, der Hof mit seinem Luxus an Bildwerken und Malereien, die sich auf eine durch ihre Massenverteilung und -Verhältnisse ausgezeichnete Fassade

erstreckten, der Portikus samt seinem Durchblick nach Garten und Gartenhaus mit seinem majestätischen Stil, den Balustraden, den Vasen und Standbildern, die ihn krönten, Alles das erinnerte viel mehr an eine Residenz des Landes, wo die Orangen blühen, als an eine Wohnung unserer rauhen Gegenden des Nordens. Wer hier eintrat, Fürst oder Bürger, mußte betroffen sein von der Pracht und von dem guten Geschmack des Besitzers des Hauses.“

Der Eindruck in Brüssel war nicht ganz so. Die Gartenfassade des Atelierbaues, die nach dem Harrewijnschen Kupferstich die gleiche Ausbildung wie die Längsseite des Hofes aufwies, hatte man ziemlich glatt gelassen und den kunstvollen Garten mit seinem kostbaren Vasen- und Blumenschmuck nur angedeutet. Dagegen fehlte an den beiden Hoffassaden Nichts. An der Hinterfassade des Vorderbaues (Text-Abb. 2) war durch die Säulenhalle des Treppenhauses hindurch die 1617 vom Bildhauer Jean van Mildert hergestellte kunstvolle Erdgeschoßtreppe sichtbar. Darüber leuchtete im ersten Stockwerk hinter der von Säulen eingerahmten und getragenen dreiteiligen Öffnung die bildgeschmückte Wand des Treppenhauses hervor. Unter der Öffnung sah man die zierliche Balusterbrüstung, auf der nach dem Kupferstich (Text-Abb. 4), wie öfter auf Paul-Veroneseschen Bildern sichtbar, stolze Pfaue sich wiegten, darüber einen antiken Fries.

Inmitten der von den großen, rundbogigen Atelierfenstern beherrschten hofseitigen Hauptfassade (Text-Abb. 4) öffnete sich die breite giebelüberdachte Eingangspforte, neben der in dem gleichhohen Sockel unter den Atelierfenstern Büsten in Nischen aufgestellt waren. Büsten auf Sockeln sah man auch vor den Wandpfeilern des ersten Stockwerkes, während zwischen den Fenstern des zweiten Stockwerkes, wie bei der Treppenhausfassade Karyatiden, von keiner Last beschwert, in leichter Haltung von ihren hohen Sockelstandpunkten herunterschauten. Der auch hier unter diesen herlaufende Fries hat wohl bis zum Einweihungstage des Hauses als Brüsseler Ausstellungspavillon den Gegenstand eines erbitterten Streites zwischen dem gelehrten Forscher und dem kunstsinnigen Architekten gebildet. Sowohl der nach Rooses Ansicht hier vorhanden gewesene Freskenfries wie der bildhauerische Fries des Architekten wurden ausgeführt. Doch hat der letztere die Oberhand behalten und bildete in Wahrheit eine hervorragende Zierde des Brüsseler Baues.

Nach Rooses waren an dem Treppenhaus die Befreiung der Andromeda durch Perseus, sowie Venus und Adonis, auf der Gartenfassade drei Vorgänge aus einem römischen Triumphzug angebracht. Die Hoffassade zeigte einen Zug des Silen, ein Urteil des Paris, die Krönung eines Helden, ein heidnisches Opfer, sowie in der Mitte eine undeutliche mythologische Darstellung.

Wohl der geringste äußere Anhalt stand dem Architekten für den inneren Ausbau des Ateliers zur Verfügung. Und doch ist wohl gerade dieser Raum mit seiner alten Ausstattung, den roten Marmorsäulen, den Lederstühlen und Ritterrüstungen, den Staffeleien und geschnitzten Eichentischen mit ihren Mappen, Kupferstichen, Pergamenten und Siegeln, wie den echten Rubensbildern an den Wänden, von den Besuchern am meisten mit tiefer Erfurcht bewundert worden (Blatt 41 u. 42). In seiner Breite die ganze Hoffront einnehmend, durchflutet von der durch die beiden Fassaden einfallenden strahlenden

Lichtfülle stand dieser, von einem mächtigen Kamin beherrschte und in seiner zweigeschossigen Anlage majestätisch-feierlich und traulich-geheimnisvoll zugleich anmutende Raum unter dem Zauberbanne des großen geschichtlichen Kunstheros, des Fürsten unter Fürsten, des Bürgers unter Bürgern, des Verehrers schöner Frauen, der soeben durch die Seitenpforte sein Atelier nur auf einige Augenblicke verlassen hat, um sich im Garten zu ergehen und sich von den steinernen Bewohnern seines Gartenhauses zu neuen Taten begeistern zu lassen.

Keine größere Befriedigung für den ausführenden Architekten!

Die künstlerischen Reste des zur Zeit wohl schon in Trümmern liegenden Brüsseler Hauses, die Architektur-Ornamente, Reliefe und Bildwerke werden, wie alle Modelle und

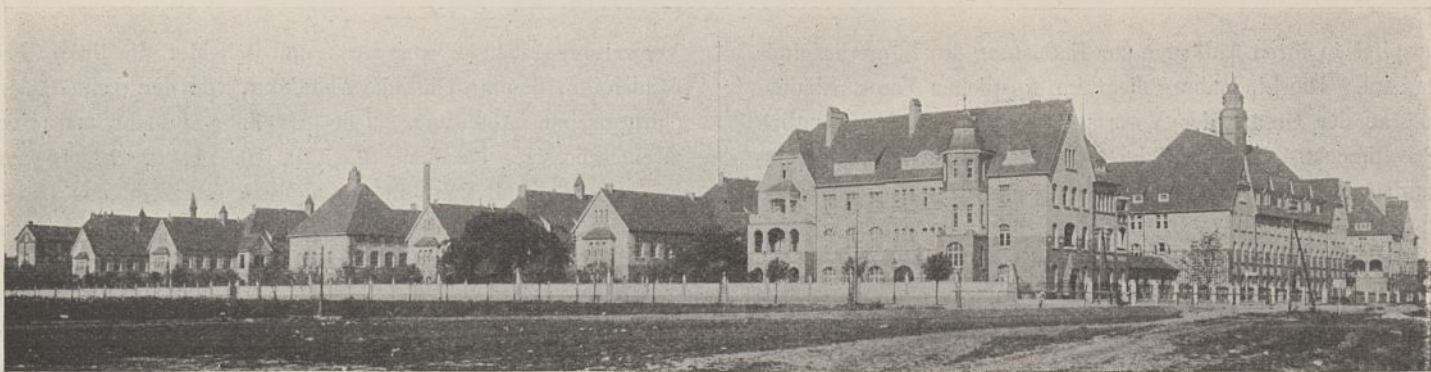
Zeichnungen, sorgfältig aufbewahrt, um hoffentlich in nicht allzu ferner Zeit wieder ans Licht zu kommen. Mögen die zu einem Ausschuß für die Wiederherstellung des Rubenshauses in Antwerpen zusammengetretenen Antwerpener Männer, der vormalige Minister Delbeke, Max Rooses, Henri Blomme und der unermüdliche Schöffe und Maler van Kuyck ihr Ziel der Erwerbung des „lebenden“ Rubens-Haus- und Grundstücks-Inventars bald erreichen. Möge dem Architekten beschieden sein, danach sein Werk in monumentaler Weise ausführen zu können, und möge damit der kostbare Schatz Antwerpens an bedeutsamen geschichtlichen Bauwerken um ein Kunstwerk bereichert werden, auf das die Stadt stolz sein kann und das zu besitzen sie seit Jahrhunderten die wohlbegründete Berechtigung hat.

## Die Neu- und Umbauten der städtischen Krankenanstalt Lindenburg in Köln.

Vom Stadtbauinspektor Kleefisch in Köln.

(Mit Abbildungen auf Blatt 43 bis 45 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)



Frauenpavillons.

Badehaus.

Männerpavillons.

Schwesternhaus.

Verwaltungsgebäude. Pensionärhaus.

Abb. 1. Ansicht von Südosten.

Schon im frühen Mittelalter finden wir in der Geschichte der Stadt Köln zahlreiche Hospitäler erwähnt, die, von frommen Stiftern gegründet, unter kirchlicher Aufsicht verwaltet und betrieben wurden. Mit der wachsenden Macht der bürgerlichen Gemeinde sehen wir dann auch städtische Krankenhäuser entstehen und das Bestreben der bürgerlichen Verwaltung, auf alle diese Einrichtungen Einfluß zu gewinnen. Zur Leitung der Anstalten wurden „Provisoren“ aus der Bürgerschaft bestellt, die meist auch sonst noch ehrenamtlich in der städtischen Verwaltung tätig waren. In der Stadtgeschichte finden unter anderen folgende Anstalten Erwähnung: Das Hospital „Weite Tür“ in der Severinstraße, Melaten, St. Revilien in der Stolkgasse, St. Ursula, Ipperwald und das große Armenhaus.

Als die freie Reichsstadt Köln unter französische Herrschaft kam, wurden alle diese Anstalten vereinigt und einem Hospitalausschuß unterstellt. Einige Jahre später wurden durch Erlaß Napoleons I. die Klöster St. Cäcilien und St. Michael dem Hospitalausschuß zugewiesen und die Insassen der verschiedenen Anstalten dort untergebracht. Dieses erste „Bürgerhospital“ setzte sich aus einer Reihe kleiner alter Klostergebäude zusammen, deren Unzulänglichkeit jedoch schon bald die Notwendigkeit eines Neubaus ergab. Aber

erst 1843 konnte nach langen schwierigen Vorverhandlungen mit dem Neubau eines großen „nach den besten baulichen Grundsätzen“ zu errichtenden Krankenhauses auf derselben Stelle begonnen werden, das 1847 fertiggestellt wurde. Die Baukosten betragen über 500 000 Taler, die Zahl der Krankenbetten 750. Das Gebäude, das im Laufe der Jahre den neuzeitlichen Anforderungen entsprechend umgebaut wurde, massive Decken und größere Fenster erhielt, in seiner Hauptanlage aber unverändert geblieben ist, erfüllt auch heute noch mit seinen luftigen Sälen und breiten Fluren seinen Zweck als Krankenhaus vollkommen. Aber die weitere Entwicklung der Stadt verlangte im Laufe der Zeit neue Aufwendungen für das Krankenwesen. Insbesondere zu Zeiten ansteckender Krankheiten machte sich der Mangel an verfügbaren Krankenbetten bemerkbar. Nach dem Fall der Festungsmauern wurde daher auf dem Gelände der alten Umwallung ein Hilfshospital mit vier Baracken zu je 44 Betten errichtet und 1888 in Betrieb genommen. Aus diesen kleinen Anfängen hat sich dann mit der Zeit durch weitere Neubauten ein selbständiges großes 500 Betten fassendes Krankenhaus entwickelt, das im Jahre 1892 den Namen Augustahospital erhielt.

Auch die dritte städtische Krankenanstalt Lindenburg, die jetzt die weitaus größte Kölns ist, hat wie das Augusta-

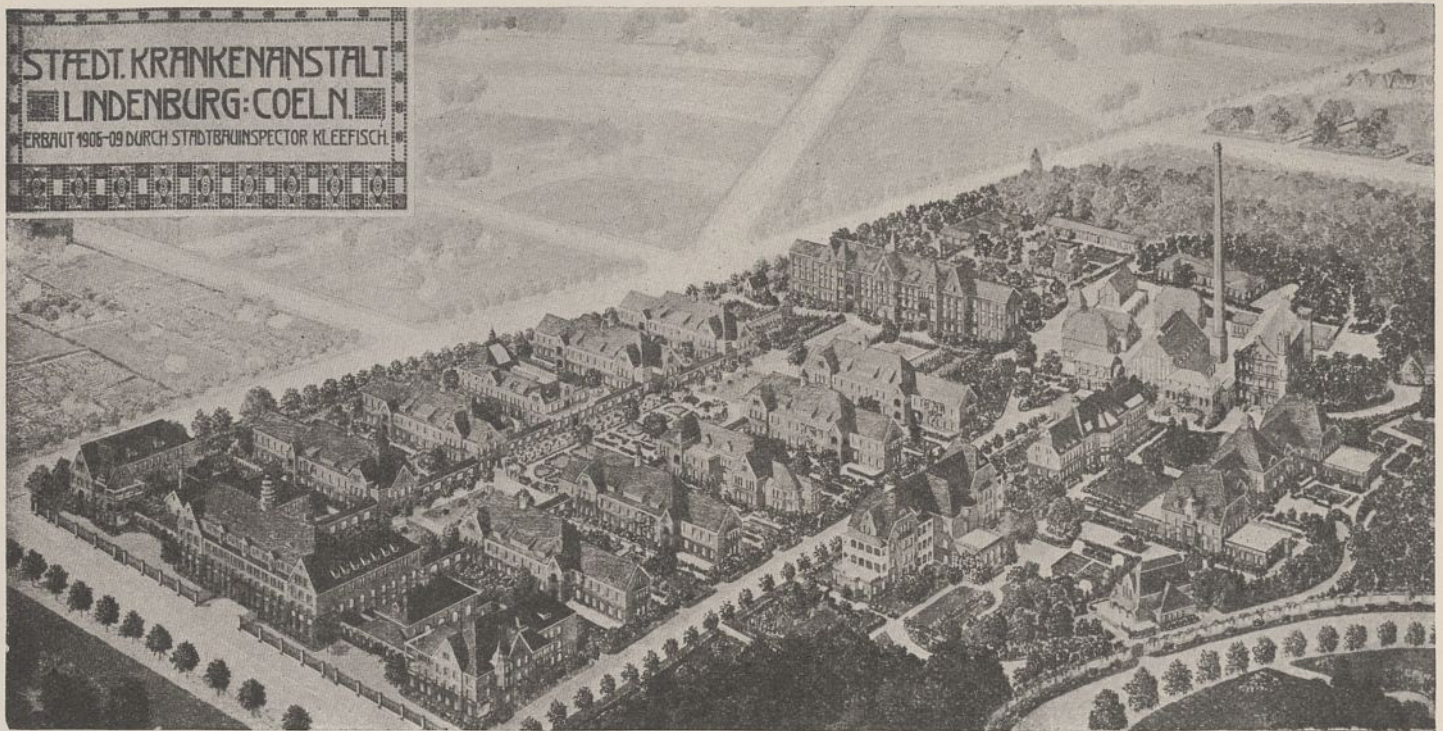


Abb. 2. Ansicht aus der Vogelschau.

hospital in ihren Anfängen zur Entlastung des Bürgerhospitals gedient. Die Lindenburg liegt im westlichen Vorort Lindental, an der Grenze des Vororts Sülz. Sie war ursprünglich Privatirrenanstalt, wurde im Jahre 1872 von der Stadt gekauft und zunächst als Irrenanstalt weiterbetrieben. Nachdem später die Irrenpflege in der Hauptsache von der Provinzialverwaltung übernommen wurde, konnte die bisherige Irrenanstalt Lindenburg durch weitere Neubauten in eine Krankenanstalt mit Irrenabteilung umgewandelt werden. 1897 wurden drei Baracken für ansteckende Kranke mit zusammen 100 Betten, 1898 eine neue Koch- und Waschküche, 1900 ein dreigeschossiger Krankenpavillon mit 176 Betten errichtet. Das Gelände wurde durch Ankauf eines großen anstoßenden Grundstücks auf eine Gesamtfläche von 12 ha 30 ar vergrößert. Mit Ausnahme der Westseite, die an ein Nachbargrundstück stößt, ist die Lindenburg ringsum von Straßen umgeben.

Die vorerwähnten Gebäude waren alle auf dem westlichen Teile des Geländes errichtet worden. Als daher im Jahre 1904 ein neuer einheitlicher Plan zur Umgestaltung der drei großen städtischen Krankenanstalten, Bürgerhospital, Augustahospital, Lindenburg, aufgestellt wurde, bot der weitaus größere östliche Teil des Geländes der Lindenburg hinreichend Platz zur Errichtung zahlreicher Neubauten, die die Durchführung dieses Planes bedingte. Die Lindenburg bildet jetzt eine große allgemeine Krankenanstalt mit 1200 Betten, die in ihren Einrichtungen auch den Bedürfnissen der im Jahre 1904 gegründeten Kölner Akademie für praktische Medizin Rechnung trägt.

Die Anordnung der Gebäude auf dem Gelände ist so erfolgt, daß der im nordöstlichen Teil gelegene schöne, alte Park erhalten werden konnte (vgl. Lageplan Abb. 1 Bl. 43).

Der Haupteingang liegt in der Mitte des Verwaltungsgebäudes (1) an der Stelzmannstraße. Eine langgestreckte Gartenfläche, die in der Mitte zu einem eingefriedigten Rosengarten erweitert ist, zieht sich vom

Verwaltungsgebäude westwärts und scheidet die linke Gebäudereihe, die medizinische Abteilung, von der rechten, der chirurgischen Abteilung. Jede Abteilung besteht aus vier zweigeschossigen Pavillons (6, 7, 9, 10, 11, 12, 14, 15) zu je 50 und 62 Betten, in deren Mitte einerseits das Badehaus (8), andererseits das Operationshaus (13) steht. In den vier Pavillons östlich von der durch die beiden letzteren Gebäude gebildeten Querachse sind die Männer, westlich die Frauen untergebracht. An das Verwaltungsgebäude an der Stelzmannstraße reihen sich nach Süden Kapelle (3) und Schwesternhaus (5), nach Norden Aula (2) und Pensionärgebäude (4) (Gebäude für zahlende Kranke). Hinter der chirurgischen Abteilung zieht sich senkrecht zur Stelzmannstraße ein Fahrweg, an welchem gegenüber dem Operationshaus die Kinderklinik (18) und weiter westlich das Institut für pathologische Anatomie (20) liegen, dahinter das Berdigungshaus (19) und die psychiatrische Klinik (21).

Wie der Lageplan (Abb. 1 Bl. 43) und Text-Abb. 2 zeigen, konnten die vorerwähnten Neubauten alle gleichzeitig nach einem einheitlichen Plane auf dem noch freien Gelände errichtet werden. Die übrigen westlich gelegenen Gebäude sind zu verschiedenen Zeiten entstanden und entbehren daher der Regelmäßigkeit in der Gesamtanordnung. Hier mußten die Neubauten zwischen die vorhandenen älteren Gebäude gestellt werden, die bei dieser Gelegenheit mit ganz geringen Ausnahmen alle den neuzeitlichen Anforderungen entsprechend umgebaut wurden. Der im Jahre 1900 errichtete dreigeschossige Pavillon (23), der den Hintergrund für die oben erwähnte langgestreckte Gartenfläche der Hauptachse bildet, dient zur Unterbringung eines Teiles der Klinik für Haut- und Geschlechtskranke. Östlich davon sind zwei nach Süden sich öffnende Liegehallen (16 u. 17) errichtet. Westlich von dem genannten Pavillon liegt die Desinfektionsanstalt (34 u. 35). Sie ist von der Anstalt und von der Kerpener Straße zugänglich, so daß sie auch für Desinfektionen außerhalb der Lindenburg verwendet werden kann. Den Rest des Geländes nach Westen



Schwesternhaus.

Kapelle.

Verwaltungsgebäude.

Pensionärhaus.

Abb. 3. Gebäudegruppe an der Stelzmannstraße.



Abb. 4. Blick auf Kapelle und Schwesternhaus von Nordwesten.

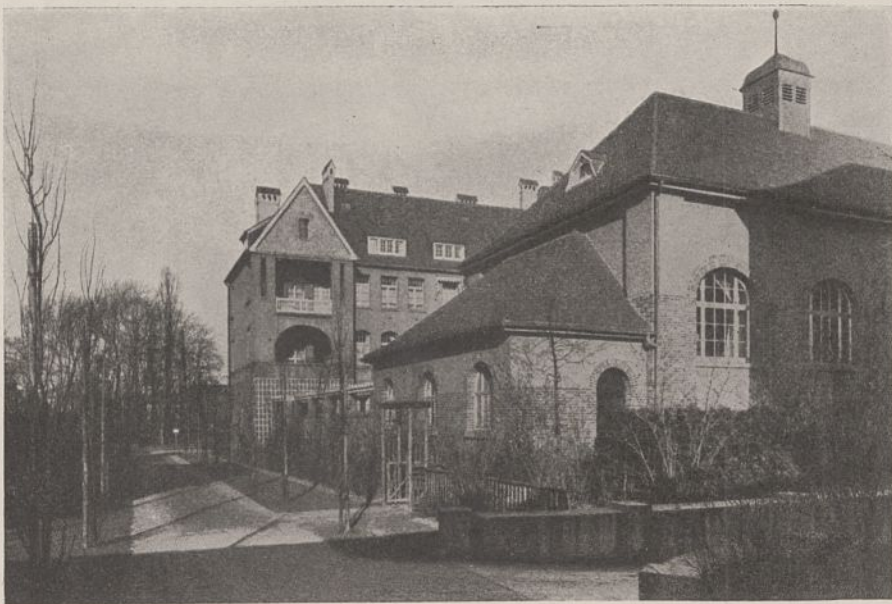


Abb. 5. Blick auf Pensionärhaus und Aula von Südwesten.

zu nimmt die Infektionsabteilung ein, bestehend aus der an der Kerpener Straße liegenden, zur Aufnahme und Quarantänestation umgebauten massiven Baracke (36), den beiden im Winkel sich anschließenden, durch Umbau hergerichteten Scharlachbaracken (37 u. 38), der östlich davon früher errichteten Baracke für Scharlachgenesende (39), einer weiter nördlich neu errichteten massiven Diphtheriebaracke (40), einer westlich davon stehenden, zweckentsprechend umgebauten und erweiterten zerlegbaren Baracke für Diphtheriegenesende (41) und schließlich einer noch weiter nördlich liegenden vorhandenen zerlegbaren Baracke (42), die als Aushilfe und für vereinzelt auftretende Fälle von Pest, Pocken und dergleichen zur Verfügung steht. Das östlich davon gelegene langgestreckte Gebäude (25), das frühere Zellengebäude der Irrenabteilung, ist zur Krätzeabteilung umgebaut; das mit der Längsachse senkrecht dazu stehende große dreigeschossige Gebäude (24), das älteste Krankengebäude der Lindenburg, die sogenannte „Burg“, ist für weibliche Geschlechtskranke umgebaut. Das anstoßende alte Gebäude (29) dient als Wohnung für Bedienstete. Zwischen diesem Gebäude und der Infektionsabteilung liegen die Wirtschaftsbauten, von denen das Kesselhaus (27) neu errichtet, die Kochküche (26) ebenso wie die Waschküche (32) umgebaut und erheblich erweitert sind. Das östlich davon liegende Verwalterwohnhaus (22) stammt aus früherer Zeit. Die Wirtschaftsabteilung hat eine besondere Einfahrt an der Gleueler Straße, die von dem Pförtnerhaus (30) aus bewacht wird. Die an der Stelzmannstraße liegenden fünf Gebäude (Text-Abb. 3

bis 5), die acht Pavillons, sowie Bade- und Operationshaus sind im Erdgeschoß durch einen geschlossenen, aber mit zahlreichen Fenstern versehenen, heizbaren Gang verbunden, der es gestattet, die Kranken bei jedem Wetter von der inneren Station zum Operationshaus und von der chirurgischen Station zum Badehaus zu fahren. An der Haupteinfahrt sind die Höhenunterschiede der Fußböden durch flache Rampen vermittelt. Der Gang hat ein Untergeschoß, das zur Aufnahme der Fernheizung und der übrigen Rohrleitungen sowie für die Leichenfortschaffung dient. Unterirdisch setzt sich dieser Gang noch fort und verbindet die übrigen Gebäude untereinander und mit dem Kesselhause.

Die Krankenbetten der Anstalt, zusammen 1200, verteilen sich wie folgt auf die einzelnen Abteilungen:

Innere Klinik:

1 Pavillon (6) zu 62 Betten = . . . . .	62
3 Pavillons (7, 9 u. 10) zu je 50 Betten =	150
zusammen	212 Betten.

Chirurgische Klinik:

2 Pavillons (11 u. 15) zu je 62 Betten =	124
2 Pavillons (12 u. 14) zu je 50 Betten =	100
zusammen	224 „
Pensionärhaus (4) . . . . .	42 „
Schwesternhaus (Krankenstation) (5) . . . . .	10 „
Kinderklinik (18) . . . . .	86 „
Psychiatrische Klinik (21) . . . . .	116 „

Klinik für Haut- und Geschlechtskranke:

Pavillon (23) . . . . .	206
„Burg“ (24) . . . . .	128
Baracke (25) . . . . .	26
zusammen	360 „

Infektionsabteilung:

Baracke für Aufnahme und Quarantäne (36)	10
Baracke für Scharlach (37) . . . . .	28
Baracke für Scharlach (38) . . . . .	32
Baracke für Scharlachgenesende (39) . . . . .	24
Baracke für Diphtherie (40) . . . . .	36
Baracke für Diphtheriegenesende (41) . . . . .	10
Baracke zur Aushilfe (42) . . . . .	10
zusammen	150 Betten,
insgesamt	1200 Betten.

Im einzelnen ist über die Gebäulichkeiten folgendes zu bemerken:

Das Verwaltungsgebäude mit dem Haupteingang (Text-Abb. 3, 6 u. 7) ist dreigeschossig und enthält im Erdgeschoß (Abb. 13 Bl. 44) auf der linken Seite die Warte-, Untersuchungs-, Aufnahme-, Kassen- und Bureauräume, auf



Abb. 6. Haupteingangshalle im Verwaltungsgebäude.

der rechten Seite die Poliklinik, die Apotheke und den evangelischen Betsaal nebst dem Raum für den Geistlichen. Im ersten Obergeschoß (Abb. 12 Bl. 44) nimmt die Mitte das Ärztekasino ein, bestehend aus einem Speisesaal für 50 Personen mit einem Balkon nach der Gartenseite und daneben liegendem Anrichterraum, einem Unterhaltungs-, einem Spiel- und einem Billardzimmer. Es folgen Kleiderablage, Lesezimmer, Bücherei; auf der anderen Seite Beratungszimmer, einige Räume für die Verwaltung, Zimmer des ärztlichen Direktors und Wohnung des katholischen Geistlichen. Die übrigen Räume des ersten Obergeschosses, sowie alle Räume des zweiten Obergeschosses dienen als zweizimmerige



Abb. 7. Haupteingang des Verwaltungsgebäudes.



Abb. 8. Aula.

Wohnungen für die Ärzte. Das Dach des Gebäudes ist so ausgeführt, daß ein Mansardengeschloß ohne weiteres zu Wohnzwecken ausgebaut werden kann. Im Kellergeschoß liegen auf der linken Seite sechs Badezimmer für Ärzte, vier Badezellen für männliches Personal und Werkstättenräume, auf der anderen Seite Küchen-, Anrichte- und Vorratsräume

für das Ärztekasino, sowie Vorrats- und Arbeitsräume der Apotheke. Von der Küche führt ein Speiseaufzug zur Anrichte des Ärztekasinos. An der Nordseite des Verwaltungsgebäudes ist eine bequeme lange Rampe nach dem Untergeschoß angelegt, um Vorräte und dergl. auch mittels Wagen dorthin schaffen zu können.

Neben dem Verwaltungsgebäude (vgl. Text-Abb. 2 u. 3) liegt die Kapelle (Abb. 5 Bl. 44 und Text-Abb. 4 u. 9), ein basilikaartiger, in romanischen Formen gehaltener Bau mit Holzbalkendecke und einfacher Ausmalung. Sie besitzt 220 Sitzplätze, von denen 20 auf der Orgelempore liegen. Neben dem Chor ist die Sakristei angeordnet. Die benachbarte kleine Treppe führt zum Untergeschoß des Kreuzganges, der auch noch als Geräteraum für kirchliche Zwecke benutzt werden kann. Mit dem Schwesternhaus ist die Kapelle durch einen Kreuzgang verbunden, der einen inneren

Garten umschließt und gegen den Einblick von außen schützt (Text-Abb. 4). In der Mittelachse ist an der Kapellenwand eine Laube mit Sitzplätzen angebaut. Aus dem Wandbrunnen in dieser Laube fließt das Wasser in ein kleines, mitten im Garten liegendes Wasserbecken, das von einer Trauerweide beschattet wird. Dem Straßenlärm entrückt bietet der Schmuckgarten in seiner Abgeschlossenheit ein Bild stillen Klosterfriedens.

Das Schwesternhaus (Abb. 3 und 4 Bl. 44 und Text-Abb. 1, 3 u. 4) dient zur Unterbringung eines Teiles des geistlichen Pflegepersonals. Mit Ausnahme der psychiatrischen Klinik, die weltliches Pflegepersonal hat, wird die Krankenpflege und der Wirtschaftsbetrieb ausschließlich durch geistliche Schwestern des Augustiner-Ordens ausgeübt. In den Krankengebäuden, den Wirtschaftsgebäuden und im Operationshaus sind 116 von ihnen untergebracht. Für 55 Schwestern bietet das



Abb. 9. Inneres der Kapelle.



Abb. 10. Tageraum im Pensionärgebäude (für zahlende Kranke).

Schwesternhaus Platz, das auch die Versammlungs- und Speiseräume für alle Schwestern enthält. Im ersten Obergeschoß des dreigeschossigen Gebäudes befindet sich außerdem noch eine Krankenstation für zehn Schwestern, bestehend aus vier Krankenzimmern nebst Zubehör.

Die nördlich vom Verwaltungsgebäude liegende Aula (Text-Abb. 5 und 8) enthält 238 Sitzplätze und auf der Empore 53 Plätze. Zwischen den beiden Eingangstüren ist eine Kleiderablage eingebaut, am anderen Kopfe liegt ein Vorbereitungsraum nebst Abort. Die Aula hat Vorhänge von lichtdichtem Stoff, so daß sie auch zur Vorführung von Lichtbildern mit dem Lichtbildwerfer dienen kann. Sie hat ein einfaches Holzpaneel und hinter dem erhöhten Pult des Vortragenden in einer schlichten architektonischen Umrahmung zwei Schiebetafeln, die mit einem Vorhang verdeckt werden können. An den Wänden sind aufklappbare Sitzbänke angebracht, unter denen die Heizrohre liegen; das Gestühl ist lose. Für öffentliche Vorlesungen ist ein Eingang von der Straße vorgesehen.

In dem dreigeschossigen Pensionärgebäude (Abb. 14 Bl. 44 und Text-Abb. 3 u. 5) werden in 30 einbettigen und sechs zweibettigen Zimmern 42 Privatranke verpflegt, und zwar im Erdgeschoß und der einen Hälfte des ersten Obergeschosses chirurgische, in der anderen Hälfte des ersten und im zweiten Obergeschoß medizinische Kranke. Dementsprechend sind zwei Untersuchungszimmer mit Nebenräumen, das eine im Erdgeschoß, das andere im ersten Obergeschoß eingerichtet. Einige Zimmer sind durch Doppeltüren verbunden, so daß sie zusammen von einem Kranken bewohnt werden können. Die Mehrzahl der Krankenzimmer liegt nach Süden, an einem von der übrigen Gartenfläche abgetrennten Schmuckgarten,

dessen Hintergrund ein Laubengang bildet. Vom Erdgeschoß führt eine Rampe in den Garten, so daß die Kranken auch dort hin gefahren werden können. Ein Bettenaufzug verbindet die Geschosse. Mehrere Loggien, Veranden und Balkone dienen dem Aufenthalt der Kranken im Freien. Zwei Tageräume (Text-Abb. 10) sind zur gemeinschaftlichen Benutzung vorgesehen. Im Erdgeschoß befindet sich ein Wärterzimmer und in einem besonderen Raume ein Dauer-Wasserbad, das an die Warmwasserleitung angeschlossen ist. In jedem Geschoß liegt eine Teeküche, ein Wäscheraum, ein Badezimmer mit einer festen und einer fahrbaren Wanne, je zwei Aborte für Männer und Frauen und ein Spülraum. Im Dachgeschoß liegen Schlafräume für Schwestern und weibliche Dienerschaft, im Untergeschoß Baderäume für letztere. Die Fenster der Krankenzimmer haben zum Schutze gegen die Sonnenstrahlen verstellbare Rolläden erhalten. Die Wände der Krankenzimmer sind 2,40 m hoch mit abwaschbarer Salubratapete beklebt. Die Möbelausstattung besteht aus hellem Carolinapineholz mit glatten Flächen und Mahagoniholzleisten und -einlagen.

Die acht Krankenvavillons (vgl. Lageplan Abb. 1 Bl. 43 und Text-Abb. 2) der chirurgischen und medizinischen Abteilung zeigen alle annähernd den gleichen Grundriß. In dreien von ihnen konnten die großen Krankensäle am Ende des Gebäudes etwas länger vorgestreckt werden, so daß diese Pavillons 62 Betten fassen, während die übrigen fünf nur 50 Betten haben. Die Gebäude sind zweigeschossig, unter den Krankenzimmern unterkellert und im Dachgeschoß in den Kopfbauten zur Aufnahme zweier zweizimmerigen Arztwohnungen ausgebaut. Außerdem sind in den Dachräumen die Kleiderkammern und in den vier chirurgischen Pavillons noch Schlafräume für das Dienstpersonal hergerichtet. Das Haupttreppenhaus liegt vor den Krankenstationen des Erd- und Obergeschosses, ist gegen diese abgeschlossen und hat einen elektrisch betriebenen Bettenaufzug, der vom Keller bis zum Obergeschoß reicht. Vom Haupttreppenhaus gelangt man im Erdgeschoß (Abb. 3 Bl. 43) in das Aufnahmebad; von hier betritt der Kranke gebadet und mit der Anstaltskleidung versehen die Station. Die Wäsche und Kleidung des Kranken wird durch einen besonderen Ausgang ins Freie zur Wäscherei oder Desinfektion gebracht und kommt mit der Station nicht in Berührung. Neben dem Aufnahmebad befindet sich in den Männerpavillons ein Wärter-, in den Frauenpavillons ein Schwesternzimmer. Die Krankenzimmer sind sowohl im Erdgeschoß (Abb. 3 Bl. 43) als auch im Obergeschoß in zwei Gruppen angeordnet: einerseits am Ende des Flurs der große Krankensaal mit 14 bzw. 20 Betten, andererseits am Eingang ein sechsbettiger, ein zweibettiger und ein einbettiger Krankenraum. In den Krankenzimmern (Text-Abb. 12) stehen weißlackierte eiserne Kastenbetten mit Blechwänden in einem Rahmenwerk aus Mannesmannrohr, mit Drahtgeflechtmatratzen und Roßhaarmatratzen. An den Nachttischen, die in der üblichen Weise aus Eisenrohr und Glasplatten hergestellt sind, hat das Abteil für die Bettflasche an der vorderen Seite ein mit einem Schnappschloß versehenes Türchen, während die drei anderen Seiten des Abteils offen sind. Zwischen den beiden Gruppen der Krankenzimmer liegen ärztliches Untersuchungszimmer, Wäschelager, Bad, Tageraum, Schwesternzimmer, Teeküche und Abort. Dem Flur wird durch die auf beiden





Abb. 11. Garten zwischen den Krankenpavillons.

Seiten angeordneten Veranden sowie durch das Nebentreppenhaus in ausreichendem Maße Licht und Luft zugeführt. Wertvoll ist die zwischen dem großen Krankensaal und dem Tageraum eingefügte gedeckte Halle, an welcher sich in Bodengleiche offene Liegeplätze längs der Ostfront der Krankensäle anschließen (Text-Abb. 11). Die Teeküche ist ohne Abschluß als Flurerweiterung ausgeführt. Die Speisen werden in geschlossenen Wagen bis zum Nebentreppenhaus gefahren und von dort durch ein Schalter in die Teeküche hineingereicht oder mit dem Aufzug zum Obergeschoß befördert. In der Teeküche steht ein Spülbecken mit Ablauf aus Duranametall, ein Wärmeschrank, ein Gaskocher, ein Tisch, ein Eisschrank und ein Küchenschrank. Die großen

Das Obergeschoß (Abb. 2 Bl. 43) zeigt dieselbe Raumeinteilung wie das Erdgeschoß; jedoch kommen noch die über dem Verbindungsgang und der Vorhalle gelegenen Räume hinzu, die in allen acht Pavillons zu einer kleinen Isolierstation ausgenutzt sind, bestehend aus zwei zweibettigen Krankenzimmern mit besonderem Bad und Abort. In zwei Pavillons der chirurgischen Abteilung sind in diesen Isolierstationen Vorrichtungen einfachster Art für Dauerwasserbäder vorgesehen. An der Wand befindet sich ein Mischhahn, von dem durch eine Schlauchverbindung das Wasser mit einer bestimmten Wärme in eine fahrbare Wanne fließt, in welcher der Kranke auf einem Segeltuchlager ruht, das außen an der Wanne an Knöpfen befestigt ist. Der Abfluß

erfolgt durch ein Überlaufrohr in einen Bodensinkkasten. Die Regelung der Wasserwärme geschieht durch das Personal und gegebenenfalls auch durch den Kranken selbst. In den Pavillons der chirurgischen Abteilung ist im Obergeschoß außer dem ärztlichen Untersuchungszimmer auch noch ein Raum als Laboratorium eingerichtet. In den beiden chirurgischen Pavillons, die vom Operationsgebäude am weitesten entfernt liegen, dienen die ärztlichen Zimmer im ersten Obergeschoß als septische Operationsräume, in denen alle septischen Operationen ausgeführt werden.

Die unreine Wäsche wird in zwei Räumen des Kellergeschosses, für Erd- und Obergeschoß getrennt, gesammelt.



Abb. 12. Saal für 20 Betten im Krankenpavillon.

Im Erdgeschoß bildet ein kurzer Stutzen im Aufnahmebad den Abwurf. Vom Obergeschoß fällt die Wäsche durch einen glatten Schacht in einer Flurecke des Erdgeschosses ab. Die Wände dieses Schachtes bestehen aus lackiertem Eisenblech, lassen sich in der ganzen Höhe mit einem Griff bequem öffnen und türartig auseinanderschlagen und sind auf diese Weise jederzeit zu beobachten und leicht zu reinigen.

Das Badehaus (Abb. 1 bis 5 Bl. 45) enthält, um einen Innenhof gruppiert, im Erdgeschoß die Badeabteilung, während in den übrigen Geschossen die Räume für die wissenschaftlichen Arbeiten der medizinischen Abteilung und des physiologischen Instituts sowie der Hörsaal liegen. Im Erd-

geschoß (Abb. 5 Bl. 45) gelangt man von einem Vorraum links in das Wartezimmer der Badeabteilung; hieran schließt sich ein Raum für Einzeleinatmungen. Auf einem Tische sind drei Apparate aufgestellt, davon einer für Dampfeinatmungen und an der gegenüberliegenden Seite ein zweifacher pneumatischer Doppelapparat. Es folgt das Gesellschaftsinhalatorium mit einer Zerstäubungseinrichtung. Der Kompressor mit dem zugehörigen Elektromotor steht im Untergeschoß. Das benachbarte Sandbad enthält eine fahrbare Holzbadewanne, die von der im Nebenraum aufgestellten Sandheizvorrichtung gespeist wird. Die Erwärmung erfolgt durch Dampf, der zwei wagerechte doppelwandige Zylinder umströmt, durch die der Sand mittels einer mit der Hand oder einem Elektromotor bewegten Schraube hindurchgeführt wird. Der Sand wird in einem Kasten gemischt und dann in die Wanne gebracht. Eine Badewanne mit besonderem Abfluß zur Verhütung von Versandungen dient zur Reinigung nach dem Bade. Der Sandbaderaum hat eine Tür ins Freie, die es gestattet, den Kranken im Bade auf eine dort vorgebaute Plattform hinauszufahren. Der Nachbarraum ist als Operationszimmer der inneren Abteilung eingerichtet; hieran schließen sich Wärter- und Wäscherraum und Abort. Es folgt der Auskleideraum mit sechs Zellen und zwei Auskleidebänken. Der nebenan liegende Ruheraum enthält sechs Ruhebetten und eine Knetbank. An der Wand sind Anschlüsse an Warm- und Kaltwasserleitungen für Päckungen und dergleichen. Vom Ankleideraum und vom Ruheraum führen Türen in den Brauseraum (Text-Abb. 14). In diesem befinden sich ein Brausekatheder für Dampf-, Kalt-, Warmwasser- und Mischbrausen, ein Becken zum Wassertreten, verschiedenartige Brausen und Wannen für Voll-, Halb- und Sitzbäder. Die Vollbadewannen sind auf besonderen Wunsch des leitenden Arztes aus Holz hergestellt. Vom Brauseraum gelangt man auf der einen Seite in den Dampfraum, den Warm- und



Abb. 13. Hörsaal der medizinischen Abteilung im Badehaus.

Heißlufttraum, auf der anderen Seite in den mit einem elektrischen Lichtbad, einer Knetbank und einer Anzahl von Apparaten für Heißluftbehandlung ausgestatteten Raum. An den Ruheraum schließen sich auf der anderen Seite zwei Kohlensäurebäder, ein Solbad und ein hydroelektrisches Bad. Dann folgt ein Raum, in welchem die endoskopische Behandlung und Untersuchung stattfindet. Hier stehen die Apparate für Bronchoskopie, Ösophagoskopie, Rektoskopie und Zystoskopie, sowie die nötigen Geräte zur Untersuchung der Augen, Ohren und Nase; ferner die Apparate für Faradisation, Galvanisation und Franklinisation. In dem am Eingang liegenden Saale sind die Geräte zur Behandlung der tabischen Ataxie untergebracht. Ein Ergograph sowie eine Einrichtung für Vibrationsmassage vervollständigen die Ausrüstung.

Im Obergeschoß (Abb. 3 Bl. 45) des Badehauses liegt der Treppe gegenüber der Mikroskopiersaal mit neun Arbeitsplätzen an den Fenstern und sechs an der mittleren Tischreihe. Hier stehen die Gefrier- und Paraffinmikrotome, ein Präparatenschrank, ein Paraffinschrank, ein Instrumentenschrank und eine Wandtafel. Der benachbarte Raum ist das physikalische Laboratorium des physiologischen Instituts. Ein Untersuchungsdiwan, ein Respirationsapparat, ein Kymographion, einige Arbeitstische und Schränke bilden die Einrichtung. Es folgt das chemische Laboratorium mit zwei Doppeltischen für chemische Arbeiten und einem großen Laboratoriumstisch, fünf Fensterarbeitsplätzen, einem Abdampfkasten, einer Wasser- und einer elektrischen Schleudermaschine, einem Schrank und einer kleinen Dunkelkammer für die Spektroskope und den Polarisationsapparat. Nebenan liegt der Abdampfraum mit zwei Kästen, gegenüber der Spülraum. In einem Wägezimmer stehen auf Wandkonsolen zwei Wagen. Das Assistentenlaboratorium ist ähnlich wie das große chemische Laboratorium eingerichtet. In dem benachbarten Raum

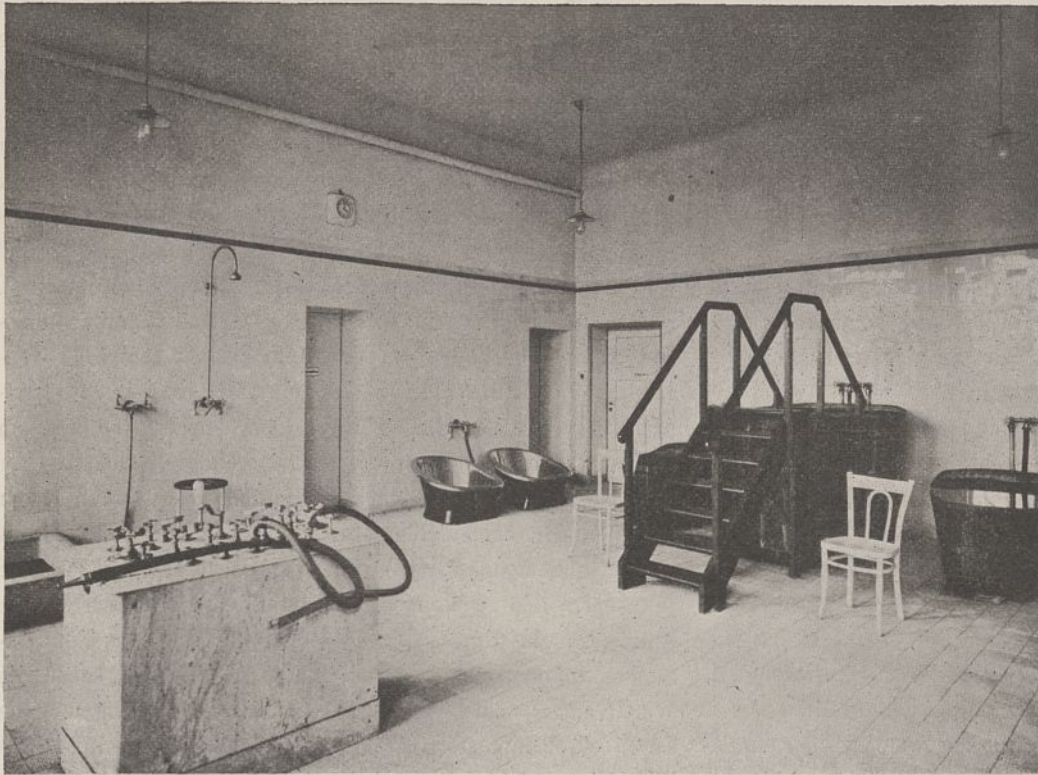


Abb. 14. Brauseraum im Badehause.

stehen eine elektrisch betriebene Kugelmühle und Schüttelmaschine, sowie ein Verbrennungsofen. Weiterhin folgen das Laboratorium des Direktors und ein Raum, der für wissenschaftliche Arbeiten und als Vorbereitungsraum für epidioskopische Vorführungen dient. Der Lichtbildwerfer wird auf einem Gleise von hier unter den Sitzreihen her in den benachbarten Hörsaal (Text-Abb. 13) geschoben und wirft die Bilder hinter dem Vortragenden auf die Wand, die zu diesem Zwecke mit Stuckputz geglättet ist. Der Hörsaal hat Seiten-

Links daneben liegen die Räume für Tierversuche, bestehend aus einem Operationszimmer, einem Raum für Versuchstiere und einem Tierstallraum, rechts der Raum für mechanische Registrierungen des physiologischen Instituts, eine photographische Werkstätte mit Dunkelkammer, zwei Dienerzimmer und am Ende des Ganges die geräumige Kleiderablage, von der aus die Zuhörer zu den obersten Sitzreihen des Hörsaales gelangen. In diesem Raum befinden sich auch die Sammlungen für das physiologische Institut.

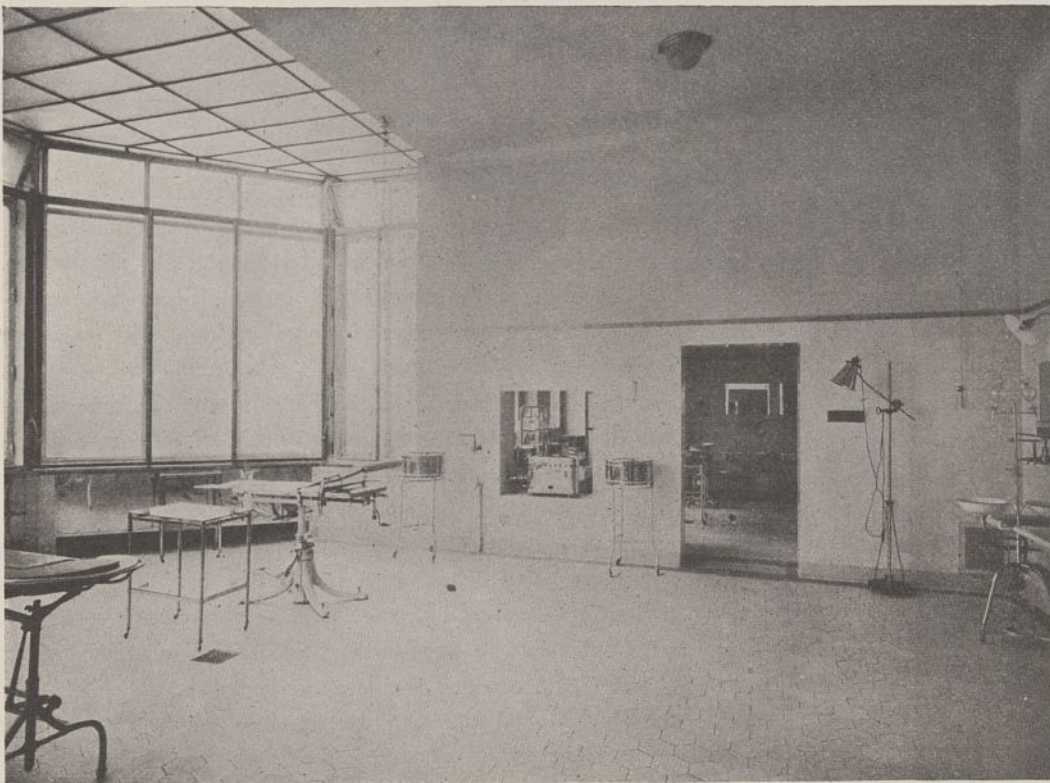


Abb. 15. Aseptischer Operationssaal im Operationshause.

und Oberlicht und eine elektrisch betriebene Verdunklungsanlage; er reicht durch zwei Geschosse und enthält 98 Sitzplätze auf Stufen von Eisenbeton (Abb. 1 u. 2 Bl. 45). Die Rückwände der Klappsitze sind gleichfalls in Eisenbeton hergestellt und mit Linoleum bekleidet. Vor dem Hörsaal liegt das Vorbereitungszimmer, daneben das Dienstzimmer des Direktors. Es folgt ein Dienerzimmer und dann ein geräumiges Röntgenzimmer.

Das Dachgeschoß (Abb. 4 Bl. 45) ist vollständig ausgebaut. Der Treppe gegenüber liegt die „Küche“. Hier stehen ein Gasherd, ein Trockensterilisator, eine Wasserstrahlluftpumpe mit Gebläse, die große elektrische Schleudermaschine, zwei Papinische Töpfe, ein Eisschrank und verschiedene andere Schränke.

Das Dach über dem Treppenhaus und den anstoßenden Fluren ist als Plattform ausgebildet, zu welcher seitlich eine Treppe vom Dachgeschoß hinaufführt. Hier ist, durch die umgebenden Dachflächen gegen jeden Einblick von außen geschützt, ein geräumiges Licht- und Luftbad geschaffen, das mit einer Brause und einem gedeckten An- und Auskleideraum ausgestattet ist (Abb. 1 Bl. 45). Ein Bettenaufzug verbindet alle Geschosse und reicht auch bis zu diesem Luftbade.

Im Untergeschoß sind die Räume für Elektrokardiographie, für Stoffwechselversuche am Tier und ein Tierstall untergebracht.

Im Operationshause (Abb. 7 bis 10 Bl. 45), dessen Eingang vom Pförtnerzimmer überwacht wird, liegen die Räume

an einem langen, 3,5 m breiten Flur. An der linken Seite zunächst Vorzimmer und Dienstzimmer des Direktors, dann das Zimmer für Frischoperierte und gegenüber der Bettenaufzug (Abb. 8 Bl. 45). Nun folgt ein Glasabschluß, der die eigentlichen Operationsräume abschließt. Auf der linken Seite liegen Gipsverbandzimmer, Vorbereitungszimmer und aseptischer Operationssaal (Text-Abb. 15); dieser ist mit einem Glasvorbau ausgestattet, in dem über dem inneren Oberlicht die elektrische Beleuchtung des Operationstisches angebracht ist. Ein Abwurfschacht für gebrauchte Wäsche liegt an der Flurwand. Im dem benachbarten Waschzimmer der Assistenten ist ein großer Instrumentensterilisator in die Zwischenwand eingebaut und mit einer Entnahmeöffnung vom aseptischen Operationssaal versehen; außerdem steht hier ein Kochsalzsterilisator von 150 l Inhalt mit einer Zuleitung zum Operationssaal. Ein Handaufzug verbindet den Raum mit der darunter liegenden Ausgabe für sterilisierte Verbandwatte. Am Ende des Flures liegt der Operationshösraum (Text-Abb. 17) mit zwei seitlichen Vorbereitungsräumen. Er hat 90 Sitzplätze auf ansteigenden Stufen aus Eisenbeton mit Terrazzobelag. Die Klappsitze sind aus glattem Holz hergestellt, das schmale Pultbrett desgleichen; es wird von weißemallichten Eisenrohren gestützt. Die hohen seitlichen Fenster sowie das Oberlicht geben dem Saal (Abb. 9 u. 10 Bl. 45) eine ausgezeichnete Beleuchtung. Die Räume unter den Sitzreihen sind als Waschräume und Sterilisieräume für die Geräte eingerichtet und mit eingebauten Schränken für Geräte, Medikamente und Wäsche versehen. Hier steht auch ein fahrbarer Epidiaskop, der im Hösraum vor der untersten Sitzreihe aufgestellt, die Bilder auf die gegenüberliegende glattgeputzte Wandfläche hinter dem Vortragenden wirft. Die seitlichen Fenster werden durch äußere Rolläden aus Kiefernholz, das Oberlicht durch einen im Dachraum sich abrollenden Vorhang aus lichtdichtem Stoff verdunkelt. Die Verdunkelungsvorrichtung wird durch einen Elektromotor betrieben, der vom Standort des Vortragenden eingeschaltet werden kann. Neben der Bildfläche sind zwei Tafeln aus Mattglas in die Wand eingelassen. Die künstliche Beleuchtung der Operationsbühne erfolgt durch eine Spiegelbeleuchtung, die weiter unten bei den elektrischen Anlagen (S. 437) näher beschrieben ist.

In der östlichen Ecke des Hösraumes ist ein Schacht für gebrauchte Wäsche vorgesehen, der in einen geheizten Raum des Untergeschosses mündet, aus dem die Wäsche unmittelbar ins Freie geschafft werden kann. Neben dem Vorbereitungsraum an der Ostseite liegt ein Raum, der Platz zur Unterbringung der Sauerbruchschen Kammer bietet. Am Flur liegt noch ein Badezimmer und weiter nach dem Eingang zu ein Wäschezimmer, in dem sich auch die Schwester aufhält, und daneben ein Warteraum für die zu Operierenden. Die septischen Operationen werden sämtlich auf den Operationszimmern der beiden septischen Stationen ausgeführt.

Im Obergeschoß (Abb. 7 Bl. 45) liegt neben der Treppe ein Archiv- und Konferenzzimmer. Es folgen drei Laboratorien, von denen das erste für den Direktor und Unterarzt bestimmt ist, das zweite für mikroskopische und chemische Arbeiten, das dritte für bakteriologische. Der benachbarte große Raum ist für elektrische Untersuchungen und Behandlungen eingerichtet. Die Fenster haben Verdunkelungsvor-

richtungen. In dem Raum befindet sich ein Anschlußbrett mit allen Vorrichtungen für Endoskopie, Galvanokaustik, sowie für Anwendung des galvanischen und faradischen Stromes für Heilzwecke. Der Raum dient für Kurse in Zystoskopie, Ösophagoskopie, Bronchoskopie und Rektoskopie, sowie für Verbandkurse. Es folgt dann ein Sammlungsraum, gegenüber zwei Schlafzimmern für drei Schwestern, und am Ende des Flures die Röntgenabteilung, die durch einen Glasabschluß von den übrigen Räumen des Obergeschosses getrennt ist. Hier liegt zunächst auf der Westseite das Untersuchungs- und Aufenthaltszimmer für den leitenden Arzt der Röntgenabteilung. Daran schließt sich ein Röntgenzimmer (Text-Abb. 16) von 49 qm Bodenfläche. Auf der Ostseite liegt ein zweiter kleinerer Röntgenraum, daneben ein Unterrichtszimmer und daran anschließend ein Plattenaufbewahrungsraum. Der zwischen den beiden Röntgenräumen liegende Teil des Flures ist als Dunkelkammer mit Vorraum ausgebaut, so daß letzterer von beiden Röntgenzimmern aus unmittelbar betreten werden kann. Um das Durchdringen von Strahlen aus den Röntgenräumen in das Dunkelzimmer sicher zu verhüten, haben die Wände unter dem Putz bis zu einer Höhe von 2 m und die Türen ein 2 mm starkes Schutzblech aus Blei erhalten. Die Bleitafeln sind an wagerechten, in das Mauerwerk mit 50 cm Abstand eingelassenen Dübelleisten mit 5 cm Überdeckung durch verzinnete Nägel befestigt, deren Köpfe verbleit sind. Die Außenseiten der Bleitafeln sind mit Goudron gestrichen und dann in einem Abstand von 1 cm mit verzinktem Drahtgeflecht überspannt, das mit einem Zementmörtelbewurf versehen ist und die schwarzen Tonplatten der Wandbekleidung trägt. Der untere Teil der Wände bis 2 m Höhe sowie der Fußboden des Dunkelzimmers sind mit Platten belegt. Die übrigen Wandflächen und die Decke haben mattroten Anstrich. Der mit einem Spülbecken versehene Vorraum dient dazu, dem Tageslicht bei Betreten der Dunkelkammer den Zutritt zu verwehren, und ist ferner für die Verstärkungsarbeiten mit Quecksilber bestimmt. Die beiden Röntgenzimmer sind so eingerichtet, daß sie sich nicht nur gegenseitig ergänzen, sondern auch ersetzen können, wenngleich der Raum auf der Westseite mehr für chirurgische, der auf der Ostseite mehr für innere Zwecke (Durchleuchtung, Orthodiagraphie) dienen soll. Die geräumigen Schutzhäuser sind an der Innenseite lichtdicht mit Blei ausgeschlagen und haben in ihrer Vorderwand ein für Röntgenstrahlen undurchlässiges Bleiglasfenster. Eine Hochspannungsleitung mit einem Hochspannungsumschalter läßt vom Schutzhause aus die Verbindung der einzelnen Geräte mit der sekundären Rolle des Induktors herstellen. Schalttafel bzw. Schalttisch und die Unterbrecher sind innerhalb des Schutzhauses montiert. Die Verdunkelungsvorhänge sind seitlich durch eiserne Klappschienen besonders gesichert. Im Unterrichtsraum befindet sich ein Beleuchtungskasten und ein kleiner Lichtbildwerfer. Zur Verdunkelung dienen hier Vorhänge. Zur Betrachtung der Platten bei Tageslicht sind in den Fensterrahmen Eisengestelle angebracht mit verschiebbaren Schienen, in welchen Negative aller Formate eingesetzt werden können. Im Dunkelraum befinden sich neben der üblichen Ausstattung ein durch einen elektrischen Motor angetriebener Entwicklungsschaukeltisch, zwei Spülbecken und zwei Entwässerungskästen, in denen die Negative senkrecht stehen.

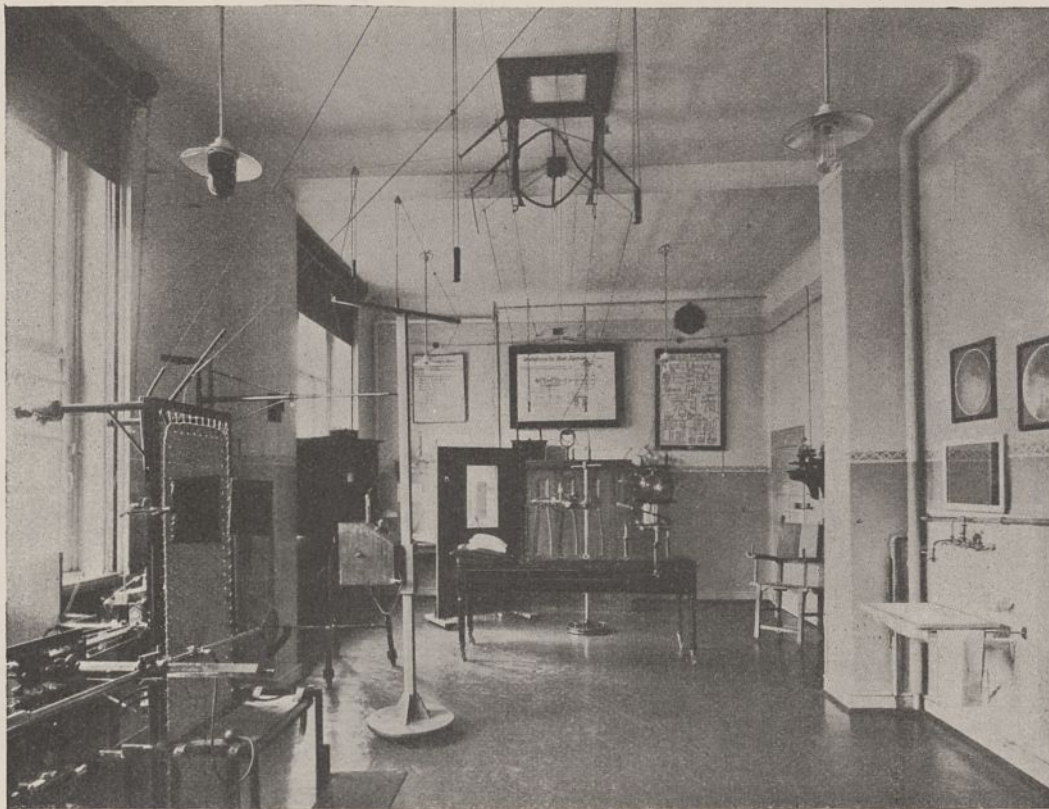


Abb. 16. Röntgenzimmer im Operationshause.

Im Dachgeschoß liegt ein Schlafrum für männliches Personal, sowie eine photographische Werkstätte. Diese enthält außer einem Vorraum einen großen Arbeitsraum von 8 m Länge und 5 m Tiefe, einen Kopierraum und ein Dunkelzimmer. Für Aufnahmen bei Tage erhält das Atelier sein Licht durch das Glasdach und die aus Glas hergestellte Längswand. Für Aufnahmen bei Dunkelheit dient eine

elektrische Bogenlampe. Die vorhandenen Apparate ermöglichen alle Aufnahmen für medizinische Zwecke, stereoskopische Aufnahmen, Vervielfältigungen, Anfertigung von Diapositiven und Vergrößerungen bis zu einem Quadratmeter. Das flache Dach über den Schwesternschlafzimmern dient gleichfalls zur Herstellung von Abzügen.

Im Untergeschoß liegen neben dem Raum für die Zwecke der Heizung und Warmwasserbereitung zwei Räume für Tierversuche. Unter dem aseptischen Operationssal befinden sich die Verbandstoffbereitung und Hauptsterilisation mit einem Vorbereitungs- und Ausgaberaum. In einem besonderen Raume stehen die Apparate für Heißluftbehandlung. Unter dem Operationshösraum ist die mit Waschgelegenheit und Abort

ausgestattete Kleiderablage für

die Zuhörer. Diese gelangen vom Erdgeschoßingang über die Treppe in das Untergeschoß, kleiden sich hier um und steigen dann die kleine Treppe am nördlichen Ende des Gebäudes hinauf bis zur obersten Sitzreihe des Hörsaales.

Der Bettenaufzug reicht vom Untergeschoß bis zum Dachgeschoß.

Die Kinderklinik (Abb. 1 u. 2 Bl. 44) ist ein dreigeschossiger Bau mit Untergeschoß und ausgebautem Dachgeschoß, in dem die Krankenräume durchweg nach Süden liegen. Am Pfortnerzimmer vorbei gelangt man geradeaus zu dem an der Nordseite vorgebauten Hörsaal (Abb. 2 Bl. 44) und zwar rechts durch ein Vorbereitungs-

zimmer zum Standort des Vortragenden, links durch eine Kleiderablage mit Waschgelegenheit und Abort über eine Treppe zur obersten Sitzreihe. Der Hörsaal hat 68 Sitzplätze auf Stufen von Eisenbeton. Die Fenster haben Verdunkelungsvorrichtungen. Der fahrbare Lichtbildwerfer wird in der Lücke in der Mitte der untersten Sitzreihe aufgestellt und wirft das Bild auf die

der Vortragenden, links durch eine Kleiderablage mit Waschgelegenheit und Abort über eine Treppe zur obersten Sitzreihe. Der Hörsaal hat 68 Sitzplätze auf Stufen von Eisenbeton. Die Fenster haben Verdunkelungsvorrichtungen. Der fahrbare Lichtbildwerfer wird in der Lücke in der Mitte der untersten Sitzreihe aufgestellt und wirft das Bild auf die

der Vortragenden, links durch eine Kleiderablage mit Waschgelegenheit und Abort über eine Treppe zur obersten Sitzreihe. Der Hörsaal hat 68 Sitzplätze auf Stufen von Eisenbeton. Die Fenster haben Verdunkelungsvorrichtungen. Der fahrbare Lichtbildwerfer wird in der Lücke in der Mitte der untersten Sitzreihe aufgestellt und wirft das Bild auf die

der Vortragenden, links durch eine Kleiderablage mit Waschgelegenheit und Abort über eine Treppe zur obersten Sitzreihe. Der Hörsaal hat 68 Sitzplätze auf Stufen von Eisenbeton. Die Fenster haben Verdunkelungsvorrichtungen. Der fahrbare Lichtbildwerfer wird in der Lücke in der Mitte der untersten Sitzreihe aufgestellt und wirft das Bild auf die

der Vortragenden, links durch eine Kleiderablage mit Waschgelegenheit und Abort über eine Treppe zur obersten Sitzreihe. Der Hörsaal hat 68 Sitzplätze auf Stufen von Eisenbeton. Die Fenster haben Verdunkelungsvorrichtungen. Der fahrbare Lichtbildwerfer wird in der Lücke in der Mitte der untersten Sitzreihe aufgestellt und wirft das Bild auf die

der Vortragenden, links durch eine Kleiderablage mit Waschgelegenheit und Abort über eine Treppe zur obersten Sitzreihe. Der Hörsaal hat 68 Sitzplätze auf Stufen von Eisenbeton. Die Fenster haben Verdunkelungsvorrichtungen. Der fahrbare Lichtbildwerfer wird in der Lücke in der Mitte der untersten Sitzreihe aufgestellt und wirft das Bild auf die

der Vortragenden, links durch eine Kleiderablage mit Waschgelegenheit und Abort über eine Treppe zur obersten Sitzreihe. Der Hörsaal hat 68 Sitzplätze auf Stufen von Eisenbeton. Die Fenster haben Verdunkelungsvorrichtungen. Der fahrbare Lichtbildwerfer wird in der Lücke in der Mitte der untersten Sitzreihe aufgestellt und wirft das Bild auf die

der Vortragenden, links durch eine Kleiderablage mit Waschgelegenheit und Abort über eine Treppe zur obersten Sitzreihe. Der Hörsaal hat 68 Sitzplätze auf Stufen von Eisenbeton. Die Fenster haben Verdunkelungsvorrichtungen. Der fahrbare Lichtbildwerfer wird in der Lücke in der Mitte der untersten Sitzreihe aufgestellt und wirft das Bild auf die

der Vortragenden, links durch eine Kleiderablage mit Waschgelegenheit und Abort über eine Treppe zur obersten Sitzreihe. Der Hörsaal hat 68 Sitzplätze auf Stufen von Eisenbeton. Die Fenster haben Verdunkelungsvorrichtungen. Der fahrbare Lichtbildwerfer wird in der Lücke in der Mitte der untersten Sitzreihe aufgestellt und wirft das Bild auf die

der Vortragenden, links durch eine Kleiderablage mit Waschgelegenheit und Abort über eine Treppe zur obersten Sitzreihe. Der Hörsaal hat 68 Sitzplätze auf Stufen von Eisenbeton. Die Fenster haben Verdunkelungsvorrichtungen. Der fahrbare Lichtbildwerfer wird in der Lücke in der Mitte der untersten Sitzreihe aufgestellt und wirft das Bild auf die

der Vortragenden, links durch eine Kleiderablage mit Waschgelegenheit und Abort über eine Treppe zur obersten Sitzreihe. Der Hörsaal hat 68 Sitzplätze auf Stufen von Eisenbeton. Die Fenster haben Verdunkelungsvorrichtungen. Der fahrbare Lichtbildwerfer wird in der Lücke in der Mitte der untersten Sitzreihe aufgestellt und wirft das Bild auf die

der Vortragenden, links durch eine Kleiderablage mit Waschgelegenheit und Abort über eine Treppe zur obersten Sitzreihe. Der Hörsaal hat 68 Sitzplätze auf Stufen von Eisenbeton. Die Fenster haben Verdunkelungsvorrichtungen. Der fahrbare Lichtbildwerfer wird in der Lücke in der Mitte der untersten Sitzreihe aufgestellt und wirft das Bild auf die

der Vortragenden, links durch eine Kleiderablage mit Waschgelegenheit und Abort über eine Treppe zur obersten Sitzreihe. Der Hörsaal hat 68 Sitzplätze auf Stufen von Eisenbeton. Die Fenster haben Verdunkelungsvorrichtungen. Der fahrbare Lichtbildwerfer wird in der Lücke in der Mitte der untersten Sitzreihe aufgestellt und wirft das Bild auf die

der Vortragenden, links durch eine Kleiderablage mit Waschgelegenheit und Abort über eine Treppe zur obersten Sitzreihe. Der Hörsaal hat 68 Sitzplätze auf Stufen von Eisenbeton. Die Fenster haben Verdunkelungsvorrichtungen. Der fahrbare Lichtbildwerfer wird in der Lücke in der Mitte der untersten Sitzreihe aufgestellt und wirft das Bild auf die

der Vortragenden, links durch eine Kleiderablage mit Waschgelegenheit und Abort über eine Treppe zur obersten Sitzreihe. Der Hörsaal hat 68 Sitzplätze auf Stufen von Eisenbeton. Die Fenster haben Verdunkelungsvorrichtungen. Der fahrbare Lichtbildwerfer wird in der Lücke in der Mitte der untersten Sitzreihe aufgestellt und wirft das Bild auf die

der Vortragenden, links durch eine Kleiderablage mit Waschgelegenheit und Abort über eine Treppe zur obersten Sitzreihe. Der Hörsaal hat 68 Sitzplätze auf Stufen von Eisenbeton. Die Fenster haben Verdunkelungsvorrichtungen. Der fahrbare Lichtbildwerfer wird in der Lücke in der Mitte der untersten Sitzreihe aufgestellt und wirft das Bild auf die

der Vortragenden, links durch eine Kleiderablage mit Waschgelegenheit und Abort über eine Treppe zur obersten Sitzreihe. Der Hörsaal hat 68 Sitzplätze auf Stufen von Eisenbeton. Die Fenster haben Verdunkelungsvorrichtungen. Der fahrbare Lichtbildwerfer wird in der Lücke in der Mitte der untersten Sitzreihe aufgestellt und wirft das Bild auf die

der Vortragenden, links durch eine Kleiderablage mit Waschgelegenheit und Abort über eine Treppe zur obersten Sitzreihe. Der Hörsaal hat 68 Sitzplätze auf Stufen von Eisenbeton. Die Fenster haben Verdunkelungsvorrichtungen. Der fahrbare Lichtbildwerfer wird in der Lücke in der Mitte der untersten Sitzreihe aufgestellt und wirft das Bild auf die

der Vortragenden, links durch eine Kleiderablage mit Waschgelegenheit und Abort über eine Treppe zur obersten Sitzreihe. Der Hörsaal hat 68 Sitzplätze auf Stufen von Eisenbeton. Die Fenster haben Verdunkelungsvorrichtungen. Der fahrbare Lichtbildwerfer wird in der Lücke in der Mitte der untersten Sitzreihe aufgestellt und wirft das Bild auf die

der Vortragenden, links durch eine Kleiderablage mit Waschgelegenheit und Abort über eine Treppe zur obersten Sitzreihe. Der Hörsaal hat 68 Sitzplätze auf Stufen von Eisenbeton. Die Fenster haben Verdunkelungsvorrichtungen. Der fahrbare Lichtbildwerfer wird in der Lücke in der Mitte der untersten Sitzreihe aufgestellt und wirft das Bild auf die

der Vortragenden, links durch eine Kleiderablage mit Waschgelegenheit und Abort über eine Treppe zur obersten Sitzreihe. Der Hörsaal hat 68 Sitzplätze auf Stufen von Eisenbeton. Die Fenster haben Verdunkelungsvorrichtungen. Der fahrbare Lichtbildwerfer wird in der Lücke in der Mitte der untersten Sitzreihe aufgestellt und wirft das Bild auf die

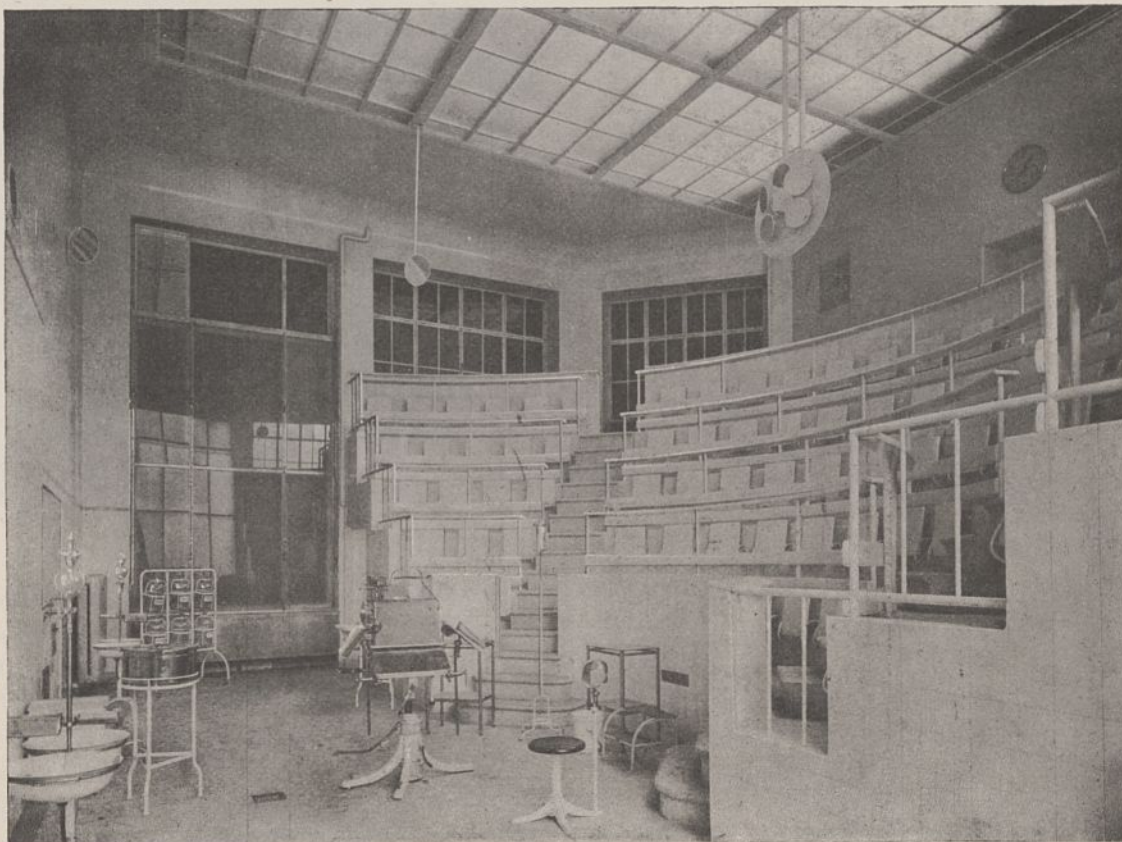


Abb. 17. Hörsaal im Operationshause.



Abb. 18. Psychiatrie-Klinik.

glattgeputzte Wandfläche hinter dem Vortragenden. Neben der Kleiderablage für Zuhörer liegt ein Sammlungsraum. Links vom Haupteingang reiht sich an das Pförtnerzimmer ein Schwesternzimmer, Wohn- und Schlafzimmer des Unterarztes, das chemische Laboratorium mit benachbartem Spül- und Abdampfraum, ein Mikroskopierzimmer, Raum für Tierversuche, bakteriologisches Laboratorium und Wägezimmer. Rechts vom Eingang liegt das Vorzimmer des Direktors, zugleich Bücherei, das Direktorzimmer und die Poliklinik. Diese hat einen besonderen Eingang von außen an der östlichen Kopfseite. Von einer Vorhalle, die zum Aufstellen der Kinderwagen dient und von dem seitlich gelegenen Pförtnerzimmer überwacht wird, führen einige Stufen zu einem Absonderungszimmer für verdächtige Kinder. Geradeaus liegt ein großer Warteraum, von dem drei Behandlungszimmer zugänglich sind; ein viertes, das Dunkelzimmer, liegt am Flur. Für Aborte und Wäschraum ist Sorge getragen.

Im ersten Obergeschoß (Abb. 1 Bl. 44) sind im westlichen Teile die Mädchen untergebracht in einem Saale mit zehn und einem mit acht Betten, sowie in zwei Einzelzimmern; Tageraum, Bad, Teeküche, Schwesternzimmer, Wäschelager, Aborte und Raum für unreine Wäsche schließen sich an. Die östliche Hälfte dient der Säuglingsabteilung (Text-Abb. 20), die aus einem achtbettigen, zwei siebenbettigen, einem sechsbettigen, zwei vierbettigen Krankenzimmern, Stillraum, Teeküche und Abort besteht. Die Feuertonnbadewannen stehen in den Krankenräumen. Das hinterste vierbettige Zimmer dient als Couveuse (Text-Abb. 19). Die Temperatur des Zimmers läßt sich beliebig erhöhen; der Eingang ist durch einen Windfang geschützt. In dem Zimmer stehen zwei als Bettchen hergerichtete Nickelwannen mit doppelten Wänden, zwischen denen warmes Wasser umläuft, dessen Wärme, für beide Wannen getrennt, durch selbsttätige Wärmeregler beliebig einstellbar ist und auf derselben Höhe gehalten werden kann. Die Erwärmung des Wassers geschieht in einem besonderen, im Keller aufgestellten Gefäß,

das an die Dampfheizung angeschlossen ist. Außer den Wannen stehen noch zwei Säuglingsbettchen im Couveusenraum. In den Zwischenwänden der Säuglingsräume sind große zum Öffnen nicht eingerichtete Fenster angebracht, die die Beaufsichtigung der Zimmer erleichtern sollen. Terrassen und Veranden sind auf allen Seiten des Gebäudes in reichlichem Maße vorgesehen.

Das zweite Obergeschoß ist in der linken, die Knaben beherbergenden Hälfte wie das erste Obergeschoß eingerichtet. Die rechte Hälfte dient zum größten Teil als Pensionärabteilung für zahlende Kranke. Von den sechs Einzelzimmern besitzen zwei außer dem Kinderkrankenbett noch ein Bett für einen Erwachsenen, der die Pflege besorgt. Ein Raum mit zwei Betten gestattet die Trennung von Kindern mit übertragbaren Krankheiten, deren Absonderung nicht vorgeschrieben, aber wünschenswert ist. Außerdem liegen in diesem Flügel ein Schlafzimmer für sechs Ammenkinder, Teeküche,

Bad und Abort. — Das Dachgeschoß zerfällt in zwei getrennte Abteilungen, zu denen zwei besondere Treppen führen. Der westliche, von der Haupttreppe erreichbare Teil enthält Raum für fünf Arztwohnungen, Bad und Abort sowie die photographische Werkstätte mit Nebenraum und Dunkelkammer, der östliche die Schlafräume für neun Schwestern, sechs Ammen und drei Pflegerinnen nebst Bad und Abort.

Im Untergeschoß liegt östlich die Milchküche. Sie besteht aus dem Vorratsraum, dem Sterilisationsraum, in dem ein großer Milchbehälter, ein Milchvorwärmer, der an die Warmwasserleitung angeschlossen ist, ein Handseparator, ein Milchkühler, eine Abfüllmaschine und ein Sterilisationsapparat mit Rückkühlung stehen, ferner dem durch einen Vorraum zugänglichen Kühlraum mit eingebautem Eisschrank und dem Spülraum mit einer elektrisch angetriebenen Spülmaschine.

Im Mittelbau liegen zwei Laboratorien für biologische und kalorimetrische Untersuchungen, im westlichen Teil nach Süden Anrichte- und Eßzimmer für die Ammen, an der nördlichen Kopfseite Räume für Tierställe.

Die psychiatrische Klinik (Abb. 4 u. 5 Bl. 43) und Text-Abb. 18) ist ein langgestreckter symmetrischer Bau mit vorspringenden seitlichen Flügeln. Die östliche Hälfte ist den Männern, die westliche den Frauen zugewiesen. Der Eingang liegt an der Nordseite. Eine besondere Fahrstraße führt vom Haupteingang der Anstalt an der Stelzmannstraße bis zur Klinik. Das Erdgeschoß (Abb. 5 Bl. 43) enthält die Aufnahmestation. Hier werden die Kranken bis zu ihrer in der Regel schnell erfolgenden Überführung in eine Provinzialanstalt verpflegt oder auch solche, deren Krankheit voraussichtlich von kurzer Dauer ist, bis zu ihrer Genesung. Am Eingang liegt das Pförtnerzimmer, daneben das Wartezimmer, gegenüber der Hörsaal mit 55 Sitzplätzen. Auf beiden Seiten des Hörsaales befinden sich die Dienstzimmer der beiden dirigierenden Ärzte mit je einem Vorzimmer. Die folgenden Räume sind auf beiden Seiten gleich: ein Schlafzimmer für die Nachtwache, ein Untersuchungszimmer und ein Aufnahmeraum, in dem



Couveuse ohne Bettbezug. Couveuse mit Bettbezug.

Abb. 19. Couveusenraum der Säuglingsabteilung in der Kinderklinik.

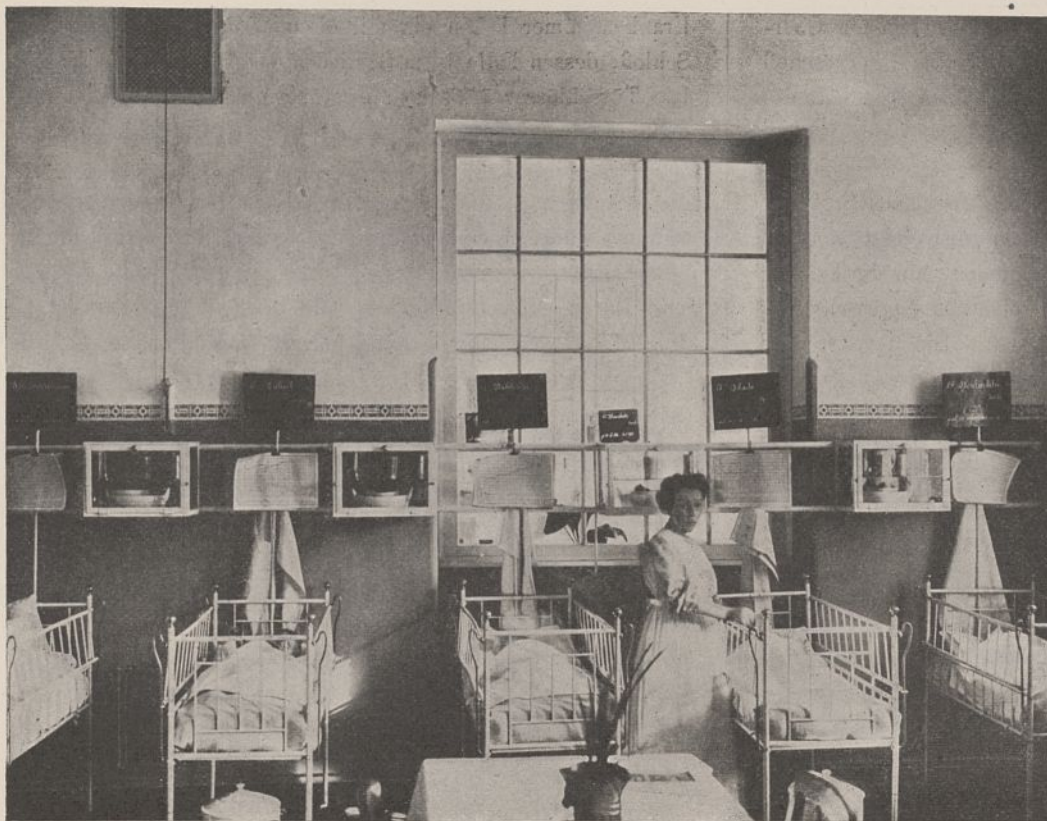


Abb. 20. Säuglingssaal in der Kinderklinik.

jeder neu aufgenommene Kranke gebadet und eingekleidet wird. Die Aufnahme steht in unmittelbarer Verbindung mit der unruhigen Wachabteilung. Diese besteht aus einem großen Saal mit zwölf Betten, einem kleinen mit fünf Betten nebst zwei anstoßenden Einzelzimmern und dem von beiden Sälen erreichbaren Dauerbad mit fünf Feuertonwannen. Das eine Einzelzimmer (Sterbezimmer) hat eine Tür nach einem Flur, der ins Freie führt, das andere ist als „feste“ Zelle für irre Verbrecher eingerichtet mit besonderer Sicherung der

Tür und des Fensters. In jedem der beiden Wachsäle sind zwei Waschbecken, ein Spül-  
 abort, der von einer halbhohen Rollwand  
 verdeckt wird, Tische, Stühle und einige  
 Schränke vorgesehen, in dem größeren Wach-  
 saale außerdem noch ein Ausgußbecken. Der  
 leitende Gesichtspunkt für die Ausrüstung der  
 Wachabteilung war der, zur Durchführung  
 einer andauernden und scharfen Überwachung  
 alle die Gegenstände und Einrichtungen, die  
 sowohl die Kranken, wie die Pfleger bei Tage  
 oder in der Nacht benötigen, in den Kranken-  
 sälen oder in deren nächster Nähe unter-  
 zubringen, selbstverständlich unter vollstän-  
 digen Wahrung der Bestimmung der Räume  
 als Krankenzimmer. Von dem großen Wach-  
 saale führt eine Tür in einen von alten Bäumen  
 bestandenen Spaziergarten. Gegen den Flur  
 ist die unruhige Wachabteilung durch Doppel-  
 türen gesichert. Gegenüber liegt die ruhige  
 Wachabteilung, bestehend aus einem zehn-  
 bettigen Krankensaal mit zwei anstoßenden  
 Einzelzimmern und einem Baderaum mit  
 einer festen und einer fahrbaren Wanne. Die

Einrichtung ist ähnlich wie die  
 in der unruhigen Abteilung. Der  
 Wachsäle steht in Verbindung  
 mit dem Tageraum der ruhigen  
 Abteilung, einem großen, freund-  
 lich ausgestatteten und mit Bil-  
 dern geschmückten Raum, mit  
 einem erhöhten Sitzplatz und dem  
 Blick in den schönen Park, mit  
 dem er auch durch eine Tür ver-  
 bunden ist. Nebenan liegen die  
 Aborte. Eine Tür führt vom  
 Tageraum in die Anrichte. In  
 diese werden die Speisen durch  
 ein Schiebefenster von außen  
 hineingereicht und der Bedarf des  
 Obergeschosses mit einem Aufzug  
 hinaufbefördert.

Im Obergeschoß (Abb. 4  
 Bl. 43) enthält der Mittelbau  
 den Bibliothek- und Konferenz-  
 saal, zu beiden Seiten je eine  
 zweizimmerige Assistenzarzt-  
 wohnung, gegenüber das anatomi-  
 sche Laboratorium. Es folgen

dann beiderseits die Kranken-  
 abteilungen und zwar für zahlende, sog. Pensionäre: ein  
 vierbettiges Zimmer, eine aus zwei Zimmern bestehende  
 Krankenwohnung, ein dreibettiges Zimmer, ein gemeinsamer  
 Tageraum, der einen erkerartigen Ausbau hat, Anrichte und  
 Aborte und daran anschließend die Wachabteilungen. Die  
 unruhige Wachabteilung besteht aus einem dreibettigen Zimmer  
 mit zwei anstoßenden Einzelzimmern und dem Dauerbad, in  
 dem zwei Feuertonwannen aufgestellt sind. Gegenüber liegt  
 die ruhige Wachabteilung, gleichfalls aus einem dreibettigen

Zimmer und zwei Einzelräumen bestehend. Die Einrichtung ist die gleiche wie im Erdgeschoß. Der benachbarte Baderaum dient auch den Kranken der offenen Abteilung zur Benutzung. Die flachen Dächer der nur im Erdgeschoß vorgebauten Säle sind als Terrassen für die Kranken des Obergeschosses hergerichtet. Das ausgebaute Dachgeschoß enthält im Mittelbau vier psychologische Laboratorien und eine dritte Assistenzarztwohnung. In den Seitengiebeln sind nach Süden Schlafräume für acht ruhige Kranke der Erdgeschoßabteilung, nach Norden Pflegerwohnungen eingerichtet. Die Zwischenteile enthalten gleichfalls Schlafräume für das Pflegepersonal und beiderseitig einen Baderaum für dasselbe nebst Abort. Auf der Männerabteilung ist noch eine Dunkelkammer vorgesehen. Die Wohnung des verheirateten Oberpflegers befindet sich im Pfortnergebäude. Im Untergeschoß liegen die Kleiderkammern, Eßzimmer für das Personal, die für die Heizung und Lüftungsanlage erforderlichen Räume und noch einige verfügbare Räume.

Besondere Sorgfalt ist in der psychiatrischen Klinik auf die Verschlüsse der Fenster und Türen verwendet worden. Vergitterungen sind grundsätzlich vermieden, nur die Fenster der beiden „festen“ Zellen haben eisernes Sprossenwerk, das mit Siemens-Hartglas verglast ist. Die Fenster der



Abb. 21. Hörsaal im Pathologischen Institut.

Krankenzimmer haben ein mit einem Schlüssel zu öffnendes Schloß, dessen Falle beim Schließen des Fensters einschnappt. Die Türschlösser sind so ausgeführt, daß jeder Pfleger nur die ihm zugewiesenen Räume und deren Schränke usw. mit seinem Schlüssel öffnen kann. Der Oberpfleger öffnet nur die männliche, die Oberpflegerin nur die weibliche Abteilung, während der Arzt mit seinem Schlüssel alle Räume öffnen kann.

Durch ein sorgfältig ausgebildetes Fernsprechnetzz ist die Möglichkeit geschaffen, sich jederzeit nach allen Seiten Hilfe

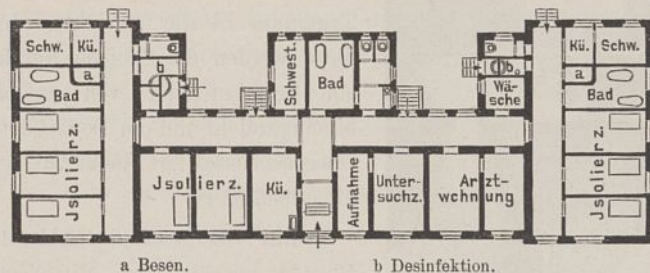


Abb. 22. Baracke I (umgebaut). Aufnahme und Quarantänestation der Infektionsabteilung (36 im Lageplan Abb. 1 Bl. 43).

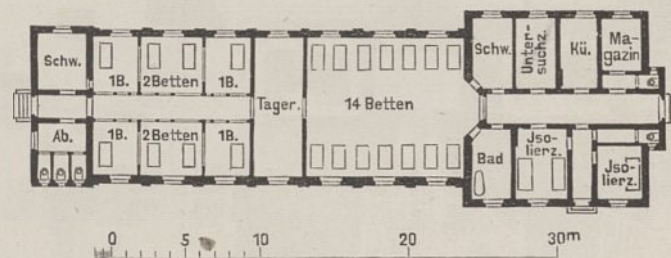


Abb. 23. Baracke III (umgebaut) für Scharlachkranke. (37 u. 38 im Lageplan Abb. 1 Bl. 43).

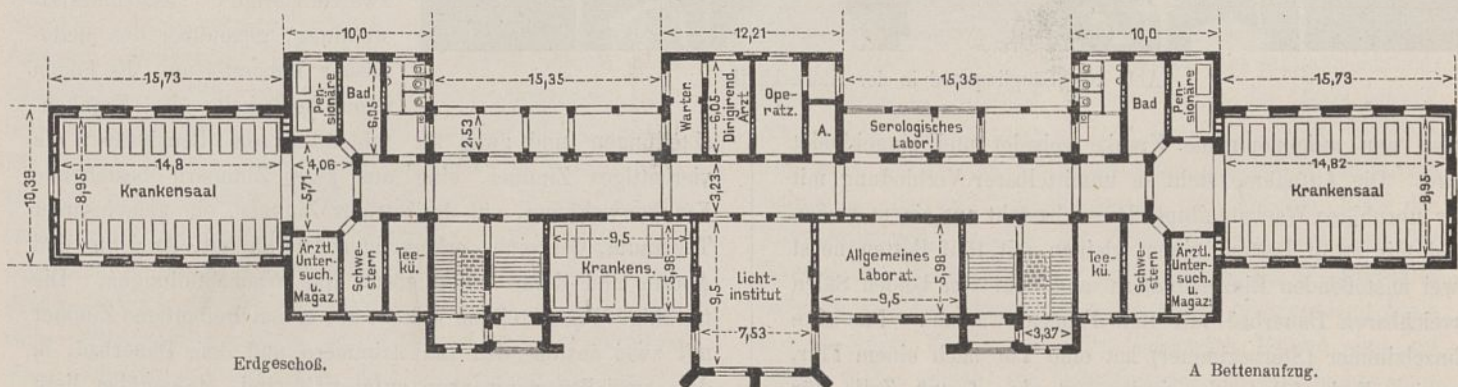


Abb. 24. Pavillon IX (umgebaut). Klinik für Haut- und Geschlechtskranke (23 im Lageplan Abb. 1 Bl. 43).



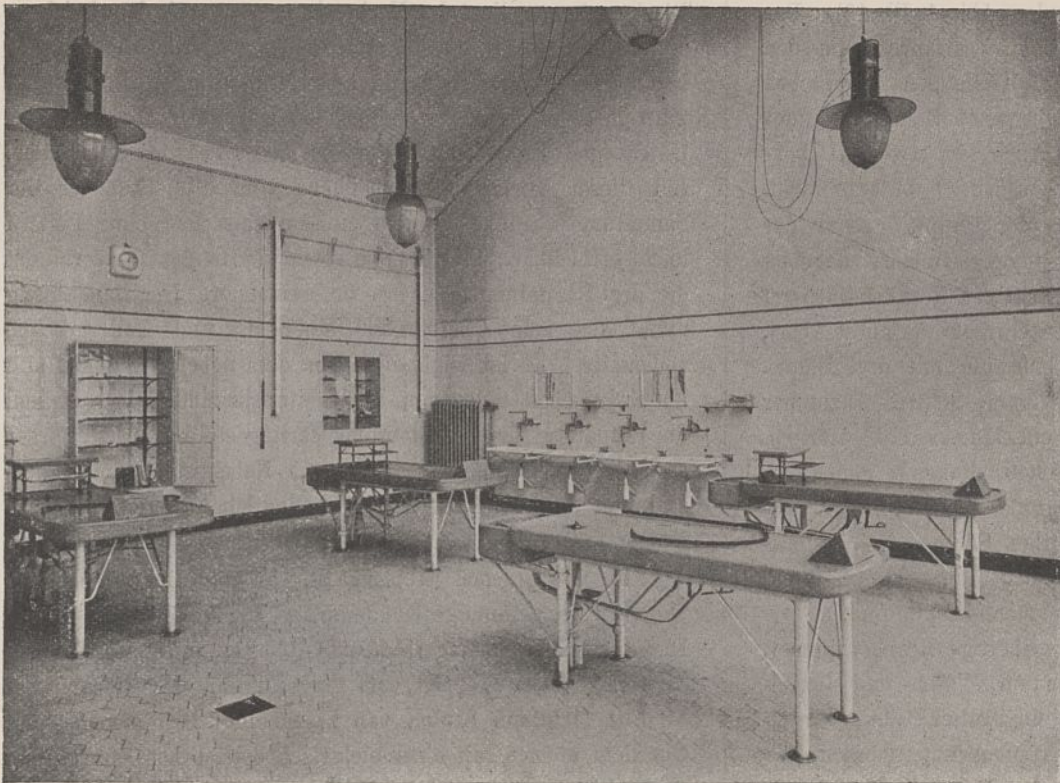


Abb. 25. Sezierraum im Pathologischen Institut.

zu holen, ebenso wie von den unruhigen Abteilungen ein Alarmsignal im Falle plötzlicher Ereignisse Hilfe herbeirufen kann. Der Hauptwert bei dem Bau ist darauf gelegt worden, das Gepräge des Krankenhauses in jeder Beziehung zu wahren und deshalb alles zu vermeiden, was an gefängnisartige Einrichtungen erinnern könnte. Wie in allen neuen Anstalten ist die Sicherheit der Kranken und des Personals, die man früher durch Gitter, feste Scheiben und sorgfältigen Verschluss aller Türen, hohe Mauern und dergl. zu erreichen versuchte, jetzt durch die Vermehrung des Aufsichtspersonals erreicht worden.

Die große dreigeschossige Klinik für Haut- und Geschlechtskranke, die jetzt zum Teil umgebaut ist, enthält im Erdgeschoß (Text-Abb. 24) die Abteilung für hautkranke Frauen und Kinder, bestehend aus zwei großen Krankensälen, die 20 Betten für Erwachsene fassen, die aber mit zehn Erwachsenen und zwölf Kindern belegt sind, einem kleineren Saale und zwei Krankenzimmern mit zusammen 58 Betten und den nötigen Nebenräumen. Außerdem liegen im Erdgeschoß ein Zimmer für den dirigierenden Arzt, ein Operationszimmer, ein allgemeines und ein serologisches Laboratorium und das Lichtinstitut, in dem die Finsenlampe und die Röntgenapparate stehen. Das erste Obergeschoß ist durch zwei nahe beieinander stehende Flurabschlüsse, zwischen denen der Bettenaufzug mündet, in zwei getrennte Teile geteilt, von denen der südliche haut- und geschlechtskranke Männer, der nördliche geschlechtskranke Frauen beherbergt. Ersterer hat 39 Krankenbetten in drei größeren Sälen und in einem zweibettigen Raum und außerdem zwei Zimmer für zahlende Kranke mit zusammen drei Betten. Letzterer hat 30 Krankenbetten in zwei größeren Sälen und einem zweibettigen Raum, und außerdem ein zweibettiges Zimmer für zahlende Kranke. Die zugehörigen Nebenräume sind in beiden Teilen vorgesehen. Das zweite Obergeschoß hat dieselbe Teilung

wie das erste und enthält insgesamt 74 Krankenbetten für geschlechtskranke Männer und Frauen. Die Zahl und Größe der Krankenzimmer und der Nebenräume entspricht derjenigen des ersten Obergeschosses, nur ist in einem Raum statt zweier Pensionärbetten die Moulagensammlung untergebracht. Im Untergeschoß liegen Badezimmer für Pensionäre und Personal, im Dachgeschoß Kleiderkammern.

Die Quarantäne- und Aufnahmestation der Infektionsabteilung ist in einer älteren massiven Baracke eingerichtet, die zu diesem Zwecke einen durchgreifenden Umbau erfahren hat (Text-Abb. 22). Sie hat zehn einbettige Krankenzimmer nebst den nötigen Nebenräumen, die so angeordnet sind, daß sie durch Abschlüsse in vier

völlig voneinander getrennte Abteilungen zerlegt werden können. Desinfektionseinrichtungen für Wäsche sind vorgesehen.

Von den beiden umgebauten Scharlachbaracken (Text-Abb. 23) hat die eine im nördlichen Teil einen zwölfbettigen Krankensaal, die andere statt dessen sechs kleine Einzelzimmer mit großen Glasfenstern in den Wänden. Sonst sind die beiden Baracken ganz gleich und haben jede einen Krankensaal für 14 Betten, zwei Isolierräume, Tageraum, Teeküche, Arztzimmer, Wärterzimmer, Schwesternzimmer, Magazin, Bad, Abort und Desinfektionsraum. In der östlichen Baracke liegen nur Kinder, so daß hier vier Betten mehr Platz gefunden haben wie in der westlichen.

Die Baracke für Scharlachgenesende enthält zwei Krankensäle mit je zehn Betten, ein zweibettiges und zwei einbettige Zimmer und die nötigen Nebenräume.

Die Diphtheriebaracke (Abb. 6 Bl. 45) ist neu errichtet. Sie enthält zwei neunbettige, zwei fünfbettige, vier zweibettige Krankenzimmer, von denen zwei als Dampfäume benutzt werden können, zwei Tageräume, ein Operationszimmer, Teeküche, Bad mit zwei Wannen, Aborte, Magazin, Laboratorium, zwei Schwesternzimmer und Arztwohnung. Das Bad hat einen Ausgang ins Freie und kann als Entlassungsbad benutzt werden. Unter dem Durchreichfenster der Teeküche befindet sich ein Behälter mit Desinfektionsflüssigkeit, in den die Geschirre von innen hineingelegt und von außen herausgenommen werden können. Zwei Veranden sind seitlich vorgebaut.

Die Baracke für Diphtheriegenesende ist durch Erweiterung einer vorhandenen Baracke hergestellt. Sie enthält zwei fünfbettige Zimmer und die erforderlichen Nebenräume. In der alten Aushilfsbaracke können auch noch zehn Kranke abgesondert werden.

Die Station für polizeilich eingewiesene geschlechtskranke Frauen ist in dem alten Bau, der sogenannten

„Burg“, eingerichtet (24 im Lageplan Abb. 1 Bl. 43). Das Gebäude hat einen vollständigen Umbau erfahren, um den an ein neuzeitliches Krankenhaus zu stellenden Ansprüchen zu genügen. Im Erd- und ersten Obergeschoß sind die unter polizeilicher Aufsicht stehenden Dirnen, im zweiten Ober- und im Dachgeschoß die jugendlichen Dirnen untergebracht.

Das Erdgeschoß enthält neben der Haupttreppe an der Südwestecke das ärztliche Untersuchungszimmer, daneben Tageraum, Teeküche und einen zehnbettigen Krankensaal; auf der anderen Seite liegen Wasch- und Gurgelraum nebst Abort, Badezimmer mit zwei Wannen, Spülraum mit drei Bidets, ein fünfbettiger und ein zweibettiger Raum, Schwesternzimmer und ein Wäscheraum; gegenüber ein kleines Laboratorium.

Das erste und zweite Obergeschoß, die ganz gleich eingerichtet sind, enthalten je zwei große Krankensäle für zusammen 20 Betten, zwei zweibettige Räume, Schwesternzimmer, Tageraum, Teeküche, Wäscheraum, Wasch- und Gurgelraum nebst Abort, Badezimmer und Spülraum.

Im Dachgeschoß sind acht zweibettige Krankenzimmer, ein Untersuchungszimmer, ein Tageraum, Wasch- und Gurgelraum nebst Abort, ein Badezimmer, ein zweiter Bade-, Gurgel- und Spülraum, sowie eine Vorratskammer untergebracht.

Die Krätze-Station ist in dem früheren Isoliergebäude der Irrenabteilung (25 im Lageplan Abb. 1 Bl. 43) eingerichtet, welches entsprechend umgebaut wurde, und enthält insgesamt 26 Krankbetten. Im Erdgeschoß ist rechts die Männerabteilung mit zwei Krankensälen nebst den Nebenräumen, links die Frauenabteilung mit zwei Krankensälen nebst Zubehör. Im Obergeschoß sind die Zimmer für zahlende Kranke, ein Schwesternzimmer, zwei Badezimmer und zwei Aborte vorgesehen.

Das pathologische Institut (Abb. 11 bis 13 Bl. 45) steht in der Längsrichtung von Osten nach Westen, so daß der größte Teil der Arbeitsräume eine Beleuchtung von Norden erhält, während die Nebenräume südwärts nach den Krankenpavillons liegen (20 im Lageplan Abb. 1 Bl. 43). Dem von einem Pförtner überwachten Eingang gegenüber befinden sich im Erdgeschoß (Abb. 12 Bl. 45) Dienstzimmer und Laboratorium des Direktors. Letzteres ist mit einem großen freistehenden Arbeitstisch, einem Fensterarbeitsplatz, einem Paraffinofen und Präparatenschrank ausgestattet. An das Direktorzimmer stoßen rechts zunächst das Laboratorium des ersten Assistenten und weiterhin das größere histologische Laboratorium. Dieses enthält sieben Fensterarbeitsplätze, großen Tisch für Mikrotome, Paraffinofen, Abdampfschrank, elektrisch betriebene Schleudermaschine. Verschiedene Gestelle und Schränke vervollständigen die Einrichtung. Hieran schließen sich zwei Räume für das bakteriologische Laboratorium; der erste mit vier Fensterarbeitsplätzen, Labororientischen, Schränken, Gestellen, einem Abdampfkasten dient als eigentlicher Untersuchungsraum, während der zweite mit den notwendigen Apparaten zur Sterilisation und Bereitung von Nährböden versehen ist und die Brut-schränke enthält. Von den bakteriologischen Arbeitsräumen gelangt man durch ein Wägezimmer mit zwei auf eingemauerten Konsolen ruhenden Wagen in das chemische Laboratorium.

Nach Süden, rechts und links vom Eingang, sind eine Kleiderablage für die Assistenten und die in den Laboratorien arbeitenden Ärzte, ein Warteraum, ein kleiner verfügbarer Raum und daneben die Abortanlage vorgesehen. Links vom

Direktorzimmer liegt der Vorbereitungsraum mit dem Leichenaufzug, und weiter die Sammlungen. Um eine möglichst große Nutzfläche zu gewinnen, ist letztere in drei Geschossen von 2,20 m Höhe angelegt worden, die zusammen die Höhe des Unter- und Erdgeschosses des übrigen Gebäudes ausmachen. Bei dieser geringen Geschosshöhe sind alle Gefächer der Sammlungsschränke bequem zu übersehen und ohne Leitern leicht erreichbar. Eine Treppe sowie ein Handaufzug verbindet die drei Sammlungsgeschosse untereinander. Der Handaufzug reicht bis zum Obergeschoß einerseits und Kellergeschoß andererseits. Er ist zugänglich von dem neben der Sammlung im Erdgeschoß gelegenen Vorbereitungsraum, in welchem die Präparate für die Sammlung fertiggestellt werden, ferner von dem im Obergeschoß gelegenen Nebenraum zum Seziersaal und dem im Kellergeschoß befindlichen Raum für frische Präparate.

Im Obergeschoß (Abb. 11 Bl. 45) liegt links neben der Treppe eine geräumige Kleiderablage für die Zuhörer, in der Hauptachse der Vortragsaal (Text-Abb. 21), zu dessen obersten Sitzreihen zwei Treppen vom Flur führen. Der Hörsaal hat 68 Sitzplätze auf Stufen von Eisenbeton; Seitenfenster und Oberlicht können mit einer elektrisch betriebenen Vorrichtung verdunkelt werden. Die Verdunkelungsvorrichtung der im Winkel aneinander stoßenden, ansteigenden Glasflächen des inneren Oberlichtes bot Schwierigkeiten. Große, dreieckige, lichtdichte Stoffvorhänge, die durch seitliche Führungen gegen Lichteinfall gesichert sind, werden über das innere Oberlicht an Drahtzügen durch einen Elektromotor auf- und abgezogen. Die Verdunkelungsvorrichtung des Oberlichtes ist mit derjenigen der Fenster gekuppelt. In der Mitte der oberen Sitzreihen ist eine Plattform hergerichtet, auf welcher die beiden Projektionsapparate stehen, die die Bilder auf die glatt geputzte Wand hinter dem Vortragenden werfen. Zwischen der zweiten und dritten Sitzreihe ist ein schmaler Gang eingeschoben, um auch den oberen Reihen Gegenstände in größerer Nähe deutlich vorzeigen zu können. Auf den an der linken Seite sich anschließenden Raum für Präparate folgen die beiden, von einem Vorraum zugänglichen Seziersräume, ein großer mit vier (Text-Abb. 25), ein kleiner mit einem Seziertisch. Ein elektrisch betriebener Leichenaufzug <sup>1</sup>A mündet in den kleinen Sezierraum und stellt die Verbindung mit dem Leichenkeller her. Die Beleuchtung erfolgt durch Fenster an der Nordfront, die sich in einem Oberlicht in der Decke fortsetzen. Es wurde auf eine einseitige Beleuchtung Wert gelegt, um nicht jede Schattenwirkung aufzuheben. In dem großen Sezierraum sind drei Instrumentenschränke in die Wand eingebaut. Die Seziertische bestehen aus grauem Solnhofener Marmor auf einem Untergestell aus verzinktem Eisen. Auf der rechten Seite schließen sich an den Vortragsaal zwei kleine Arbeitszimmer und dann der Mikroskopierraum mit zehn Fensterarbeitsplätzen. Dieser Raum, der zur Abhaltung mikroskopischer Kurse dienen soll, hat genügende Tiefe, um später im Bedarfsfalle eine zweite Tischreihe mit sieben weiteren Arbeitsplätzen aufzunehmen. Nach Süden liegen nebenan Lesezimmer und Bücherei, von einem Vorraum zugänglich. Es folgen Abort, Baderaum und Dienerzimmer.

Im ausgebauten Dachgeschoß sind eine photographische Werkstatt mit Dunkelkammer, sowie Räume für die Diener vorgesehen. Die flachen Dächer über den seitlichen Bauten



Abb. 26. Beerdigungshaus.

an der Südseite sind zum Bleichen von Knochenmazerationspräparaten verwendbar.

Im Kellergeschoß (Abb. 13 Bl. 45) nimmt den mittleren Teil der Leichenraum für 30 Leichen ein, die auf einer Erhöhung aus Zementbeton ruhen. Rechts schließen sich an: der Obduktionsraum für infizierte Leichen, ein Vivisektionsraum, ein Mazerationsraum, ein Raum für infizierte Tiere, ein Stall für größere Tiere und ein solcher für kleinere, die

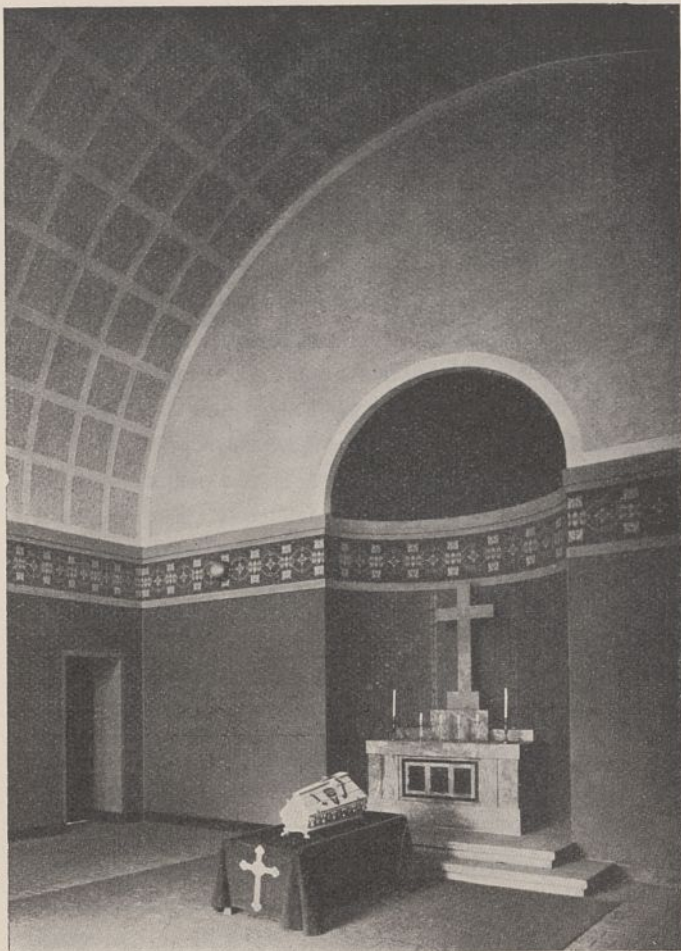


Abb. 27. Aufbahrungsraum im Beerdigungshaus.

in Käfigen aus Eisenbeton mit Gittertüren aufbewahrt werden. Vor den Ställen sind geräumige vergitterte Auslaufflächen im Freien vorgesehen.

Auf der linken Seite stößt an den Leichenraum der Waschaum, in welchen der Leichenaufzug mündet, dann ein Raum zur Aufbewahrung frischer Präparate und weiterhin der Sammlungsraum. Am Flur liegt ein Vorraum, dahinter das Sarglager. An der Südseite liegen die Frischluftkammern, Dienerzimmer, Bad und Abort.

Der Beerdigungsdienst ist von dem Anatomiebetrieb vollständig getrennt. Die eingesargten Leichen werden unterirdisch durch die Leichendiener vom Anatomiegebäude in das Beerdigungshaus gefahren; auch die Abholung der Leichen erfolgt auf telephonischen Anruf durch die Leichendiener, so daß die unter ständigem Verschuß gehaltenen unterirdischen Verbindungsgänge nur von dem Maschinenpersonal und den Leichendienern benutzt werden. Diese Einrichtung hat sich bewährt; sie ist jetzt über zwei Jahre im Betrieb, Unzuträglichkeiten haben sich nicht bemerkbar gemacht.

Im Beerdigungshause (Text-Abb. 26 und Abb. 6 u. 7 Bl. 44) liegt im Untergeschoß ein Raum, in dem die eingesargten Leichen bis zu ihrer Aufbahrung aufbewahrt werden. Ein elektrisch betriebener Aufzug sowie eine Wendeltreppe stellen die Verbindung mit dem Erdgeschoß her und münden in einen Vorbereitungsraum, der durch eine Stoffwand geteilt ist. Der hintere Teil dieses Raumes ist durch eine Tür von außen den Angehörigen zur Besichtigung der Leichen zugänglich gemacht. Die Beerdigungshalle ist mit einem Tonnengewölbe überspannt und enthält in einer Nische einen Altar aus farbigem Marmor (Text-Abb. 27). An der linken Seite liegen ein Zimmer für die Angehörigen und ein Raum für den Geistlichen. Der westliche Teil des Beerdigungshauses enthält die Wohnung des verheirateten Dieners, der auch den Verkehr mit dem Publikum in allen die Beerdigung betreffenden Angelegenheiten vermittelt, so daß alle Unberufenen vom pathologischen Institut ferngehalten werden.

Die Desinfektionsanstalt (Abb. 8 bis 11 Bl. 44) zerfällt wie üblich in eine „ unreine “ und eine „ reine “ Seite. Die unreine Seite liegt nach der Infektionsabteilung zu. Dem Desinfektionsgebäude ist auf der unreinen Seite eine erhöhte Plattform vorgebaut zum Anfahren und Ausladen der unreinen Wagen. Am Hof der unreinen Seite liegen in einem Nebengebäude Mannschaftsraum, Schrankzimmer, Werkstätte und Schuppen für Wagen und Räder. Im Desinfektionsraum befinden sich ein großer Rubnerscher Apparat für Dampf-Vakuumdesinfektion, ein Desinfektionswäschekochfaß und ein Dampfdesinfektionsapparat. Von der reinen Seite gelangt man zur Schreibstube, von der aus beide Seiten des Apparaterraumes zu übersehen sind. Daneben liegt das Chemikalienzimmer; von hier aus können durch eine Klappe die

in Käfigen aus Eisenbeton mit Gittertüren aufbewahrt werden. Vor den Ställen sind geräumige vergitterte Auslaufflächen im Freien vorgesehen.

Auf der linken Seite stößt an den Leichenraum der Waschaum, in welchen der Leichenaufzug mündet, dann ein Raum zur Aufbewahrung frischer Präparate und weiterhin der Sammlungsraum. Am Flur liegt ein Vorraum, dahinter das Sarglager. An der Südseite liegen die Frischluftkammern, Dienerzimmer, Bad und Abort.

Chemikalien nach der unreinen Seite ausgegeben werden. Neben dem Apparatenraum der reinen Seite liegt ein Lager- raum für desinfizierte Gegenstände. Das Bad ist an den Apparatenraum angebaut. Es zerfällt ebenfalls in eine unreine Seite (drei Brausen, eine Wanne mit Brause, Abort) und eine reine Seite (eine Wanne mit Brause, Abort). Beide sind durch eine verschlossene Tür getrennt. Dadurch ist es ermöglicht, das Bad zur Desinfektion von Personen zu benutzen, indem diese auf der unreinen Seite baden und auf der reinen Seite entlassen werden. Vom Bade der unreinen Seite werden die zu desinfizierenden Kleidungsstücke durch eine Klappe in den unreinen Apparatenraum geworfen. Nach dem Bad nehmen die desinfizierten Desinfektoren und Krank- begleitmannschaft, für welche das Bad ebenfalls bestimmt ist, desinfizierte Kleider aus einem Wandschrank, der von der reinen Seite aus gefüllt wird.

Im Mansardengeschoß ist ein Mannschaftsraum für reine Desinfektoren, ein kleiner Geräteraum und ein großer Saal zur Aufbewahrung der desinfizierten Kleidungsstücke von Kranken der Infektionsabteilung. Die Schreibstube und das Chemikalienzimmer sowie der Lagerraum sind unterkellert. Es stehen hier ein großer und ein kleiner heizbarer Keller für Chemikalien (Formalin, Ammoniak, Spiritus usw.) zur Verfügung. Das Einbringen der Fässer und Ballons kann unmittelbar durch die Kellerluken erfolgen. Die Beheizung aller Räume geschieht mit Dampf.

Die Kochküche (Abb. 6 Bl. 43) hat durch das verfügbar gewordene alte Kesselhaus und größere Anbauten eine beträch- tliche Erweiterung erfahren. In der Kochküche stehen 15 mit Dampf geheizte Kessel von 10—600 l Inhalt, die zusammen 4625 l fassen, zwei Gastafelherde, zwei Gasetagenbratöfen und zwei Kartoffeldämpfer, die auch zum Kochen von Eiern dienen. Mehrere Wärmtische stehen an den Wänden und in der Speisenausgabe. Letztere ist ein langgestreckter, heizbarer Raum mit zwei Einfahrten und einer Erbreiterung zur Auf- stellung der Speisewagen. Die neben der Kochküche liegende Brotkammer hat nach diesem Ausgaberaum gleichfalls einen Schalter. Auf der westlichen Langseite der Kochküche liegt am Eingang das Schwesternzimmer, daneben eine mit Ma- schinen betriebene Kühlanlage, bestehend aus einem Vorräum und zwei Kühlräumen. Eine Treppe führt zu den Vorrats- räumen im Keller, von denen die Fleischkühlkammer gleich- falls an die Kühlanlage angeschlossen ist. Zwei Handaufzüge verbinden die Küche mit dem Keller. Auf der östlichen Lang- seite liegen die Spülküche, eine Geschirrkammer, die Gemüse- putzküche, zwei Eßzimmer für die Schwestern und die Dienst- mädchen, Besenraum und Abort. Im Obergeschoß liegen Schlafräume der Schwestern. Im Keller sind neben den Kartoffelräumen zwei elektrisch betriebene Kartoffelschäl- maschinen aufgestellt.

Die alte Waschküche (32 in Abb. 1 Bl. 43) ist durch umfangreiche Anbauten um etwa dreiviertel ihrer Fläche ver- größert worden. In der Waschküche stehen vier kippbare Doppeltrommelwaschmaschinen, zwei Spülmaschinen, vier Schleudermaschinen, sowie eine Anzahl Einweich- und Hand- waschbottiche, Laugen- und Dampfkochfässer. Im Trocken- raum stehen ein Ketten- und ein Kulissentrockenapparat, eine Viermüldendampfmangel und eine mit Gas geheizte Bügel- maschine. Die Maschinen werden elektrisch betrieben. Ein

Wäscheaufzug führt zum Trockenspeicher. In dem Nähzimmer hat eine Anzahl Nähmaschinen Aufstellung gefunden. Ein größeres Magazin liegt an der Wäscheausgabe; außerdem steht das ganze Ober- und Dachgeschoß, sowie auch das Unter- geschoß des geräumigen Anbaus als Magazin zur Verfügung.

Der Fußboden des nebenan liegenden neuen Kessel- hauses (27 im Lageplan Abb. 1 Bl. 43) liegt 2,30 m unter Flur. Bestimmend für diese Tieferlegung war zunächst die Anlage eines überdeckten Kohlenbunkers unmittelbar vor dem Kesselhaus. Die mit der Fuhre ankommenden Kohlen wer- den durch die vorhandenen Luken in den Bunker gestürzt und unten entnommen. Der Boden des Bunkers liegt in gleicher Höhe mit dem Kesselhausflur. Ferner war die An- lage eines tiefliegenden Pumpenraumes durch den Zurückfluß des Kondenswassers aus der Fernheizanlage bedingt. In dem Kesselhause sind vier Doppelflammrohrkessel von je 85 qm und zwei Siederrohrkessel von je 225 qm Heizfläche aufgestellt. Die Beschickung der Feuerungen erfolgt von Hand. Je zwei Kessel sind zu einem Block vereinigt. Für Aufstellung eines weiteren Kesselblocks ist Raum vorhanden. Die Dampfrohre der Kessel werden zu dem am Eingange des unterirdischen Kanals aufgestellten Dampfverteiler geführt. Von diesem zweigen die Fernheizleitungen sowie sämtliche Dampf- leitungen ab.

Neben dem Kesselhause befindet sich der Pumpenraum, dessen Sohle aus dem oben angegebenen Grunde 3 m tiefer liegt wie das Kesselhaus. In diesem sind zwei schmiede- eiserne Behälter von je 10 cbm Inhalt zur Aufnahme des aus der Fernheizung zurückfließenden Kondensates, sowie drei Kesselspeisepumpen aufgestellt. Letztere sind Dampf- pumpen mit Schwungrad und Kurbelgetriebe von je 15 cbm Stundenleistung. Das Kondensat fließt ihnen zu. Zwei ge- trennte Leitungen dienen zur Speisung der Dampfkessel. Im Kesselhaus ist ferner ein Wasserreiniger für 3 cbm Stunden- leistung aufgestellt. Neben dem Kohlenbunker befindet sich in gleicher Höhe mit dem Kesselhausflur der Aschenbunker. Ein Aufzug dient zum Hochfördern der Asche und zur Ver- ladung ins Fuhrwerk. Neben dem Kesselhaus liegt ein Sammlerraum und ein Raum für die Schaltstelle der elektri- schen Hochspannungsleitungen. Ferner befinden sich in dem dem Kesselhause vorgebauten Hause in gleicher Höhe mit dem Kesselhausflur der Mannschaftsraum, ein Magazin und ein Baderaum. Über Flur liegen im Erdgeschoß die Werkstätten für Schmiede, Schlosser und Elektriker, sowie das Dienst- zimmer der zwei Maschinenmeister. In den oberen Geschossen sind die Wohnungen der beiden letzteren. Der Schornstein der Kesselanlage ist 50 m hoch und hat 2 m oberen Durch- messer. In ihn führen zwei getrennte Fuchsanlagen, um die einzelnen Kesselgruppen vollständig unabhängig von- einander zu machen.

Dicht neben dem Kesselhaus sind an der nördlichen Seite in einem besonderen Gebäude die beiden Verbrennungs- öfen aufgestellt (28 im Lageplan Abb. 1 Bl. 43). Die Einfüll- öffnungen liegen an der Westseite, von dem vorbeiführenden Wege aus erreichbar. Die Feueröffnungen sind auf der ent- gegengesetzten Seite. Hier liegt der Fußboden tiefer und zwar in gleicher Höhe mit dem Kesselhaus, mit dem der Schürraum auch in Verbindung steht. Die Rauchgase münden in den großen Kesselschornstein.

Die Beheizung der einzelnen Gebäude erfolgt durch Fernheizleitungen, welche Hochdruckdampf führen, der in jedem Gebäude auf Niederdruck gebracht wird. Bei der großen räumlichen Ausdehnung des gesamten Heizungsgebietes konnte nur Hochdruckdampf in Frage kommen, da der innerhalb der langen Leitungen durch Reibung und Ausstrahlung hervorgerufene Spannungsverlust bei den weit entlegenen Stellen, dem Pensionär- und Schwesternhaus, 4,5 Atm. beträgt. Die beiden genannten Gebäude sind von dem Dampfverteiler etwa 500 m entfernt. Der Hochdruckdampf wird in einer Hauptkesselanlage erzeugt. Der größte Druck beträgt 8 Atm. Unmittelbar hinter dem Dampfverteiler im Kesselhaus sind die Reduzierventile für die Fernheizleitungen eingebaut. Diese sind in der Regel auf 6 Atm. Anfangsdruck eingestellt.

Von dem Dampfverteiler im Kesselhaus führen zwei getrennte Leitungen von verschiedenem Durchmesser nach den einzelnen Dampfentnahmestellen. Der größte Heizdampfverbrauch beträgt  $9\frac{1}{2}$  Mill. W. E. Die größere der beiden Dampfleitungen führt zwei Drittel, die kleinere ein Drittel des erforderlichen Dampfes. Im Frühling und Sommer, wenn der Heizbetrieb fast vollständig ruht und nur Dampf zur Warmwasserbereitung der Bäder notwendig ist, genügt die kleine Leitung allein den Anforderungen. Im Herbst und an milden Wintertagen gibt die große Leitung den erforderlichen Dampf. Bei strenger Kälte, also bei höchster Inanspruchnahme, werden beide Leitungen gleichzeitig benutzt. Koch- und Waschküche werden durch eine besondere Leitung unmittelbar vom Dampfverteiler aus gespeist. Die Rohrleitungen sind an den Seitenwänden unterirdischer begehbare Kanäle übereinander angeordnet. Das Kondenswasser aus den Gebäudeheizungen und den Hochdruckleitungen wird in jedem Gebäude in einem schmiedeeisernen Behälter, der nach außen entlüftet ist, gesammelt. Von diesem fließt es mit natürlichem Gefälle in den Pumpenraum zurück. Nur in der psychiatrischen Klinik muß das Kondenswasser wegen zu tiefer Lage dieses Gebäudes hochgepumpt werden, um dann ebenfalls mit natürlichem Gefälle ablaufen zu können. Die Kondensleitungen liegen dicht über dem Fußboden der unterirdischen Kanäle.

Heizung und Lüftung der Gebäude. Für die Heizung ist durchweg Niederdruckdampfheizung gewählt. Im Kellergeschoß der Gebäude wird der hierzu nötige Dampf auf 0,1 Atm. reduziert. Die Größe der Heizanlagen ist so bemessen, daß bei einer Mindest-Außentemperatur von  $-20^{\circ}\text{C}$  in allen bewohnten Räumen, einschließlich der von den Kranken benutzten Flure  $+20^{\circ}\text{C}$ , in den Bädern  $+22^{\circ}\text{C}$ , in den Operationssälen  $+25^{\circ}\text{C}$  und auf den Treppen, Aborten und den übrigen Fluren,  $+15^{\circ}\text{C}$  an Raumwärme erreicht werden. Bei den Lüftungsanlagen wurden für Erwachsene in den Krankeneinzelzimmern zur Lüfterneuerung 100 cbm und in den Krankensälen 75 cbm, für Kinder 50 bzw. 35 cbm für das Bett und die Stunde festgelegt. Der stündliche Luftwechsel der Räume ist entsprechend ihrem Zwecke verschieden groß und steigert sich bis zu einem fünfmaligen Luftwechsel in der Stunde. Hierbei sind im allgemeinen als niedrigste Außengrade  $-15^{\circ}\text{C}$  zugrunde gelegt, bis zu welchen die volle Lüftung erzielt wird. Die Beheizung der Räume geschieht durch freistehende und ummantelte Radiatorenheizkörper, sowie

durch wagerecht liegende Rohrspiralen. Die Heizflächen sind fast durchweg an Außenwänden, besonders unter den Fenstern, untergebracht. Die Art der Lüftung ist dem jeweiligen Zwecke der Räume angepaßt. Die großen Krankensäle mit 14 und 20 Betten, die Kapelle, Aula, sämtliche Hörsäle und Sektionsräume, ferner die für Badezwecke dienenden Räume des Badehauses, die Laboratorien daselbst und alle von Kranken benutzten Räume der psychiatrischen Klinik werden durch motorische Kraft gelüftet. Im Keller ist eine Luftentnahmestelle und dahinter eine Luft- und Heizkammer mit einem elektrisch angetriebenen Ventilator vorgesehen. Die Luft kann beliebig hoch erwärmt und in beliebiger Menge den Räumen von dem Luftverteilungskanale aus zugeführt werden. In der Heizkammer sind glatte Radiatoren eingebaut, ferner Luftbefeuchtungsvorrichtungen in Form von Wasserschalen mit darunter montierten flachen Heizelementen. Um im Sommer die Luft abgekühlt den Räumen zuführen zu können, sind in der Luftkammer Streudüsen angeordnet. Die Elektromotoren der Ventilatoren werden mit Wechselstrom betrieben und sind auf 50 vH. regelbar. Die einzelnen Räume sind mit Abluftkanälen versehen, die im Dachraum des Gebäudes zum größten Teil vereinigt und dann über Dach ins Freie geführt werden. Eine zweite Art der Lüftung haben die kleineren Krankenräume, die Tageräume, Konferenz- und Speisesäle der Ärzte und Schwestern, die Koch- und Waschküche sowie der aseptische Operationssaal erhalten. Bei diesen wurde von der Drucklüftung abgesehen und die Lüftungsheizkörper in den Räumen unter den Fenstern angeordnet. Die durch Öffnungen in der Außenmauer eintretende frische Luft erwärmt sich am Heizkörper und tritt bei den von Kranken nicht benutzten Zimmern frei aus, bei den übrigen geht sie in dem Zwischenraume der an diesen Stellen vorgesehenen Doppelfenster nach oben und gelangt über die nur bis Kämpferhöhe reichenden Innenfenster in den Raum. Eine dritte Lüftungsart besteht im Operationshösraum des Operationshauses. Es ist hier die oben beschriebene Lüftung mit Fensterheizkörpern vorgesehen und außerdem noch, um in Zwischenpausen in kürzester Zeit künstlich einen Luftwechsel zu erzielen, eine Drucklüftung mit Ventilator eingerichtet. Eine Heizkammer ist nicht vorgesehen, da es sich hauptsächlich um den Sommerbetrieb handelt, dagegen eine Kühlvorrichtung mit Streudüsen. Als letzte hier angewandte Lüftungsart kommt noch die Anordnung von Fensterlüftung in Verbindung mit Abluftkanälen in Betracht, und zwar besteht diese in den Aborten, Reinigungsbädern, Teeküchen und allen übrigen Räumen, sofern sie nicht von einer einzigen Person bewohnt oder benutzt werden. Die Abluftkanäle der Aborte, Teeküchen, Koch- und Waschküche haben noch Saugheizkörper erhalten, damit sich die Dünste nicht auf den Gängen verteilen. Die Beheizung der Luft- und Dampfbäder im Badehaus geschieht mit Dampfheizung, und die Erzeugung des Dampfes im Dampfbade erfolgt durch eine Dampfspirale in einem Wasserbecken.

Alle Gebäude sind mit Warmwasserzapfstellen versehen. Das Wasser wird mit Dampfspiralen in Behältern, die in den Kellergeschossen aufgestellt sind, erwärmt. Zur steten Beibehaltung der gleichen Wasserwärme sind selbsttätig arbeitende, auf die Dampfzuleitung einwirkende Wärmeregler

eingebaut. Um jederzeit sofort warmes Wasser zur Verfügung zu haben, sind Umlaufleitungen vorgesehen. Die Warmwasserbehälter sind mit je einem in den Speicherräumen montierten Kaltwasserbehälter in Verbindung gebracht, dem das kalte Wasser mittels eines Schwimmkugelhahns selbsttätig im gleichen Maße zuläuft, wie es im Gebäude entnommen wird. Als Höchst-Wasserwärme sind für alle Gebäude 50 °C zugrunde gelegt, welche aber mit Hilfe der Wärmeregler für besondere Zwecke jederzeit höher oder niedriger gewählt werden kann.

Die Wasserversorgung der Anstalt geschieht durch zwei 150 mm-Zuführungen von der Kerpener und Stelzmannstraße und durch eine 100 mm-Zuführung von der Gleueler Straße her. Die Leitungen sind untereinander verbunden, jedoch durch Teilschieber, welche ein Durchströmen des Wassers von einer Straße in die andere verhüten sollen, gewöhnlich gegeneinander abgesperrt. Mit Rücksicht auf die Temperatur in den Rohrkanälen liegen die Wasserleitungen im Erdreich. Die Hauptgas- und Wasserleitungen bestehen aus gußeisernen Muffen- und teilweise aus Mannesmannstahlrohren. Zu den inneren Leitungen sind schmiedeeiserne Rohre verwandt worden, welche fast ausschließlich frei vor der Wand verlegt worden sind. Im Inneren der Gebäude sind in jedem Geschoß Feuerhähne mit vollständigem Schlauchzubehör angebracht worden. Sämtliche Beschlagteile für Kranke und Bedienungspersonal bestehen aus Messing. Die Beschlagteile für die ärztlichen Einrichtungen sind in vernickeltem Messing ausgeführt worden.

Die Entwässerung des gesamten Geländes erfolgt durch einzelne Ableitungen nach den anliegenden Straßenteilen. Aus Zweckmäßigkeitsgründen sind einige Gebäudegruppen jedoch zusammengefaßt worden. Eine Desinfektion der Abwässer findet für das Anatomiegebäude und für die Baracken der Infektionsabteilung statt. Für beide Fälle sind besondere zweikammerige Desinfektionsgruben vorgesehen, in denen durch ein Rührwerk das Desinfektionsmittel mit dem Inhalt der Gruben gemischt wird. Für die Niederschlagswässer findet keine getrennte Abführung statt. Im Gelände selbst werden diese durch etwa 60 Tonsinkkasten aufgenommen. Die äußeren Leitungsanlagen mit einem größten Durchmesser von 35 cm sind in Tonröhren ausgeführt. Zu den inneren Leitungen sind gußeiserne schwere deutsche Abflußrohre verwandt worden. Die Leitungen selbst sind entsprechend den ziemlich weitgehenden örtlichen Baupolizeibestimmungen reichlich mit Entlüftungen und Reinigungsvorrichtungen versehen. Die inneren Ausrüstungsteile der Entwässerungsanlage wie Waschbecken, Hospitalausgüsse, Aborte, entsprechen in Ausführung und Anbringung allen technischen und gesundheitlichen Forderungen der Neuzeit. Grundsätzlich wurden nur Teile in einfacher glatter Ausführung beschafft, die frei vor der Wand aufgestellt, von allen Seiten zugänglich und daher leicht zu reinigen sind.

Die Gasversorgung der Anstalt geschieht durch drei Gaszuführungen von je 100 mm l. W., welche räumlich auseinander liegend von der Kerpener, Stelzmann- und Gleueler Straße eingeführt, innerhalb der Anstalt aber durch ein gemeinsames Rohrnetz von 100 mm l. W. untereinander verbunden sind. Diese Art der Versorgung geschah ebenso wie bei der Wasserversorgung aus Sicherheitsgründen, um im

Falle einer Störung in den anliegenden Straßenteilen oder in der Anstalt selbst die Gas- und Wasserzufuhr aufrecht erhalten zu können. Die Gashauptleitungen sind in das Erdreich verlegt worden. Die Zuleitungen sind von außen in die einzelnen Gebäude eingeführt und durchqueren diese auf kürzestem Wege. Das Gas wird hauptsächlich benutzt zum Kochen (in den Teeküchen), für die Laboratorien, Untersuchungszimmer und zur Beleuchtung der älteren Gebäudeteile sowie der Hauptfahrwege.

Für Licht- und Kraftzwecke ist ausschließlich elektrischer Strom zur Verwendung gekommen, der als einphasiger Wechselstrom von den städtischen Elektrizitätswerken bezogen wird. Um von Störungen im Kabelnetz möglichst unabhängig zu sein, hat die Hauptverteilungsstelle zwei voneinander gänzlich unabhängige Kabelzuführungen erhalten, und die ganze Anlage kann im Falle des Versagens des jeweils benutzten Kabels mittels eines Umschalters auf das zweite Kabel umgeschaltet werden. Der Griff dieses Umschalters ist durch die Wand des an das Kesselhaus stoßenden Hochspannungsraumes in das Kesselhaus geführt, so daß die Bedienung von hier aus auch durch nicht besonders geschultes Personal im Bedarfsfalle sofort geschehen kann. Von dieser umschaltbaren Sammelschiene aus führen — zusammen in einem Graben — zwei Verteilungskabel zu den sieben möglichst gleichmäßig auf das ganze Gelände verteilten, in den Kellern der Gebäude untergebrachten Umformerstellen, woselbst die Umformung von 2000 auf 2·110 Volt (im allgemeinen 110 Volt für Licht, 220 Volt für Kraft) vorgenommen wird und die Weiterführung des niedrig gespannten Stromes durch die unterirdischen Verbindungsgänge erfolgt. In jeder dieser Umformerstellen sind Abzweigungen von beiden Verteilungskabeln vorhanden, so daß auch für den Fall der Beschädigung eines der Verteilungskabel eine Ausbesserung geschaffen ist.

Angesichts der durch diese Anordnung erzielten hohen Betriebssicherheit konnte auf eine allgemein auf alle Räume ausgedehnte Gleichstrom-Notbeleuchtung verzichtet werden und diese auf die Operationsräume beschränkt bleiben. Der erforderliche Gleichstrom wird einer durch einen kreisenden Umformer gespeisten Batterie entnommen und findet außerdem für die Lichtbildwerfer der Hörsäle, die Röntgenapparate, sowie für gewisse medizinische Zwecke Verwendung. Die Verteilung des Gleichstromes geschieht ebenfalls vermittels in den unterirdischen Verbindungsgängen verlegter Hauptleitungen, von welchen, soweit erforderlich, Abzweigungen in die einzelnen Gebäude führen.

Für Beleuchtungszwecke einerseits und Lichtbildwerfer und Röntgenapparate andererseits ist je eine besondere Hauptleitung verlegt. Zu erwähnen ist noch, daß einige Hauptgebäude, für welche die Möglichkeit der Entnahme geringer Gleichstrommengen für ärztliche Zwecke in den einzelnen Krankenzimmern selbst erwünscht schien (Pensionärhaus, Pavillons der inneren Abteilung), mit Hebelumschalter im Keller ganz auf Gleichstrom umgeschaltet werden können, so daß der erforderliche Gleichstrom von den gewöhnlichen Lichtsteckkontakten abgenommen werden kann, ohne daß die Verlegung eines besonderen Gleichstrom-Verteilungsnetzes erforderlich war. Zur Beleuchtung der großen Krankensäle dienen je nach Größe des Raumes zwei bis drei dreiflämmige

Deckenbeleuchtungen mit Email-Reflektoren. Zum Zwecke der Nachtbeleuchtung (Dunkelschaltung) können zwei an verschiedenen Reflektoren befindliche Lampen hintereinander geschaltet werden, so daß sie bei halber Spannung dunkelrot brennen. Die Beleuchtung des großen Operationshösraales geschieht vermittlems einer außerhalb des Saales untergebrachten Gleichstrom-Projektionslampe, deren Lichtbündel durch entsprechend angeordnete Spiegel so zerteilt und wieder vereinigt wird, daß die Strahlen von sechs verschiedenen Seiten auf den Operationstisch fallen, so daß störende Schattenwirkungen nach Möglichkeit ausgeschlossen sind. Ein vor der Bogenlampe eingebauter Wasserkasten aus Glas, dessen Inhalt beständig erneuert und kühl gehalten werden kann, nimmt dem Licht die Wärme. Als allgemeine Beleuchtung, zugleich als Ersatzbeleuchtung für den Operationstisch dienend, sind oberhalb des inneren Oberlichts sechs tausendkerzige Wechselstrom- und Gleichstrom-Osramlampen angeordnet; im Operationsraum selbst befinden sich somit, abgesehen von den in der Wand versenkten Anschlußdosen für Handlampen, keinerlei Beleuchtungskörper.

Im aseptischen Operationsraum geschieht die Beleuchtung des Tisches ausschließlich durch vier tausendkerzige Osramlampen, welche oberhalb des inneren Oberlichtes hängen und von denen zwei an die Gleichstromleitung angeschlossen sind.

Die elektrisch betriebenen Bettenaufzüge in den acht Pavillons und im Badehaus sind in die Treppenhäuser eingebaut und den Treppenläufen folgend mit Drahtgeflecht umwehrt. Die übrigen Aufzüge bewegen sich in gemauerten Schächten. Die Kabinen sind so groß bemessen, daß die Kranken in Streckbetten befördert werden können. Die Tragkraft beträgt 400 kg. Die Bedienung erfolgt durch besondere Führer. Der Aufzug im Badehaus hat fünf, in Pensionärhaus vier, im Beerdigungsbaus zwei, die übrigen Aufzüge drei Stockwerke. Als Steuerung ist im allgemeinen Seilsteuerung vorgesehen. Nur im Badehaus und Pensionärgebäude wurde wegen der vielen Stockwerkstellungen Druckknopfsteuerung angewandt. Diese gestattet außer der Steuerung des Aufzugs von der Kabine aus auch, ihn durch außen an den Türen angebrachte Kontakte nach jeder gewünschten Stelle heranzuholen. Die Windwerke sind fast durchweg auf besonderen, von den Gebäudemauern durch Luftspalt isolierten Grundmauern im Keller untergebracht, um Störungen durch das Geräusch der Anlagen zu vermeiden. Nur im Anatomiegebäude und im Beerdigungsgebäude befinden sich die Windwerke über dem Aufzugsschacht. Der Antrieb erfolgt durch einphasige Wechselstrommotore von 220 Volt, die unter Belastung anlaufen.

Die Fernsprechanlage ist so ausgeführt, daß man von jeder Sprechstelle aus sowohl mit sämtlichen anderen Sprechstellen in der Anstalt als auch nach außen verkehren kann. Der Verkehr wird durch eine Zentrale mit Klappenschränken im Verwaltungsgebäude vermittelt. Es sind vier Hauptanschlüsse an das Fernsprechamt in der Cäcilienstraße vorhanden und 125 Nebenanschlüsse in den verschiedenen Gebäuden der Anstalt. Eine Ausnahme hiervon macht die psychiatrische Klinik, welche außer fünf Nebenanschlüssen, wie vor beschrieben, noch eine besondere Hausfernsprechanlage von 20 Sprechstellen nach dem Linienwählersystem erhalten hat.

Die elektrische Klingelanlage konnte infolge der umfangreichen Fernsprechanlage eingeschränkt werden. In den Krankengebäuden erhielten alle Kranken- und Baderäume, sowie die Untersuchungszimmer, Leitungen nach einer Meldetafel in der Nähe der Teeküche. Für die Nacht wird die Glocke der Meldetafel nach einem Schnurrer im Schwesternzimmer umgeschaltet. In den übrigen Gebäuden wurden nur einige Leitungen zum Wecken und Herbeirufen des Personals hergestellt. Der elektrische Strom wird von der Lichtleitung entnommen und durch eingebaute kleine Umformer auf die erforderliche geringere Spannung gebracht.

Die Bauart der Gebäude ist durchweg massiv mit Eisenbetondecken und roten Biberschwanz-Ziegeldächern; die Frontwände sind in Ziegelverblendung mit Putzflächen hergestellt unter sparsamster Verwendung von Haustein, der sich nur an den Fensterbänken und Sockeln vorfindet. Nur das Hauptportal am Verwaltungsgebäude hat durch eine reichere Hausteinarchitektur mit einigem bildhauerischen Schmuck eine besondere Betonung gefunden (Text-Abb. 7). Wie im Äußern so ist auch im Innern jeder Luxus vermieden und versucht worden, mit einfachen Mitteln einen freundlichen und behaglichen Eindruck zu erzielen. Eine reichere Ausstattung erhielt die Haupteingangshalle im Verwaltungsgebäude durch eine hohe Wandbekleidung aus blauglasierten Platten und Türumrahmungen aus rotem geflecktem Marmor (Text-Abb. 6). Im inneren Ausbau sind alle die Gesichtspunkte zur Geltung gekommen, die heutzutage für den Krankenhausbau maßgebend sind. Die Böden der Flure, Bäder, Küchen und Aborte sind in Mosaikplatten hergestellt, die übrigen Räume durchweg mit Linoleum auf Zementestrich belegt. Das Linoleum ist seitlich an den Wänden auf einer Zementhohlkehle hochgezogen und mit einer schmalen Wandleiste aus Holz abgedeckt. Die aus- und einspringenden Ecken dieser Sockelkehle sind durch Formstücke aus Zementbeton hergestellt. Wand- und Deckenflächen haben ausgerundete Ecken. Die Türen bewegen sich in glatten, bündig liegenden Eisenrahmen und haben doppelten Falz. Der untere Teil der Wandflächen hat einen Ölfarbanstrich mit schabloniertem Fries, der obere Teil einen weißen Kalkfarbanstrich erhalten. In den Aborten, Bädern, Küchen, Operationsräumen und den ähnlichen Zwecken dienenden Räumen sind die Wände im unteren Teile mit glasierten Platten verkleidet worden.

Der Ausgestaltung der Gartenanlagen kam im nördlichen Teile des Grundstückes der alte Baumbestand zustatten; aber auch an den anderen Stellen war man bemüht, für die einzelnen Gebäude und Baugruppen einen freundlichen, grünen Rahmen zu schaffen. Die Teilung der Anstalt in einzelne Abteilungen bedingte die Anlage einer Anzahl von Einzelgärten zwischen den verschiedenen Gebäuden, die den besonderen Zwecken entsprechend ausgebildet werden mußten. Handelte es sich bei der Einrichtung des Gartens an der Kinderklinik darum, ausgedehnte Spielplatzflächen, sowohl in schattiger als sonniger Lage, zu schaffen, auch ein Gärtchen vorzusehen, in welchem sich die Kinder arbeitend betätigen können, so kam für die Einzelgärten das Programm des Gartens beim Wohnhause in Frage, mit der Beschränkung, daß darin besonders viel Ruheplätze und Spaziergänge vorzusehen waren. Diese Gärten sind deshalb sämtlich regelmäßig aufgeteilt und von geradlinigen, vielfach durch Blumen-

rabatten begleiteten Wegen durchzogen (Text-Abb. 11). Lauben und Pergolen wechseln mit heckenumschlossenen und baumbeschatteten Plätzen und geben Gelegenheit zu längerem oder kürzerem Verweilen. In den einzelnen Gärten sind erhöhte Liegeplätze eingerichtet, welche von den Pavillons aus bequem zugänglich und mit dem Garten durch eine Rampe verbunden sind. — Auf reichen Blumenschmuck wurde besonders Bedacht genommen. Es sind in allen Gärten sowohl schönblühende Bäume und Sträucher, als auch zahlreiche Staudengewächse angepflanzt, welche alljährlich in verschiedenen Jahreszeiten ihre Blüten entfalten. Außerdem sind Beete zur Aussaat von Sommerblumen vorgesehen.

Große Sorgfalt ist auf die Herstellung trockener Wege verwendet worden. Die Fahrwege sind mit einer Packlage aus Ziegelsteinen und einer Schüttung aus Basaltschotter befestigt. In den Fußwegen hat grobe Kohlschlacke Verwendung gefunden, welche mit einer Feinschicht von Lehm und gesiebter Schlacke überzogen wurde. Fahr- und Fußwege sind mit feinkörnigem Kies abgedeckt.

Die Gesamtbaukosten für die Neu- und Umbauten der Lindenburg einschließlich Einrichtung, jedoch ohne Grunderwerbskosten, verteilen sich wie folgt auf die einzelnen Gebäude und Titel:

#### A. Neubauten.

1. Verwaltungsgebäude mit Heizung und Installation . . . . .	380 073,39	„
2. Aula . . . . .	51 775,05	„
3. Kapelle . . . . .	57 957,30	„
4. Pensionärgebäude . . . . .	198 913,84	„
5. Schwesternhaus . . . . .	154 437,49	„
6. Medizinischer Krankenpavillon (6) . . . . .	179 800,36	„
7. „ „ (7) . . . . .	174 418,50	„
8. „ „ (9) . . . . .	172 037,06	„
9. „ „ (10) . . . . .	171 583,36	„
10. Badehaus . . . . .	233 096,46	„
11. Chirurgischer Krankenpavillon (11) . . . . .	182 609,95	„
12. „ „ (12) . . . . .	178 262,49	„
13. „ „ (14) . . . . .	171 726,84	„
14. „ „ (15) . . . . .	187 323,18	„
15. Operationshaus . . . . .	217 196,54	„
16. Kinderklinik . . . . .	314 777,11	„
17. Anatomiegebäude . . . . .	214 846,37	„
18. Beerdigungshaus . . . . .	39 364,27	„
19. Psychiatrische Klinik . . . . .	429 585,67	„
20. Kesselhaus und Verbrennungsofen . . . . .	111 857,01	„
21. Verbindungsgänge (ober- u. unterirdische) . . . . .	157 087,71	„
22. Diphtheriebaracke . . . . .	74 454,82	„
23. Desinfektionsanstalt . . . . .	47 747,41	„
24. Pfortnerhaus . . . . .	24 050,78	„
25. Innere Einrichtung:		
a) Verwaltungsgebäude . . . . .	60 722,99	„
b) Aula . . . . .	4 933,25	„
c) Kapelle . . . . .	13 116,36	„
d) Pensionärgebäude . . . . .	51 370,18	„
e) Schwesternhaus . . . . .	29 636,29	„
f) 8 Krankenpavillons . . . . .	281 395,73	„
g) Badehaus . . . . .	73 841,10	„
h) Operationshaus . . . . .	82 326,12	„
i) Kinderklinik . . . . .	54 250,00	„
k) Psychiatrische Klinik . . . . .	41 205,74	„
l) Anatomiegebäude . . . . .	52 111,27	„
m) Beerdigungshaus . . . . .	5 862,95	„
zusammen:	750 771,98	„
Seitenbetrag	4 875 754,94	„

Übertrag	4 875 754,94	„
26. Kesselanlagen, Maschinen, Fernheizung . . . . .	220 296,22	„
27. Gartenanlagen . . . . .	97 346,85	„
28. Nebenanlagen:		
a) Einfriedigungen . . . . .	42 234,28	„
b) Hauptleitungen der Entwässerung . . . . .	60 465,92	„
c) Hauptleitungen der Bewässerung . . . . .	14 975,87	„
d) Hauptleitungen der Beleuchtung, Gleichstromanlage . . . . .	32 129,88	„
e) Sonst. Nebenanlagen . . . . .	51 399,97	„
zusammen:	201 205,92	„
29. Bauwache, Bureaubedürfnisse, Reisen u. dgl. . . . .	72 585,89	„
30. Beitrag für die Besoldung des nicht angestellten technischen Personals des Hochbauamts (für den Hauptbauanschlagssumme) . . . . .	213 817,60	„

#### B. Um- und Anbauten,

31. Großer Pavillon der Klinik für Haut- und Geschlechtskranke (23) . . . . .	6 500,00	„
32. Krankengebäude „Burg“ (24) . . . . .	37 716,28	„
33. Gebäude für die Krätzestation (25) . . . . .	12 843,26	„
34. Infektionsbaracken (36, 37, 38, 41, 42) . . . . .	47 389,22	„
35. Ergänzung der inneren Einrichtung der Infektionsabteilung . . . . .	17 098,20	„
36. Kochküche a) Bau . . . . .	79 863,34	„
„ b) Einrichtung . . . . .	34 480,68	„
37. Waschküche a) Bau . . . . .	61 884,33	„
„ b) Einrichtung . . . . .	28 206,02	„
38. Desinfektionseinrichtung der Abwässer, Leitungen . . . . .	9 556,88	„
zusammen:	601 654,63	„

Zur Berechnung der Kosten für das Krankenbett sind zu dieser Summe noch die früher für Bau, Einrichtung und Nebenanlagen in den älteren Gebäuden aufgewendeten Kosten hinzuzurechnen. Diese betragen insgesamt 1400 500 Mark, so daß also das gesamte für die Lindenburg aufgewendete Kapital ohne Grunderwerb . . . . . 601 654,63 „  
+ 1 400 500,00 „

insgesamt: 7 417 045,63 „

beträgt.

Wird diese Summe durch die Zahl der Krankenbetten (1200) geteilt, so ergibt sich der Betrag von 6180 Mark für das Krankenbett, einschließlich Einrichtung. In dieser Summe sind auch die für die Zwecke der Akademie für praktische Medizin aufgewendeten Kosten enthalten. Es bleibt dabei aber zu berücksichtigen, daß 726 Krankenbetten in Neubauten und 474 Krankenbetten in älteren, den neuzeitlichen Anforderungen entsprechend umgebauten Gebäuden sind. Werden die Kosten für das Krankenbett in den Neubauten berechnet, so ergibt sich der Betrag von rd. 6500 Mark einschließlich Einrichtung. Hierbei sind die Kosten der Bauten und Einrichtungen, die sämtlichen Kranken, sowohl den in neuen wie den in alten Gebäuden untergebrachten dienen (z. B. Verwaltungsgebäude, Kapelle, Aula usw.) nur mit dem der Bettenzahl entsprechenden Anteil berücksichtigt. Bei entsprechender Berechnung belaufen sich die Kosten für das Krankenbett in den alten umgebauten Gebäuden auf rd. 5691 Mark. Die in den genannten Summen enthaltenen Einrichtungskosten betragen durchschnittlich rd. 1000 Mark für das Krankenbett.



Mit der Bauausführung wurde zu Anfang 1906 begonnen; sie wurde so beschleunigt, daß die feierliche Eröffnung schon am 17. November 1908 stattfinden konnte, worauf dann bald die Belegung der Neubauten vor sich ging. Der Umbau der älteren Gebäude, von denen nur einige wenige ganz unberührt blieben, zog sich jedoch noch über das folgende Jahr hin, da sie nur zum Teil und nacheinander aus dem Betrieb genommen werden konnten und mehrfach eine Umlegung von Krankenabteilungen erforderlich wurde.

Unter Oberleitung des Stadtbaurats Heimann lag der Entwurf und die Ausführung in den Händen des Verfassers. Als örtliche Bauleiter waren zuerst die Herren Schorsch und Schwarz und nach dem Ausscheiden des letzteren im Juni 1906 der städtische Architekt Schorsch allein tätig. Ihm standen zur Seite die Herren Bohl, Gendebien, Hissen, Hönicke, Jaekle, Knaup, Kühl, Joh. Küpper, Lessenich, Marquard, Meiners, Oberfohren, Pet. Schmitz, Schröder, Stausberg, Stockder, Strässer und Wehage.

Die Ausführung der Maschineneinrichtungen und der Fernheizanlagen unterstand dem Leiter des Maschinenbauamts, Stadtbauinspektor Meyer, der durch den Ingenieur

Kamp unterstützt wurde, während die Heizungs- und Lüftungsanlagen in den dem städtischen Heizungsinspektor Herbst unterstellten Heizbureau durch den Ingenieur Lehmann bearbeitet wurden. Die Anlagen für die Be- und Entwässerung, elektrische Licht- und Gasanlagen überwachten und führten aus die städtischen Gas-, Elektrizitäts- und Wasserwerke, wobei die Ingenieure John und Feldmann, unterstützt durch Ingenieur Hintze, die örtliche Aufsicht führten. Um die Malerarbeiten und Innendekoration hat sich der zur Unterstützung der Bauleitung berufene Kunstmaler Nitsche das wesentlichste Verdienst erworben. Die umfangreichen gärtnerischen Anlagen wurden nach dem Entwurf und unter Oberleitung des Gartendirektors Encke durch den Obergärtner Bromme und nach dessen Ausscheiden durch den Obergärtner Scheerer ausgeführt, dem die Herren Norrenberg, v. Herford und Sieber zur Seite standen. Wesentlich gefördert wurde die Bauleitung durch die Mitarbeit des Baubeamten der Armenverwaltung Bollweg und des Verwalters Gareis.

Die Arbeiten und Lieferungen für die gesamte Bauausführung sind zum weitaus größten Teile (rd. 94 vH.) durch Kölner Firmen bewirkt worden. Nur ein kleiner Teil (rd. 6 vH.) wurde durch auswärtige Sonderfirmen beschafft.

## Der Neubau der Röntgenbrücke in Charlottenburg.

Vom Stadtbaumeister Zangemeister in Charlottenburg.

(Mit Abbildungen auf Blatt 46 bis 48 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Unterhalb der während der Jahre 1906 bis 1908 erbauten neuen eisernen Röntgenbrücke (Text-Abb. 1 und 6) befand sich früher eine Holzbrücke, die mit sieben durchschnittlich je 10,45 m weiten Öffnungen die Spree überspannte (vgl. den Lageplan Text-Abb. 5). Für den von Jahr zu Jahr wachsenden Schiffsverkehr der Spree, die hier eine starke Krümmung macht und außerdem noch kurz oberhalb der

Brücke zwei verkehrsreiche Wasserstraßen (den Landwehrkanal und den neuen Verbindungskanal) in sich aufnimmt, bildete die hölzerne Brücke mit ihrer engen Jochstellung ein gefährliches Hindernis. Im besonderen bei hohem Wasserstande wurden die Schiffe durch die starke Strömung an das linke Ufer getrieben, wobei sowohl die Brücke als auch die Schiffe häufig beschädigt wurden. Um diese Schwierigkeiten



Abb. 1. Ansicht vom nördlichen Ufer.

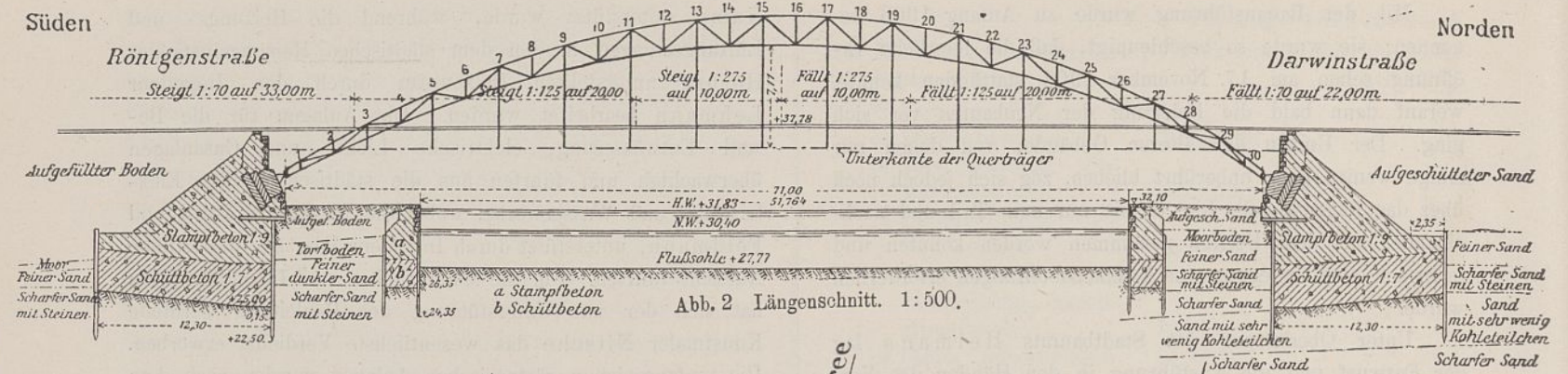


Abb. 2 Längenschnitt. 1:500.

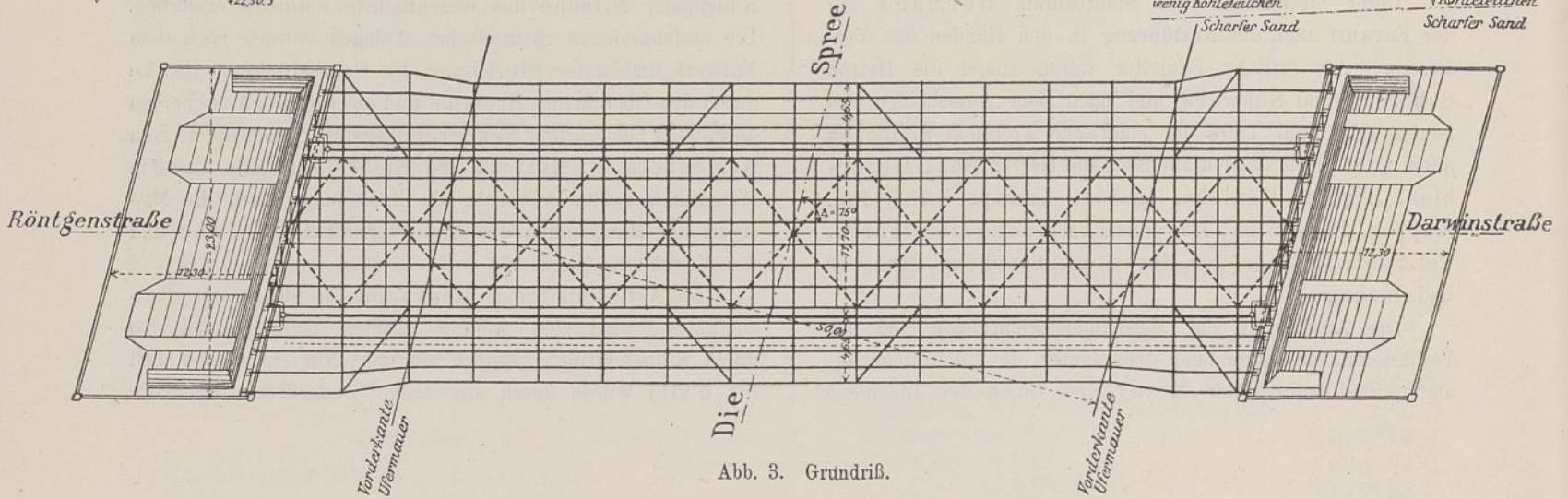


Abb. 3. Grundriß.

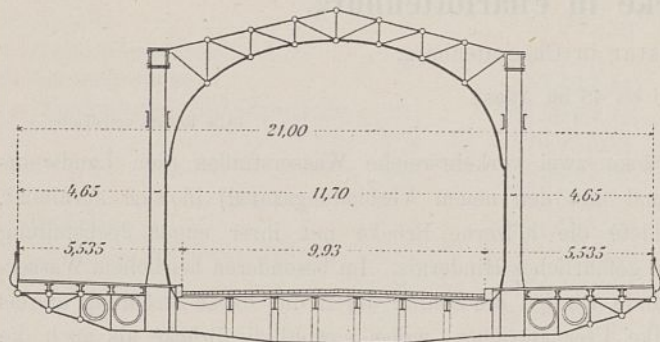


Abb. 4. Querschnitt. 1:250.

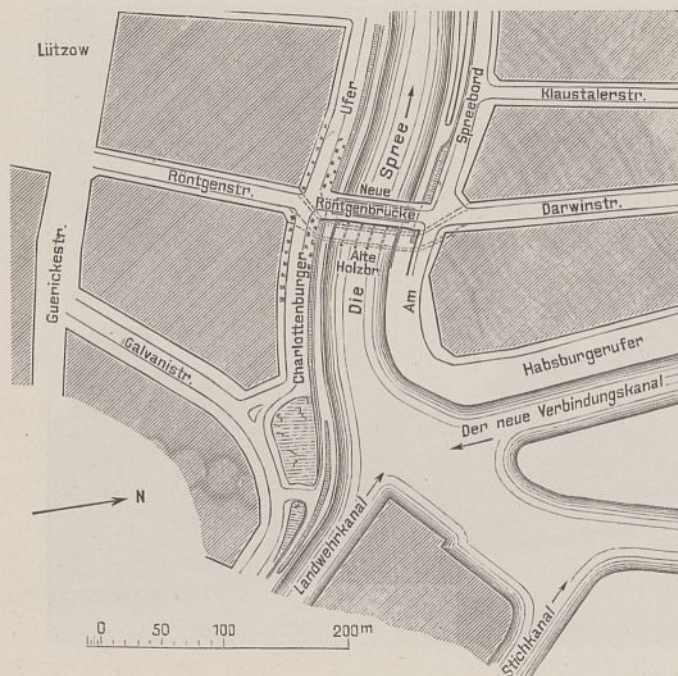


Abb. 5. Lageplan.

zu beseitigen und auf dieser besonders ungünstigen Strecke der Spree bessere Verkehrsverhältnisse zu schaffen, entschloß sich die Stadtgemeinde Charlottenburg, die hölzerne Brücke durch einen Neubau zu ersetzen.

Zunächst war beabsichtigt, eine eiserne Brücke mit unterhalb der Fahrbahn liegenden Hauptträgern zu bauen, die in der Mitte der Spree bei Hochwasser eine Durchfahrtsöffnung von rd. 27 m Breite und 4 m lichter Höhe frei ließ. Die an den Ufern entlang führenden Ladestraßen sollten durch massive Gewölbe überbrückt werden. Dieser Entwurf fand jedoch nicht die Zustimmung der Wasserbauverwaltung. Die Wasserbauverwaltung stellte vielmehr die Forderung, daß wegen der äußerst schwierigen Schiffsverhältnisse die Spree in einer Breite von mindestens 50 m bei einer Höhe von mindestens 4 m über dem Hochwasserspiegel freizuhalten sei. Daher wurde der in den Text-Abb. 2 bis 4 dargestellte Entwurf ausgearbeitet, der mit einer Öffnung von 71 m Spannweite sowohl den Flußlauf als auch die an seinen Ufern entlang führenden Ladestraßen überbrückt und bei Hochwasser eine lichte Durchfahrtsöffnung von mehr als 4 m Höhe in der ganzen Breite des Wasserspiegels freiläßt.

Wie aus der Text-Abb. 2 ersichtlich ist, wurden die Hauptträger in der Form von Sichelbogenträgern als Zweigelenkbogen ohne Zugband ausgebildet. Entscheidend für die Fortlassung des Zugbandes war der Umstand, daß bei den bisher ausgeführten Drei- und Zweigelenkbögen mit Zugband sich erhebliche Schwankungen bei starkem Verkehr bemerkbar gemacht haben. Wie sich nach der Inbetriebnahme der neuen Röntgenbrücke gezeigt hat, ist dieser Nachteil durch die gewählte Anordnung bei der Röntgenbrücke vermieden worden. Vor den sonst noch anwendbaren Bauarten mit unten liegender Fahrbahn (z. B. Parallelträger, Halbparabelträger usw.) wurde dem Sichelbogenträger der Vorzug



Abb. 6. Ansicht von Westen.

gegeben, weil bei den tief liegenden Gelenken erhebliche Ersparnisse an dem Mauerwerk der Widerlager gemacht werden konnten und trotzdem noch an den Ufern für die Ladestraße genügende Durchfahrthöhe geschaffen werden konnte. Ferner schien die Linienführung der Sichelträger auch für das Aussehen des Bauwerkes am vorteilhaftesten zu sein.

Die Sichelbogenträger liegen mit ihren Gelenken an den Brückenden unterhalb der Fahrbahn. Sie durchdringen die Fahrbahn noch über den beiderseitigen Ladestraßen und ragen in der Mitte der Brücke etwa 7,5 m über die Fahrbahn hinaus. Da jeder Sichelträger etwa 1 m breit ist, so gehen von der nutzbaren Breite der Brücke 2 m verloren. Die Breite der Brücke beträgt im ganzen 21 m. Davon entfallen auf den Fahrdamm 9,93 m und auf jeden der anschließenden Bürgersteige 5,535 m (vgl. Text-Abb. 4). Die nutzbare Breite der Bürgersteige beträgt jedoch nur etwa 4,25 m, weil der übrige Teil von den Sichelbogenträgern und der Schrammkante der Fahrbahn eingenommen wird. Die Fahrbahnbreite von 9,93 m ist auch für den Fall ausreichend, daß später Straßenbahngleise über die Brücke hinweggeführt werden.

Bei der Bestimmung der Lage der Brücke im Grundriß wurde eine bequeme Überleitung des Verkehrs der beiden anschließenden Straßen (der Röntgen- und der Darwinstraße) angestrebt. Hierbei ergab sich eine schiefe Lage der Brücke zu den Spreeufern, so daß die Brückenachse mit der Mittellinie der Spree einen Winkel von 75 Grad einschließt. Es erwies sich nicht als zweckmäßig, die Schiefheit der Brücke durch senkrecht zur Brückenachse angelegte Widerlager aufzuheben, weil infolge der dadurch bedingten größeren Spannweite die Kosten unverhältnismäßig hohe geworden wären. Wie aus dem Lageplan (Text-Abb. 5) ersichtlich ist, kreuzen auf beiden Ufern an den Brückenden Verkehrsstraßen von 20 m Breite (Charlottenburger Ufer und Straße am Spreebord) den über die Brücke führenden Straßenzug. Unmittelbar an den Ufern sind außerdem längs der Spree Ladestraßen von 10 m Breite vorgesehen, die sich unter der Brücke auf 9 m Breite einengen. Die auf dem Lageplan gestrichelte alte Holz-

brücke ist bei ihrer Erbauung so angelegt worden, daß sie als Notbrücke dienen und die neue Brücke neben ihr ohne Behinderung des Verkehrs gebaut werden konnte.

#### Gründungsarbeiten.

Die als Zweigelenkbogen ohne Zugband durchgebildeten Hauptträger erfordern starre und unbewegliche Widerlager, die sich auch nachträglich nicht setzen. Wie aus den Text-Abb. 2 und 3 hervorgeht, haben die Widerlager infolgedessen recht bedeutende Abmessungen erhalten. Sie sind auf beiden Ufern bis zur Höhe + 25,00 NN, d. i. bis zu einer Tiefe von rund 5,50 m unter den normalen Wasserspiegel der Spree hinabgeführt worden. Aus den in den Längenschnitt (Text-Abb. 2) eingezeichneten Bodenschichten ist ersichtlich, daß die Gründung auf dem südlichen, an der Röntgenstraße gelegenen Ufer auf scharfem, mit Steinen durchsetzten Sand erfolgt ist. Auf dem nördlichen Ufer an der Darwinstraße ist die Bausohle mit kleinen Kohlenstücken durchsetzt. Diese geringen Beimengungen beeinträchtigen jedoch die Tragfähigkeit des Bodens nicht. Es erschien nicht ratsam, die Bausohle auf die darüber liegende dünne Schicht aus scharfem Sand mit Steinen zu legen, da sie sicherer auf einer gleichmäßigen und starken Bodenschicht liegt. Beide Widerlager sind mit Spundwänden umgeben und haben gleiche Abmessungen erhalten. Bei vollbelasteter Brücke beträgt die Bodenpressung an der Hinterkante der Sohle 4,1 kg/qcm. Ein Teil des Schubes wird durch die nach hinten ansteigende Neigung der Bausohle aufgenommen, während dem übrigen Teil des Schubes durch die Reibung zwischen dem Beton und dem Untergrund das Gleichgewicht gehalten wird. Eine weitere Sicherheit gegen die Wirkung des Schubes und gegen das Gleiten der Widerlager nach rückwärts wird dadurch geschaffen, daß die hintere Spundwand die reichliche Stärke von 0,24 m erhalten hat, so daß ein Nachgeben der Widerlager selbst dann nicht zu befürchten ist, wenn die auftretenden Kräfte größer werden sollten als bei der Berechnung angenommen wurde. Ferner ist die Wirkung des passiven Erddruckes, der der Bewegung des Widerlagers entgegenwirkt, zur Vermehrung der Sicher-

heit nicht mit in Rechnung gestellt worden. Die Spundwände an den Vorder- und Seitenwänden sind nur 15 cm stark.

Die Widerlager wurden in der allgemein üblichen Weise ausgeführt. Zuerst wurde unter Wasser eine Schicht Schüttbeton von 2,50 m Stärke eingebracht; nach dessen Abbinden wurde die Baugrube ausgepumpt und der obere Teil der Widerlager im Trockenen aus Stampfbeton hergestellt. Der Schüttbeton wurde aus einem Teil Zement und sieben Teilen Elbkies, der Stampfbeton aus einem Teil Zement und neun Teilen Elbkies gemischt. Zur Aufnahme der Lager der Sichelbogen-träger wurden große Granitblöcke einbetoniert. Die Ansichtsflächen der Widerlager sind mit Sandstein verkleidet worden.

Das Rammen der die Baugruben umschließenden Spundwände gestaltete sich infolge des Vorkommens von Steinen und Findlingen äußerst schwierig. Ferner waren kurz vorher in unmittelbarer Nähe der Baugrube zwei neue fünfstöckige Häuser gebaut worden, deren Mauerunterkanten 7 m über der Sohle der Widerlager liegen. Daher mußte beim Rammen mit größter Vorsicht verfahren werden. Wahrscheinlich hätten sich die Brückenwiderlager unter Absenkung des Grundwassers ohne Anwendung von Spundwänden leichter und billiger ausführen lassen. Man scheute sich jedoch damals, in unmittelbarer Nähe des Flußlaufes eine so umfangreiche Grundwasserabsenkung vorzunehmen. Heute würde man mit Rücksicht auf die in letzter Zeit bei der Absenkung von Grundwasser gemachten günstigen Erfahrungen sich sicherlich dieses Verfahrens bedienen und die Widerlager unter Vermeidung der umfangreichen Rammarbeiten ganz und gar im Trocknen herstellen.

#### Eiserner Überbau.

Die auf Bl. 46 bis 48 im Atlas dargestellten Hauptträger wurden als Zweigelenkbogen entworfen und in der üblichen Weise berechnet. Um jedoch die Nebenspannungen nach Möglichkeit zu vermeiden, die infolge des Setzens und Nachgebens der neuen Widerlager bei dem Ausrüsten und der ersten Belastung der Brücke im Tragwerk hervorgerufen werden, sollten die Hauptträger zunächst als Dreigelenkbogen aufgestellt werden. Erst nachdem sich die Widerlager endgültig gesetzt hatten und zur Ruhe gekommen waren, sollten die Hauptträger in Zweigelenkbögen umgewandelt werden. Zu diesem Zwecke wurden die Hauptträger im Scheitel mit den in den Abb. 9, 10 u. 16 Bl. 47 dargestellten Gelenken ausgerüstet, um durch vorläufige Fortlassung der Untergurtstäbe  $U_{15}$  und  $U_{16}$  die Hauptträger als Dreigelenkbogen aufstellen zu können. Hierbei wurde wie folgt verfahren.

Bei der Aufstellung wurden die Obergurtstäbe  $O_{15}$  und  $O_{16}$  sowie die Diagonalen  $D_{15}$  und  $D_{16}$  mit dem im Obergurt angeordneten Gelenk durch Nieten und Schrauben fest verbunden, während die Vernietung und Verschraubung der Vertikalen  $V_{15}$  und der Untergrundstäbe  $U_{15}$  und  $U_{16}$  mit dem im Untergurt angeordneten Hilfsgelenk noch unterblieb. Nachdem die Eisenkonstruktion einschließlich der Fahrbahn mit allem Zubehör in dieser Weise als Dreigelenkbogen fertig aufgestellt und zusammengenietet worden war, wurde das Baugerüst entfernt und die Fahrbahn mit einer gleichmäßig verteilten Sandschicht so belastet, daß die aufgebrachte Belastung gleich der Hälfte der größten angenommenen Verkehrslast war. Diese Belastung blieb vierzehn Tage lang auf

der Brücke liegen, um den Widerlagern Zeit zu geben, zur Ruhe zu kommen und die unter ihnen befindlichen Bodenschichten zusammenzupressen. Dann wurde die Sandbelastung entfernt, und die Hauptträger wurden durch Vernietung der Vertikalen  $V_{15}$  und der Untergurtstäbe  $U_{15}$  und  $U_{16}$  in Zweigelenkbögen umgewandelt. Vor der Vernietung mußte jedoch in den Stäben  $U_{15}$  und  $U_{16}$  eine Druckspannung erzeugt werden, die gleich war der rechnermäßig infolge der Belastung durch Eigengewicht im Zweigelenkbogen auftretenden Druckspannung der Stäbe  $U_{15}$  und  $U_{16}$ . Um diese Spannung durch Anwendung von Wasserdruckpressen zu erzeugen, sind die Untergurte der beiden Hauptträger mit dem in Abb. 10 u. 16 Bl. 47 dargestellten Gelenk versehen worden. Dieses Gelenk besteht aus zwei gleichen Hälften, von denen je eine neben den zur Aufhängung der Vertikalen  $V_{15}$  vorgesehenen U-Eisen

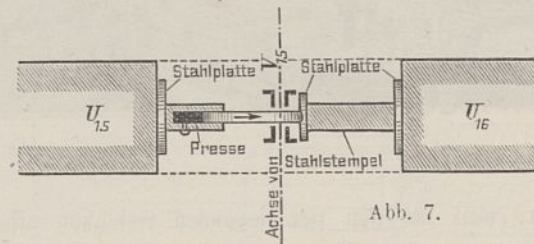


Abb. 7.

(vgl. Abb. 16 Bl. 47) angebracht wurde. Durch das in den U-Eisen befindliche Loch wurde der Kolben einer Wasserdruckpresse durchgesteckt, die nach Text-Abb. 7 mit ihrem Fußende gegen den Stab  $U_{15}$  und mit ihrem Kopfende gegen den Stab  $U_{16}$  angepreßt wurde (vgl. auch Abb. 18 Bl. 47). Kopf- und Fußende der Wasserdruckpresse wurden hierbei gegen besonders zu diesem Zweck in den Untergurtstäben  $U_{15}$  und  $U_{16}$  vorgesehene und eingienietete Winkel- und U-Eisen gestützt (Abb. 9, 15 und 18 Bl. 47). In dem Maße wie die Stäbe bei der allmählichen Steigerung des Druckes auswichen, wurden die im Gelenk zu beiden Seiten des Bolzens befindlichen Keile angetrieben, bis die rechnermäßigen Druckspannungen in den Stäben  $U_{15}$  und  $U_{16}$  erreicht waren. Dann wurden die noch fehlenden Nieten eingezogen, so daß nunmehr die Vertikale  $V_{15}$  und die Untergurtstäbe  $U_{15}$  und  $U_{16}$  starr angeschlossen waren und die Umwandlung des Dreigelenkbogens in einen Zweigelenkbogen beendet war.

Die Gurtungen der Hauptträger, deren Querschnitte aus den Abbildungen auf Bl. 46 bis 48 ersichtlich sind, sind stetig nach Parabeln gekrümmt. Die obere Gurtung hat einen U-förmigen oben geschlossenen Querschnitt erhalten, während die untere Gurtung oben und unten offen ist. Jede zweite Vertikale ist bis zur Fahrbahn herabgeführt und dort starr mit dem Querträger verbunden, so daß über den an den Hauptträgern hängenden Querträgern ein oben offenes Portal entsteht.

Auf Bl. 48 sind in den Abb. 12 u. 13 die Kämpfergelenke dargestellt. Diese aus Stahlguß hergestellten Gelenke sind auf großen Granitquadern befestigt, die in die Widerlager einbetoniert sind.

Aus baulichen und Schönheitsgründen wurde in der Mitte der Brücke die in Abb. 7 bis 11 u. 14 Bl. 48 dargestellte obere Querverbindung eingebaut. Es ist sehr schwierig, für derartige Querverbindungen eine das Auge befriedigende Lösung zu finden, im besonderen wenn es sich um eine einzelne Querverbindung in der Mitte der Brücke handelt. Für das Aussehen derartiger Querverbindungen ist es zweifellos am günstigsten,

wenn bei hoch liegenden, über der Fahrbahn befindlichen Bogenträgern mehrere Querverbindungen in gleichen Abständen in der ganzen Brücken- oder Hauptträgerlänge über der Fahrbahn verteilt werden, so daß auch die Anfangs- und Endpunkte der Hauptträger als Tore wirken, wie es z. B. bei der neuen Schloßbrücke in Charlottenburg geschehen ist. Mit Hilfe eines im Maßstab 1:20 angefertigten Modelles, in das verschiedene Lösungen eingebaut wurden, gelang es schließlich, die auf Bl. 48 dargestellte gut wirkende Lösung zu finden.

Die regelrechte Befestigung der Querträger an den Vertikalen ist aus Abb. 14 Bl. 48 ersichtlich, während in Abb. 1 bis 8 Bl. 47 die Befestigung und Lagerung der abweichenden Querträger gezeichnet ist. Die in Abb. 5 bis 8 Bl. 47 dargestellten abweichenden Querträger 1 und 29 liegen mit dem einen Ende über dem Hauptträger, während sie mit dem anderen Ende den Hauptträger durchschneiden. Das über dem Hauptträger liegende Ende ruht auf dem mit kugelförmigen Lagerflächen versehenen Pendel (Abb. 5 und 6 Bl. 48), so daß sich dieses Ende bei Wärmeschwankungen nach allen Richtungen hin bewegen kann. Die Querträger 3 und 27 (Abb. 1 bis 4 Bl. 47) durchschneiden mit dem einen Ende den Hauptträger, während sie mit dem anderen Ende am Hauptträger hängen. Sämtliche Querträger sind aus vollen Blechen mit angenieteten Winkeln hergestellt. Sie haben eine solche Höhe erhalten, daß ohne Schwierigkeit die Kragträger, auf denen die 4,5 m breiten Bürgersteige ruhen, an sie angeschlossen werden konnten (Abb. 8 Bl. 47). In den Kragträgern sind die für die Aufnahme von Gas- und Wasserleitungsrohren sowie von Kabeln erforderlichen Öffnungen vorgesehen, und auf ihnen lagern die Längsträger, die den aus Eisenbetonplatten bestehenden Bürgersteig tragen.

Die 4,7 m voneinander entfernten Querträger sind zwischen den Hauptträgern unter der Fahrbahn durch Längsträger miteinander verbunden, zwischen denen noch zwei Querträger eingezogen sind (Text-Abb. 3). Mit Ausnahme des Anschlusses an den in der Mitte der Brücke liegenden Querträger 15 sind sämtliche Längsträger starr an die Querträger angeschlossen. Über dem mittelsten Querträger 15 ist die Dehnungsfuge (Fahrbahnauszug) (Abb. 1 bis 4 Bl. 48) angeordnet, durch die verhindert werden soll, daß das Fahrbahngerippe zwischen den Durchdringungspunkten von Hauptträger und Fahrbahn als Zugband wirkt. Ferner wird durch diese Dehnungsfuge ermöglicht, daß sich die Fahrbahn bei Wärmeschwankungen ausdehnen und zusammenziehen kann. Das unter der Dehnungsfuge befindliche Ende des Fahrbahnlängsträgers ruht beweglich auf einem Gleitlager, das auf einem an den Querträger angenieteten Kragarme befestigt ist. Die Fuge im Holzpflaster ist mit einer Riffelblechplatte abgedeckt. Die Fahrbahn selbst wird von den auf den Längsträgern und Querträgern befestigten Buckelblechen getragen, die mit Beton ausgefüllt sind. Auf diesen Beton wurde eine aus Teerpappe bestehende Dichtung verlegt. Darauf liegt eine Betonschicht von 8 cm Stärke und darauf das Holzpflaster.

Der auf die Hauptträger wirkende Winddruck wird von den aus den Vertikalen und den Querträgern gebildeten Rahmen aufgenommen und auf den unten an den Querträgern hängenden Windverband übertragen. In Abb. 12 Bl. 46 ist der Windverband im Grundriß dargestellt; die gestrichelten

Linien bezeichnen die Querträger, an denen der Windverband hängt. Er besteht aus einem wagerecht aufgehängten Parallelträger, dessen Gurtungen an dem mittelsten Querträger 15 (vgl. Text-Abb. 3) fest angeschlossen sind, während sie an den übrigen Querträgern beweglich aufgehängt sind (vgl. Abb. 13, 15, 16 und 22 Bl. 46). An den Enden ist der Windverband durch in die Widerlager einbetonierte Anker, die in den Abb. 7 bis 9 Bl. 46 gezeigt sind, längsbeweglich so gelagert, daß er sich in der Richtung der Brückenachse ausdehnen und zusammenziehen kann. Da die Ausdehnung der Fahrbahn von ihren Durchdringungspunkten mit den Hauptträgern nach der Mitte der Brücke und nach den Widerlagern, die Ausdehnung des Windverbandes dagegen von der Mitte der Brücke nur nach den Widerlagern hin erfolgt, so ist eine Längsbeweglichkeit des Windverbandes gegenüber den Querträgern erforderlich, ohne daß die Übertragung der Windkräfte von den Querträgern auf den Windverband unterbrochen wird. Die Lösung dieser Aufgabe zeigt die auf Bl. 46 in den Abb. 15 u. 16 dargestellte Aufhängung und Befestigung des Windverbandes. Wie aus dieser Darstellung und aus den Abb. 13 und 22 hervorgeht, hängt der Windverband in den Punkten 1, 3, 5 usw. unter den Querträgern an Flacheisen, die in der Längsachse der Brücke nach beiden Richtungen hin ausbiegen können. Die Übertragung der Windkräfte von den Querträgern aus auf den Windträger selbst erfolgt durch die in den Abb. 5, 6, 15 u. 16 Bl. 46 dargestellten Gleitlager, die eine Verschiebung des Windverbandes gegen die Querträger zulassen.

Wie aus dem Grundriß (Abb. 12 auf Blatt 46) hervorgeht, liegen die Kreuzungspunkte der Diagonalen des Windverbandes in der Mittellinie der gestrichelt eingezeichneten Querträger. Diese Kreuzungspunkte werden durch zwei Bleche gebildet, von denen bei den beweglich aufgehängten Kreuzungspunkten das obere durch einen im Querträger über den unteren Winkeln eingelassenen Schlitz durchgesteckt ist, während das untere Blech unter der Unterkante des Querträgers liegt (Abb. 13 und 18 Bl. 46). Die Aufhängung ist, wie aus den Abbildungen hervorgeht, ebenfalls durch Flacheisen erfolgt, die in der Längsrichtung der Brücke ausbiegen können. In den Abb. 17 und 19 Bl. 46, ist die Ausbildung des starr an den Querträger 15 angenieteten Kreuzungspunktes der Diagonalen dargestellt.

Der Entwurf und die Berechnung des eisernen Überbaues mit den zugehörigen Widerlagern wurde in der Tiefbauverwaltung der Stadt Charlottenburg unter der Oberleitung des Stadtbaurats Bredtschneider von dem ordentlichen Professor H. Kayser in Darmstadt, damals Stadtbauinspektor in Charlottenburg, aufgestellt; die Bauausführung wurde unter der gleichen Oberleitung von dem Verfasser geleitet. Die künstlerische Ausbildung der Geländer, der oberen Quer versteifung, der Umgitterung der Durchdringungspunkte der Hauptträger und der Fahrbahn usw. wurde von dem Stadtbaurat Seeling in Charlottenburg entworfen. Die Eisenkonstruktion wurde von der Firma Beuchelt u. Ko. in Grünberg i. Schlesien geliefert und aufgestellt; die Tiefbauarbeiten, nämlich die Erd-, Ramm- und Betonierungsarbeiten an den Widerlagern und Ufermauern wurden von der Firma O. Ziese in Berlin ausgeführt.

## Meer und Küste bei Wangeroog und die Kräfte, die auf ihre Gestaltung einwirken.

Vom Marinebaurat W. Krüger in Wilhelmshaven.

(Mit Abbildungen auf Blatt 49 bis 54 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Die ostfriesischen Inseln, zu denen als östliches Endglied die oldenburgische Insel Wangeroog gehört, würden ständiger Wanderung nach Osten unterworfen sein, wenn sie nicht durch Strandschutzwerke gehalten würden. Bau und Unterhaltung der Strandschutzwerke erfordern aber große Summen. Preußen hat für die Erhaltung seiner ostfriesischen Inseln bisher etwa 15 Mill. Mark ausgegeben. Auf Wangeroog sind für die Erhaltung des westlichen Teiles der Insel und der Dünen im Osten vom Deutschen Reiche 2,4 Millionen und von den Weserstaaten 0,9 Mill. Mark aufgewandt worden. Außerdem hat Oldenburg, anlehnend an die Strandschutzwerke des Reiches zum Schutz des Dorfes Wangeroog noch für etwa 0,3 Mill. Mark Strandbauten ausgeführt. Mit den bisherigen Ausgaben ist es aber nicht getan; die Kräfte des Meeres gefährden die ausgeführten Bauten bald hier, bald dort, zeitweise sogar recht stark, wie es mit den Westbuhnen Wangeroogs gerade in letzter Zeit der Fall war und noch ist. Die Sandwanderung, die Ursache der Inselgefährdung, erschwert aber auch den Zugang zu den großen deutschen Nordseehäfen und erfordert bei den steigenden Anforderungen an die Zugänglichkeit der Häfen mit der Zeit Summen, die die für die Erhaltung der Inseln aufgewandten Beträge überschreiten werden. Es ist deshalb notwendig, daß auf die Einzelheiten eingehend danach geforscht wird, welches die Kräfte sind, durch die der Bestand der Inseln so gefährdet wird und die Fahrwasser so beeinträchtigt werden, da von der Kenntnis der Angriffskräfte die Abwehrmittel abhängen müssen. Die nachstehenden Ausführungen, die ich auf Grund meiner sechsjährigen Beschäftigung mit den Vorarbeiten und der Bauleitung für eine Korrektur der Jade, besonders der Außenjade, sowie auch mit Unterhaltung der Strandschutzwerke auf Wangeroog gemacht habe, sollen zur weiteren Ergänzung der Forschungen über die Küstengestaltung anregen.

### Begriffsbezeichnung.

In den nachstehenden Ausführungen wende ich folgende Begriffe an:

**Tide.** Die Begriffe für die Tide sind nach den Annalen für Hydrographie 1904, S. 449 festgesetzt. Eine Tide ist die einmalige Erscheinung des regelmäßigen Steigens und Fallens des Wassers von Hochwasser zu Hochwasser oder Niedrigwasser zu Niedrigwasser. Flut ist das Steigen, Ebbe das Fallen. Hochwasser und Niedrigwasser sind die beiden äußersten Wasserstände einer Tide. „Bei drei Viertel Flut“ usw. bezeichne den Zeitpunkt, in dem drei Viertel der Flut verflossen sind. Mittleres Hochwasser und Niedrigwasser sind die aus der Gesamtzahl der Wasserstandsbeobachtungen gemittelten Werte. Tidenhub ist der Höhenunterschied zwischen dem Hoch- und dem Niedrigwasser einer Tide. Aus der Gesamtzahl der Tidenhübe wird der mittlere Tidenhub ermittelt. Springtide ist bei der Jade die fünfte Tide nach Neumond und Vollmond, bei der der Tidenhub im Mittel am größten ist; Nipptide, die fünfte Tide nach halbem Mond, bei der der Tidenhub im Mittel am kleinsten ist.

Hafenzeit ist diejenige Zeit, zu der an dem betreffenden Küstenpunkte an dem Tage des Neumonds oder Vollmonds das Hochwasser eintritt. Die durch die Tide hervorgerufenen Ströme heißen Tidenströme; Flutstrom ist der Strom, der in der Hauptsache in der Zeit der Flut läuft, Ebbestrom der Strom in der Zeit der Ebbe. Der Übergang von einem Strom zum andern heißt das Stromkatern. Der Augenblick der Stromkaterung fällt in der Regel nicht mit Hochwasser oder Niedrigwasser zusammen, sondern tritt später ein. Es läuft also während der Ebbe noch eine Zeit lang Flutstrom und umgekehrt. Sturmflut ist eine durch starke Winde erzeugte, besonders hohe Flut. Westwinde erzeugen an der deutschen Nordseeküste hohe Wasserstände, Ostwinde niedrige. Die Tide schreitet von Westen nach Osten vor. Die Flut tritt in der Harle z. B. um zehn Minuten früher ein als in der Blauen Balje.

**Geländebezeichnung.** Die Fläche, die bei mittlerem Hochwasser unter Wasser kommt und bei mittlerem Niedrigwasser trocken läuft, heißt Watt. Unter Strand sei nachstehend diejenige flache Uferstrecke verstanden, die von schwerer See getroffen wird und deshalb an einer Sandküste aus reinem Sand besteht. Ein Teil des Strandes kommt regelmäßig unter Wasser und gehört deshalb zum Watt. Ein Teil des Strandes liegt über Hochwasser. In der Mitte der Insel ist der Strand verhältnismäßig steil; im Osten und Westen ist er jedoch breit und flach. J. Reinke, Die ostfriesischen Inseln, Seite 3, nennt diesen Teil des Strandes eine Sandplatte. Die Sandplatten enthalten schon etwas Schlick. Auf der Südseite der Sandplatten geht der Strand in das reine Watt über. Sonst geht er in die Dünen über. Das sind Erhöhungen aus Sand, die zusammengeweht sind. Außengroden ist das uneingedeichte Grünland, daß bei höherem Hochwasser unter Wasser kommt. Inseln sind trockene, rundum von Wasser umgebene Flächen. Düneninseln verdanken ihre Gestaltung den Dünen, wie Wangeroog; Strandinseln, die Vorstufe der Düneninsel, sind Minsener-Old-Oog und Mellum. Ein Teil von letzterem ist allerdings Düneninsel mit etwas Außengroden. Wattinseln sind Wattflächen, die zeitweise rundum von Wasser umgeben sind. Riffe sind den Inseln vorgelagerte Sandbänke, von denen einige teilweise trocken laufen. Der Übergang vom Strande bis zur tieferen See, etwa bis zur 15 m-Linie oder bis dahin, wo der Seeboden flacher wird, sei der Vorstrand genannt.

**Die Rinnen in der See.** Auf dem Watt befinden sich Rinnen, die bei Niedrigwasser trocken laufen oder noch mit wirklichem Gefälle Wasser abführen; dies sind Priele. Sie münden in Baljen, die bei Niedrigwasser nicht trocken laufen, diese wieder in Seegatten, die die Inselkette durchbrechen und die Verbindung des Watts mit der See herstellen. Die Blaue Balje z. B. ist ein Seegatt. Die Jade und die Weser seien Ströme genannt, die durch die Platen in einzelne Rinnen geteilt werden. Eine sattelartige Niederung auf einem eine Wasserscheide bildenden Watrückern heißt eine Legde (von leeg = niedrig). Die Rinnen auf dem Strande

sollen Strandpriele heißen, die Rinnen zwischen Strand und Riff Strandbaljen.

An der Mündung eines Wasserlaufs in einen größeren liegt eine Barre. Der Strom aus dem kleinen Wasserlauf verteilt sich hier fächerförmig. Dadurch nimmt seine das Strombett reinigende Kraft ab. Es bilden sich Ablagerungen, in die der Strom Rinnen frißt, die aber flacher sind als der kleinere Wasserlauf oberhalb. Dieses Gebiet der Verflachungen heißt die Barre. Jedes Priel läuft mit einer Barre in die Balje aus, jede Balje mit einer Barre in das Seegatt, jedes Seegatt und jeder Strom mit einer Barre in die See. Die Barre der Jade ist das Gebiet der Platen nordöstlich von Minsener-Old-Oog.

**Bemerkungen zur Karte der Außenjade. Angabe über Flutkonstanten, mittlere und außergewöhnliche Wasserstände.**

Zur Darstellung in der Karte von der Außenjade (Bl. 49 u. 50) sei folgendes bemerkt: Die Karte ist aus verschiedenen Aufnahmen und Seekarten zusammengezeichnet. Die Skizze unten links auf der Karte erläutert den Ursprung der Einzelteile. Es ist immer die im größten Maßstab angefertigte Originalaufnahme verwertet. Die Meeressohle ist außerordentlich uneben; je größer der Maßstab der Aufnahme ist, desto mehr Unebenheiten kommen zur Erscheinung. Die Unebenheit tritt auch noch bei der Verkleinerung in den Maßstab der Karte (Bl. 49 u. 50) hervor, was bei genauem Studium sofort erkennbar ist. Um jedoch ein Beispiel der Darstellung eines Seegebietes in größerem Maßstab zu geben, ist ein Teil der Old-Oog-Rinne im Maßstab 1:15000 abgedruckt. Der nördliche Teil dieser Darstellung ist eine Verkleinerung aus einer Auftragung 1:5000; der südliche Teil war von

vornherein in 1:15000 aufgetragen. Beim Maßstab 1:5000 wie 1:15000 lagen die Lotwürfe so dicht nebeneinander, daß die Arbeitskarten mit Zahlen dicht besetzt waren. Die Darstellung 1:5000 enthielt also ursprünglich erheblich mehr Zahlen als die Darstellung 1:15000. Der südliche Teil ist natürlich ähnlich so uneben wie der nördlichere. Die Verschiedenartigkeit der Erscheinung ist nur eine Folge der ungleich großen Anzahl Lotwürfe auf gleich großen Flächen.

Bei den Seekarten, die den Schiffer vor den gefährlichen flachen Stellen warnen sollen, sind diese gegenüber den tieferen Flächen mehr hervorgehoben. Seekarten geben daher dem Wasserbauer leicht eine falsche Vorstellung und sind z. B. als Unterlagen zu Querschnittberechnungen der Strommündungen wenig geeignet, da sie einen zu geringen Querschnitt ergeben würden.

Sämtliche Höhenangaben und Höhenlinien der Karte der Außenjade, mit Ausnahme der aus Seekarten entnommenen Teile, sind auf +1,0 am Wilhelmshavener Pegel bezogen, so daß +1,0 W.P. der Nullpunkt der Karte ist. Diese Höhe entspricht rund gerechnet und für das ganze Kartengebiet gemittelt, gewöhnlichem Niedrigwasser. Im Westen Wangeroogs liegt das Niedrigwasser 0,21 m höher, bei Schillig etwa 0,15 m tiefer als +1,0. Die Höhenangaben und Höhenlinien der aus Seekarten entnommenen Felder sind auf Seekartennull bezogen. Das ist eine Fläche, die bei den Karten der deutschen Nordseeküste um ein Sicherheitsmaß von 30 cm tiefer als mittleres Springniedrigwasser liegt. Zum Vergleich dieser beiden verschiedenen Angaben sind die Werte der Spalte 9 der nachfolgenden Zusammenstellung angegeben. Für den Wasserbauer ist es leichter, sich an Hand einer auf gewöhnliches Niedrigwasser

1 O r t	2 Hochwasser + später, - früher als in Wilhelmshaven		3 Mittlere Dauer des		4 Mittlerer Tidenhub m	5 Mittleres Hoch-   Niedrig- wasser		6 Mittel- wasser m	7 Seekarten- null geschätzt m
	h	m	Steigens h	Fallens m		bezogen auf 0 am Wilhelmshavener Pegel			
						m	m		
Wilhelmshaven . . . . .	0	0	6	12	3,59	+ 4,18	+ 0,59	+ 2,39	0,00
Arngast, Leuchtturm . . . . .	+ 0	13	—	—	—	+ 4,20	—	—	—
Voslapp, Balje . . . . .	- 0	18	6	09	3,21	+ 4,01	+ 0,80	+ 2,41	+ 0,23
Hooksiel . . . . .	- 0	40	6	15	3,14	—	—	—	—
Krildumersiel . . . . .	- 0	49	6	15	3,10	—	—	—	—
Horumersiel . . . . .	- 0	44	5	52	3,04	+ 3,97	+ 0,93	+ 2,45	+ 0,38
Minsener-Old-Oog (alte Bake) . . . . .	- 0	57	5	44	2,90	+ 3,80	+ 0,90	+ 2,35	+ 0,34
Wangeroog, Ostanleger . . . . .	- 1	10	5	52	2,81	+ 3,88	+ 1,06	+ 2,47	+ 0,52
"    West . . . . .	- 1	24	5	49	2,64	+ 3,85	+ 1,19	+ 2,52	+ 0,66
Mittelbalje (südl. Wangeroog) . . . . .	- 1	04	5	55	2,86	+ 3,89	+ 1,03	+ 2,46	+ 0,49
Friedrichschleuse . . . . .	- 0	34	3	37	1,82	—	—	—	—
Spiekeroog, Reede . . . . .	- 1	32	5	47	2,58	—	—	—	—
Neuharlingersiel . . . . .	- 0	44	4	10	2,04	—	—	—	—
Langeoog, Reede . . . . .	- 1	27	6	10	2,44	—	—	—	—
Norderney, " . . . . .	- 1	52	6	07	2,35	—	—	—	—
Juist . . . . .	- 2	04	5	41	2,33	—	—	—	—
Borkum . . . . .	- 2	12	5	59	2,47	—	—	—	—
Bremerhaven, Einfahrt . . . . .	+ 0	06	5	18	3,30	+ 4,19	+ 0,89	+ 2,54	+ 0,33
Hoheweg, Leuchtturm . . . . .	- 0	26	5	56	3,13	+ 3,81	+ 0,68	+ 2,25	+ 0,10
Roter Sand, " . . . . .	- 1	05	5	46	2,74	+ 3,72*)	+ 0,98*)	+ 2,35*)	+ 0,54
Kuxhaven . . . . .	- 0	05	5	34	2,87	+ 3,93	+ 1,06	+ 2,49	+ 0,52
Helgoland . . . . .	- 1	29	5	42	2,29	—	—	—	—
Borkumriff, Feuerschiff . . . . .	- 3	52	6	02	2,00	—	—	—	—
Norderney, " . . . . .	- 1	54	6	07	2,30	—	—	—	—
Weser, " . . . . .	- 0	49	5	45	3,00	—	—	—	—
Amrumbank, " . . . . .	- 1	06	5	39	1,90	—	—	—	—
Außeneider . . . . .	- 0	58	5	36	2,60	—	—	—	—

\*) Es ist angenommen, daß das Mittelwasser bei Minsener-Old-Oog und bei Rotersandleuchtturm gleich hoch liegt.  
\*\*) Mitgeteilt von Dr. Hessen vom Kais. Observatorium Wilhelmshaven.

bezogenen Darstellung eine Gegend vorzustellen als auf Grund der Darstellung der Seekarte.

Hafenzeit von Wilhelmshaven ist 0 h 54 m in M. E. Z., d. h. bei Neu- und Vollmond ist in Wilhelmshaven um 12 Uhr 54 Minuten Hochwasser.

In der vorstehenden Zusammenstellung sind die schwach gedruckten Zahlen den bekannten Kalenderwerten entnommen. Für Wilhelmshaven sind die halbfett gedruckten Werte der Auswertung der Pegelbeobachtungen von 1853 bis 1908 entnommen (vgl. weiter unten).

Um diejenigen Teile der Karte, die auf +1,0 Wilhelmshavener Pegel bezogen sind, mit den anderen Teilen auf eine gleichwertige Höhe zu bringen, das heißt, um sie auf Seekartennull zu bringen, muß von den Tiefen ein Maß abgezogen werden, das dem Tidenhub der betreffenden Gegend entspricht und das +1,0 weniger dem Wert der Spalte 9 ist; z. B. für die Gegend bei der Minsener-Old-Oog-Bake +1,0 - 0,45 = 0,55 m.

Zum Verständnis des See- und Küstengebietes ist es erforderlich, einigermaßen die vorkommenden Wasserstände zu kennen. Für Wilhelmshaven liegen seit 1854 dauernde Wasserstandsbeobachtungen vor, die zum Verständnis der Außenjade benutzt werden können. Die Beobachtungen sind von der Werft Wilhelmshaven übersichtlich zusammengestellt und liegen gedruckt vor. Folgende Werte seien daraus für Wilhelmshaven angegeben. Es traten auf:

Hochwasser.	
(Höchstwert) auf +7,72 . . . . .	2mal,
über +7,00 . . . . .	5mal,
über +6,00 . . . . .	71mal,
mittl. H. W. auf +4,18	
unter +3,00 . . . . .	128mal,
unter +2,00 . . . . .	2mal,
(Niedr. Wert) auf +1,30 . . . . .	1mal.
Niedrigwasser.	
(Höchstwert) auf +5,07 . . . . .	1mal,
über +4,00 . . . . .	3mal,
über +3,00 . . . . .	48mal,
mittl. N. W. auf +0,59	
unter ± 0 . . . . .	940mal,
unter -0,50 . . . . .	56mal,
unter -1,00 . . . . .	4mal,
(Niedr. Wert) auf -1,71 . . . . .	1mal.

Für das Gebiet von Blatt 49 u. 50 können nur folgende Werte gegeben werden. Das bisher höchste Hochwasser am 13. März 1906 erreichte eine Höhe:

bei Wangeroog von +7,00 bezogen auf 0 des Wilhelmshavener Pegels = +6,00 auf das Null von Blatt 49 u. 50 bezogen,	
Friedrichschleuse . . . . .	+7,27 bzw. entsprechend +6,27 und
in Bremerhaven von +7,52 auf 0 des Wilhelmshav. Pegels bez.	

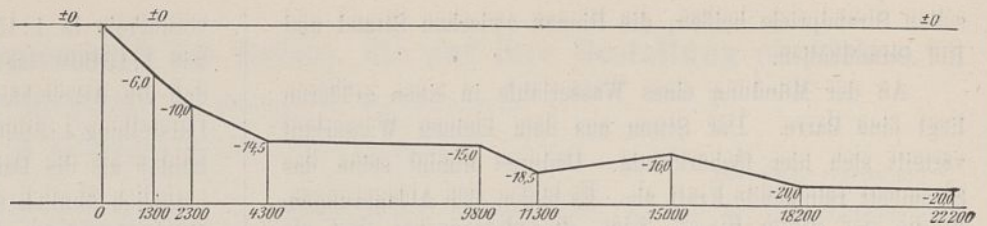


Abb. 1. Richtung: N.N.W. durch den Kirchturm von Haarlem. (Aus der Seekarte Nr. 53 „Die Hoofden“ 1:300 000 vom 20. Oktober 1906.)

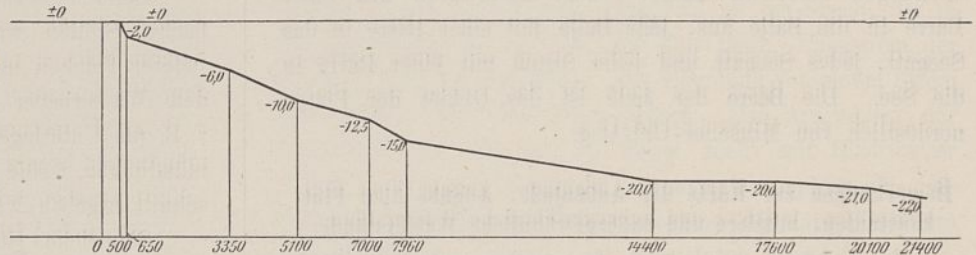


Abb. 2. Richtung: N. durch das „e“ des Wortes „Schiermonnikoog“ der Karte 64 (Tit. III Nr. 26) Ostfriesische Inseln vom Dezember 1910. 6° 11' 36" östl. Länge.

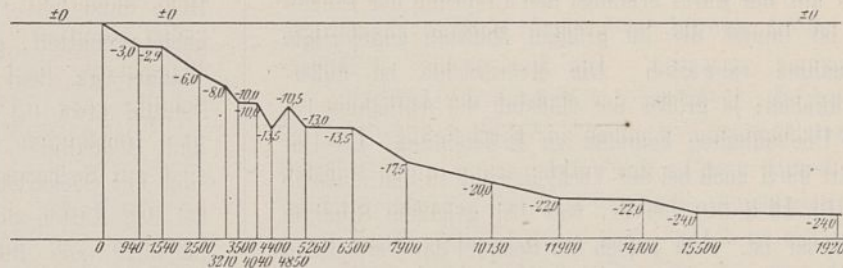


Abb. 3. Richtung: N. durch das „g“ des Wortes „Langeoog“ der Karte 64 (Tit. III Nr. 26) Ostfriesische Inseln vom Dezember 1910. 7° 32' 30" östl. Länge.

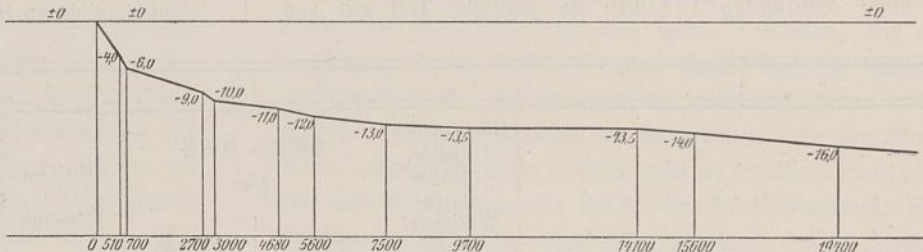


Abb. 4. Richtung: W. Z. N. durch den Kirchturm von „Westerland auf Sylt“. Aus der Seekarte (Tit. III Nr. 8) Küste von Schleswig-Holstein vom 9. Januar 1909.

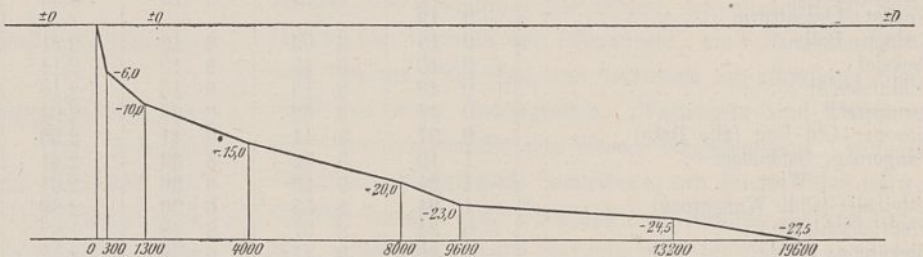


Abb. 5. Richtung: W. N. W. 1/2 W. durch den Kirchturm von „Ringkjöbing in Jütland“. Aus der Karte (Tit. III Nr. 6) Westküste von Jütland. 1:300 000 vom 9. November 1907.

Abb. 1 bis 5. Schnitte durch den Vorstrand verschiedener Küstenpunkte. Maßstab 1:200 000 f. d. Längen, 1:1000 f. d. Höhen.

Wangeroog ist bei hohen Sturmfluten bis auf die Dünen und den eingedeichten Groden ganz unter Wasser; das Eiland Mellum ist vereinzelt ganz unter Wasser, Minseroog ist bei einem Wasserstand von 1,50 m über gewöhnlichem Hochwasser ganz unter Wasser, das ist in 50 Jahren 102mal. Bei der Sturmflut vom März 1906 ist über dem Oststrand von Spiekeroog und Wangeroog von den Dünen ab östlich



2,5 bis 3,0 m Wasser gewesen. — Die ältesten Darstellungen der deutschen Küste sind in den holländischen Segelhandbüchern enthalten, das älteste derselben wird etwa von 1550 stammen.<sup>1)</sup> Es ist mir bisher nicht gelungen, diese immerhin ziemlich rohen Darstellungen zu einem maßstäblichen Vergleich zu benutzen. Diese Karten geben wohl eine gute Anschauung von der Veränderlichkeit der ganzen deutschen Nordseeküste, die Gesetze der Veränderungen lassen sich aber nur an Hand maßstäblich genauer Karten untersuchen.

Aus dem Jahre 1667 sind die am weitesten vorspringenden Punkte der Ostdünen und des östlichen Fußstrandes von Spiekeroog und der Westdünen und des westlichen Fußstrandes von Wangeroog bekannt. Die Grenze zwischen Jeverland und Ostfriesland, die sogenannte goldene Linie, sollte mitten zwischen den äußersten Punkten der Dünen hindurchgehen. Diese Punkte wurden daher 1667 bei den Grenzverhandlungen aufgemessen und in einer Karte, die auch Spiekeroog und Wangeroog wiedergibt, aufgetragen. An Hand dieser Karte und des zugehörigen Vermessungshandrisses sind diese Punkte in den heutigen Zustand eingetragen. Auf Blatt 49 und 50 sind sie mit roten Kreuzen bezeichnet. Die Vertragskarte ist abgesehen von diesen Punkten unzuverlässig, da sich grobe Verzeichnungen nachweisen lassen. Die vier Punkte ermöglichen aber ein sicheres Urteil über das Maß der Wanderung von Wangeroog. Außerdem zeigt die Karte von 1667, daß damals zwischen Wangeroog und Spiekeroog viel mehr Wattinseln gewesen sind als jetzt.<sup>2)</sup>

Als älteste zuverlässige Karte der Mündung der Weser habe ich eine Karte aus dem Jahre 1787 ermittelt. Diese Karte ist nach Mitteilung des Herrn Regierungs-Geometers Thomas in Oldenburg auf Veranlassung und Kosten des Herzogs von Oldenburg durch Dreiecksmessung mit Nachprüfung durch eine Basismessung bei Karolinensiel ausgeführt und zwar auch in den nicht oldenburgischen Gebieten, wie in dem zu Anhalt-Zerbst gehörenden Jeverland und in Hannover; auch die Watten sind im Anschluß an auf ihnen gesetzte Dreieckspunkte aufgemessen, eine für damalige Zeit recht gefährliche Arbeit. Diese Karte bildete die Unterlage für mehrere Auflagen der Elbe- und Weserkarten des hamburgischen Baudirektors Reinke aus den Jahren um 1800, die aber für den Jadestrom unzureichend sind.

1812 haben die Franzosen unter Oberleitung von Beautemps-Beauprès die Zufahrten zu den deutschen Häfen sehr sorgfältig aufgemessen. Diese Karten sind 1821 von Frankreich herausgegeben.

An der Seegrenze leiden diese Karten an Arbeitsstörung durch englische Kriegsschiffe. Was dargestellt ist, erscheint aber zuverlässig. Die französische Karte der Jade ist zu den Vergleichen herangezogen. Dann sind weiter einzelne hamburgische und Bremer Karten erschienen, die auch die Jade wiedergeben, aber unzuverlässig sind. Die nächste zuverlässige Karte ist die des oldenburgischen Vermessungskondukteurs Hullmann aus dem Jahre 1845, die bei der Weser- und Elbe-Karte des Bremer Barsemeisters Bosse

aus dem Jahre verwertet ist. Die Bossesche Karte ist verschiedentlich verbessert worden. Die Karte von 1845 ist benutzt.

1859 erschien die erste preußische Admiralitätskarte, die zuerst ein wirkliches Bild des Seebodens gibt. Von da ab stehen dem Strombau-Ressort der Werft von Wilhelmshaven etwa 30 Karten zur Verfügung, nach denen die Veränderungen der Jade zu beurteilen sind. Die Karten vor 1859 können nur dazu dienen, in großen Zügen nachzuprüfen, ob die nach 1859 auftretende Wanderung auch rückwärts zu verfolgen ist.

Von Wangeroog liegen aus der Zeit vor 1790 viele Handskizzen zu Berichten vor, die Naturereignisse oder dergleichen erläutern. Die nächste Karte Wangeroogs nach 1787, die die Höhen richtig angibt, ist die von 1845. Von 1869 bis 1894 liegen 14 Pläne der ganzen Insel oder ihrer westlichen Hälfte vor, die die Strandschutzwerke, die durch sie bewirkten Veränderungen sowie die nächsten Riffe darstellen. Die nächstjüngere Karte dieser Art stammt von 1907. Von 1907 ab hat die Werft Wilhelmshaven alljährlich die Umgebung Wangeroogs sehr sorgfältig aufgemessen, um an diesen Aufmessungen die Gesetze der an dieser Küste wirkenden Kräfte zu erforschen.

#### Gesamtwanderung der Inselkette.

Die Kette der Düneninseln nördlich von Ostfriesland und Jeverland, allgemein als ostfriesische Inseln bezeichnet, war von Juist ab östlich bis zur Inangriffnahme der Strandbefestigungen auf den Inseln Borkum, Norderney, Baltrum, Spiekeroog und Wangeroog in ständiger Wanderung von Westen nach Osten begriffen. Die Inseln brachen im Westen ab und wuchsen im Osten wieder an. Borkum und das Westende von Juist scheinen durch den in den letzten Jahrhunderten wenig veränderlichen Lauf der Ems in ihrer Lage festgehalten zu sein. Wenngleich sich der Westen von Juist scheinbar wenig verändert hat, macht sich die Wanderung hier in einer Verlängerung des Ostendes geltend. Das Westende konnte nicht abbrechen, weil das Heranwandern von Borkum durch die Osterems verhindert wurde, und deshalb keine von Westen herankommende Insel auf das Westende von Juist drückt. Die Wanderung der Inselkette ist aber nicht so zu verstehen, als ob alle Inseln gleichzeitig und gleichmäßig gewandert wären. In derselben Zeit, in der sich Baltrum, Spiekeroog und Wangeroog so stark veränderten, ist Langeoog fast unverändert geblieben und hat Juist nur nach Osten zu stark zugenommen, ohne im Westen abzubringen. Früher wird aber die Osterems ganz anders verlaufen sein, denn sonst könnte am Weststrande des Memmert auf Mittelwasser keine Torfschicht liegen.

Jetzt sind durch die Strandbefestigungen die angeführten Inseln im wesentlichen festgelegt, wenngleich ein Teil von ihnen noch nicht so befestigt ist, daß vorspringende Teile nicht mehr abbrechen. So ist z. B. das Westende von Norderney so festgelegt, daß große Veränderungen dort nicht mehr zu erwarten sind, während bei Wangeroog der südwestliche Haken, dessen Festlegung sich nicht lohnt, noch stark im Abbruch ist. Doch ist wohl anzunehmen, daß die Inselbefestigungen jetzt so weit gediehen sind, daß die Wanderung der Inselkette im wesentlichen aufgehört hat. Vor der Insel-

1) Siehe Dr. W. Behrmann, Niederdeutsche Seebücher usw., Jahrbuch für die Geschichte des Herzogtums Oldenburg 1909.

2) Siehe Prof. Dr. Rüttniez, Jahrbuch für die Geschichte des Herzogtums Oldenburg V, S. 49: Über die Hoheitsgrenze zwischen Ostfriesland und Jeverland.

kette vorbei findet aber noch immer eine starke Wanderung des Sandes statt.

#### Ursache der Wanderung.

Diese Sandwanderung und die früher damit in Verbindung stehende Wanderung der Inseln wird durch verschiedene Ursachen hervorgerufen. Soweit ich es übersehen kann, sind es folgende Ursachen:

1. Die Wellenwirkung auf den Strand. Die Wellen sind auf tiefem Wasser senkrecht zu dem Winde gerichtet und schreiten in der Richtung des Windes fort. Auf ansteigendem Grunde ändern sie ihre Richtung. Diese wird allmählich parallel zu den Tiefenlinien des Untergrundes, ihr Fortschreiten aber senkrecht zu den Tiefenlinien. Sie brechen aber auf der Windseite früher, so daß die Brandung mit der Windrichtung fortschreitet, was jeder am Strande beobachten kann. Mit der Brandung treiben die Wellen das Wasser am Strande entlang vor sich her und erzeugen dadurch hart am Ufer eine Strömung, die den durch die Brandung aufgeführten Sand mit sich fortreibt. Bei Nordwest, Stärke 6, und Flut habe ich zwischen Brandung und Ufer in 60 cm tiefem Wasser eine geradezu reißende Strömung an dem Ufer entlang nach Osten beobachtet. Es war mir nicht möglich, mich knieend darin zu halten; ich wurde fortgetrieben. Etwa 100 m vom Ufer war gleichfalls sehr starke Strömung nach Osten. Weiter hinaus habe ich mich nicht begeben. Es ist aber anzunehmen, daß die Strömung weiter nach draußen abnimmt. Diese Annahme wird durch die Erfahrung bestätigt, die man beim Landen am Strande durch die Brandung hindurch macht. Außerhalb der Brandung ist der Strom derselbe wie bei stillem Wetter. Zwischen Brandung und Strand wird aber das Boot stark in der Richtung fortgetrieben, die die Wellen auf tiefem Wasser haben. Sind mehrere Brandungswellen hintereinander, so zeigt sich der starke Strom mindestens schon bei der mittelsten Brandung. Die Winde kommen an der Küste vorwiegend aus Westen, so daß die durch die Wellen hervorgerufene Sandwanderung in ihrer Gesamtheit nach Osten gerichtet ist. Außerdem kommen die Wellen von Osten her über flacheres Wasser und haben sich nicht so entwickeln können wie die aus der freien Nordsee kommenden Wellen, sind daher kleiner.

Wellenwirkung auf den Vorstrand. Auch den tieferen Teil des Vorstrandes greifen die Wellen an. Die Wellen verändern auf flacherem Wasser ihre Form, damit geht das Wasser aus einer Pendelbewegung in eine fortschreitende Bewegung über, rührt dadurch die Sandoberfläche auf und treibt Sand mit vorwärts. Die Wellenrichtung ändert sich bei ansteigendem Grund je nach der Größe der Wellen früher oder später, und entsprechend tritt die Wirkung auf den Untergrund früher oder später ein. Ablandige Wellen sind auf dem Vorstrand sehr selten. Diese Wirkung der Wellen treibt also den Seeboden immer von der Tiefe den Strand hinauf und auch in der Windrichtung weiter. Je höher auf den Strand hinauf, desto stärker ist das Strandwärtswandern des Sandes; die Wellen bilden aus dem abgelagerten Sand einen Strandwall, und, wo dieser nicht nach rückwärts überströmt werden kann, den hochwasserfreien Strand. Der Vorstrand ist in der Nähe der Hochwasserlinie am steilsten und wird nach See zu immer flacher. Man kann daraus vielleicht

schließen, wie tief die Wellenwirkung geht. Von 15 m ab wird der Vorstrand meist viel flacher. Schnitte durch den Strand bei Harlem, Schiermonnikoog, Langeoog, Sylt und Ringkjöbing (Text-Abb. 1 bis 5) scheinen dies zu bestätigen. An vielen Stellen reicht die Steilstrecke tiefer, an anderen weniger tief; die Fluß- oder Wattstrommündungen, die Bodenbeschaffenheit und auch die Wellenhöhe sind die Ursache dieser Unterschiede. Die Betrachtung derartiger Querschnitte dürfte das wichtigste Mittel sein, um zu beurteilen, bis auf welche Tiefe die Wellen den Seeboden bewegen und auch inwiefern sie auf die Sandwanderung in den Strommündungen mitwirken.

Auch diese Wellenwirkung läßt vor den ostfriesischen Inseln wegen Überwiegen der Wellen bei Westwinden den Sand ostwärts wandern.

2. Der Wind unmittelbar. Der durch die Wellen auf den Strand geworfene Sand wird vom Wind getrocknet, aufgewirbelt und springend und rieselnd fortgetrieben; er lagert sich ab, sobald er hinter Erhöhungen wie Gras, Sträucher oder Dünen in windstillen Raum kommt oder sobald er nasse Flächen, nassen Strand oder Watt erreicht und hier anhftet. Hat er die nassen Flächen soweit erhöht, daß sie trocken werden, so wandert er auch über sie weiter. Das Sandwehen entsteht nicht nur auf hochwasserfreiem Strand, sondern bei starkem Wind auch auf Strand, Riffen und schlickfreien Wattflächen, die erst bei halber Ebbe oder noch später trocken geworden sind. Nasse Witterung und andauernd hohe Wasserstände verhindern Sandwehen auf den etwas schlickigen Sandplatten. Auf schlickfreiem Sand weht der Sand auch bei Regen, bei trockenem Wind natürlich mehr. Der Hauptwindrichtung entsprechend wird auch der über Hochwasser liegende Teil der Inseln so nach Osten verschoben. Die Sandanhäufung zu Dünen kann sich aber nur dort bilden, wo die Hindernisse, die den Sand sich ablagern lassen, so widerstandsfähig sind, daß sie durch die bei hohen Fluten auftretende Strömung nicht gestört werden. Bei unbeeinflusster Natur sind die Hindernisse die Pflanzen; darüber siehe die beiden Schriften von J. Reinke über die ostfriesischen Inseln und die Küsten des Herzogtums Schleswig. Wo wegen zu tiefer Lage des Strandes oder der Sandplatten sonst Dünen nicht entstehen können, solche aber erwünscht sind, muß der Mensch mit widerstandssicheren Mitteln nachhelfen, wie mit Buschpflanzung und bei stärkerer Überströmung mit Buschdämmen. Zu zwingen ist es, wenn überhaupt Sandwehen eintritt. Siehe Karte der Außenjade Blatt 49 u. 50, Buschdamm auf Wangeroog-Ost.

3. Der täglich 2 × 6 Stunden laufende Flutstrom. Der Flutstrom setzt von Borkum bis zur Wesermündung schräg auf die Küste zu und wird von dieser beim Aufstoßen an den Vorstrand abgelenkt; bei Flut entsteht daher längs der Küste eine Strömung nach Osten, die stärker ist als die entgegengesetzte Ebbeströmung an der Küste entlang. Der Ebbestrom setzt von der Küste ab, wird also nicht von der Küste abgelenkt. An der Küste geht zwar bei Ebbe auch ein Strom entlang, der aber um den Betrag, der beim Flutstrom durch die Küstenablenkung entsteht, schwächer sein muß als der Strom bei Flut. Es entsteht daher längs der Küste eine nach Osten gerichtete Wanderung der Wassermenge, deren Betrag der Ablenkung des Flutstromes an der Küste ent-

spricht. Hierdurch wird des weiteren eine Wanderung des Sandes bewirkt.

Die Strömungen an der Küste sind noch sehr wenig beschrieben. Eine bildliche Darstellung gibt der Atlas der Gezeiten und Gezeitströme für das Gebiet der Nordsee und der britischen Gewässer, herausgegeben von der Deutschen Seewarte 1905. Die Angaben dieses Atlases stützen sich auf Messungen, die von den wenigen Feuerschiffen ausgeführt sind. Weitere Angaben sind in dem Segelhandbuch für die Nordsee vorhanden. Diese Angaben reichen aber bei weitem nicht aus, um eine Vorstellung von den außerordentlich verwickelten Verhältnissen zu bekommen. Deshalb sind von der Werft Wilhelmshaven zahlreiche Strommessungen mit vom Winde unbeeinflussten Schwimmern mit Treibankern verschiedenen Tiefganges ausgeführt. Die Messungen erstrecken sich nach See zu und in die Harle und Weser hinein so weit, wie sie auf Blatt 49 bis 51 wiedergegeben sind; sie reichen nach Süden bis auf die Watten des Jadebusens. Die Angaben auf Blatt 49 bis 51 sind nur ein kleiner Auszug aus den zahlreichen Messungen. In den Jahren 1907 bis 1909 wurden die Messungen nur am Tage ausgeführt. Im Jahre 1910 sind im Sommer einige Wochen lang Schwimmer auch Tag und Nacht verfolgt. Auf Blatt 49 u. 50 Außenjade sind nur Auszüge aus Tagesbeobachtungen eingetragen, und zwar ist die Stromrichtung und Stromstärke bei halber Ebbe und bei halber Flut eingetragen. Flut ist durch rote, Ebbe durch schwarze mit Pfeilen versehene Linien dargestellt. Es ist der Zeitpunkt der wirklichen halben Tide durch einen größeren Kreis angedeutet und nach Möglichkeit nach beiden Seiten von diesem Kreis aus der Weg in einer vollen Stunde eingetragen. An der Schwimmerbahn ist das Ende einer vollen Stunde durch einen kleineren Kreis bezeichnet; manchmal mußte dieser Kreis fortbleiben, weil die Messung nicht mehr so weit reichte. An die Linien ist die Stromgeschwindigkeit in m/sek angetragen. Ferner ist in dem Blatt 49 u. 50 Außenjade durch die Kenterpunkte angedeutet, welchen Weg etwa ein Wasserteilchen nimmt, das sich bei Niedrigwasser nördlich von Old-Oog befindet. Während die Strompfeile lediglich gemessene Werte wiedergeben, sind die fortlaufenden Kenterpunkte eine Zusammenstellung auf Grund zahlreicher Einzelmessungen. Die Winde ändern die Strömungen, so daß oft das Wasser einen anderen Weg nimmt, als durch die Kenterpunkte angedeutet ist. Mit Sicherheit kann jedoch gesagt werden, daß alle Schwimmer allmählich aus der Jade in die Weser kommen. Dies kommt daher, daß die Richtung des Flutstromes und Ebbestromes sich an der Ecke, an der die Jade und Weser in die See einbiegen, überkreuzen, und zwar, weil das Wasser das Bestreben hat, geradeaus zu fließen. Das Wasser der Außenjade muß deshalb immer von Westen her ersetzt werden. Ebenso ist es bei jedem Seegatt, bei dem sich auch die Richtung des Flutstromes und Ebbestromes überkreuzen. Um dies nachzuprüfen, sind 1910 die oben erwähnten Dauermessungen gemacht. Auszugweise sind sie auf Blatt 51, deutsche Nordküste der Nordsee, wiedergegeben. Bei den durchgehenden Messungen ist an den Kenterpunkten Windrichtung und Windstärke eingetragen. Man verfolge der Pfeilrichtung nach die Schwimmerbahnen und wird finden, daß die Bahnen durchaus den Gesetzen der Bewegungskraft entsprechen. Auffällig ist die außerordentlich

schnelle Durchquerung der Jade. Dafür ist aber eine mehrere Tage dauernde Messung in der Old-Oog-Rinne und im Minsener Fahrwasser fortgelassen, da die Schwimmer wiederholt dieselbe Bahn beschrieben und die vielen Schwimmerbahnen an einer Stelle in dem kleinen Maßstab nicht mehr darzustellen waren. Diese fortgelassenen Bahnen widersprechen aber nicht der allgemeinen Erscheinung, da sie kein Westwärtswandern zeigten. Beachtenswert ist auch das Wandern des Schwimmers von einem Seegatt zum anderen, wieder daher rührend, daß der Flutstrom nach Osten setzt, der Ebbestrom nach Norden. Die Messung bis in die Elbe hinein sollte nur die Richtigkeit der allgemeinen Anschauung bestätigen. Nach Mitteilung des Kapitäns des Hamburger Vermessungsdampfers Scharhörn trifft das Gesetz auch für die Elbe zu. Der Flutstrom setzt der einlaufenden Flutwelle entsprechend nach Osten, der Ebbestrom der Richtung des Fahrwassers bei Kuxhaven entsprechend mehr nach Norden. Der wegen Sturm bei Scharhörn verlassene Schwimmer wäre demnach in der Norderelbe zu suchen gewesen. Eigenartig ist das Heranwandern des Schwimmers an Spiekeroog. An der Windrichtung scheint es nicht zu liegen, denn dann hätte auch die Kenterung bei Hochwasser auf die Inseln zu gerichtet sein müssen wie bei Niedrigwasser. Vielleicht erklärt es sich dadurch, daß der Strom an der Küste früher kentert als auf tieferem Wasser — die Grenze ist etwa die 10 m-Linie — und daß dann durch den starken Küstenstrom das Wasser von See her angesogen wird. Ebenso ließe sich auch das Kentern bei Hochwasser nach See zu dadurch erklären, daß auch bei Hochwasser der Strom auf dem Vorstrand früher kentert und die Wassermenge im tieferen Wasser nach See zu drückt. Daß der Strom an der Küste früher kentert als etwas weiter in See, berichtet auch W. H. Wheeler im *The Engineer* 1907, Nr. 2682. Er sagt unter Tidedrömungen: Der Tidedstrom, nahe an der Sunderlandküste, wechselt bei Hoch- und Niedrigwasser, eine Meile von der Küste ist es eine Stunde später, während vier oder fünf Meilen außerhalb der Wechsel drei Stunden nach Hochwasser oder Niedrigwasser eintritt.

Aber auch außerhalb des Vorstrandes ist in der Nordsee ein linksdrehender Reststrom — das ist das Überwiegen eines der Gezeitenströme nach einer Richtung — vorhanden. Die vom Professor Dr. Krümmel in der *Meereskunde* 1908 mitgeteilte Karte von Flaschenposten in der Nordsee stellt dies dar für die Küste von Belgien und Holland bis nach Norwegen. Entsprechend berichtet W. H. Wheeler am Ende des oben erwähnten Aufsatzes unter Oberflächenströmungen über einen Strom, der an der Ostküste Schottlands und Englands entlang bis zur Südseite an der Doggerbank südlich läuft und von da ab in ONO.-Richtung durch den Silver Pit nach Holland und Dänemark und dann zum Skagerrak setzt.

Die einzelnen Wasserteilchen folgen aber bei weitem nicht der Bahn der Schwimmer, die nur die Stromrichtung in einer bestimmten Wassertiefe angeben, je nach dem Tiefgang des Treibankers. Dasselbe Wasser ist aber bald an der Meeresoberfläche, bald an der Sohle, auch in Gebieten annähernd gleicher Wassertiefe in Richtung der Strombahn, was bei ruhiger See an den aufquellenden Wirbeln zu erkennen ist.

Noch viel verwickelter ist die Wasserbewegung aber in Gebieten, in denen Platen quer zur Strombahn liegen; Einblick

in diese Verhältnisse ist nur in einer Wasserbauversuchsanstalt zu bekommen, in der man bei der geringen Wassertiefe auch die Unterströmungen beobachten kann. An Einzelbeobachtungen kann man dann einen Vergleich zwischen Versuchsanstalt und Natur ziehen. In Wilhelmshaven ist eine Versuchsanstalt mit einem Becken von  $14 \times 25$  m Grundfläche und bis zu 25 cm Wassertiefe, in dem die Strömung von allen Seiten ein- und austreten kann. In diesem Becken wurde das in der Karte der Außenjade (Bl. 49 u. 50) schwarz umrandete Gebiet im Flächenmaßstab 1:500 und Höhenmaßstab 1:100 eingebaut. Ebbe und Flut kann in der Versuchsanstalt nicht dargestellt werden, sondern nur eine der Wirklichkeit gleichgerichtete Strömung zu gewissen Zeiten der Tide ohne gleichzeitiges Ansteigen oder Fallen des Wassers. Die Wasserbewegungen stimmen aber gut mit der Wirklichkeit überein, soweit sie sich draußen beobachten lassen.

Es zeigt sich, daß in einem Gebiet, in dem die Platen quer oder schräg zur Strombahn liegen, Unterstrom und Oberstrom ganz verschiedene Richtung haben. Im Stromlee einer Plate folgt der Unterstrom der Richtung der Plate, während der Oberstrom über den Unterstrom hinweggeht und erst in einiger Entfernung von der Plate die Sohle berührt. An der Berührungsstelle beider Ströme haben dieselben gleiche Richtung. Dadurch erhält der Unterstrom eine spiralförmige Drehung, die an der Sohle etwas gegen den Oberstrom und

auf die Plate zu gerichtet ist. Mit dem Strome über die Plate wandernder Sand bleibt im Stromlee der Plate liegen, ohne weit in die Rinne hinter der Plate zu kommen. Aus dieser Rinne wird er im Gegenteil auf die Plate zu geführt, so daß hinter der Plate ein Kolk entsteht. In der Karte der Außenjade (Bl. 49 u. 50) lassen sich so an vielen Stellen die Kolke erklären. Im einzelnen wird nachstehend noch darauf hingewiesen. Bei der Überströmung einer Plate tritt wie bei einer Buhne im Fluß ein unruhiger Streifen auf. Etwa da, wo diese Plate abfällt, fängt ein blanker Streifen an, eine Strecke, in der das Wasser anscheinend schneller fließt. Dann folgt ein Streifen kabbelige See. Bei ruhigem Wetter ist an solcher Erscheinung auch bei großer Wassertiefe ein Abfall der Meeressohle zu erkennen. Weitere Wirbelbewegung entsteht beim Zusammenfluß zweier Rinnen. In der Berührungslinie weicht das Wasser nach unten aus; das Treibzeug, wie Schmutz und Schaum, geht nicht unter und bildet einen schmalen Streifen, der bei ruhigem Wetter weithin in der See zu erkennen ist. Auch in der Versuchsanstalt war dies zu sehen. Meistens bilden sich beim Zusammenfluß zweier Rinnen Kolke, was auf dem Watt deutlich zu sehen ist und mit Wirbelbewegung zu erklären ist. Bei Ebbe ist auch beim Zusammenfluß von Jade und Weser immer ein Schaumstreifen. Der hohe Rücken zwischen Jade und Weser ist eine Folge der Platenwanderung. (Schluß folgt.)

## Der Bau des Bahnsteigtunnels auf Bahnhof Elbing.

Vom Regierungsbaumeister Metzel, Vorstand des Betriebsamtes 1 in Dirschau.

(Mit Abbildungen auf Blatt 55 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Bei dem im Frühjahr 1908 begonnenen Umbau des Bahnhofs Elbing war für die verbreiterten Zwischenbahnsteige ein schienenfreier Zugang zu schaffen. Der Bau des hierzu erforderlichen Bahnsteigtunnels vollzog sich in einer Reihe eigenartiger und bemerkenswerter Bauvorgänge, die sich eben so wie der Umbau der übrigen Bahnanlagen wegen des ursprünglich bereits im Jahre 1909 geplanten Kaisermanövers in sehr schneller Folge und ohne Störung des Betriebes abspielen mußten, so daß eine kurze Schilderung an der Hand von Abbildungen wohl von allgemeinem Interesse sein dürfte.

Der 35,54 m im lichten lange Tunnel hat eine lichte Breite von 4 m und eine lichte Höhe von 2,40 m. Die Breite der beiden zu den Zwischenbahnsteigen führenden Treppen beträgt 3 m, die der Haupttreppe am Empfangsgebäude 3,5 m (Abb. 2 und 3 Bl. 55).

Die Sicherung des Betriebes und die Reglung des Zugverkehrs erfolgte nach einer besonderen Dienstvorschrift, die ein Bauprogramm mit acht Bauabschnitten vorsah. Mit Rücksicht auf die praktische Verwertung ist auf Angabe der Zeiten für die Dauer und Fertigstellung der wichtigsten Arbeiten besondere Rücksicht genommen (eine Art Bauchronik). In den ersten vier Bauabschnitten — in der Zeit vom 21. Juli bis 12. September 1908 — wurden die Hauptgleise IV, III, II und I nacheinander durch eiserne Träger unterfangen (Text-Abb. 1 und Abb. 8 u. 9 Bl. 55). Die jeweilige Sperrung des betreffenden Gleises nahm nur soviel

Zeit in Anspruch, als man zum Einrammen der dort 13 cm starken Spundwände und zum Einbau der zur einstweiligen Unterstützung des Gleises erforderlichen Hilfsbrücke — zweier 10,5 m langen Differdinger Doppelträger N.P. 40, die auf zwei Jochen von je vier kräftigen 24/24 cm starken Spundpfählen ruhten — bedurfte. In den letzten vier Bauabschnitten, innerhalb der Zeit vom 13. September bis 30. November 1908 wurde, ebenfalls nacheinander, die endgiltige Fahrbahn der Gleise IV, III, II und I und die sonstige Tunnelanlage mit den Treppenaufgängen usw., allerdings unter öfterer Zuhilfenahme von Nacharbeit fertiggestellt.

Der Baugrund bestand in den oberen Schichten aus Sand mit teilweise lehmigen Beimischungen und zum Teil aus aufgeschüttetem Boden und Tonschichten, in den unteren Schichten aus Schwemmsand (Abb. 9 Bl. 55). Das Grundwasser stand ziemlich hoch, etwa 1,95 m unter Schienenoberkante, während die Tunnelsohle mit ihrer Oberkante auf 3,25 m, mit ihrer Unterkante auf 4,5 m unter Schienenoberkante zu liegen kam (Abb. 2 B. 55).

Die Arbeiten zum Einrammen der 10 cm starken Spundwände auf etwa 6 m Tiefe begannen am 21. Juli neben Gleis V und wurden, nachdem trotz eiserner Pfahlschuhe die Zugramme mit einem Bärgeiwichte von 300 kg zu wenig leistete, mittels Dampfgramme (Bärgeiwicht 800 kg, etwa 40 Schläge in der Minute) bis zum 16. September 1908 beendet. Zur Vermeidung von Erschütterungen des Empfangs-

gebäudes wurden die Spundwände bei Gleis I nicht mit der Dampftramme gerammt, sondern unter Zuhilfenahme einer leichten Handramme eingespült. Während der Unterfangung des Empfangsgebäudes mußten die Rammarbeiten in dessen Nähe vom 20. August bis 7. September unterbrochen werden.

Vom 10. August ab begann der Bodenaushub bei gleichzeitiger Absteifung der Baugrube, unter Benutzung eines Feldbahngleises von 60 cm Spur und 150 m Förderlänge mit drei Muldenkippern von  $\frac{3}{4}$  cbm Inhalt, die bei zunehmender Tiefe auf geneigter Ebene mittels Winde herausbefördert wurden (Abb. 4 u. 5 Bl. 55). Da der untere Teil der Baugrube mit Gleis nicht zu erreichen war, konnte der Boden von dort erst nach ein- bis zweimaligem Wurf in die Kipper gebracht werden.

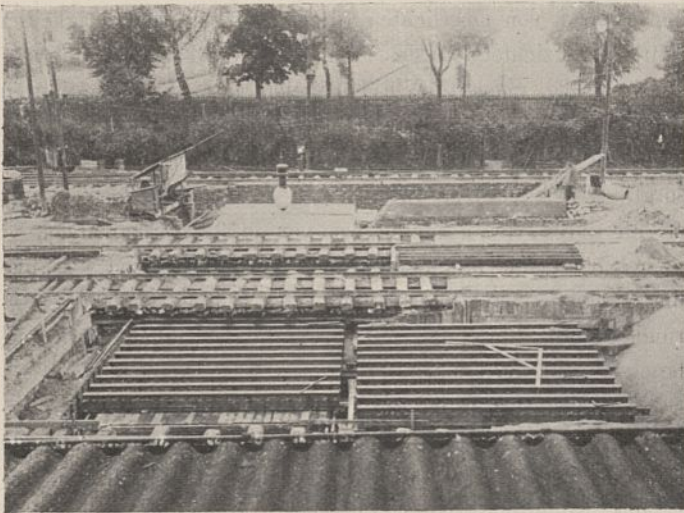


Abb. 1. Unterfangung der Gleise.

Über die Betonierungsarbeiten, welche am 18. August begonnen, mögen die folgenden Mitteilungen genügen. Zuerst wurde in der Tunnelsohle eine Betonschicht von 30 cm Stärke aufgebracht, hierauf ein doppelter Rost aus alten Eisenbahnschienen verlegt und mit Beton gefüllt (Abb. 2, 6 u. 7 Bl. 55) und auf diesem wiederum eine 20 cm starke Betonschicht, hierauf eine 2 cm dicke Asphaltisolierung und auf dieser noch eine Betonschicht von etwa 45 cm Stärke verlegt. Der Schienenrost wurde an dem südlichen Tunnelende auch senkrecht zur Sicherung der Wand gegen Gleis V in die Höhe geführt (Abb. 2 u. 3 Bl. 55). Die Widerlager erhielten eine äußere 98 cm starke Betonschicht, hierauf eine 2 cm starke Asphaltisolierung, die bis Oberkante Widerlager und bis unter die Asphaltisolierung der Eisenbetonüberbauten geführt wurde und hieran anschließend ein 64 cm starkes Backsteinmauerwerk (Abb. 2, 3 u. 6 Bl. 55). Durch Verwendung einer elektrisch betriebenen Betonmaschine (Abb. 1 B. 55), die von vier Mann bedient wurde und in der Minute drei Schubkarren mit je 25 l Beton lieferte, sowie eines scharfen reinen Sandes aus der Nogat und eines gleichmäßigen, reinen und sehr geeigneten Granitsplittes wurde sowohl bei der Sohle (Mischverhältnis 1:3:5) und unmittelbar unter der Asphaltisolation (1:3) als auch in den Widerlagern (Mischverhältnis 1:3:6) und bei den Eisenbetonüberbauten (Mischverhältnis 1:3:5) ein ganz vorzügliches und schnell abbindendes Betonmauerwerk erzielt.

Das etwa 1,5 m unter Schienenoberkante stehende Grundwasser wurde mit einer elektrisch betriebenen Diaphragma-

pumpe bei etwa 30 cbm stündlicher Leistung aus der Baugrube selbst herausgepumpt. Die Wasserhaltung während des Betonierens der Sohle wurde durch drei auf der Baugrubensohle aus Ziegelsteinen trocken verlegte, oben abgedeckte und später einbetonierte Längskanäle, die an beiden Tunnelenden durch einen Querkanal mit den, wie wir ausdrücklich hervorheben möchten, außerhalb der Spundwände angebrachten zwei Pumpensümpfen verbunden waren, in einfachster Weise bewirkt (Abb. 1 Bl. 55). Der zweite, dicht am Empfangsgebäude angeordnete Pumpensumpf, wurde durch eine Handpumpe von etwa 15 cbm stündlicher Leistung bedient, die während der Arbeiten zur Isolierung des Tunnelmauerwerks und zur Unterfangung des Empfangsgebäudes vom 20. August bis 31. Oktober Tag und Nacht in Betrieb war. Bis zum 3. Oktober war der Beton soweit erhärtet, daß ohne Gefahr für das Bauwerk die Wasserhaltung nach einer Förderung von ungefähr 20 000 cbm Wasser eingestellt werden konnte.

Ein besonderes Interesse und daher ein näheres Eingehen verdient der Bauabschnitt 4, der mit der vorläufigen Unterbrückung von Gleis I am 24. August begonnen wurde. Er gestaltete sich dadurch besonders schwierig, daß für das Ende des Tunnels und die Haupttreppe eine Unterfangung der anstoßenden Teile des Empfangsgebäudes nötig war (vergl. Abb. 2. u. 3 Bl. 55), wobei zur Vermeidung von Erschütterungen die Spundwände in derselben Weise wie bei Gleis I eingespült werden mußten. Aus demselben Grunde und um möglichst ein Setzen des betreffenden Gebäudeteils und Rissebildungen zu vermeiden, wurde es erforderlich, zunächst das Empfangsgebäude durch drei vorher abgesenkte Brunnen noch unter die Tiefe der Tunnelsohle zu gründen und dann erst die Spundwände zu schlagen. Nachdem das Empfangsgebäude mittels vier Stück 30 cm starker Rundhölzer abgesteift war (Abb. 9 Bl. 55), wurde in Höhe der Kellerfenster ein 10,5 m langer, 45 cm hoher Schlitz auf eine Tiefe von 25 cm in das Mauerwerk zur Aufnahme eines I-Trägers NP 45 eingestemmt, der an beiden Enden und in der Mitte auf eisernen Platten und Keilen gut gelagert und dann untermauert wurde. Die Frontmauer wurde auf der inneren Seite außerdem noch durch zwei Eisenbahnschienen abgefangen, zwei anstoßende Gurtbogen im Keller wurden durch ein kräftiges Holzgerüst genügend abgesteift (Abb. 2, 3 u. 9 Bl. 55). Alle diese Arbeiten wurden vom 20. bis 22. August ausgeführt. Am 24. August ging man an den Abbruch des Granitfundamentes der Frontmauer auf 9,5 m Länge, mit Ausnahme der zur Unterstützung der eingebauten Träger vorläufig verbleibenden Mittelstütze, sowie an die Beseitigung von etwa 54 cbm Mauerwerk der im Wege stehenden Gurtbogenwiderlager, Lichtschächte, Entwässerungs-Kanäle usw., sodaß infolge Arbeitens bei Tag und Nacht bereits am 28. August die beiden Senkbrunnen an den Enden des Trägers begonnen werden konnten. Die Brunnen wurden unter Ausbaggerung mittels Handbaggers und Belastung mit Eisenbahnschienen 2,35 m unter Keller- und 0,50 m unter Tunnelsohle anstandslos gesenkt und bis 31. August fertiggestellt. Am 1. September wurde der bis dahin als Grundpfeiler dienende mittlere Teil des Grundmauerwerks abgebrochen und am 2. September der dritte Brunnen begonnen, der mit den beiden anderen Brunnen bis 5. September

ausbetoniert und bis Unterkante Träger aufgemauert wurde. So vollzog sich die Unterfangung des Empfangsgebäudes ohne jeden Zwischenfall und ohne irgendwelche Schädigung oder äußeres Merkmal am Gebäude zu hinterlassen, abgesehen von einem dünnen Riß, der sich im Inneren an einer Zwischenwand über der Tür beginnend, bis in den Keller fortsetzte und nach seiner Ausfüllung endgültig verschwand.

Nach der Unterfangung des Empfangsgebäudes konnten die bis dahin unterbrochenen Rammarbeiten einschließlich des Einrammens der an die drei Senkbrunnen anschließenden Spundwände, was mit Handramme und Wasserspülung geschah, am 7. September wieder aufgenommen werden, so daß bis 12. September die einstweilige Unterbrückung von Gleis I fertiggestellt war. Bis 16. September wurden unter Zuhilfenahme der Nacht bei elektrischem Licht die Erd- und Rammarbeiten vollständig beendet, die ganze Betonsohle bis Unterkante Isolierung eingebaut und die Betonwände bis  $\frac{3}{4}$  der Höhe fertiggestellt.

Um keine Zeit zu verlieren, wurden die Betoneisenüberbauten unter den Gleisen nicht in ihrer endgültigen Lage (Abb. 3 Bl. 50), sondern in unmittelbarer Nähe der Baustelle zwischen den Gleisen verlegt und ausbetoniert, von wo sie nach Erhärtung des Betons, die bereits in etwa 8 bis 10 Tagen erfolgte, in ihre endgültige Lage eingeschoben wurden. Die freibleibenden Zwischenräume E, F, G, H, (Abb. 2 Bl. 55) zwischen den Gleisen wurden an Ort und Stelle ausbetoniert. Die Arbeiten für das Zusammenfügen und Ausbetonieren der eisernen Trägergerippe für die Eisenbetonüberbauten begannen am 28. September und nahmen einschl. Einschalen und Ausbetonieren etwa je zwei Tage in Anspruch.

Die Beseitigung der Notfahrbahn und das Einschieben der Eisenbetonplatten sowie das Wiederaufbringen der endgültigen Fahrbahn erfolgte für die Gleise IV, III, II und I

am 12., 13., 15. (nach vorheriger Verschiebung von Gleis II am 14. Oktober) und 16. Oktober. Die Abdichtung der Betonüberbauten wurde in der üblichen Weise durch 2 cm starke Asphaltfilzplatten bewirkt, die ihrerseits durch eine Sand- und Ziegelflachsicht geschützt werden.

Die Wellblechüberdachung von Treppe 3 wurde am 15. Oktober, die über Treppe 2 am 24. Oktober beendet, die Aufstellung der Bahnsteigüberdachungen wurde am 29. Oktober begonnen und so gefördert, daß, wie schon erwähnt, die Inbetriebnahme des Tunnels bereits am 30. November erfolgen konnte.

Trotz des hohen Grundwasserstandes ist der Tunnel tadellos dicht und trocken geblieben. Aber auch die obere Abdeckung und Isolierung hat sich vorzüglich bewährt. Hierzu mag der Umstand mit beigetragen haben, daß auf den Einbau von Oberlichtern, die so oft zu Undichtigkeiten führen, verzichtet wurde. Dank heller Farbgebung — durch weiße glasierte Verblendsteine und weißen Anstrich mit wetterfester Mineralfarbe, die auf dem frischen Zementputz gut hielt — ist trotzdem für reichliche Helligkeit gesorgt. Die künstliche Erleuchtung des eigentlichen Tunnels erfolgt durch vier Tantallampen von je 32 Normalkerzen.

Die Kosten für den ganzen Tunnel betragen — ohne die Arbeiten zur Unterfangung des Empfangsgebäudes — rund 52 000 Mark und auf 1 qm lichte Tunnelgrundfläche bezogen rund 370 Mark.

Bei der Ausführung des Tunnels, die ohne jeden Betriebsunfall und sonstigen Unglücksfall erfolgte, waren folgende Firmen beteiligt: Erd-, Maurer-, Betonarbeiten Wilh. Thießen-Elbing, Isolierungsarbeiten Büsscher u. Hoffmann-Eberswalde, Aufstellungsarbeiten Ernst Pfeffer-Gispersleben bei Erfurt, Treppenhäuser A. Gaßmann-Breslau, Elektrische Beleuchtungsanlage Elbinger Straßenbahn m. b. H.

## Umfänge, Schwerpunktlagen, Trägheitsmomente $J_x$ und $J_y$ der Parabellinie.

(Mit zeichnerischen Darstellungen auf Blatt 56 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Die zu einem andern Zwecke für verschiedene Verhältnisse der Pfeilhöhe  $f$  zur Spannweite  $l$  und zwar mit einer Spannweite  $l=1$  für  $\frac{f}{l} = \frac{1}{16}, \frac{2}{16}, \dots, \frac{16}{16}$  ermittelten

Werte der Umfänge, Schwerpunktlagen und Trägheitsmomente  $J_x$  und  $J_y$ , letztere bezogen auf ein durch den Schwerpunkt  $S$  gelegtes rechtwinkliges Achsensystem (Abb. 4 Bl. 56), mögen unter Hinweis auf ihren häufigen Gebrauch, so z. B. bei der Untersuchung der nach einer Parabel geformten elastischen Bögen, mitgeteilt werden.

Auf Blatt 56 im Atlas sind für die Pfeilverhältnisse  $f:l$  als Längen die zugehörigen Werte für den Umfang (Abb. 2), den Abstand  $y_0$  des Schwerpunktes  $S$  von der Kämpferwagerechten (Abb. 1) sowie für die Trägheitsmomente  $J_x$  (Abb. 5) und  $J_y$  (Abb. 3) als Höhen aufgetragen und die Endpunkte fortlaufend verbunden. Die errechneten Werte sind jedesmal dabeigeschrieben. Zwischenwerte können eingerechnet oder abgegriffen werden. Eine größere Genauigkeit beim Abgreifen kann im Bedarfsfalle durch Heraus-

zeichnen des betreffenden Linienstücks in größerem Maßstabe erzielt werden.

Ist die Spannweite  $l$  und die Pfeilhöhe  $f$  zahlenmäßig gegeben, so berechnet man zunächst das Pfeilverhältnis  $f$  und liest oder greift dann die zugehörigen Werte von  $U$ ,  $y_0$ ,  $J_x$  und  $J_y$  aus den Abbildungen ab. Sie gelten nun für  $l=1$ . Mithin sind die abgelesenen Werte noch zu vervielfachen für  $U$  mit  $l$ , für  $y_0$  mit  $f$ , für  $J_x$  und  $J_y$  mit  $l^3$ .

Beispiel: Für  $l=20$  m und  $f=5$  m sind  $U$ ,  $y_0$ ,  $J_x$  und  $J_y$  zu bestimmen. Zunächst beträgt das Pfeilverhältnis  $\frac{f}{l} = \frac{5}{20} = 0,25$ . Man liest aus Abb. 2 ab 1,1469, womit für  $l=20$  m der Umfang sich ergibt zu

$$U = 1,1469 \cdot 20 = 22,938 \text{ m,}$$

weiter aus:

$$\text{Abb. 1 den Wert } 0,635, \text{ also } y_0 = 0,635 \cdot 5,0 = 3,175 \text{ m,}$$

$$\text{Abb. 5 } \text{,, } \text{,, } 0,00678, \text{ ,, } J_x = 0,00678 \cdot 20^3 = 54,24 \text{ m,}$$

$$\text{Abb. 3 } \text{,, } \text{,, } 0,0873, \text{ ,, } J_y = 0,0873 \cdot 20^3 = 698,40 \text{ m.}$$

Düsseldorf, Dez. 1910.

E. Elwitz.

## Über die Größe des Wasserdruckes im Boden.

Von H. Engels in Dresden.

(Mit Abbildungen auf Blatt 57 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Zu den für den Grundbau wichtigsten und zugleich am wenigsten erforschten oder gar geklärten Aufgaben gehört die Frage: welchen Auftrieb hat die Grundsohle eines Bauwerkes — Trockendock, Kammerschleuse, Kellersohle usw. — zu erleiden, d. h. für welchen Auftrieb sind derartige Sohlen zu berechnen, wenn sie in wasserhaltigem, durchlässigem Untergrunde liegen? Um da sicher zu gehen, sind in vielen Fällen übermäßig große Sohlenstärken ausgeführt worden, während es auch nicht an Beispielen dafür fehlt, daß die Sohlen wegen zu geringer Stärken aufgebrochen sind. Es handelt sich also darum, dem entwerfenden Ingenieur möglichst zuverlässige Berechnungsgrundlagen zu verschaffen. Das kann nur auf dem Wege des Versuches geschehen. Solche Versuche sind allerdings schon mehrfach ausgeführt worden. Man hat aber schon deshalb Bedenken, ihre Ergebnisse praktisch anzuwenden, weil ihr zu kleiner Maßstab die wirklichen Verhältnisse nicht genügend wiedergebe. Über das bisher auf diesem Gebiete Geleistete sei hier kurz das Folgende angeführt. L. Brennecke hat — Zeitschr. f. Bauw. 1886, S. 101 u. f. — aus seinen Versuchen gefolgert, daß eine in durchlässigem, wasserhaltigem Boden befindliche Sohle einen Auftrieb erleide, der kleiner sei als der volle hydrostatische Druck, und nur dann unvermindert auftrete, wenn es sich um reinen Sand mit einer Korngröße von über etwa 0,4 mm handle. Nach ihm erfährt der Auftrieb gegen eine Bauwerksohle eine zweimalige Verminderung, der er durch zwei Beiwerte Rechnung trägt. Ist  $P$  der Auftrieb auf die Flächeneinheit der Sohle,  $\gamma$  das Raumbgewicht des Wassers,  $h$  die Druckhöhe, dann ist nach Brennecke  $P = \varepsilon \alpha \gamma h$ , wo  $\varepsilon$  und  $\alpha < 1$  sind.  $\varepsilon$  soll die Verminderung der Druckhöhe wiedergeben, die angeblich infolge der Adhäsion und Reibung (der Ruhe) des Wassers auf dem Wege vom freien oder Grundwasserspiegel bis zu einer bestimmten Stelle der Sohle auftritt. Demgemäß müsse  $\varepsilon$  um so kleiner werden, je länger die betreffende Wegstrecke und je feinkörniger der Sand sei. Überdies sei die theoretische Druckhöhe des Grundwassers — nicht eines freien Wasserspiegels — um die kapillare Saughöhe zu vermindern. Außer der Druckhöhenverminderung trete infolge der innigen Berührung der einzelnen Bodenteilchen mit der Grundsohle eine Verkleinerung der Druckfläche ein, da die vom Wasser nicht benetzten Teile der Sohle auch keinen Wasserdruck erlitten. Von der Flächeneinheit der Sohle werde daher nur ein Teil  $\alpha (< 1)$  gedrückt. Die Einführung des Beiwertes  $\varepsilon$  stützt Brennecke auf die noch zu erwähnenden Versuche von Seelheim, die aber mit fließendem Wasser angestellt sind und deshalb nur dann in Frage kommen, wenn unter dem Bauwerke das Grundwasser sich in Bewegung befindet, wie solches bei Kammerschleusen der Fall zu sein pflegt; für die Betrachtung des hydrostatischen Auftriebes im Zustande der Ruhe scheiden sie aus. Zur Bestimmung von  $\alpha$  brachte Brennecke auf den Boden eines mit Wasser gefüllten Gefäßes Sand und stellte auf diesen einen Zylinder, der, an einem Wagarme hängend, durch Belasten des anderen Armes abgehoben wurde. Hierbei

fielen die erforderlichen Gewichte größer aus als die bei Annahme eines vollen Auftriebes sich ergebenden.

Forchheimer bestreitet (Zentralbl. d. Bauw. 1887, S. 314, ebendasselbst S. 421 Entgegnung Brenneckes) die Schlußfolgerungen Brenneckes aus diesen Wägeregebnissen, indem er die behauptete Druckflächenverkleinerung durch die scheinbare Adhäsion zu erklären versucht.

Auch Gromsch (Zeitschr. f. B. 1891, S. 537 u. f.) tritt den Anschauungen Brenneckes entgegen, ohne jedoch durch eigene Versuche seinen abweichenden Standpunkt zu begründen. Übrigens hat sein Aufsatz die wertvolle und bahnbrechende theoretische Untersuchung über die Standsicherheit gemauerter Schläusen und Trockendocks veranlaßt, die Brennecke in dieser Zeitschrift, 1892, S. 523 u. f., veröffentlichte.

Die sonst noch angestellten Versuche befassen sich lediglich mit der Durchlässigkeit des Bodens: zu ihnen gehören insbesondere die erwähnten schönen Versuche von Seelheim, Zeitschr. f. analyt. Chemie 1880, S. 387 u. f. Alle diese Versuche haben aber, wie gesagt, den Zustand der Bewegung des Wassers zur Voraussetzung und können daher auf den Zustand des Gleichgewichtes nicht angewendet werden. Zusammenfassend läßt sich von allen bisherigen Versuchen sagen, daß sie die Frage nach der Größe des hydrostatischen Auftriebes gegen Grundsohlen nicht zu beantworten vermögen: sie entsprechen eben nicht der Wirklichkeit, weder maßstäblich noch hinsichtlich der Ausbildung der Versuchsanordnungen.

Nachdem mir die Jubiläums-Stiftung der deutschen Industrie im Jahre 1909 den Betrag von 4000 Mark zur Verfügung gestellt hatte, konnte ich die nunmehr zu beschreibenden Versuche in Angriff nehmen und mit Hilfe einer im Jahre 1910 bewilligten weiteren Summe von 2000 Mark zu Ende führen.

Da es sich für die hier in Frage kommenden Bauwerke hauptsächlich um solche mit U-förmigem Querschnitt handelt, so wurde auf die beiden Enden einer rund 15 m langen hölzernen Kiste  $a$  (Text-Abb. 6) je ein 7 m hoher hölzerner Schacht  $b$  aufgesetzt. Schächte und Kiste erhielten einen lichten Querschnitt von 0,5·0,5 m (Text-Abb. 1 u. 4). Zur Unterbringung dieses U-förmigen Kastens mußte ein besonderer Holzschuppen errichtet werden, dessen Bauart und Abmessungen, soweit das zur Beurteilung der Gesamtanordnung notwendig ist, aus Text-Abb. 6 ersichtlich sind. Die beiden Seitentürme des Schuppens haben je drei Geschosse erhalten, um den Aufbau und die Standsicherheit der Schächte und die an diesen vorzunehmenden Beobachtungen zu ermöglichen. Die Geschosse sind durch hölzerne Leitern miteinander verbunden. Die Kiste  $a$  ruht auf Querswellen  $c$  (Text-Abb. 3 bis 6), die auf den Erdboden fest aufgelagert sind. Zur Aufnahme des größeren Druckes unter den Schächten sind daselbst unter den Querswellen noch je vier Langschwelle  $d$  angeordnet, die auf — nicht gezeichneten — Betonklötzen aufliegen. Wegen der sonstigen Bauart der Kiste ist auf die Text-Abb. 3 bis 6 zu verweisen. Kiste und Schächte sind innen

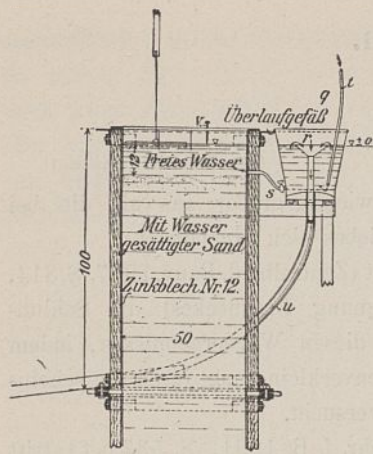


Abb. 1. Schnitt AB.

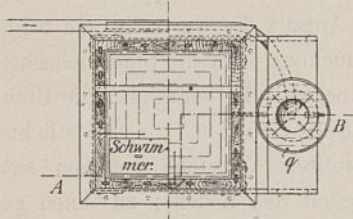


Abb. 2. Oberansicht des Schachtes.

wasserdicht mit Zinkblech verkleidet, durch das auch die Kiste, nachdem sie mit Sand angefüllt ist, nach Text-Abb. 9 oben wasserdicht abgeschlossen wird. Auf diesen Abschluß werden noch 1 m lange gußeiserne Platten *e* (Text-Abb. 3 bis 5 u. 9) auf-

Stücken zusammengesetzt, wobei die wagerechten Stöße der inneren Zinkblechverkleidung durch aufgelötete Blechstreifen gedeckt sind. Die Art der Verbindung der Schachtstücke unter sich ist aus Text-Abb. 1 u. 6 ersichtlich.

Zur Messung des Wasserdruckes sind Quecksilbermanometer I, II usw. angebracht, über deren Ausbildung Text-Abb. 9 vollen Aufschluß gibt. Sie werden durch den beweglichen Nonius *k* abgelesen, wobei Parallaxenfehler durch Benutzung zweier in der gleichen wagerechten Ebene angebrachten Roßhaare ausgeschieden werden. Sollen die Manometer geeicht werden, d. h. sind die an ihnen gemachten

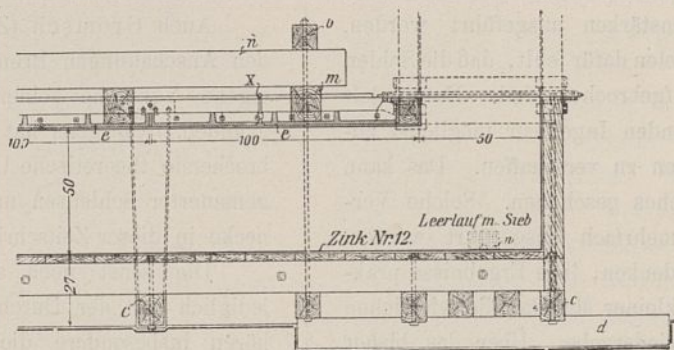


Abb. 3. Längenschnitt EF durch die Kiste.

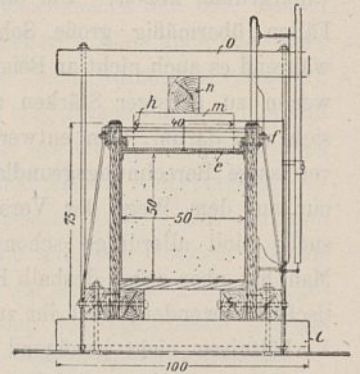


Abb. 4. Querschnitt CD (s. Abb. 6).

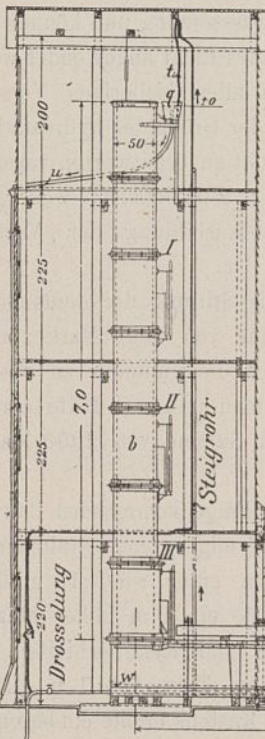


Abb. 5. Oberansicht der Kiste (ohne Schächte).

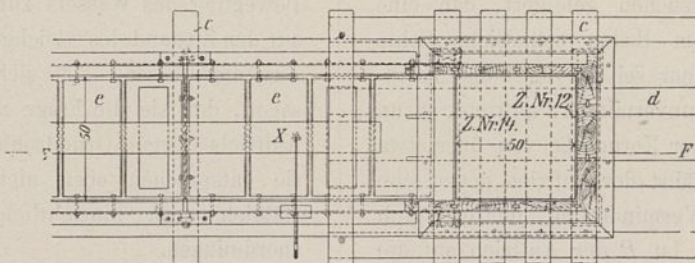
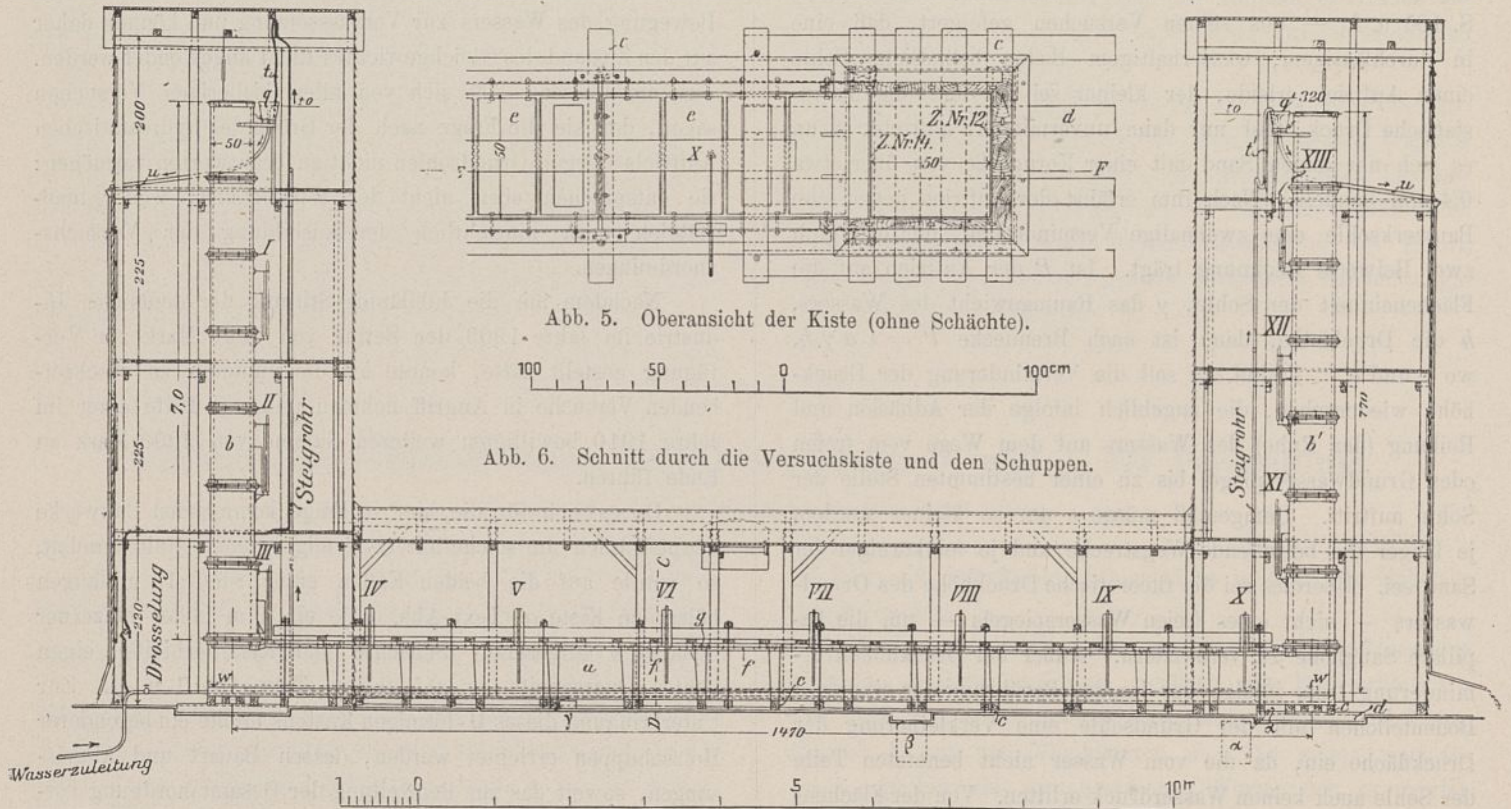


Abb. 6. Schnitt durch die Versuchskiste und den Schuppen.



gebracht. Diese Platten werden durch Bolzen an seitliche Gurtungen *f* aus Winkeleisen (Text-Abb. 4, 6 u. 9) befestigt, die nach unten mit den Querschwellen *e* verankert werden. Die Stoßdeckung der 1 m langen Gurtungsstücke wird durch Laschen *g* aus Winkeleisen (Text-Abb. 6 u. 9) bewirkt. Vor Aufbringung der gußeisernen Deckplatten *e* werden die Seitenwände durch Hilfsbolzen *h* (Text-Abb. 4 u. 9) vorübergehend miteinander verankert. Die innere Zinkblechverkleidung ist über die Oberkante der Seitenwände umgebogen und hier durch kleine Holzleisten *i* (Text-Abb. 9) festgehalten und geschützt. Die Schächte *b* sind aus je sieben 1 m hohen

Ablesungen mit den unmittelbar gemessenen Höhen zu vergleichen, dann werden nach Lösung der Verbindungen bei *l* (Text-Abb. 9) und bei *l'* (Text-Abb. 8) auf die Manometerrohre kleine Ansatzstücke aufgeschraubt. Diese haben zwei Arme I und II (Text-Abb. 7), die mit einer Eichleitung — Bleirohr von 6 mm Durchmesser — so verbunden werden, daß an den Arm I das vorhergehende Manometer, an den Arm II das nächste Manometer angeschlossen wird usw.

Die wagerechte Kiste wurde mit nassem Sande unter sorgfältigem Stampfen gefüllt. Alsdann ließ man Wasser wiederholt zu und ab, so daß eine von oben nach unten



Abb. 7. Ansatz für die Eichleitung.

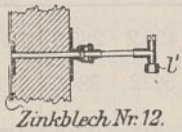


Abb. 8. Manometeransatz für die Schächte.

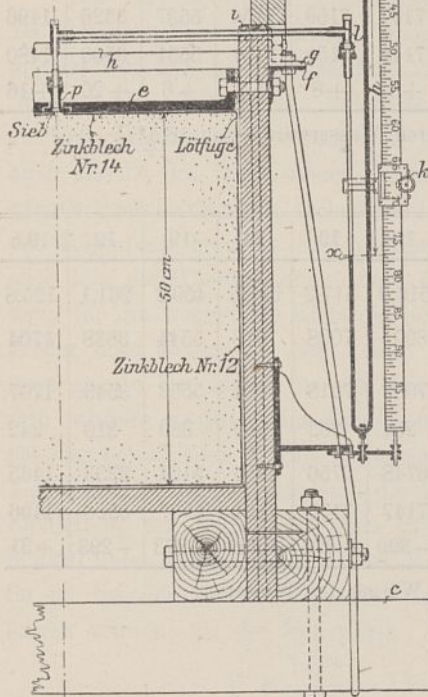
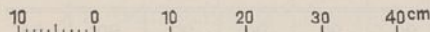


Abb. 9. Anordnung eines Manometers an der liegenden Kiste.



gerichtete Strömung entstand, unter deren Wirkung der Sand sich sehr dicht ablagerte. Dabei ragte die Sandschicht etwas über die endgültige Höhe hinaus. Nunmehr wurde der Sand bis zur richtigen Höhe abgestochen, die Oberfläche mit aller Sorgfalt eingeebnet und dann von den Schächten aus nach der Mitte hin die oberen Abschlußbleche mit nach unten umgebogenen 1,5 cm hohen senkrechten Rändern unter festem Andrücken an die Sandschicht mit den seitlichen Zinkblechen wasserdicht verlötet (Text-Abb. 9). Jetzt wurden die Manometerstützen angelötet und, nach Aufbringung einer dünnen Lage flüssigen Zementmörtels auf das obere Abschlußblech, die gußeisernen Deckplatten *e* aufgelegt. Durch die Zwischenschicht aus Mörtel erzielte man einen sehr dichten Anschluß des oberen Abschlußbleches an den Sand. Um die Deckplatten und das obere Blech dicht an die Sandfüllung anzupressen, hatte man die aus den Abb. 3 bis 6 ersichtliche Anordnung getroffen: 40 cm lange Querschwellen *m* wurden durch den Längsbalken *n* und dieser durch die Querbalken *o* mit Hilfe von Zugankern, die mit untergelegten Querhölzern verbunden waren, nach unten gedrückt.

Nunmehr wurden die Schachtstücke aufgesetzt und stückweise sorgfältig mit nassem Sande gefüllt. Inzwischen war durch sehr langsames Einlassen von Wasser der Sand in der Kiste voll durchnäßt. Nachdem das Wasser in den Schächten eine Druckhöhe von etwa 1,5 m erreicht hatte, wurden die Manometer an die Kiste angebracht. Nunmehr wurden die Verschlusskapseln der Ansatzstützen *p* (Text-Abb. 9) abgeschraubt, so daß hier das Wasser austrat. Sobald es frei von Luftblasen und ganz klar war, wurden die Manometer angeschlossen. Man fing bei den Schächten an — Manometer IV u. X — und schloß zuletzt das Manometer VII in der Mitte an. Nach Anfüllung der Schächte mit Sand und Wasser wurden auch hier die Manometer I und II sowie XI bis XIII angeschlossen.

Um die Wasserspiegel in den Schächten trotz der Verluste durch Verdunstung usw. stets auf der gleichen Höhe

zu erhalten, wurde an jedem Schachte eine Überlaufvorrichtung *q* und *q'* (Text-Abb. 1, 2 u. 6) angebracht. Sie besteht aus einem Eimer, dessen Boden ein kurzes, senkrecht angebrachtes Ansatzrohr trägt. An diesem Rohr ist ein trichterförmiges Überlaufrohr *r* verschiebbar angebracht. Der Eimer steht durch ein Rohr *s* mit dem Schacht in Verbindung. Das Wasser fließt durch das Rohr *t* zu und wird durch den Schlauch *u* abgeführt. Der Sollwasserstand wird durch die untere Spitze eines Nagels *v* angezeigt und durch folgende Vorrichtung überwacht. Ein Schwimmer ist durch einen Faden mit einem am Dache des Schachtes befestigten Papierstreifen verbunden: ein etwaiges Sinken des Schwimmers veranlaßt das Zerreißen des Papierstreifens.

Um die beiden Überläufe in genau der gleichen Höhe einstellen zu können, sind die Steigrohre in den Schächten unten durch eine wagerechte Rohrleitung miteinander verbunden, durch die auch das zu den Versuchen erforderliche Wasser aus der städtischen Leitung zugeführt wird. Die beiden Steigrohre können oben durch die Schläuche *t* und *t'* mit den Überlaufgefäßen verbunden werden. Zur Entleerung der Kiste dienen zwei Abflähne *w* (Text-Abb. 6).

Zu den Versuchen wurde ein feinkörniger reiner Sand benutzt, der einer Sandgrube auf dem rechtsufrigen Elbengelände unterhalb Dresdens und zwar einer eingelagerten Schicht aus Dünen- und Flußsand entnommen wurde. Durch Aussieben wurde folgende Zusammensetzung festgestellt:

	über 0,85 mm Korngröße	7 vH.
von 0,85 bis 0,65	„	6 „
„ 0,65 „ 0,40	„	23 „
„ 0,40 „ 0,22	„	44 „
unter 0,22	„	20 „

Der Sand wies also zu etwa zwei Drittel eine mittlere Korngröße von ungefähr 0,25 mm auf. Sein Porengehalt wurde zu 0,3346 ermittelt. Die kapillare Saughöhe ergab sich zu 0,21 m. Sein Raumgewicht betrug im trockenen Zustande 1658 kg/cbm, im wassergesättigten Zustande 2039 kg/cbm.

Bei den beiden zuerst ausgeführten Versuchsreihen wurden, nachdem Kiste und Schächte mit Sand und Wasser angefüllt und alle Manometer angeschlossen waren, die letzteren solange abgelesen, bis sich keine Unterschiede von der vorhergehenden Ablesung zeigten. Die Ablesungen wurden täglich um 8<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Uhr vormittags vorgenommen, zu einer Zeit, wo die Sonne den auch durch seine Lage gegen Sonnenbestrahlung geschützten Schuppen noch nicht erheblich erwärmt hatte. Die Luftwärme wurde an jedem Manometer durch Thermometer abgelesen.

Im ganzen wurden drei Versuchsreihen durchgeführt. Bei der ersten mußten 39 Messungen vorgenommen werden, weil die Überläufe und die Wasserzuführung zuweilen versagt hatten, so daß erst 39 Tage nach Beginn die Versuche eingestellt werden konnten, nachdem bereits nach 34 Tagen die Drücke ihre Höchstwerte erreicht hatten.

Um die Messungen unter sich vergleichbar zu machen, mußten die an den Manometern abgelesenen Druckunterschiede *h* (Text-Abb. 9) mit der Dichte des Quecksilbers bei der betreffenden Temperatur multipliziert werden. Zur Bestimmung der Höhe der drückenden Wassersäule bei der Temperatur *t*°C. mußten die so erhaltenen Werte mit dem Bruch  $\frac{V_{t^0}}{V_{4^0}}$  multipliziert werden, worin *V*<sub>t°</sub> und *V*<sub>4°</sub> die Raumgröße von

α) Manometereichung.

Zusammenstellung I.

Manometer . . . . .	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
Luftwärme im Schuppen $t^{\circ}C$ . . . .	24	24	22	22,5	22,5	22,5	22,5	23	23	23	23,5	25	25,5
Quecksilberdruck $h$ . . . . . mm	206,6	356,7	507,6	546,2	548,5	549,0	547,5	547,0	548,5	548,6	438,2	283,8	128,3
desgl. in Wasserdruck umgerechnet $W = h \gamma q_t^{1)}$ mm	2797	4828	6874	7395	7427	7433	7413	7405	7426	7427	5932	3841	1736
Auf Temperatur richtiger Wasserdruck $a = W v_t^{*)}$ mm	2801	4835	6886	7406	7438	7444	7424	7416	7437	7438	5941	3847	1739
$e^2)$ . . . . . mm	323	336	362	266	297	300	283	269	278	284	404	321	243
Auf Manometeransatz zurückgeführter Wasserdruck $H_m = a - e$ mm	2478	4499	6524	7140	7141	7144	7141	7147	7159	7154	5537	3526	1496
Gemessen . . . . . mm	2467	4496	6523	7146	7144	7144	7145	7146	7151	7151	5531	3506	1480
Abweichung . . . . . mm	+11	+3	-1	-6	-3	$\pm 0$	-4	+1	+8	+3	+6	+20	+16

\*)  $v_t$  = spezifischer Rauminhalt des Wassers bei der durch Rechnung bestimmten mittleren Wasserwärme von  $18,5^{\circ}C$ .

β) Ergebnisse der Versuchsreihe I.

Luftwärme im Schuppen $t^{\circ}C$ . . . .	19	19,5	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19,5
Quecksilberdruck $h$ . . . . . mm	199,8	329,7	478,5	515,5	517,6	517,9	517,4	516,0	517,2	517,6	409,2	261,1	125,8
desgl. in Wasserdruck umgerechnet $W = h \gamma q_t^{1)}$ mm	2707	4467	6483	6984	7013	7017	7010	6991	7008	7013	5544	3538	1704
Auf Temperatur richtiger Wasserdruck $a = W v_t^{**)}$ mm	2711	4474	6493	6995	7024	7028	7021	7002	7018	7024	5553	3543	1707
$e^2)$ . . . . . mm	319	324	348	252	281	286	268	254	262	269	389	310	242
Auf Manometeransatz zurückgeführter Wasserdruck $H = a - e$ mm	2392	4150	6145	6743	6743	6742	6753	6748	6756	6755	5164	3233	1465
Reiner Wasserdruck $H_m$ (aus α) . . . mm	2478	4499	6524	7140	7141	7144	7141	7147	7159	7154	5537	3526	1496
Unterschied $H - H_m$ . . . . . mm	-86	-349	-379	-397	-398	-402	-388	-399	-393	-399	-373	-293	-31

\*\*)  $v_t$  = spezifischer Rauminhalt des Wassers bei  $19^{\circ}$  mittlerer Temperatur (= Wärme des Wassers).

1)  $\gamma q_t$  = Dichte des Quecksilbers bei  $t^{\circ}C$ .

2)  $e$  = Abstand zwischen Quecksilberoberfläche  $x$  (Text-Abb. 9) und Manometeransatz (Sieb).

α) Manometereichung.

Zusammenstellung II.

Manometer . . . . .	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
Luftwärme im Schuppen $t^{\circ}C$ . . . .	18,5	19,5	19	19,5	19,5	19,5	20	20	20	20	20	20	20
Quecksilberdruck $h$ . . . . . mm	209,8	363,0	511,2	549,6	549,9	548,1	548,8	548,9	549,8	547,8	438,9	278,8	133,0
desgl. in Wasserdruck umgerechnet $W = h \gamma q_t^{1)}$ mm	2843	4918	6926	7446	7450	7425	7434	7436	7448	7421	5945	3899	1802
Auf Temperatur richtiger Wasserdruck $a = W v_t^{*)}$ mm	2848	4926	6937	7458	7462	7437	7446	7448	7460	7433	5955	3905	1805
$e^2)$ . . . . . mm	374	424	411	314	318	301	305	300	312	283	429	394	323
Auf Manometeransatz zurückgeführter Wasserdruck $H_m = a - e$ mm	2474	4502	6526	7144	7144	7136	7141	7148	7148	7150	5526	3511	1482
Gemessen . . . . . mm	2467	4496	6523	7142	7143	7139	7143	7147	7150	7151	5531	3506	1480
Abweichung . . . . . mm	+7	+6	+3	+2	+1	-3	-2	+1	-2	-1	-5	+5	+2

\*)  $v_t$  = spezifischer Rauminhalt des Wassers bei  $19,5^{\circ}$  mittlerer Temperatur (= Wärme des Wassers).

β) Ergebnisse der Versuchsreihe II.

Luftwärme im Schuppen $t^{\circ}C$ . . . .	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18	18,5
Quecksilberdruck $h$ . . . . . mm	210,2	363,0	510,9	549,8	550,0	547,9	548,2	548,9	549,2	547,7	438,6	288,2	132,9
desgl. in Wasserdruck umgerechnet $W = h \gamma q_t^{1)}$ mm	2848	4919	6923	7450	7453	7424	7428	7438	7442	7421	5943	3906	1801
Auf Temperatur richtiger Wasserdruck $a = W v_t^{**)}$ mm	2852	4926	6933	7461	7464	7435	7439	7449	7453	7432	5952	3911	1803
$e^2)$ . . . . . mm	374	425	411	314	317	301	305	300	312	283	429	395	323
Auf Manometeransatz zurückgeführter Wasserdruck $H = a - e$ mm	2478	4501	6522	7147	7147	7134	7134	7149	7141	7149	5523	3516	1480
Reiner Wasserdruck $H_m$ (aus α) . . . mm	2474	4502	6526	7144	7144	7136	7141	7148	7148	7150	5526	3511	1482
Abweichung $H - H_m$ . . . . . mm	+4	-1	-4	+3	+3	-2	-7	+1	-7	-1	+3	+5	-2

\*\*)  $v_t$  = spezifischer Rauminhalt des Wassers bei  $18,5^{\circ}$  mittlerer Temperatur (Wärme des Wassers).

1)  $\gamma q_t$  = Dichte des Quecksilbers bei  $t^{\circ}C$ .

2)  $e$  = Abstand zwischen Quecksilberoberfläche  $x$  (Text-Abb. 9) und Manometeransatz (Sieb).

1 g Wasser bei  $t^0$  und  $4^0$  C. bedeuten. Um die Wasserdrücke an den Manometeransätzen zu berechnen, hat man von den so gefundenen Größen eine Höhe  $c$  abzuziehen, wo  $c$  den für jedes Manometer verschiedenen senkrechten Abstand der Quecksilberoberfläche  $x$  vom Manometeransatz bezeichnet. Die Höhenlagen der Manometeransätze und der Maßstäbe waren natürlich genau einnivelliert. Mit den so berechneten Wasserdrücken kann man unmittelbar die Druckhöhen vergleichen, die durch die senkrechten Abstände des freien Wasserspiegels im Schachte von den Manometeransätzen gemessen werden.

Der Vorgang bei den Manometereichungen ist der gleiche. Da hier die gemessenen Drücke gleich den berechneten oder abgelesenen sein müssen, so kann man die Sollwärme des Wassers der Eichleitung rückwärts bestimmen, wenn bei Berücksichtigung der beobachteten Luftwärme, welche man auch als die des Quecksilbers anzunehmen hat, keine ganz genaue Übereinstimmung erzielt wird. In dem unteren Teile des Schuppens herrscht eine gleiche Wärme, deshalb wird auch hier die Wasserwärme überall eine gleiche sein. Wird dann für die wagerechte Kiste die Summe der Abweichungen größer oder kleiner als Null, dann kann man die mittlere gemessene Druckhöhe für die Manometer IV bis X durch ihre mittlere abgelesene Druckhöhe teilen und erhält so das der betreffenden Wärme entsprechende Raummaß  $V'$  von 1 g Wasser. Hieraus läßt sich die Wärme des Wassers der Eichleitung mit Hilfe von Tafeln (Hütte, 20. Aufl., Abtlg. I, S. 298) unter Voraussetzung reinen Wassers leicht bestimmen. So ist bei der Manometereichung der Versuchsreihe I verfahren worden, bei der sich ergab

$$V' = \frac{7429}{7418} = 1,00148$$

$$t = 18,5^0 \text{ C.}$$

(Sieh Zusammenstellung I, S. 475.)

Zur Bestimmung der Druckhöhe im Sande muß man die Wärme des in ihm befindlichen Wassers kennen. Man erachtete es als genügend, diese Temperatur gleich der morgens beobachteten zu setzen, weil die letztere sich als ungefähr gleich der mittleren Tagestemperatur herausstellte. Eine diesbezügliche Ungenauigkeit bleibt übrigens ohne praktischen Einfluß auf die Endergebnisse. Aus I  $\beta$  geht nun hervor, daß die Drücke kleiner waren als die hydrostatischen, und zwar beträgt der Druckverlust für die wagerechte Kiste im Mittel etwa 5,6 vH. des hydrostatischen Druckes. Die Versuchsergebnisse sind in Abb. 4 Bl. 57 zeichnerisch aufgetragen. Linie  $a$  zeigt die hydrostatischen Wasserdrücke, Linie  $b$  die Drücke nach der Versuchsreihe I. Die Verminderung des hydrostatischen Druckes ist jedoch darauf zurückzuführen, daß die Kiste bei diesen Versuchen nicht wasserdicht war. Im Anfange zeigte sich Leckwasser nur bei  $\alpha$  und  $\alpha'$  (Text-Abb. 6), später auch bei  $\beta$  und schließlich noch bei  $\gamma$ , so daß am Tage der endgültigen Ablesung stündlich 10,9 l Wasser ausliefen. Dieses Sickerwasser wurde in drei Blechgefäßen  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$  gesammelt. In den letzten zwölf Stunden wurden stündlich aufgefangen in

$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
8,6 l	2,1 l	0,2 l.

Wie aus der Zusammenstellung I  $\beta$  (S. 475) und Abb. 4 Bl. 57 ersichtlich, sind die Druckhöhenverluste in der wagerechten

Kiste ungefähr einander gleich. Das ist — wie eine Besichtigung der Sandoberfläche nach vorsichtiger Entfernung der Abdeckung ergab — darauf zurückzuführen, daß sich auf der Sandoberfläche feine Rinnsale gebildet hatten, die eine mehr oder minder zusammenhängende Verbindung zwischen den Meßstellen herbeigeführt hatten und groß genug waren, um bei der außerordentlich geringen Strömungsgeschwindigkeit keine meßbaren Reibungswiderstände zu erzeugen. Es ist noch unter Hinweis auf Abb. 4 Bl. 57 hervorzuheben, daß die Druckverluste in den beiden Schächten sich ganz gleichmäßig der Höhe nach ändern. Daraus geht hervor, daß das Wasser in beiden Schächten mit der gleichen Geschwindigkeit heruntersickerte. Die Sickerungsgeschwindigkeit ermittelt sich, da die Wassermenge sich auf zwei Schächte mit einem freien Durchflußquerschnitt von je  $0,3346 \cdot 2500 = 836,5$  qcm verteilte,

$$\text{zu } v = \frac{1}{2} \cdot \frac{10,9 \cdot 1000}{836,5} = 6,515 \text{ cm/St.} = 0,018 \text{ mm/Sek.}$$

Gibt daher die Versuchsreihe I keinen Aufschluß darüber, welcher Wasserdruck der Ruhe in dem untersuchten Sande eintritt, so ist sie doch nicht wertlos, da sie zeigt, daß schon außerordentlich kleine Geschwindigkeiten des Grundwassers die Größe des hydrostatischen Auftriebes merklich verringern. Andererseits mußten die Versuche wiederholt werden, um das eigentliche Ziel zu erreichen, die Größe des hydrostatischen Druckes in dem vorliegenden Boden kennen zu lernen.

Nachdem Kiste und Schächte entleert waren, wurden die undichten Lötstellen der Zinkblechverkleidung mit aller Sorgfalt ausfindig gemacht und wasserdicht verlötet. Nach Einbringung des Sandes, Schließung der Kiste und Einlaß des Wassers erwies sich nunmehr die Kiste als vollkommen wasserdicht. Bereits nach sechs Tagen trat der Beharrungszustand in den Manometern ein.

(Sieh Zusammenstellung II, S. 475.)

Die Versuchsergebnisse der Zusammenstellung II zeigen, daß sich der volle hydrostatische Auftrieb einstellt, wenn sich das Grundwasser im Ruhezustande befindet.

Eine nachherige Besichtigung der mit größter Sorgfalt freigelegten Sandoberfläche in der Kiste zeigte keinerlei durchgehende Rinnsale. Man darf daher umsomehr annehmen, daß der Sand allenthalben fest und dicht an die obere Blechabdeckung angepreßt gewesen war, als auch die in den Schächten beobachtete Druckzunahme dem hydrostatischen Gesetze folgt, hier aber mit Sicherheit die Bildung von durchgehenden senkrechten Wasseradern längs der Schachtwandungen infolge des großen wagerechten Druckes des vollgesättigten Feinsandes ausgeschlossen war.

Bei gewissen Bauwerken, wie Kammerschleusen usw., ist nun das Grundwasser unter dem Schleusenkörper wegen des vorhandenen Gefälles vom Oberwasser nach dem Unterwasser in Bewegung. Es wirkt dann nicht der volle Wasserdruck auf die Schleusensole. Um auch diesen für die Praxis besonders wichtigen Fall zu untersuchen, wurde eine dritte Versuchsreihe mit strömendem Grundwasser ausgeführt. Zu dem Zwecke wurden vom Schacht II nacheinander ein, zwei und drei Stücke abgenommen und zwischen beiden Schächten Druckunterschiede von 1011, 2023 und

a) Versuch 1. Zusammenstellung III.

Manometer . . . . .	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
Luftwärme im Schuppen t° C . . . .	17,5	18	18,5	18,5	18,5	18,5	19	19	19	19	19	18,5	19
Quecksilberdruck <i>h</i> . . . . . mm	193,0	337,6	4747	512,0	511,6	510,0	510,3	509,9	510,1	507,8	388,6	227,7	61,2
desgl. in Wasserdruck umgerechnet $W = h \gamma q_t^1)$ mm	2616	4575	6469	6938	6932	6911	6914	6909	6911	6880	5265	3085	829
Auf Temperatur berichtiger Wasserdruck $a = W v_t^*)$ mm	2620	4582	6478	6948	6943	6921	6924	6919	6922	6890	5273	3090	831
$c^2)$ . . . . . mm	365	412	394	295	298	282	286	281	293	264	404	364	286
Auf Manometeransatz zurückgeführter Wasserdruck $H = a - c$ mm	2255	4170	6084	6653	6645	6639	6638	6638	6629	6626	4869	2726	545
$H_1^3)$ . . . . . mm	2474	4502	6526	7144	7144	7136	7141	7148	7148	7150	5526	3511	1482
$H_2$ . . . . . mm	1463	3491	5515	6133	6133	6125	6130	6137	6137	6139	4515	2500	471
$\frac{H_1 + H_2}{2}$ . . . . . mm	1969	3997	6021	6639	6639	6631	6636	6643	6643	6645	5021	3006	977
$H - \frac{H_1 + H_2}{2}$ . . . . . mm	+286	+173	+63	+14	+6	+8	+2	-5	-14	-19	-152	-280	-432

\*)  $v_t$  = spezifischer Rauminhalt des Wassers bei 18° mittlerer Temperatur (= Wärme des Wassers).

b) Versuch 2.

Luftwärme im Schuppen t° C . . . .	17	17,5	18	18	18	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	17,5	—
Quecksilberdruck <i>h</i> . . . . . mm	164,9	298,8	430,5	460,9	458,9	456,3	456,4	456,5	456,0	452,9	323,5	150,1	—
desgl. in Wasserdruck umgerechnet $W = h \gamma q_t^1)$ mm	2235	4049	5834	6246	6219	6183	6184	6186	6179	6137	4383	2034	—
Auf Temperatur berichtiger Wasserdruck $a = W v_t^{**})$ mm	2238	4055	5842	6254	6227	6191	6193	6194	6187	6145	4389	2036	—
$c^2)$ . . . . . mm	351	393	371	269	272	255	260	255	267	237	372	326	—
Auf Manometeransatz zurückgeführter Wasserdruck $H = a - c$ mm	1887	3662	5471	5985	5955	5936	5933	5939	5920	5908	4017	1710	—
$H_1^3)$ . . . . . mm	2471	4499	6523	7141	7141	7133	7138	7145	7145	7147	5523	3508	—
$H_2$ . . . . . mm	448	2476	4500	5118	5118	5110	5115	5122	5122	5124	3500	1485	—
$\frac{H_1 + H_2}{2}$ . . . . . mm	1460	3488	5512	6130	6130	6122	6127	6134	6134	6136	4512	2497	—
$H - \frac{H_1 + H_2}{2}$ . . . . . mm	+427	+174	-41	-155	-175	-186	-194	-195	-214	-228	-505	-787	—

\*\*\*)  $v_t$  = spezifischer Rauminhalt des Wassers bei 18° mittlerer Temperatur (= Wärme des Wassers).

c) Versuch 3.

Luftwärme im Schuppen t° C . . . .	19	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	20	20	20	20	20	20,5	—
Quecksilberdruck <i>h</i> . . . . . mm	138,2	258,9	382,1	408,0	405,5	402,4	401,0	400,8	400,6	397,7	242,7	64,6	—
desgl. in Wasserdruck umgerechnet $W = h \gamma q_t^1)$ mm	1872	3507	5177	5527	5494	5452	5432	5429	5427	5387	3288	875	—
Auf Temperatur berichtiger Wasserdruck $a = W v_t^\dagger)$ mm	1876	3513	5185	5537	5513	5461	5441	5438	5436	5396	3293	876	—
$c^2)$ . . . . . mm	338	373	346	242	244	228	232	227	240	210	337	282	—
Auf Manometeransatz zurückgeführter Wasserdruck $H = a - c$ mm	1538	3140	4839	5295	5259	5233	5209	5211	5196	5186	2956	594	—
$H_1^3)$ . . . . . mm	2468	4496	6520	7138	7138	7130	7135	7142	7142	7144	5520	3505	—
$H_2$ . . . . . mm	567	1461	3485	4103	4103	4095	4100	4107	4107	4109	2485	470	—
$\frac{H_1 + H_2}{2}$ . . . . . mm	951	2979	5003	5621	5621	5613	5618	5625	5625	5627	4003	1988	—
$H - \frac{H_1 + H_2}{2}$ . . . . . mm	+587	+161	-164	-326	-362	-380	-409	-414	-429	-441	-1047	-1394	—

†)  $v_t$  = spezifischer Rauminhalt des Wassers bei 19,5° mittlerer Temperatur (= Wärme des Wassers).

- 1)  $\gamma q_t$  = Dichte des Quecksilbers bei t° C.
- 2)  $c$  = Abstand zwischen Quecksilberoberfläche  $x$  (Text-Abb. 9) und Manometeransatz (Sieb).
- 3)  $H_1 = H_m$  der Zusammenstellung II a, in III b und III c um 3 bzw. 6 mm vermindert.

3035 mm Höhe erzeugt, indem der Wasserspiegel im Schacht II um die gleichen Maße gesenkt wurde. Das Wasser wurde nur dem Schacht I zugeführt und floß oben aus Schacht II frei aus, indem hier der Überlauf in entsprechender Höhe eingestellt wurde.

1. Druckunterschied zwischen den Wasserspiegeln in beiden Schächten = 1011 mm.

(Sieh Zusammenstellung IIIa, S. 479.)

Die durchfließende Wassermenge betrug 0,0104 sl, mithin die Durchflußgeschwindigkeit

$$v = \frac{0,0104 \cdot 1000000}{83650} = 0,124 \text{ mm/Sek.}$$

Die Drücke gegen die wagerechte Decke der Kiste sind annähernd  $= \frac{H_1 + H_2}{2}$ , wenn  $H_1$  und  $H_2$  die hydrostatischen Drücke der Schächte I und II bezeichnen. Für die Manometer IV bis VI sind die Drücke, wie es ja auch der Fall sein muß, etwas größer als der vorstehende Mittelwert, für die Mitte der Kiste, Manometer VII, weisen sie genau den Mittelwert auf, für die Manometer VIII bis X sind sie etwas kleiner als das Mittel. Die Druckverminderung im Schachte I ist in dessen oberem Teile am größten, was auf eine geringe Verschmutzung der obersten Sandschicht zurückzuführen ist. Die Linie *c* der Abb. 4 Bl. 57 gibt die abgelesenen Drücke an, während die Linie *d* die hydrostatischen Drücke des Schachtes II darstellt.

2. Druckunterschied zwischen den Wasserspiegeln in beiden Schächten = 2023 mm.

(Sieh Zusammenstellung IIIb, S. 479.)

$$Q = 0,0227 \text{ sl}$$

$$v = \frac{0,0227 \cdot 1000000}{83650} = 0,271 \text{ mm/Sek.}$$

Der Einfluß der Wasserbewegung ist größer geworden, so daß der Punkt, wo  $H = \frac{H_1 + H_2}{2}$  ist, schon ziemlich hoch im Schacht I liegt. In Abb. 4 Bl. 57 stellt die Linie *e* die abgelesenen Drücke dar, während die Linie *f* die hydrostatischen Drücke zeigt, wie sie durch Schacht II allein hervorgerufen worden wären.

3. Druckunterschied zwischen den Wasserspiegeln in beiden Schächten = 3035 mm.

(Sieh Zusammenstellung IIIc, S. 479.)

$$Q = 0,0395 \text{ sl}$$

$$v = \frac{0,0395 \cdot 1000000}{83650} = 0,472 \text{ mm/Sek.}$$

Stärkerer Einfluß der Wasserbewegung als bei 2.

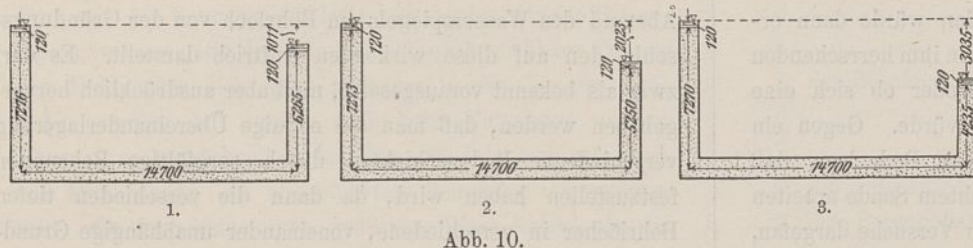


Abb. 10.

Die Linien *g* und *h* der Abb. 4 Bl. 57 zeigen die abgelesenen und die durch Schacht II allein verursachten hydrostatischen Drücke an.

Nach Text-Abb. 10 ergeben sich die relativen Gefälle des Grundwasserspiegels zu

$$J_1 = \frac{1011}{28241} = 0,03580, J_2 = \frac{2023}{27223} = 0,07431,$$

$$J_3 = \frac{3035}{26205} = 0,11580.$$

Es verhalten sich also

$$J_1 : J_2 : J_3 = 1 : 2,1 : 3,2 \text{ und}$$

$$v_1 : v_2 : v_3 = 1 : 2,2 : 3,8.$$

Somit bestätigen auch diese Versuche genügend genau das bekannte Filtrationsgesetz.

Schlußfolgerungen.

(Nur für reinen Sand gültig.)

1. Befindet sich das Grundwasser in Ruhe, dann ist der Wasserdruck gegen Bauwerksohlen gleich dem vollen Auftrieb zu setzen.

Während Brennecke diese Vorschrift auf Sand einer Korngröße von über 0,4 mm beschränkt, darf sie auf Grund unserer Versuche auf feineren Sand ausgedehnt werden. Ich bin aber der Meinung, daß sie für jeden Sand beliebiger Korngröße gilt, vorausgesetzt, daß er rein sei.

2. a) Bei strömendem Grundwasser ist der Auftrieb genügend genau gleich dem Mittel aus den hydrostatischen Drücken an der Ober- und Unterwasserseite zu setzen.

b) Die durch die Bewegung des Wassers hervorgerufene Druckverkleinerung hat erst bei Geschwindigkeiten von über 0,5 mm/Sek. einen praktisch fühlbaren Einfluß: sie kann dann, selbst bei feinerem Sande auf etwa ein Zehntel der mittleren hydrostatischen Druckgröße angenommen werden.

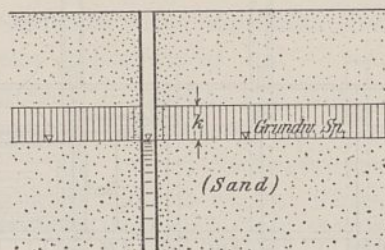


Abb. 11.

Die Meinung Brenneckes, daß, wenn der Wasserspiegel nicht frei, wie bei den vorstehenden Versuchen, sondern unter der Erdoberfläche liege, man die Druckhöhe um die kapillare Saughöhe *k* vermindern müsse, kann ich nicht

teilen. Wenn man in einem solchen Boden ein Bohrloch heruntreibt, so stellt sich in diesem nach beistehender Text-Abb. 11 ein Wasserspiegel ein, der dem wirklichen Grundwasserspiegel entspricht und der deshalb die wirkliche Druckhöhe anzeigt, weil die darüber liegende kapillar durchfeuchtete Schicht bei dem Wasserdrucke ausscheidet.

Da es sich bei der Anwendung stets um natürliche Bodenverhältnisse handelt, so läßt sich eine allgemeingültige Grundlage nur für reinen Sandboden finden, dem auch in einer Versuchseinrichtung, falls sie — wie bei den vorstehenden Versuchen — in genügend großem Maßstabe ausgeführt wird, bei Beobachtung der nötigen Vorsicht eine Lagerung gegeben werden kann, die mit der natürlichen Lagerung hinreichend übereinstimmt. Bei Versuchen mit

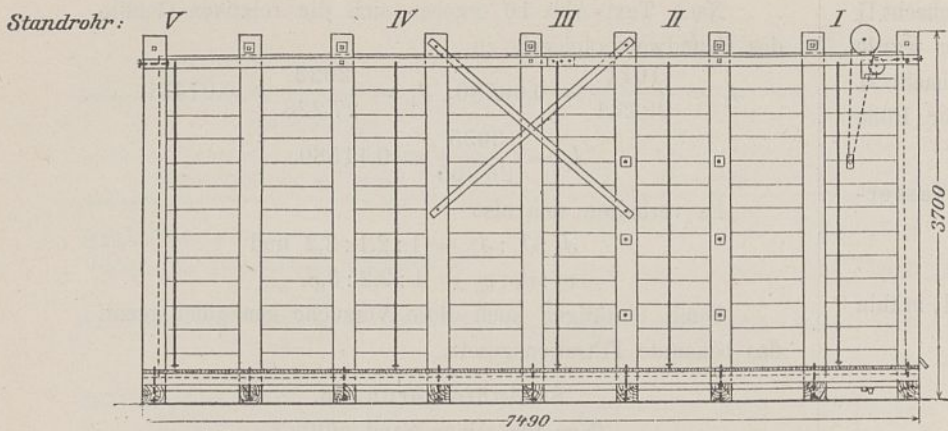


Abb. 12. Ansicht der Versuchskiste.

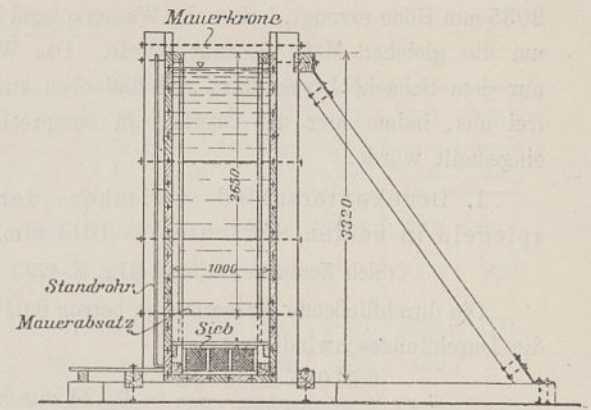


Abb. 13. Querschnitt A—B (s. Abb. 5).

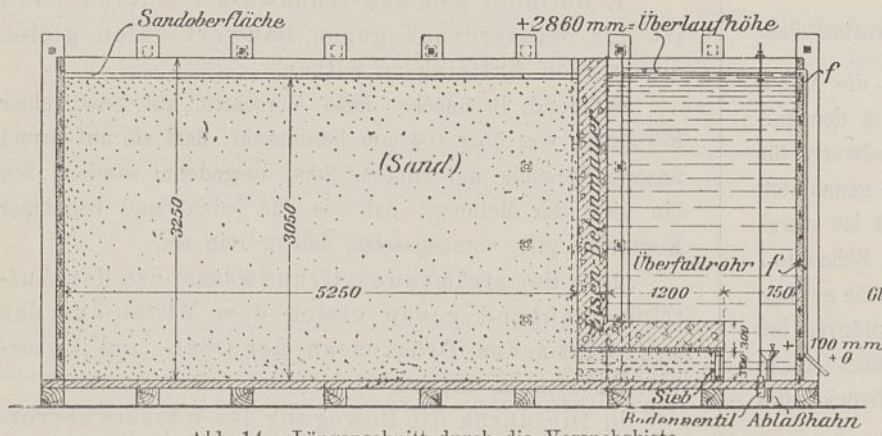


Abb. 14. Längenschnitt durch die Versuchskiste.

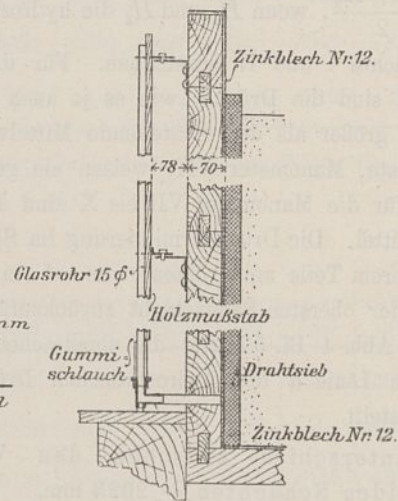


Abb. 16. Anordnung der Standrohre. 1:15.

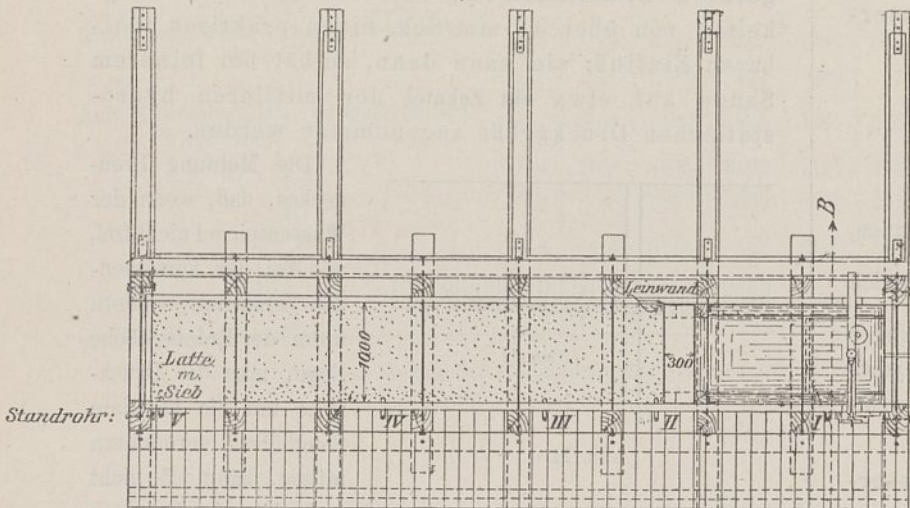


Abb. 15. Oberansicht der Versuchskiste.

reinem Sand könnte man nach dem Vorgange der früheren Forscher daran denken, planmäßig so vorzugehen, daß man reine Sande von verschiedener Korngröße, die man je durch Aussieben erhalten kann, untersucht. Man würde dann erkennen, ob für reinen Sand hinsichtlich des in ihm herrschenden Wasserdruckes nur ein Gesetz herrschen oder ob sich eine Abhängigkeit von der Korngröße ergeben würde. Gegen ein solches Vorgehen spricht aber einmal das Bedenken, daß man dann nicht mehr mit natürlich gemischtem Sande arbeiten würde. Weiter aber haben alle bisherigen Versuche dargetan, daß jeder reine Sand als vollkommen wasserdurchlässig anzusehen ist; nur steht die kapillare Saughöhe in umgekehrtem Verhältnisse zum mittleren Durchmesser der Zwischenräume des Sandes. Das ist aber belanglos, da sie, wie dargelegt,

für unsere Frage überhaupt ausscheidet. Diese Erwägungen haben mich dazu geführt, meine Versuche auf die eine Sandart zu beschränken. Sie auf tonigen Sand und andere mehr oder minder durchlässige Bodenarten auszudehnen, habe ich unterlassen, weil die alsdann erzielten Ergebnisse nur für die jeweilige und nie natürlich gelagerte Bodenart oder auch nur für die künstlich eingebauten Schichtungen verschiedener Bodenarten Geltung, eine Verallgemeinerung daher ausgeschlossen haben würden. Da aber auch hier, wie bei reinem Sandboden, der wirksame Auftrieb gleich der Höhe der freien Wassersäule sein wird, die sich in einem bis zur Tiefe der Gründungssohle herabgetriebenen Bohrloche einstellen wird, so hat man in der Abbohrung des betreffenden Geländes ein einfaches und sicheres Hilfsmittel zur Bestimmung der in Rechnung zu stellenden Druckhöhen. In reinem Sandboden wird der maßgebende freie Wasserspiegel in den Bohrlöchern sich in der Höhe des allgemeinen Grundwasserspiegels einstellen: nur um so langsamer, je feinkörniger der Sand ist. Auch bei Bohrungen in anderen Bodenarten darf man annehmen, daß der Abstand des Wasserspiegels im Bohrloch von der Gründungssohle den auf diese wirkenden Auftrieb darstellt. Es darf zwar als bekannt vorausgesetzt, muß aber ausdrücklich hervorgehoben werden, daß man die etwaige Übereinanderlagerung verschiedener Bodenschichten durch sorgfältige Bohrungen festzustellen haben wird, da dann die verschiedenen tiefen Bohrlöcher in verschiedene, voneinander unabhängige Grundwasserstockwerke hinabreichen können. Endigen sie z. B. in einer undurchlässigen Schicht, dann werden sie wasserfrei bleiben. In diesem Falle hat man durch tieferes Bohren festzustellen, ob unter der undurchlässigen Schicht eine

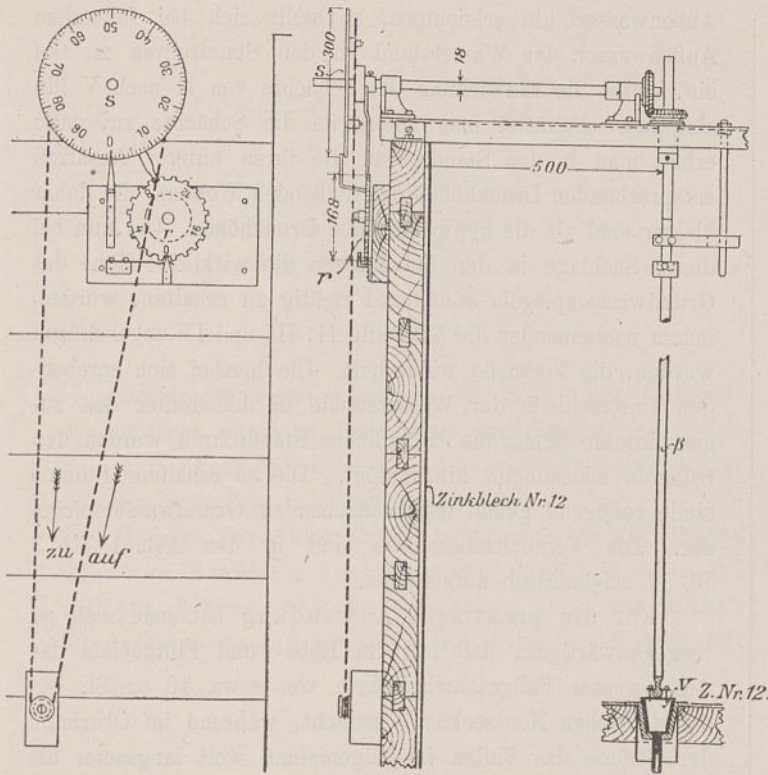


Abb. 17. Ansicht.

Abb. 18.

Abb. 19.

Seitenansicht und Schnitt durch das Bodenventil.

Abb. 17—19. Vorrichtung zum Einstellen des Bodenventils.

10 0 50 100 cm

grundwasserführende Schicht ansteht und wie groß der in ihr herrschende Auftrieb ist.

Es lag nahe, im Anschlusse an diese Versuche die Zustände zu erforschen, welche der Hinterfüllungssand von Ufermauern unter der Einwirkung des Wasserstandwechsels vor der Mauer annimmt, wenn er in freier Verbindung — unter der Mauer her bei steigendem Wasser und durch die Mauer (Entwässerungsröhren) und unter ihr hindurch bei fallendem Wasser — mit dem Außenwasser steht. Die Wichtigkeit derartiger Untersuchungen ist darin begründet, daß ja von dem jeweiligen Zustande des Hinterfüllungsbodens die Größe des auf die Mauer wirkenden Erddruckes abhängt. Ich darf hier das wiederholen, was ich schon früher — Zentralbl. d. Bauverw. 1897, S. 144 u. f. — ausgesprochen habe: „daß wir über die Größe des Erddruckes noch recht wenig wissen, vielmehr hier immer noch auf Theorien angewiesen sind, deren praktischer Wert solange noch ein recht zweifelhafter bleiben wird, so lange es uns noch an Erfahrungen fehlt über den inneren Zustand der wirklichen Erdmasse. Erst mit der Kenntnis des letzteren werden wir die Grundlage gewinnen, auf der eine praktisch brauchbare Theorie des Erddruckes sich wird aufbauen lassen können. Bis dahin werden wir immer noch beim Entwerfen unserer Mauern, so bedrückend dieses Eingeständnis auch sein mag, auf Erfahrungen an ausgeführten Beispielen angewiesen sein, die immerhin einen größeren Wert haben als die recht fraglichen Annahmen, die wir bei unseren Berechnungen in mehr oder weniger willkürlicher Weise zu machen pflegen. In wie vielen Fällen hat denn der eine Stützmauer entwerfende Ingenieur Kenntnis davon, welcher Boden bei der Ausführung tatsächlich zur Hinterfüllung

gelangen wird? In wie vielen Fällen nimmt er sich die Mühe oder hat er überhaupt Gelegenheit, bei Aufstellung des Entwurfes sich durch Messungen und Wägungen Aufschluß zu verschaffen über den natürlichen Böschungswinkel, über die Größe der Kohäsion und das Eigengewicht des zur Hinterfüllung bestimmten Bodens?“

Bisher pflegt man für die Berechnung des Erddruckes auf solche Mauern als ungünstigsten Fall den anzunehmen, daß vor der Mauer Niedrigwasser und gleichzeitig das Erdreich hinter der Mauer bis zum früheren Hochwasser voll durchnäßt sei. Ein solcher Zustand wird — falls er überhaupt möglich ist — um so eher eintreten, je rascher das Fallen des Außenwassers vor sich geht. Es war deshalb notwendig, um zu möglichst ungünstigen Zuständen zu gelangen, bei den Versuchen das Außenwasser schnell fallen zu lassen. Weiter war es erforderlich, die Versuche in möglichst großem Maßstabe anzustellen, um sie mit Sicherheit auf die Verhältnisse der Wirklichkeit übertragen zu können. Auch hier können allgemein gültige Ergebnisse nur für voll durchlässigen reinen Sandboden und nur dann erlangt werden, wenn der Hinterfüllungsboden mit dem Außenwasser in freier Verbindung steht. Es ist ja bei solchen Mauern ein wichtiger Grundsatz, für eine stets wirksame und ausreichende Entwässerung der Hinterfüllung Sorge zu tragen. Unter der Voraussetzung, daß auch der Untergrund unter der Mauer aus reinem Sande besteht, wird auch bei steigendem Wasser unter der Mauer hindurch sich der Ausgleich zwischen Außen- und Grundwasserstand vollziehen: dichte Spundwände werden zwar diesen Ausgleich verlangsamen, aber nie ganz hindern können.

Unter solchen Verhältnissen wird ganz allgemein der Sandboden hinter der Mauer dreierlei Zustände annehmen: eine oberste Schicht wird — vom Einflusse des Regens abgesehen — trocken, eine mittlere plastisch feucht und die unterste voll durchnäßt sein.

Der zu den Versuchen benutzte Sand war zwar von gleicher Herkunft wie der vorige, aber von etwas anderer Beschaffenheit hinsichtlich der Korngröße und des Porengehalts. Es ergaben sich:

## 1. die Korngröße

von 10,0	bis 1,5	mm	14	cem
„ 1,5	„ 0,85	„	10	„
„ 0,85	„ 0,65	„	12	„
„ 0,65	„ 0,40	„	29	„
„ 0,40	„ 0,22	„	28	„
	unter 0,22	„	7	„

2. das Raumgewicht des trockenen Sandes = 1728 kg/cbm

3. „ „ „ plastisch feuchten „ = 1882 „

4. „ „ „ voll durchnäßten „ = 2030 „

5. der Böschungswinkel des trockenen Sandes =  $32^{\circ} 15'$ 6. „ „ „ plastisch feuchten „ =  $43^{\circ}$ 7. „ „ „ voll durchnäßten „ =  $27^{\circ}$ 

8. die kapillare Saughöhe = 0,27 m

9. der Porengehalt = 0,288.

Die Versuchseinrichtung bestand aus einer oben offenen Holzkiste, die — im lichten 7,5 m lang, 1 m breit und 3,25 m hoch — innen mit Zinkblech wasserdicht verkleidet war. Ihre Bauart geht aus den Text-Abb. 12 bis 15 hervor. In ihr war die daraus ersichtliche Eisenbetonmauer eingebaut,

die in der gezeichneten Weise gegen die vordere Stirnwand der Kiste abgestützt war und deren wagerechter Fuß auf einem erhöhten Boden aufgelagert war, so daß zwischen diesem und dem Kistenboden ein 300 mm hoher Zwischenraum verblieb, der, mit Sand gefüllt und vorne durch Siebe abgeschlossen, die Verbindung des Außenwassers mit der Mauerhinterfüllung herstellte. Der Abstand der Mauer von der hinteren Stirnwand der Kiste gestattete die volle Entwicklung der natürlichen Sandböschung hinter der Mauer.

In dem Raume vor der Mauer befand sich reines Wasser.

Es mußte nun ein Ausbauchen der Seitenwände der Kiste durch den inneren Überdruck des Wassers und des durchnäßten Sandes verhindert werden, damit die lotrechten Fugen zwischen der Mauer und den Seitenwänden sich nicht zu sehr erweiterten. Zu dem Zwecke wurden die der Mauer nächstliegenden beiderseitigen lotrechten Wandpfosten noch durch je drei mittlere Bolzen miteinander verankert. Außerdem wurden die Stoßfugen auf der Rückseite durch mit Firniß getränkte Leinwandstreifen und Tonwülste gedichtet, die durch den Druck der Hinterfüllung in die Fugen hineingepreßt wurden.

Die bei den Versuchen erforderliche gleichmäßige Senkung und Hebung des freien Wasserspiegels vor der Kiste wurde durch die in den Text-Abb. 14, 17 und 18 dargestellte Vorrichtung bewirkt. Die Gelenkkette liegt auf dem Zahnkranz der Scheibe *s*, welche letztere zur Ablesung von hundertstel Umdrehungen dient. Volle Umdrehungen werden durch das Rad *r* angezeigt. Auf diese Weise wurde eine sehr genaue Regelung der Stellung des Ventilkörpers *V* (Text-Abb. 19) ermöglicht. Außerdem war im Kistenboden noch ein gewöhnlicher Auslaßhahn (Text-Abb. 14) angebracht, der bei höheren Wasserständen zur Regelung des Abflusses mitbenutzt wurde und dessen trichterförmiger Überlauf den niedrigsten Wasserstand festlegte. Der höchste Wasserstand wurde durch das Überlaufrohr *f* (Text-Abb. 14) festgelegt.

Zur Ablesung der Wasserstände dienten fünf gläserne Standrohre (Text-Abb. 12, 13, 15 und 16), I vor und II bis V hinter der Mauer, die mit dem Inneren der Kiste in Verbindung standen. Die Standrohre hinter der Mauer mündeten in kleine Schächte von dreieckigem Querschnitt, die, durch Messingdrahtsiebe gebildet (Text-Abb. 16), eine Übereinstimmung des Wasserstandes in den Standrohren mit dem Grundwasserspiegel im Sandkörper herbeiführten.

Die Versuche wurden mit fallendem und steigendem Außenwasser ausgeführt.

Die Versuche mit fallendem Wasser wurden für Fallgeschwindigkeiten von 75,5, 40,3 und 25 cm/St. angestellt. Hierbei wurden die Wasserstände im Standrohre I ständig überwacht und die Ergebnisse unter Beachtung der Zeiten zeichnerisch aufgetragen, um etwaige Ungleichmäßigkeiten im Fallen des Wassers sofort ersichtlich zu machen und durch entsprechende Regelung der Abfluvorrichtung zu beseitigen.

Da die Schächte hinter den Standrohren II bis V den Abfluß des Wassers aus den Schächten nach dem fallenden

Außenwasser hin erleichtern, so stellt sich bei fallendem Außenwasser der Wasserstand in den Standrohren zu tief ein, wobei die Einwirkung der Schächte von II nach V hin abnimmt. Schüttet man andererseits die Schächte zu, dann erhält man in den Standrohren die ihren unteren Ansätzen entsprechenden Druckhöhen des fließenden Wassers, die daher kleiner sind als die hydrostatischen Druckhöhen. Um nun bei dieser Sachlage in den Standrohren die wirkliche Höhe des Grundwasserspiegels annähernd richtig zu erhalten, wurden, indem nacheinander die Schächte II, III und IV zugeschüttet wurden, die Versuche wiederholt. Die hierbei sich ergebenden Unterschiede der Wasserstände in den hinter den zugeschütteten Schächten befindlichen Standrohren wurden den früheren Ablesungen hinzugefügt. Die so erhaltene Summe stellt genügend genau den maßgebenden Grundwasserspiegel dar. Die Versuchsergebnisse sind in den Abb. 1 bis 3 Bl. 57 zeichnerisch aufgetragen.

Für die praktische Anwendung hat man sich zu vergegenwärtigen, daß nur im Ebbe- und Flutgebiete das Außenwasser Fallgeschwindigkeit von etwa 40 cm/St. (an der deutschen Nordseeküste) erreicht, während im Oberlaufe der Ströme das Fallen im allgemeinen weit langsamer als mit 25 cm/St. vor sich geht. Beachtet man nun, daß — immer durchlässigen reinen Sand und gut wirkende Entwässerung vorausgesetzt — im ersteren Falle bei N. W. eine Überdruckhöhe von etwa 0,2 bis vielleicht 0,5 m unmittelbar hinter der Mauer und im letzteren Falle eine solche von nur etwa 0,1 m vorhanden ist, dann darf man für die Berechnung des im ungünstigsten Falle auf die Mauer wirkenden Erddruckes die Vorbilder der Text-Abb. 20 u. 21 zugrunde legen.

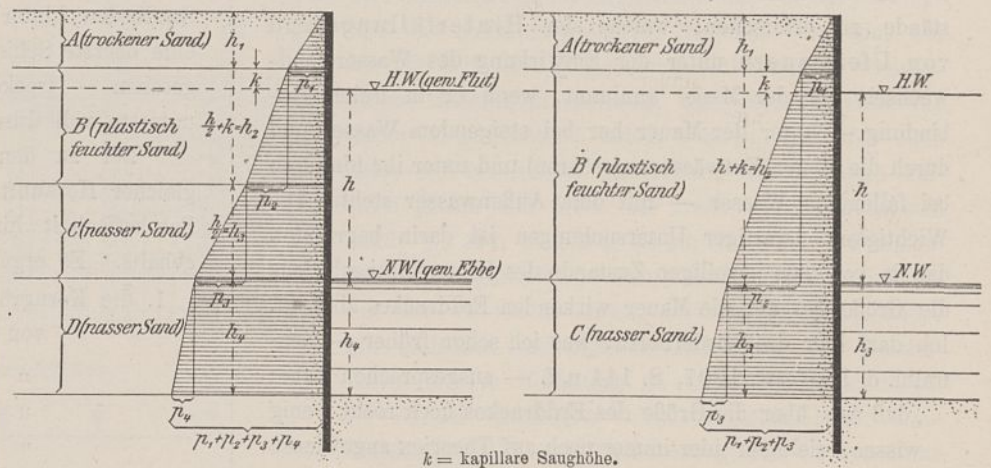


Abb. 20.

Abb. 21.

Bezeichnen

- $\varphi_1$  den Böschungswinkel des trockenen Sandes
- $\gamma_1$  das Raugewicht " " "
- $\varphi_2$  den Böschungswinkel " plastisch feuchten Sandes
- $\gamma_2$  das Raugewicht " " " "
- $\varphi_3$  den Böschungswinkel " nassen Sandes
- $\gamma_3$  das Raugewicht " " " "
- $\gamma$  " " " Wassers,

dann ist für Abb. 20

$$p_1 = \gamma_1 h_1 \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi_1}{2} \right)$$

$$p_2 = \gamma_2 h_2 \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi_2}{2} \right)$$



$$p_3 = \gamma h_3 + (\gamma_3 - \gamma) h_3 \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi_3}{2} \right)$$

$$p_4 = (\gamma_3 - \gamma) h_4 \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi_3}{2} \right),$$

für Abb. 21

$$p_1 = \gamma_1 h_1 \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi_1}{2} \right)$$

$$p_2 = \gamma_2 h_2 \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi_2}{2} \right)$$

$$p_3 = (\gamma_3 - \gamma) h_3 \operatorname{tg}^2 \left( 45^\circ - \frac{\varphi_3}{2} \right).$$

Streng genommen wäre noch der Einfluß der Bindigkeit des plastisch feuchten Sandes zu berücksichtigen. Seine Vernachlässigung bedeutet eine ungünstige Annahme, erhöht also die Sicherheit des Rechnungsansatzes.

Unsere Versuche haben somit das für die Praxis wichtige Ergebnis herbeigeführt, daß die oben erwähnte bisher übliche Annahme: vor der Mauer Niedrigwasser und gleichzeitig hinter der Mauer voll

durchnäßtes Erdreich bis zum früheren Hochwasser viel zu ungünstig ist, falls es sich um reinen Sandboden und gut wirkende Entwässerung handelt.

Mit den empfohlenen Rechnungsansätzen wird man auch bei der von mir nach wie vor vertretenen Annahme, daß auf senkrechte Wände der Erddruck der Ruhe in wagerechter Richtung wirke, Mauerstärken erhalten, die mit der Erfahrung durchaus im Einklang stehen.

Die Versuche mit steigendem Wasser wurden (Abb. 5 u. 6 Bl. 57) auf die beiden stündlichen Geschwindigkeiten 50 cm und 30 cm beschränkt. Sie bestätigen die dann eintretenden Grundwasserbewegungen hinter solchen Mauern und geben zu besonderen Bemerkungen keine Veranlassung.

Die sehr schwierigen und zeitraubenden Versuche wurden in den Jahren 1909 und 1910 unter der dankenswerten Mitwirkung meines Assistenten Dr.-Ing. W. Lindboe ausgeführt, der sich auch um ihre Auswertung besonders verdient gemacht hat.

## Die Berechnung eines mehrfach gezwungenen Trägers mittels des Stufenverfahrens.

Vom Regierungsbaumeister A. Grube in Osnabrück.

(Alle Rechte vorbehalten.)

### Inhalt.

	Seite
1. Einleitung . . . . .	489
2. Der Träger . . . . .	492
3. Die Zwangzustände des Trägers . . . . .	492
4. Die Kraftzustände des Trägers . . . . .	494
5. Die Bezeichnung der Verschiebungen . . . . .	497
6. Die Formänderungs-Grundlagen zur Berechnung der Zwangkräfte . . . . .	497
7. Die Zwangkraft des Zwangzustandes 1 . . . . .	498
8. Die Zwangkräfte des Zwangzustandes <i>b</i> . . . . .	499
9. Die Zwangkräfte des Zwangzustandes <i>c</i> . . . . .	501
10. Die allgemeinen Formeln . . . . .	503
11. Vorschläge . . . . .	504

### 1. Einleitung.

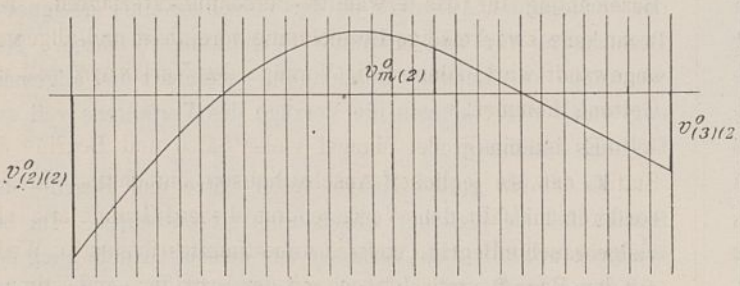
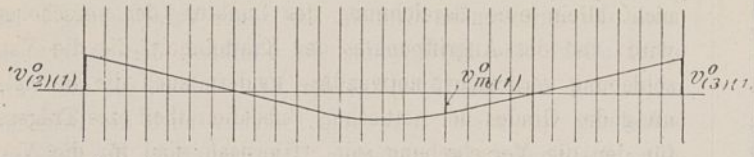
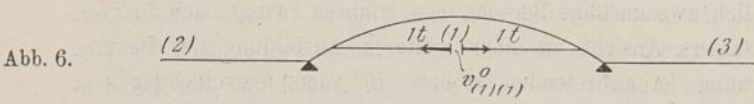
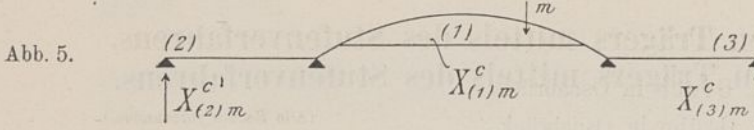
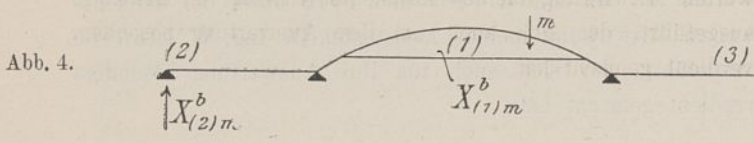
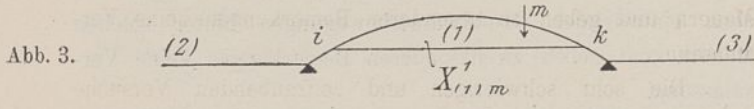
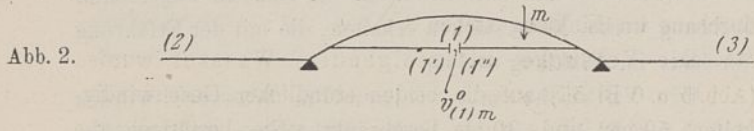
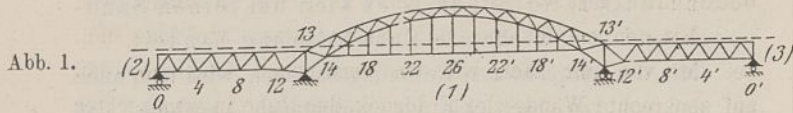
In dem Aufsätze „Zur Berechnung mehrfach statisch unbestimmter Tragwerke“ (Zentralblatt der Bauverwaltung 1907, S. 23) hat Professor Siegmund Müller in Charlottenburg gezeigt:

Es kann die Einflußlinie der *n*ten Unbekannten eines *n*fach statisch unbestimmten Trägers ermittelt werden, wenn die Einflußlinien für die *n* - 1 Unbekannten gegeben sind, die für den Träger bestehen nach Entfernung der Ursache der *n*ten statisch unbestimmten Größe (Auflagerbedingung, Stab usw). Ist die Einflußlinie der *n*ten statisch unbestimmten Größe ermittelt auf Grund der Unterlagen, die der *n* - 1 fach statisch unbestimmte Träger abgibt, so können die *n* - 1 bereits bekannten Einflußlinien der statisch unbestimmten Größen des *n* - 1 fach statisch unbestimmten Trägers auf die für den *n*fach statisch unbestimmten Träger gültige Form gebracht werden. Nach dieser Umformung sind die *n* Einflußlinien der *n* statisch unbestimmten Größen des Trägers gegeben.

Das angegebene Verfahren besteht in der gleichsam stufenweisen Berechnung der unbekanntenen Größen eines

mehrfach statisch unbestimmten Trägers. Dieses außerordentlich zweckmäßige Berechnungsverfahren zwingt nach des Verfassers Ansicht zu einer weiteren Ausbildung der Bezeichnung der auftretenden Größen. Bei einer Verschiebung *v* ist nicht allein eine Bezeichnung des Punktes, der verschoben wird, und des Angriffpunktes der Krafteinheit, die die Verschiebung verursacht, notwendig, sondern auch die Bezeichnung des Grades der statischen Unbestimmtheit des Trägers, für den die Verschiebung gilt. Hiernach sind für die Verschiebung *v* drei Zeiger erforderlich. Das gleiche gilt für die Bezeichnung der übrigen Größen, im besonderen für die gesuchten statisch unbestimmten Kräfte *X*. Der eine Zweck des vorliegenden Aufsatzes ist der Vorschlag einer geeigneten Bezeichnung für das erwähnte Berechnungsverfahren. Nur wenn eine zweckmäßige Bezeichnung vereinbart und allgemein angewandt wird, können die Vorzüge des Verfahrens voll zur Geltung kommen.

Es ist ein großer Mangel vieler Sätze und Begriffe der Statik, daß sie jeglicher Anschaulichkeit entbehren. Im besonderen mißfällt dem Verfasser aus diesem Grunde auch der vielgebrauchte Begriff „statisch unbestimmtes System“. Weder mit dem Begriff „statisch“ noch mit den Begriffen „unbestimmt“ und „System“ sind eindeutige und allgemein feststehende Vorstellungen verbunden. Ebenso wenig Vorstellbares wie die einzelnen Begriffe enthält die Verbindung der drei Begriffe. Ohne anschauliche Begriffe ist aber eine anschauliche Darstellung nicht möglich. Verfasser ist bestrebt gewesen, in dem vorliegenden Aufsätze zu zeigen, wie nach seiner Ansicht hier gebessert werden kann. Die auftretenden Größen sind entsprechend ihrer Art und Wirkung anschaulich bezeichnet, und die Gleichungen sind so aufgestellt, daß sie als die Darstellung einer bestimmten natürlichen Erscheinung am Träger klar erkennbar sind. Der andere Zweck dieses



Aufsatzes ist, die stetige Befolgung solcher Grundsätze bei Darstellungen aus dem Gebiete der Statik anzuregen.

Die Lösung der beiden Aufgaben, die sich Verfasser in dem vorliegenden Aufsätze gestellt hat, ist nicht allgemein, sondern an einem bestimmten Beispiele durchgeführt. Es ist hierzu der Hauptträger der Baumgartenbrücke bei Potsdam (Abb. 1) gewählt. Der Bauentwurf dieser Brücke war um die Zeit nach dem Erscheinen des eingangs erwähnten Aufsatzes fertiggestellt. Es handelte sich um die Frage, ob es angängig sei, die in den Seitenöffnungen vorgesehenen Gelenke nach Fertigstellung der Brücke für die Verkehrslasten aus-

Zustand		
Zwang-	Kraft-	Last-
0	.	m
1	.	m
b	.	m
c	.	m
0	(1)	.
0	(2)	.

zuschalten und welche Stäbe in diesem Falle zu verstärken seien. Verfasser wollte zu der erforderlichen Untersuchung das vom Professor S. Müller kurz vorher veröffentlichte Verfahren anwenden und wurde hierbei auf die in dieser Einleitung gegebenen Gedankengänge geführt. Die Form der nachstehend mitgeteilten Berechnung der statisch unbestimmten Kräfte des Trägers entspricht einer vom Verfasser zur genannten Zeit (1907) für die Baumgartenbrücke aufgestellten Rechnung.

**2. Der Träger.**

Der Brückenträger der Abb. 1 ist ein Stabwerkbogen, dessen Schub ein Zugband aufnimmt. Das Bogenstabwerk ist balkenartig nach beiden Seiten über die Auflager hinausgeführt und in seinen beiden Enden nochmals gestützt. Das linke der mittleren Auflager ist fest, die übrigen Auflager sind längsbeweglich in wagerechten Bahnen. Der Träger ist gegengleich zum Mittellot.

Die Stützen und Hängestangen der Quertträger sind an die unteren Knotenpunkte angeschlossen. Letztere sind von links zur Mitte fortlaufend beziffert. Die rechte Seite des Trägers ist gegengleich der linken beziffert und den Ziffern rechts oben ist ein Strich beigefügt. Neben dieser Bezifferung der Knotenpunkte sind bezeichnet:

ein beliebiger Querschnitt des Zugbandes mit (1), zu lesen: Zwangpunkt 1;

die Endknotenpunkte 0 und 0', in denen die beiden äußeren Stützkräfte angreifen, mit (2) und (3), zu lesen: Zwangpunkt 2 und Zwangpunkt 3.

**3. Die Zwangzustände des Trägers.**

Wird (Abb. 2) aus dem Zugbande im Punkte (1) eine kleine Scheibe herausgeschnitten, so daß die entstehenden Endquerschnitte 1' und 1'' sowohl genähert als auch entfernt werden können, und werden die Auflagerbahnen unter den Punkten (2) und (3) entfernt, so sind bei der vorliegenden Gliederung und Lagerung des Trägers für jede Belastung die beiden mittleren Stützkräfte und sämtliche Stabkräfte mit Hilfe der Gleichgewichtsbedingungen bestimmbar. Während in der Nullgröße aufgebrauchte Lasten bis zu ihrer Endgröße wachsen, entstehen, abgesehen

von den beiden Stützkräften und den Stabkräften, keine Kräfte, die die Formänderung des Trägers beeinflussen. Die Formänderung des Trägers im Zustande der Abb. 2 unter einer beliebigen Belastung ist demnach allein bedingt durch die gegebenen Lasten, ein weiterer unbekannter Zwang besteht nicht. Für jede Belastung innerhalb der zulässigen Grenzen kann somit nach einer Berechnung der Stabkräfte mittels der Gleichgewichtsbedingungen und der aus den Kräften folgenden Längenänderungen der Stäbe die Gestalt des Trägers unter der Belastung (die Durchbiegung) ermittelt werden. Der Träger im Zustande der Abb. 2 werde

Abb. 8.

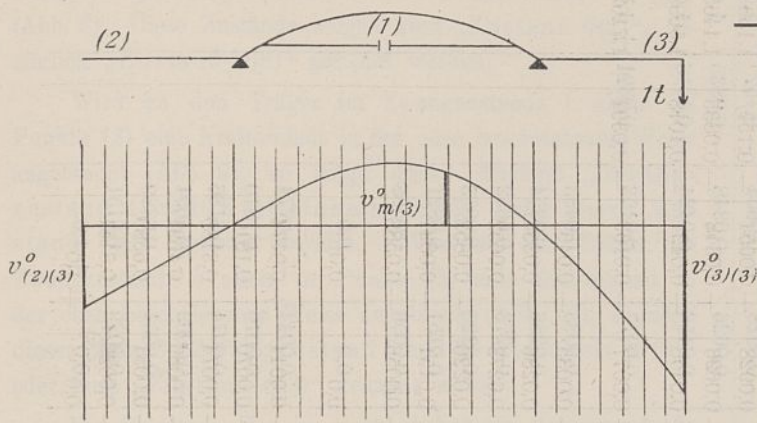


Abb. 9.

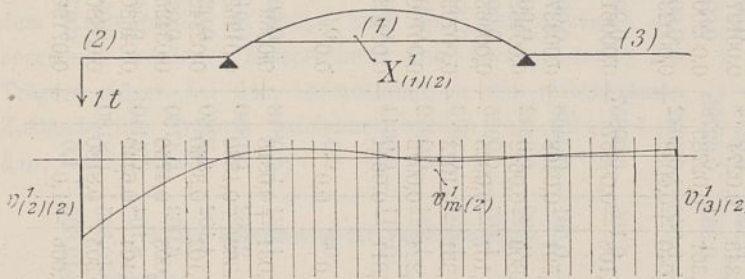


Abb. 10.

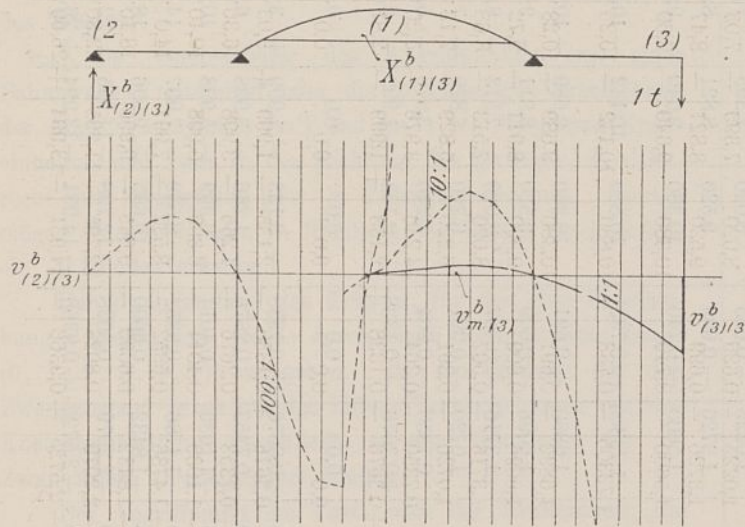


Abb. 11.

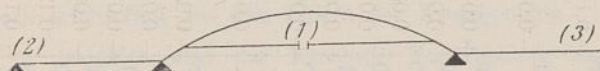
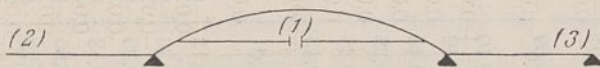


Abb. 12.



Zwang-| Kraft-  
Zustand

0 (3)  
1 (2)  
b (3)  
2  
3

Bezug auf die beim zwangfreien Träger in (1) herausgeschnittene Scheibe den genannten Formänderungszwang zu erklären als einen Zwang für die Schnittflächen (1') und (1'') (Abb. 2), auch nach der Formänderung des Trägers unter einer Belastung den durch die herausgeschnittene kleine Scheibe gegebenen Abstand nicht zu ändern.

Der Träger im Zustande der Abb. 3 werde „im Punkte (1) gezwungen“ genannt. Punkt (1) werde als ein Zwangpunkt, insbesondere als ein „Stabzwangpunkt“ bezeichnet, und es werde von einem „Zwangzustande 1“ des Trägers gesprochen.

Wird unter Punkt (2) des zwangfreien Trägers (Abb. 2) eine (wagerechte) Auflagerbahn gebracht und Punkt (2) in dieser so geführt, daß er die Bahn nicht verlassen kann (Abb. 11), so möge der Träger „im Punkte (2) gezwungen“ genannt, der Punkt (2) als ein Zwangpunkt, insbesondere als ein „Bahn-, Stütz- oder Auflagerzwangpunkt“ bezeichnet und von einem „Zwangzustande 2“ des Trägers gesprochen werden. Entsprechendes gelte für den „Zwangpunkt (3)“ des rechten Auflagers (Abb. 12).

Die Zwangzustände 1, 2 und 3 mögen unter der Bezeichnung „Zwangzustände a“ zusammengefaßt werden. Ein Zwangzustand a ist somit ein Trägerzustand, für den ein Formänderungszwang besteht.

Wird der zwangfreie Träger (Abb. 2) zugleich in den Punkten (1) und (2) gezwungen (Abb. 4), so werde dieser Zustand „Zwangzustand b“ genannt. Wird der zwangfreie Träger (Abb. 2) zugleich in den Punkten (1), (2) und (3) gezwungen (Abb. 5), so werde dieser Zustand „Zwangzustand c“ genannt. Der Zwangzustand c des Trägers entspricht der Wirklichkeit und ist gleich dem Zustande des Trägers der Abb. 1. Die in den Zwangpunkten unter einer Belastung des Trägers entstehenden Kräfte mögen „Zwangkräfte“ (Stabzwangkräfte, Bahnzwangkräfte) genannt werden.

4. Die Kraftzustände des Trägers.

Werden an den zwangfreien Träger in (1), d. h. in den Querschnitten (1') und (1'') in der Stabrichtung Kräfteinheiten angebracht, die die Querschnitte voneinander entfernen (Abb. 6), so ist

dieser Zustand beschrieben durch die Worte „Zwangzustand 0 mit Kräfteinheit in (1)“ und möge kurz „Zustand 0(1)“ genannt werden. Bei dieser Bezeichnungsweise soll die erste Angabe hinter „Zustand“ sich stets auf den Zwang, die zweite Angabe sich stets auf den Angriffspunkt der Kräfteinheit beziehen.

Wird an den zwangfreien Träger in dem Bahnzwangpunkte (2) oder (3) eine Kräfteinheit lotrecht zur Bahn so angebracht, daß sie das Lager drückte, wenn es vorhanden wäre, so sind diese Zustände beschrieben durch die Worte „Zwangzustand 0 mit Kräfteinheit in (2)“ (Abb. 7),

„zwangfrei“ genannt. Auch möge von einem „Zwangzustande 0“ gesprochen werden.

Wird das Zugband des zwangfreien Trägers in Punkt (1) geschlossen (Abb. 3), so sind die Stabkräfte mittels der Gleichgewichtsbedingungen allein nicht mehr bestimmbar, da bei der Formänderung des Trägers unter der Belastung im Zugbande eine der Größe nach unbekannte Kraft entsteht. Die Größe dieser Kraft folgt aus der Bedingung, daß die Abstandänderung der Angriffspunkte *ik* des Zugbandes gleich der Längenänderung des Zugbandes sein muß. Für die weitere Betrachtung und Rechnung ist es vorteilhaft, mit

Die Berechnung eines mehrfach gezwungenen Trägers mittels des Stufenverfahrens.

<i>m</i>	$v_m^{(1)}$ in $mm t^{-1}$	$X_{(1)m}^1$ in t	$X_{(1)(2)m}^1$ in mm	$v_m^{(2)}$ in $mm t^{-1}$	$v_m^{(2)}$ in $mm t^{-1}$	$v_m^{(2)}$ in $mm t^{-1}$	$X_{(2)m}^b$ in t	$X_{(2)(3)m}^b$ in t	$X_{(2)(3)m}^b$ in mm	$X_{(2)(3)m}^b$ in mm	$X_{(2)(3)m}^b$ in mm	$10 + 11$ in mm	$v_m^{(3)}$ in $mm t^{-1}$	$v_m^{(3)}$ in $mm t^{-1}$	$X_{(3)m}^c$ in t	$X_{(3)m}^c$ in t	$X_{(3)m}^c$ in t	$X_{(3)m}^c$ in t	$X_{(3)m}^c$ in t	$X_{(3)m}^c$ in t
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1																				
0	-5,81	-2,40	-13,93	+26,6	+12,67	+1,0	+2,4	0,0	+1,915	-14,931	-13,016	+13,02	0,004	0,0	0,0	+1,0	+1,0	+2,4	0,0	
2	-4,98	-2,06	-11,94	22,3	10,36	0,818	1,9640	-0,6960	1,603	-12,798	-11,195	11,16	-0,035	-0,0028	-0,000215	0,8180	0,8152	1,96	-0,10	
4	-4,15	-1,72	-9,95	18,1	8,15	0,644	1,5450	-0,1750	1,302	-10,665	-9,363	9,30	-0,063	-0,0050	-0,000360	0,6440	0,6390	1,535	-0,185	
6	-3,32	-1,38	-7,96	14,0	6,04	0,477	1,1440	-0,2360	1,008	-8,532	-7,524	7,44	-0,084	-0,0067	-0,000482	0,4770	0,4703	1,113	-0,25	
8	-2,49	-1,03	-5,97	10,1	4,13	0,326	0,7825	-0,2475	0,727	-6,399	-5,672	5,58	-0,092	-0,0073	-0,000525	0,3260	0,3187	0,765	-0,265	
10	-1,66	-0,686	-3,98	6,36	2,38	0,188	0,4510	-0,2350	0,457	-4,266	-3,809	3,72	-0,089	-0,0071	-0,000511	0,1880	0,1809	0,434	-0,252	
12	-0,83	-0,343	-1,99	+3,03	+1,04	+0,0821	+0,1970	-0,1460	+0,218	-2,133	-1,915	1,86	-0,055	-0,0044	-0,000317	+0,0818	+0,0774	+0,1858	-0,157	
13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
14	+0,83	+0,343	+1,99	-2,81	-0,82	-0,0648	-0,1555	+0,1875	-0,202	+2,133	+1,931	1,86	+0,071	+0,0056	+0,000403	-0,0644	-0,0588	-0,1412	+0,2018	
16	1,65	0,682	3,96	-5,20	-1,24	-0,0979	-0,2346	0,4474	-0,374	4,240	3,866	3,68	0,186	0,0148	0,001064	-0,0968	-0,0820	-0,1970	0,4850	
18	2,42	1,0	5,81	-7,18	-1,37	-0,1082	-0,2598	0,7402	-0,517	6,220	5,703	5,43	0,273	0,0217	0,00156	-0,1066	-0,0849	-0,2088	0,7962	
20	3,12	1,59	7,48	-8,68	-1,20	-0,0948	-0,2275	1,0225	-0,625	8,020	7,395	7,05	0,345	0,0274	0,00197	-0,0928	-0,0654	-0,157	1,133	
22	3,70	1,53	8,89	-9,72	-0,83	-0,0656	-0,1574	1,3726	-0,699	9,520	8,821	8,47	0,351	0,02785	0,002005	-0,0626	-0,0348	-0,0835	1,4465	
24	4,04	1,67	9,70	-10,28	-0,58	-0,0458	-0,1100	1,5600	-0,740	10,380	9,640	9,60	+0,040	+0,0032	+0,000323	-0,0456	-0,0424	-0,1018	1,5682	
26	4,23	1,75	10,16	-10,25	-0,09	-0,0071	-0,0170	1,73305	-0,738	10,880	10,142	10,25	-0,108	-0,00857	-0,000617	-0,0077	-0,0163	-0,0391	+1,7109	
24'	4,04	1,67	9,70	-9,60	+0,10	+0,0079	+0,0190	1,6890	-0,691	10,380	9,689	10,28	-0,591	-0,0468	-0,00337	+0,0035	-0,0433	-0,0433		
22'	3,70	1,53	8,89	-8,47	0,42	0,0332	0,0796	1,6096	-0,609	9,520	8,911	9,72	-0,809	-0,0642	-0,00462	+0,0286	-0,0354	-0,0354		
20'	3,12	1,29	7,48	-7,05	0,43	0,0340	0,0816	1,3716	-0,507	8,020	7,513	8,68	-1,167	-0,0925	-0,00665	+0,0273	-0,0652	-0,0652		
18'	2,42	1,0	5,81	-5,43	0,38	0,0300	0,0720	1,0720	-0,391	6,220	5,829	7,18	-1,351	-0,1073	-0,00795	+0,0220	-0,0853	-0,0853		
16'	1,65	0,682	3,96	-3,68	0,28	0,0221	0,0530	0,7350	-0,264	4,240	3,976	5,20	-1,224	-0,0972	-0,00700	+0,0151	-0,0821	-0,0821		
14'	+0,83	+0,343	+1,99	-1,86	+0,13	+0,01028	+0,0246	+0,3676	-0,1338	+2,133	+1,999	2,81	-0,811	-0,0644	-0,00463	+0,0056	-0,0588	-0,0588		
13'	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
12'	-0,83	-0,343	-1,99	+1,86	-0,13	-0,01028	-0,02465	-0,3676	+0,1338	-2,133	-1,999	3,03	+1,031	+0,0818	+0,0059	-0,0044	+0,0774	+0,0774		
10'	-1,66	-0,686	-3,98	3,72	-0,26	-0,02056	-0,04930	-0,7353	0,2676	4,266	3,998	6,36	2,362	0,1880	0,01352	-0,0070	0,1810	0,1810		
8'	-2,49	-1,03	-5,97	5,58	-0,39	-0,03084	-0,07385	-1,1039	0,4014	6,399	5,998	10,10	4,102	0,3260	0,02342	-0,0074	0,3186	0,3186		
6'	-3,32	-1,38	-7,96	7,44	-0,52	-0,04112	-0,09860	-1,4786	0,5352	8,532	7,997	14,0	6,003	0,4760	0,03425	-0,0069	0,4691	0,4691		
4'	-4,15	-1,72	-9,95	9,30	-0,65	-0,05140	-0,12325	-1,8432	0,6690	10,665	9,996	18,10	8,104	0,6440	0,04630	-0,0051	0,6389	0,6389		
2'	-4,98	-2,06	-11,94	11,16	-0,78	-0,06168	-0,14790	-2,2079	0,8028	12,798	-11,995	22,30	10,303	0,8180	0,05880	-0,0029	0,8151	0,8151		
0'	-5,81	-2,40	-13,93	+13,02	-0,91	-0,07196	-0,17255	-2,5725	+0,9366	-14,931	-13,994	+26,60	+12,606	+1,0	+0,07196	0,0	+1,0	+1,0		

bezüglich „Zwangzustand 0 mit Krafteinheit in (3)“ (Abb. 8). Diese Zustände mögen kurz „Zustand 0(2)“, bezüglich „Zustand 0(3)“ genannt werden.

Wird an den Träger im Zwangzustande 1 allein im Punkte (2) eine Krafteinheit in der oben beschriebenen Weise angebracht (Abb. 9), so möge dieser Zustand „Zwangzustand 1 mit Krafteinheit in (2)“ oder kurz „Zustand 1(2)“ genannt werden. Wird an den Träger im Zwangzustande  $b$  allein im Punkte (3) eine Krafteinheit in der oben beschriebenen Weise angebracht (Abb. 10), so möge dieser Zustand „Zwangzustand  $b$  mit Krafteinheit in (3)“ oder kurz „Zustand  $b(3)$ “ genannt werden.

Die Belastung des in einem beliebigen Zwangzustande befindlichen Trägers mit einer (wandernden) Lasteinheit in dem Knotenpunkte  $m$  möge kurz als „Lastzustand  $m$ “ bezeichnet werden. Entsprechend dem Zwangzustande des Trägers mögen bei dem Lastzustande  $m$  die verschiedenen Zustände des Trägers bezeichnet werden mit „0  $m$ , 1  $m$ ,  $b m$ ,  $c m$ “ (Abb. 2 bis 5).

#### 5. Die Bezeichnung der Verschiebungen.

Es bedeute:

$v_m$  die lotrechte Seitenverschiebung eines Knotenpunktes  $m$  des Trägers,

$v_{(m)}$  die Verschiebung des Angriffspunktes ( $m$ ) einer Bahnzwang-Krafteinheit oder die gegenseitige Verschiebung der Angriffquerschnitte ( $m'$ ) und ( $m''$ ) von Stabzwang-Krafteinheiten und zwar in der Richtung des Zwanges, d. h. lotrecht zur Zwangbahn oder in Zwangstabrichtung. Hierbei mögen Verschiebungen in Richtung der Lasten (nach unten) ein + Zeichen erhalten.

Der Zwangzustand des Trägers, für den eine Verschiebung  $v$  gelten soll, werde durch einen hochgestellten Zeiger (0, 1, 2, 3,  $b$ ,  $c$ ) angegeben. Da die Stellung der den Zwangzustand bezeichnenden Ziffern Verwechslungen mit den Knotenpunktziffern ausschließt, so sind Klammern für die Zwangziffern (Zwangzeiger) unnötig.

Der Angriffspunkt der Last- oder der Krafteinheit, die die Verschiebung verursacht, werde angegeben durch einen zweiten tiefgestellten Zeiger [ $m$ , (1), (2), (3)]. Hier sind Klammern erforderlich bei den Ziffern der Zwangpunkte.

$v_{m(1)}^0$  bedeutet also die lotrechte Verschiebung des Punktes  $m$  beim Zwangzustande 0 infolge der in (1) aufgebrauchten Krafteinheiten (Abb. 6).

$v_{(1)(1)}^0$  bedeutet die gegenseitige Verschiebung der Querschnitte in (1) beim Zwangzustande 0 infolge der in (1) aufgebrauchten Krafteinheiten in deren Richtung.

Die Bezeichnung der Stabkräfte, der Stützkkräfte, der Zwangkräfte, der Formänderungen usw. entspricht hinsichtlich der Zeiger der für die Verschiebungen entwickelten Anordnung.

#### 6. Die Formänderungs-Grundlagen zur Berechnung der Zwangkräfte.

Sind die Zwangkräfte für jede Stellung einer Lasteinheit auf dem Träger bekannt, so können für jede Stellung einer Lasteinheit mit Hilfe der Gleichgewichtsbedingungen die Stab- und Stützkkräfte ermittelt werden. Es kommt also darauf an, die Größen der Zwangkräfte für jede Stellung einer Last-

einheit auf dem Träger zu ermitteln. Wie aus den weiteren Entwicklungen folgt, sind zur Berechnung dieser Zwangkräfte die Biegelinien des Trägers für die Zustände 0(1), 0(2) und 0(3) (Abb. 6, 7, 8), ferner die Verschiebung  $v_{(1)(1)}^0$  (Abb. 6) der Zwangstab-Querschnitte erforderlich. Es werde angenommen, daß diese Biegelinien und die Verschiebung auf irgend eine Art ermittelt<sup>1)</sup> und die Durchbiegungen in die Spalten 2, 5, 13 der nebenstehenden Tafel in  $\text{mmt}^{-1}$  eingetragen seien.  $v_{(1)(1)}^0$  sei gleich  $2,42 \text{ mmt}^{-1}$  ermittelt. Zu beachten ist, daß die Biegelinie für den Zustand 0(3) gegengleich der Biegelinie für den Zustand 0(2) ist, so daß tatsächlich im vorliegenden Falle nur zwei Biegelinien zu berechnen sind.

#### 7. Die Zwangskraft des Zwangzustandes 1.

Steht eine Lasteinheit in dem beliebigen Punkte  $m$  des Trägers im Zwangzustande 1 (Abb. 3), so verursacht diese Lasteinheit im Zugbande die Zwangskraft  $X_{(1)m}^1$  in  $t$ , die durch die folgenden Formänderungsbedingungen bestimmt ist.<sup>2)</sup> Die Lasteinheit = 1  $t$  in Punkt  $m$  auf dem zwangsfreien Träger (Abb. 2) verschiebt die Stabquerschnitte in (1) gegeneinander um  $1 t v_{(1)m}^0$ .

Beim Zwangzustande 0 auf die Stabquerschnitte in (1) wirkende Krafteinheiten = 1  $t$  (vgl. Abb. 6) verschieben die Stabquerschnitte in (1) um  $1 t v_{(1)(1)}^0$ . Über den Richtungssinn dieser Krafteinheiten sei nichts festgesetzt, so daß  $1 t v_{(1)(1)}^0$  ohne Vorzeichen ist. Für den in (1) gezwungenen Träger (Abb. 3) besteht für die Lasteinheit = 1  $t$  in Punkt  $m$  die Bedingung

$$1) \quad 1 t v_{(1)m}^0 - X_{(1)m}^1 v_{(1)(1)}^0 = 0.$$

Die Verschiebung  $v_{(1)m}^0$  ist eine Verschiebung für die Lasteinheit, ihre Art (Dimension) mithin gleich  $\frac{\text{Strecke}}{\text{Kraft}}$ , im vorliegenden Falle  $\frac{\text{Millimeter}}{\text{Tonne}}$  oder  $\text{mmt}^{-1}$ . Die gleiche Art hat die Verschiebung  $v_{(1)(1)}^0$ .

Die beiden Größen der Gleichung 1, nämlich  $1 t v_{(1)m}^0$  und  $X_{(1)m}^1 v_{(1)(1)}^0$ , sind somit der Art nach gleich Kraft  $\frac{\text{Strecke}}{\text{Kraft}}$ , d. h. Strecken. Das — Zeichen in der Gleichung 1 bedeutet, daß die Verschiebung  $X_{(1)m}^1 v_{(1)(1)}^0$  entgegengesetzt gerichtet ist der Verschiebung  $1 t v_{(1)m}^0$ .

1) Vgl. hierzu den — Die Biegelinie des Stabwerkes — betitelten Aufsatz des Verfassers auf S. 133 dieses Jahrganges.

2)  $X_{(1)m}^1$  ist die Spannkraft des Zugbandes in  $t$  infolge einer Lasteinheit = 1  $t$  auf dem Träger. Streng genommen ist daher die Art (Dimension) der Größe  $X_{(1)m}^1$  gleich  $\frac{\text{Spannkrafteinheit}}{\text{Lasteinheit}}$ ; da beide Kräfte in  $t$  (Tonnen) gemessen werden, ergibt sich  $t t^{-1}$ . Niemals können nun aber die beiden Maßeinheiten  $t$  und  $t^{-1}$  gegeneinander weggehoben und  $X_{(1)m}^1$  für sich als Zahl erklärt werden, denn das  $t$  in  $t$  und  $t^{-1}$  stellt Größen (Erscheinungen) verschiedener Art dar. Wie oben festgestellt, ist es in dem einen Falle eine Spannkrafteinheit, in dem andern Falle eine Lasteinheit (Massenkrafteinheit). Da hier alle Betrachtungen für die Lasteinheit durchgeführt werden, so ist es entbehrlich, das  $t^{-1}$  durch die ganze Rechnung zu schleppen, und es ist zweckmäßig, die Größe  $X_{(1)m}^1$  ihrer Art nach gleich einer einfachen Kraft (Spannkraft) zu setzen.

Aus Gleichung 1 ergibt sich zunächst der Größe nach mit Rücksicht auf das Gesetz von der Gegenseitigkeit der Formänderungen<sup>3)</sup>

$$2) \quad X_{(1)m}^1 = \frac{v_{(1)m}^0}{v_{(1)(1)}^0} t = \frac{v_{m(1)}^0}{v_{(1)(1)}^0} t.$$

Hinsichtlich der Vorzeichen der  $X_{(1)m}^1$  ist zu beachten, daß bei dem Zustande 0(1) des Trägers (Abb. 6), dessen Biegelinie als bereits ermittelt vorausgesetzt ist, in dem Stabzwangpunkte (1) die Kräfteinheiten so angebracht sind, daß die Querschnitte voneinander entfernt werden. Bei diesem Verfahren folgt aus der Biegelinie, daß eine im Richtungssinne der Verschiebung eines Knotens  $m$  wirkende Kraft eine Zugkraft im Zwangstabe erzeugt. Da Lasten gleichsinnig den  $+v_{m(1)}^0$  wirken, so folgt, daß die  $X_{(1)m}^1$  die gleichen Vorzeichen erhalten wie die  $v_{m(1)}^0$ . Gleichung 2 gilt somit auch hinsichtlich der Vorzeichen.

Aus den in der Spalte 2 der Tafel (S. 495) in  $\text{mm t}^{-1}$  gegebenen  $v_{m(1)}^0$  und dem zu  $2,42 \text{ mmt}^{-1}$  gegebenen  $v_{(1)(1)}^0$  sind in der Spalte 3 die  $X_{(1)m}^1$  gemäß der Gleichung 2 berechnet. Die Spalte 3 ergibt im besonderen für die Lasteinheit in 0 oder (2) (Abb. 9)

$$3') \quad X_{(1)(2)}^1 = -2,40 \text{ t}$$

und für die Lasteinheit in 0' oder (3) ebenfalls

$$3'') \quad X_{(1)(3)}^1 = -2,40 \text{ t.}$$

**8. Die Zwangkräfte des Zwangzustandes  $b$ .**

Die Lasteinheit in  $m$  bewirkt für den Träger im Zwangzustande  $b$  (Abb. 4) in (2) die Stützkraft  $X_{(2)m}^b$ , in (1) die Stabkraft  $X_{(1)m}^b$ .

$X_{(2)m}^b$  ergibt sich aus folgenden Formänderungsbedingungen: Die Lasteinheit in  $m$  beim Zwangzustande 1 (Abb. 3) verschiebt den Punkt (2) um  $1 \text{ t } v_{(2)m}^1$ . Eine lotrecht zur Zwangbahn gerichtete Kräfteinheit in (2) beim Zwangzustande 1 (vgl. Abb. 9) verschiebt den Punkt (2) um  $1 \text{ t } v_{(2)(2)}^1$  aufwärts bezüglich abwärts. Über den Richtungssinn der verursachenden Kräfteinheit sei nichts festgesetzt, so daß  $v_{(2)(2)}^1$  ohne Vorzeichen ist. Für den Zustand  $bm$  des Trägers (Abb. 4) besteht die Bedingung

$$4) \quad 1 \text{ t } v_{(2)m}^1 - X_{(2)m}^b v_{(2)(2)}^1 = 0,$$

so daß sich zunächst hinsichtlich der Größe mit Rücksicht auf das Gesetz von der Gegenseitigkeit der Formänderungen ergibt

$$5) \quad X_{(2)m}^b = \frac{v_{(2)m}^1}{v_{(2)(2)}^1} t = \frac{v_{m(2)}^1}{v_{(2)(2)}^1} t.$$

Das — Zeichen in der Gleichung 4 bedeutet, daß die beiden Verschiebungen einander entgegengesetzt sind.

$X_{(2)m}^b$  ist eine Druckkraft und erhält ein + Zeichen, wenn beim Zustande 1  $m$  des Trägers (Abb. 3) durch die Last in  $m$  der freie Zwangpunkt (2) nach unten verschoben wird,  $v_{(2)m}^1$  und  $v_{m(2)}^1$  also ein + Zeichen haben. Die  $X_{(2)m}^b$  erhalten somit die Vorzeichen der  $v_{m(2)}^1$ , so daß Gl. 5 auch hinsichtlich der Vorzeichen gilt.

3) Vgl. hierüber den — Der Nacharbeitensatz des Stabwerkes — betitelten Aufsatzes des Verfassers im Zentralblatt der Bauverwaltung 1910, S. 406.

Die Verschiebungen  $1 \text{ t } v_{m(2)}^1$  (Abb. 9) sind zusammengesetzt aus den Verschiebungen  $1 \text{ t } v_{m(2)}^0$  (Abb. 7, Spalte 5) und den Verschiebungen  $X_{(1)(2)}^1 v_{m(1)}^0$  (Abb. 6). Da gemäß Gl. 3'  $X_{(1)(2)}^1 = -2,40 \text{ t}$ , also eine Druckkraft ist, die (in Richtung der Verschiebung  $v_{(2)(1)}^0$  wirkend) gleich den Kräfteinheiten der Abb. 6 die Zwangquerschnitte in (1) zu entfernen sucht, so sind die Verschiebungen  $X_{(1)(2)}^1 v_{m(1)}^0$  gleichsinnig den Verschiebungen der Abb. 6 und erhalten somit das Vorzeichen der  $v_{m(1)}^0$  in der Spalte 2.

Es ergibt sich also

$$6) \quad 1 \text{ t } v_{m(2)}^1 = 1 \text{ t } v_{m(2)}^0 + X_{(1)(2)}^1 v_{m(1)}^0$$

Durch die Spaltenangaben unter der Gleichung 6, die sich auf die vorstehende Tafel (S. 495) beziehen, ist der Rechnungsgang dargestellt. Hinfort wird allein in dieser Weise auf die in der Tafel durchgeführte Rechnung kurz hingewiesen werden.

Als Sonderwert für die Lasteinheit in 0 oder (2) ergibt die Spalte 6

$$7) \quad v_{(2)(2)}^1 = 12,67 \text{ mmt}^{-1}$$

Mit diesem Werte, der, wie oben festgesetzt ist, ohne Vorzeichen gilt, und mit den übrigen Werten der Spalte 6 sind gemäß Gleichung 5 die  $X_{(2)m}^b$  in der Spalte 7 berechnet.

$X_{(1)m}^b$  (Abb. 4) ist zusammengesetzt aus  $X_{(1)m}^1$  (Abb. 3) und dem Einfluß von  $X_{(2)m}^b$ . Eine lotrecht zur Zwangbahn aufwärts oder abwärts gerichtete Kräfteinheit in (2) bewirkt beim Zwangzustande 1 (vgl. Abb. 9 und die Gl. 3') in (1) die Stabkraft  $X_{(1)(2)}^1 \text{ t}^{-1} = 2,40 \text{ t t}^{-1}$ . Diese Stabkraft hat kein Vorzeichen, da über den Sinn der verursachenden Kräfteinheit nichts festgesetzt ist.  $X_{(2)m}^b$  bewirkt der Größe nach  $X_{(2)m}^b X_{(1)(2)}^1 \text{ t}^{-1} = 2,40 X_{(2)m}^b$  und zwar hat der Einfluß eines  $+X_{(2)m}^b$  ein + Zeichen, da er der Verschiebung  $v_{(2)(1)}^0$  (Abb. 6) gleichsinnig wirkt, also Zug im Zwangstabe verursacht. Mithin gilt:

$$8) \quad X_{(1)m}^b = X_{(1)m}^1 + X_{(2)m}^b X_{(1)(2)}^1 \text{ t}^{-1}$$

Insbesondere ergeben (Abb. 10)

die Spalte 7 für 0' oder (3)

$$9) \quad X_{(2)(3)}^b = -0,07196 \text{ t,}$$

die Spalte 9 für 0' oder (3)

$$10) \quad X_{(1)(3)}^b = -2,5725 \text{ t.}$$

4) Es ist geschrieben  $X_{(1)(2)}^1 \text{ t}^{-1}$ , da  $X_{(1)(2)}^1$  die Spannkraft im Zugbande für die Kräfteinheit in (2) bedeutet. Es ist Kräfteinheit und nicht Lasteinheit gesagt, da die Wirkung aufwärts oder abwärts gerichtet sein kann. Das  $\text{t}^{-1}$  ist hier ebenfalls eine äußere Kraft (vgl. die Bemerkung 2 S. 498), kann jedoch an dieser Stelle (innerhalb der Rechnung) nicht unterdrückt werden. Durch das Vielfachen mit der beliebig großen äußeren Kraft  $X_{(2)m}^b$  in  $\text{t}$  fällt das  $\text{t}^{-1}$  heraus, und es bleibt streng genommen das  $\text{t}$  der Spannkraft  $X_{(1)(2)}^1$  zurück. Die Schreibung  $2,40 X_{(2)m}^b$  (statt  $2,40 \text{ t t}^{-1} X_{(2)m}^b$ ), die eine Spann-

9. Die Zwangkräfte des Zwangzustandes c.

Die Lasteinheit in  $m$  bewirkt für den Träger im Zwangzustande  $c$  (Abb. 5) in (3) die Stützkraft  $X_{(3)m}^c$ , in (2) die Stützkraft  $X_{(2)m}^c$  und in (1) die Stabkraft  $X_{(1)m}^c$ .

$X_{(3)m}^c$  ergibt sich aus folgenden Formänderungsbedingungen. Die Lasteinheit in  $m$  beim Zwangzustande  $b$  (Abb. 4) bewegt den Zwangpunkt (3) um  $1 t v_{(3)m}^b$ . Eine lotrecht zur Zwangbahn gerichtete Krafteinheit in (3) beim Zwangzustande  $b$  (vgl. Abb. 10) verschiebt den Zwangpunkt (3) um  $1 t v_{(3)m}^b$  aufwärts bezüglich abwärts. Für den Zwangzustand  $c$  (Abb. 5) besteht die Bedingung

$$11) \quad 1 t v_{(3)m}^b - X_{(3)m}^c v_{(3)(3)}^b = 0,$$

so daß sich mit Rücksicht auf das Gesetz von der Gegenseitigkeit der Formänderungen ergibt

$$12) \quad X_{(3)m}^c = \frac{v_{(3)m}^b}{v_{(3)(3)}^b} t = \frac{v_{m(3)}^b}{v_{(3)(3)}^b} t.$$

Das  $-$  Zeichen in der Gleichung 11 bedeutet, daß die beiden Verschiebungen einander entgegengesetzt sind.

$X_{(3)m}^c$  ist eine Druckkraft und erhält ein  $+$  Zeichen, wenn beim Zustande  $bm$  (Abb. 4) durch die Last in  $m$  der freie Zwangpunkt (3) nach unten verschoben wird,  $v_{(3)m}^b$  und  $v_{m(3)}^b$  also ein  $+$  Zeichen haben. Die  $X_{(3)m}^c$  erhalten somit die Vorzeichen der  $v_{m(3)}^b$ .

Die Verschiebungen  $1 t v_{m(3)}^b$  (Abb. 10) sind zusammengesetzt aus den Verschiebungen  $1 t v_{m(3)}^0$  (Abb. 8), den  $X_{(2)(3)}^b v_{m(2)}^0$  (Abb. 7) und den  $X_{(1)(3)}^b v_{m(1)}^0$  (Abb. 6). Da gemäß Gl. 9  $X_{(2)(3)}^b = -0,07196 t$ , also eine Zugkraft ist und somit gleichsinnig der Lasteinheit in (2) wirkt (Abb. 7), so haben die Verschiebungen  $X_{(2)(3)}^b v_{m(2)}^0$  die Vorzeichen der  $v_{m(2)}^0$  der Sp. 5.

Da gemäß Gl. 10  $X_{(1)(3)}^b = -2,5725 t$ , also eine Druckkraft ist und somit gleich den Krafteinheiten der Abb. 6 die Zwangquerschnitte zu entfernen sucht, so sind die Verschiebungen  $X_{(1)(3)}^b v_{m(1)}^0$  gleichgerichtet den Verschiebungen der Abb. 6 und erhalten die Vorzeichen der  $v_{m(1)}^0$  der Sp. 2. Es gilt somit

$$13) \quad 1 t v_{m(3)}^b = 1 t v_{m(3)}^0 + X_{(2)(3)}^b v_{m(2)}^0 + X_{(1)(3)}^b v_{m(1)}^0$$

Als Sonderwert für die Lasteinheit in  $0'$  oder (3) ergibt die Sp. 14

$$14) \quad v_{(3)(3)}^b = 12,606 \text{ mm } t^{-1}.$$

Mit diesem Werte, der, wie oben festgesetzt ist, ohne Vorzeichen gilt, und mit den übrigen Werten der Spalte 14 sind gemäß Gl. 12 die  $X_{(3)m}^c$  in der Spalte 15 berechnet.

Eine lotrecht zur Zwangbahn auf- oder abwärts gerichtete Krafteinheit in (3) beim Zwangzustande  $b$  des Trägers (vgl.

kraft darstellen soll, tatsächlich aber das Vielfache einer äußeren Kraft darstellt, ist somit nicht streng richtig, vereinfacht jedoch die Schreibung und führt zu keinen Irrtümern.

Abb. 10) bewirkt in (2) gemäß Gl. 9 die Stützkraft  $X_{(2)(3)}^b t^{-1} = 0,07196 t t^{-1}$  (ohne Vorzeichen).

$X_{(3)m}^c$  bewirkt der Größe nach  $X_{(3)m}^c X_{(2)(3)}^b t^{-1} = 0,07196 X_{(3)m}^c$ . Da ein  $+ X_{(3)m}^c$ , wie aus Gl. 9 folgt, ein  $+ X_{(2)(3)}^b$  erzeugt, so erhalten die  $0,07196 X_{(3)m}^c$  die Vorzeichen der  $X_{(3)m}^c$ . Es gilt somit

$$15) \quad X_{(2)m}^c = X_{(2)m}^b + X_{(3)m}^c X_{(2)(3)}^b t^{-1}$$

Die Stützkraften  $X_{(2)m}^c$  müssen sich, bezogen auf das Mittellot des Trägers, gegengleich den Stützkraften  $X_{(3)m}^c$  ergeben. Kann auf diese Probe verzichtet werden, so ist bei dem gegengleichen Träger nach der Berechnung der  $X_{(3)m}^c$  die Berechnung der  $X_{(2)m}^c$  unnötig. Die Vergleichung der Spalten 15 und 17 zeigt die mit dem Rechenschieber erreichte Genauigkeit der Werte.

$X_{(1)m}^c$  (Abb. 5) ist zusammengesetzt aus  $X_{(1)m}^1$  (Abb. 3) und den Einflüssen der Kräfte  $X_{(3)m}^c$  und  $X_{(2)m}^c$ . Eine lotrecht zur Zwangbahn auf- oder abwärts gerichtete Krafteinheit in (3) beim Zwangzustande 1 (vgl. Abb. 3) bewirkt in (1) gemäß Gl. 3'' die Zwangkraft  $X_{(1)(3)}^1 t^{-1} = 2,40 t t^{-1}$  (ohne Vorzeichen).  $X_{(3)m}^c$  bewirkt somit der Größe nach  $X_{(3)m}^c X_{(1)(3)}^1 t^{-1} = 2,40 X_{(3)m}^c$ . Da ein  $+ X_{(3)m}^c$ , wie aus Gl. 3'' folgt, eine Zugkraft im Zwangstabe verursacht, so erhalten die Einflüsse aus  $X_{(3)m}^c$  auf  $X_{(1)m}^c$  die Vorzeichen der  $X_{(3)m}^c$ . In gleicher Weise ergibt sich der Einfluß aus  $X_{(2)m}^c$  auf  $X_{(1)m}^c$  aus der Gl. 3' mit dem Vorzeichen der  $X_{(2)m}^c$  zu  $X_{(2)m}^c X_{(1)(2)}^1 t^{-1} = 2,40 X_{(2)m}^c$ .

Es gilt somit

$$16) \quad X_{(1)m}^c = X_{(1)m}^1 + X_{(3)m}^c X_{(1)(3)}^1 t^{-1} + X_{(2)m}^c X_{(1)(2)}^1 t^{-1}.$$

Wegen der Gegengleichheit des Trägers zum Mittellot ist gemäß den Gl. 3' und 3''

$$17) \quad X_{(1)(3)}^1 = X_{(1)(2)}^1,$$

mithin folgt aus Gleichung 16

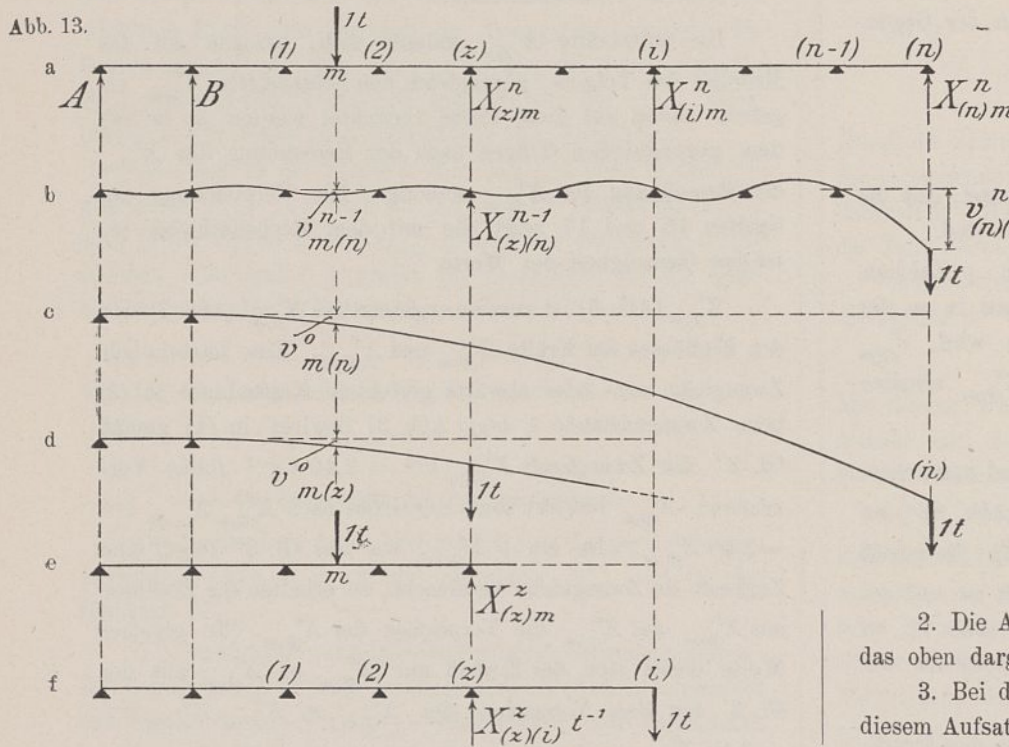
$$18) \quad X_{(1)m}^c = X_{(1)m}^1 + X_{(1)(2)}^1 (X_{(3)m}^c t^{-1} + X_{(2)m}^c t^{-1})$$

Die  $X_{(1)m}^c$  müssen sich gegengleich zum Mittellote ergeben (vgl. die Spalte 18, die die erreichte Genauigkeit erkennen läßt).

Die Einflußwerte der drei Zwangkräfte des Brückenträgers sind somit in den Spalten 15, 17 und 20 der Tafel (S. 495) gegeben. Mit Hilfe dieser Werte und der Gleichgewichtsbedingungen können für jede Belastung des Trägers sämtliche Stab- und Stützkraften ermittelt werden.

10. Die allgemeinen Formeln.

Dem dargelegten Verfahren zur Berechnung der Einflußwerte der Zwangkräfte dürfte in der Überschrift treffend die Bezeichnung „Stufenverfahren“ beigelegt sein. Dieses Verfahren kann nunmehr auf Grund der eingeführten Begriffe und Bezeichnungen kurz allgemein dargestellt werden. Zu dieser Darstellung ist es notwendig, auch für die Bezeichnung der Zwangzustände Zahlen anzuwenden, also statt wie bisher 1, b, c, d... zu schreiben 1, 2, 3, 4... n. Als Beispiel diene ein Balken auf n+2 Stützen, d. h. ein einfacher Balken AB (Abb. 13, a), dessen Verlängerung über das rechte Auflager in Punkten 1, 2... x... i... n-1, n gestützt ist.



Sind für den n-1 fach gezwungenen Träger die Einflußwerte der Zwangkräfte ermittelt und wird der Träger dem nten Zwange unterworfen, so sind die Einflußwerte des nten Zwanges bestimmt durch die Biegelinie des Trägers für den Zustand (n-1)n und die Verschiebung des Zwangpunktes n hierbei in der Krafrichtung (Abb. 13, b). Es gilt:

$$19) \quad X_{(n)m}^n = \frac{v_{m(n)}^{n-1}}{v_{(n)(n)}^{n-1}}$$

Die Verschiebungen  $v_{m(n)}^{n-1}$  sind zusammengesetzt aus Vielfachen der für die zwangsfreien Kräfteeinheitszustände bestimm- baren Verschiebungen. Es gilt, wenn (x) die Ordnungsziffer eines beliebigen Zwanges bedeutet (Abb. 13, b, c, d):

$$20) \quad v_{m(n)}^{n-1} = v_{m(n)}^0 + \sum_{x=1}^{x=n-1} X_{(x)(n)}^{n-1} v_{m(x)}^0$$

Bedeutet (i) die zwischen x und n+1 gelegene Ordnungsziffer eines beliebigen Zwanges, so ist die Zwangskraft in (x) für Zwangzustand n gleich (Abb. 13, a, e, f):

$$21) \quad X_{(x)m}^n = X_{(x)m}^z + \sum_{i=x+1}^{i=n} X_{(i)m}^n X_{(x)(i)}^z t^{-1}$$

11. Vorschläge.

Auf Grund der vorstehenden Ausführungen gestattet sich Verfasser vorzuschlagen:

1. Anstatt von „n fach statisch-unbestimmten Trägern“ hinfort zu sprechen von „n fach gezwungenen Trägern“ oder „Zwangsträgern nter Ordnung“, wo n die Zahl der Zwangsmittel bedeutet.
2. Die Annahme der Bezeichnung „Stufenverfahren“ für das oben dargestellte Berechnungsverfahren.
3. Bei der Anwendung des Stufenverfahrens sich der in diesem Aufsatz angewandten Bezeichnungsweise so lange zu bedienen, bis eine zweckmäßigere Bezeichnung gefunden wird.

Der Bau des Panamakanals.

Von Eugen Tinceuzer,\*) Geheimer Baurat.

(Alle Rechte vorbehalten.)

Die Nachrichten, welche über den Bau des Panamakanals zu uns gelangt sind, lassen erkennen, daß dieses gewaltige Unternehmen von den Amerikanern nicht allein mit großer Umsicht und Tatkraft begonnen, sondern auch dauernd rüstig gefördert ist. Im besondern wird dies durch einen kürzlich eingegangenen Bericht des Regierungsbau- meisters Quedefeld bestätigt, der dem deutschen General- konsulat in Neuyork beigegeben ist und jüngst die Bauten am Kanal besichtigt hat. — Es darf deshalb wohl erwartet werden, daß die Eröffnung des Kanals, wie der Chefingenieur Oberst Goethals in Aussicht gestellt hat, im Jahre 1915 stattfinden kann, selbstverständlich wenn nicht größere Natur- ereignisse oder Seuchen hindernd eintreten.

Damit wird ein Gedanke verwirklicht, der sehr bald nach der Entdeckung der neuen Welt rege wurde und mehrfach

\*) Vortrag, gehalten im Ministerium der öffentlichen Arbeiten in Berlin.

im Laufe der darauf verflossenen vier Jahrhunderte aufge- nommen und verfolgt worden ist. Spanier, Engländer, Portu- giesen und Franzosen haben sich mit dieser großen Aufgabe befaßt, aber das erhoffte Ziel nicht erreicht. Die Schwierig- keiten, die sich ihnen entgegenstellten, waren zu groß, als daß sie mit den damals bekannten Mitteln der technischen und hygienischen Wissenschaften hätten überwunden werden können. Erst die großen Fortschritte der Neuzeit auf diesen Gebieten haben es ermöglicht, daß dieses mächtigste und bedeutendste Wasserbauwerk der Welt zu einem glücklichen Ende geführt werden wird.

Bei der geographischen Lage der mittelamerikanischen Landenge war es nur zu natürlich, daß sich auf ihr bald ein reger Vekehr von Ozean zu Ozean einstellen mußte, der ent- sprechend der Besiedlung der neuen Welt und der Verwertung der dort aufgefundenen reichen Bodenschätze im Laufe der Zeit immer größeren Umfang annahm. Bis zur Mitte des



vorigen Jahrhunderts hatte man sich mit gepflasterten Landstraßen beholfen, die von verschiedenen Küstenpunkten des Atlantischen Ozeans ausgingen und fast alle bei Panama, das bereits im Jahre 1517 gegründet worden war, endigten. An ihre Stelle trat im Jahre 1855 die Panama-Eisenbahn; aber auch sie war nach verhältnismäßig kurzer Zeit nicht mehr imstande, bei dem sich ständig weiter entwickelnden Verkehr den Ansprüchen der Neuzeit zu genügen. In der Erkenntnis dieses Umstandes ließ sich die Panama-Eisenbahngesellschaft im Jahre 1867 ihre Konzession für den Bahnbau von den Vereinigten Kolumbischen Republiken dahin erweitern, daß sie für einen Zeitraum von 99 Jahren allein das Recht hatte, weitere Bahnverbindungen oder einen Seekanal auf dem Isthmus von Panama herzustellen und zu betreiben.

Unter der Führung von Ferdinand de Lesseps gelang es jedoch einer französischen Gesellschaft, diese Konzession an sich zu bringen. Wie bekannt, beabsichtigte Lesseps, durch die Erfolge beim Bau und Betriebe des Suezkanals ermutigt, einen Meeresspiegelkanal zu bauen, dessen Kosten damals auf rund eine Milliarde Mark veranschlagt wurden und für den eine Bauzeit von zwölf Jahren angenommen war. Mit dem Bau wurde im Jahre 1881 begonnen; aber schon acht Jahre später waren ungeheure Summen verwendet, ohne daß in absehbarer Zeit mit der Fertigstellung gerechnet werden konnte. Die Gesellschaft geriet bekanntlich in Verfall; sie hatte eine Summe von etwa 1100 Mill. Mark verausgabt und rund 50 Mill. cbm Boden gefördert. Auch eine zweite französische Gesellschaft, die sich im Jahre 1894 bildete und einen Schleusenkanal ausführen wollte, war nicht imstande, die Bauarbeiten am Kanal wesentlich zu fördern; es muß ihr aber nachgerühmt werden, daß sie während ihrer Tätigkeit auf dem Isthmus ausgezeichnete Vorarbeiten geleistet hat, die auch später beim amerikanischen Kanalbau sich als sehr wertvoll erwiesen haben.

Der Präsident Grant der Vereinigten Staaten hatte schon während seiner Amtszeit auf die Bedeutung eines die beiden Ozeane verbindenden Kanals unter amerikanischer Oberhoheit hingewiesen; aber erst der spanisch-amerikanische Krieg des Jahres 1898 gab den Amerikanern Veranlassung, diesem Kanalunternehmen tatkräftig näherzutreten, nachdem sich das Fehlen einer Kanalverbindung zwischen beiden Meeren als ein großer Nachteil für ihre Kriegführung herausgestellt hatte. Nach eingehender Untersuchung des Isthmus durch amerikanische Ingenieure beschloß der Kongreß der Vereinigten Staaten im Jahre 1902 das gesamte Panamakanalunternehmen von der neuen französischen Gesellschaft anzukaufen und, falls dies nicht gelingen sollte, mit den Republiken Costa Rica und Nikaragua in Verhandlungen einzutreten, um die Einwilligung zur Erbauung eines Kanals zu erhalten, der unter dem Namen „Nikaragua-Kanal“ bekannt ist. Es gelang jedoch den Amerikanern, im Jahre 1904 mit der französischen Gesellschaft einen Vertrag abzuschließen, wonach ihre sämtlichen Rechte und ihr ganzer Besitz auf dem Isthmus einschließlich der Panama-Eisenbahn sowie alle Geräte und Entwurfsstücke usw. auf die Vereinigten Staaten gegen eine Entschädigung von 168 Mill. Mark übergingen. Zur Erweiterung ihrer dadurch auf dem Isthmus erlangten Rechte hatten inzwischen die Amerikaner Verhandlungen mit der Regierung der Vereinigten Republiken von Kolumbien angeknüpft, die

aber an dem Widerstande des Kolumbischen Kongresses scheiterten. Infolgedessen erklärte sich die Provinz Panama von Kolumbien unabhängig, und mit der neuen Republik Panama kam ein Vertrag zustande, wodurch die Vereinigten Staaten Amerikas auf dem Isthmus die Herrschaft über eine Landzone von rund 16 km Breite und rund 83 km Länge erhielten, die sich gleichmäßig zu beiden Seiten des Kanals hinzieht und sich noch auf eine Länge von je 5,5 km auf die beiderseitigen Meeresflächen erstreckt. Die Städte Kolon und Panama mit einer kleineren vor ihnen belegenen Wasserfläche sind zwar aus dem amerikanischen Oberhoheitsgebiet ausgeschlossen, den Vereinigten Staaten ist jedoch vertraglich das Recht zugesichert, daß sie dort die Gesundheitsverhältnisse regeln und erforderlichenfalls zur Aufrechterhaltung der Ordnung mit Waffengewalt in ihnen vorgehen können. Als Entschädigung erhielt Panama die Summe von 42 Mill. Mark und eine jährlich zahlbare Summe von rund 1 Mill. Mark; außerdem wurde der Republik Panama ihre Unabhängigkeit gewährleistet. Nunmehr war die Grundlage für einen Kanal geschaffen, wie er bereits dem Präsidenten Grant vorgeschwebt hatte und wie er den wirtschaftlichen und politischen Interessen der Vereinigten Staaten entsprach.

Der Entwurf, welcher dem amerikanischen Kongreß im Jahre 1902 bei seinen Beratungen und Beschlußfassungen als Anhalt diente, bestand in einem Schleusenkanal, der sich im allgemeinen an den Entwurf der zweiten französischen Gesellschaft anlehnte. Bei der Wichtigkeit und der internationalen Bedeutung des Panamakanals berief jedoch der Präsident Roosevelt im Jahre 1905 nach Washington einen aus acht amerikanischen und fünf europäischen Ingenieuren bestehenden technischen Beirat, dem anzugehören auch ich die Ehre hatte und der sich gutachtlich über die dem Kanal zu gebende Gestalt äußern sollte. Die Mehrzahl des Beirats, zu der drei Amerikaner und alle fünf Europäer gehörten, entschied sich bekanntlich für einen Meeresspiegelkanal. Die Gründe, die sie hierzu bestimmten, waren in kurzem folgende. Ein Meeresspiegelkanal bietet eine größere Sicherheit im Falle eines Krieges; die Schleusen und Dämme eines Schleusenkanals gewähren die Möglichkeit, den Kanal leichter unbenutzbar zu machen. — Hinsichtlich der Sicherheit des Betriebes ist auch ein Meeresspiegelkanal in Friedenszeiten einem Schleusenkanal überlegen. Bei dem großen Gefälle, das die Schleusen erhalten müssen, wenn ihre Anzahl nicht übermäßig vergrößert werden soll, wird sich das Durchschleusen der großen Schiffe recht schwierig und in gewissem Sinne gefahrvoll gestalten. Beschädigungen und Zerstörungen an den Schleusen und Toren werden daher nur zu leicht vorkommen und gegebenenfalls den ganzen Betrieb des Kanals auf längere Zeit in Frage stellen können. — Der Durchgangsverkehr in einem Schleusenkanal ist, wegen der Zeit, die die Schleusen in Anspruch nehmen, beschränkt, während er in einem Meeresspiegelkanal mit ausreichenden Abmessungen als unbeschränkt anzusehen ist. — Bei einem Schleusenkanal werden durch den hohen Wasserspiegel umfangreiche Ländereien unter Wasser gesetzt und dadurch der weiteren wirtschaftlichen Verwendung entzogen. Auch wurde darauf hingewiesen, daß bei der Erdbebengefahr, die in Mittelamerika besteht, ein Schleusenkanal wegen der vielen Kunstbauten, als Schleusen und Dämme, größeren Zer-

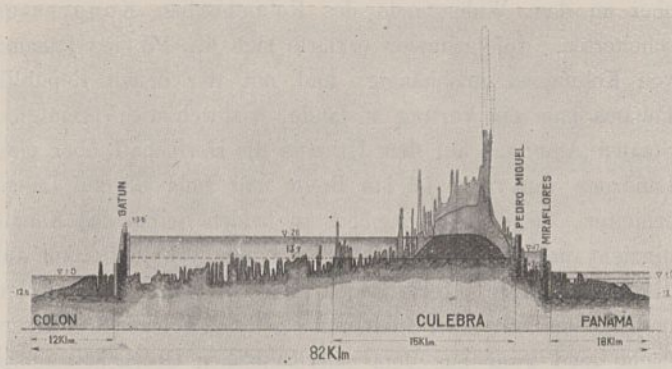


Abb. 1. Längenschnitt des Panamakanals.

strecke, die aber wegen des dort bestehenden Flutwechsels eine Fahrtiefe von 13,7 m unter mittlerem Seewasserspiegel

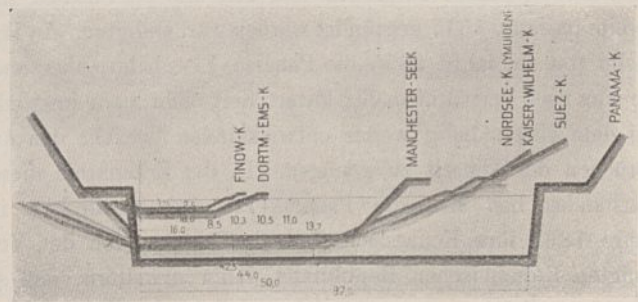


Abb. 3. Vergleich verschiedener Kanalquerschnitte.

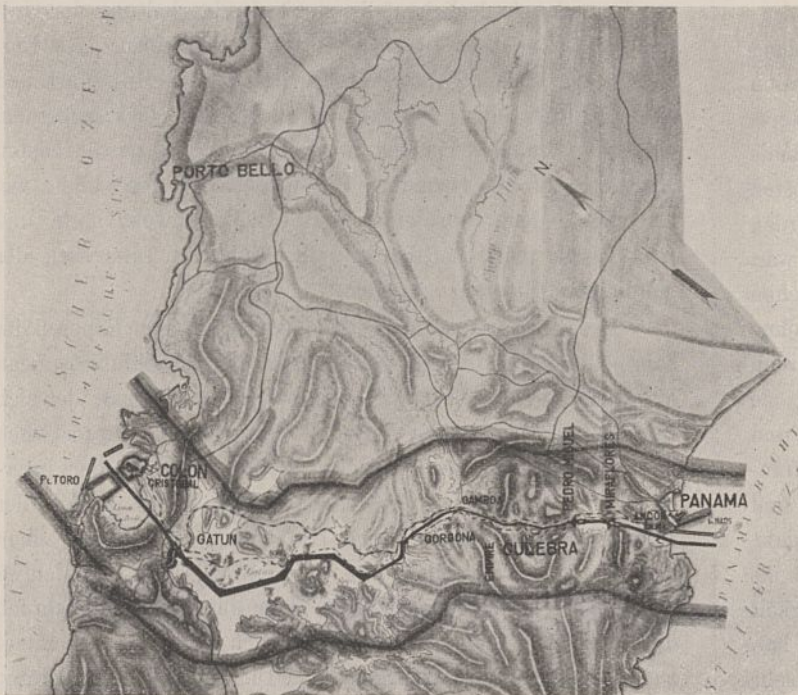


Abb. 2. Lageplan des Panamakanals.

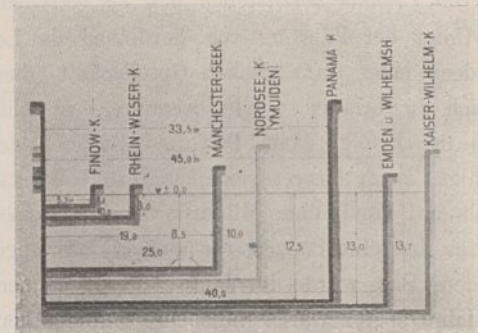


Abb. 4. Querschnitte verschiedener Schleusen.

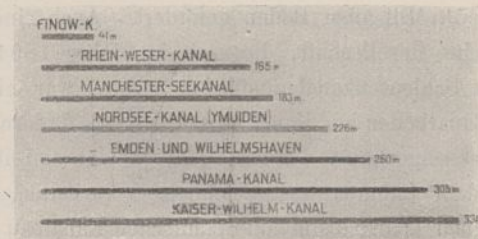


Abb. 5. Längen verschiedener Schleusen.

störungen ausgesetzt sein kann als ein offener Durchstich mit nur sehr wenigen Bauwerken. Aber auch in rein technischer Beziehung sprach sich die Mehrzahl namentlich deshalb gegen den Schleusenkanal aus, weil sie große Bedenken hinsichtlich der Sicherheit des mächtigen Erddammes bei Gatun hegte. Von den Anhängern des Schleusenkanals wurde jedoch betont, daß ein solcher in kürzerer Zeit und mit erheblich geringeren Kosten herzustellen sei und daß die Schifffahrt auf dem großen Stausee, der etwa zwei Drittel der ganzen Kanallänge ausmacht, schneller und leichter vonstatten gehen könne als auf dem verhältnismäßig schmalen Fahrwasser eines Meeresspiegelkanals.

Bekanntlich ist im Jahre 1906 von den gesetzgebenden Körperschaften der Vereinigten Staaten ein Schleusenkanal nach dem Entwurf der Minderzahl des technischen Beirats zur Ausführung bestimmt worden, der indessen noch manche Erweiterung und Abänderung erfahren hat. Die endgültig für die Bauausführung festgesetzte Gestalt ist durch einen Lageplan und einen Längenschnitt (Abb. 1 und 2) veranschaulicht: Auf der Atlantischen Seite führt vom Tiefwasser der Karibischen See durch die Limonbucht hindurch ein Meeresspiegelkanal von 153 m Sohlenbreite und 12½ m Tiefe bis zum Fuße der Gatunschleusen; ihm entspricht auf der Seite des Stillen Ozeans eine rund 18 km lange Kanal-

erhalten hat. — Durch einen mächtigen Damm bei Gatun und eine kleinere Dammanlage bei Pedro Miguel wird sodann ein Binnensee von der halben Größe des Frischen Haffs oder von der doppelten Größe des Lago Maggiore, nämlich mit einer Oberfläche von rund 426 qkm aufgestaut, dessen Wasserspiegel 26 m hoch über dem mittleren Meeresspiegel gehalten werden soll; in diesem Stau befindet sich auch der bekannte Durchstich des Gebirgsrückens der Kulebra, der bei seiner Längenausdehnung von 15 km und seiner Einschnittstiefe von 97 m in der Kanalachse wohl die Hauptarbeit beim ganzen Kanalbau darstellt. Der Durchstich erhält nach den neueren Festsetzungen eine Sohlenbreite von 92 m und eine Wassertiefe von 13,7 m, während das übrige im Stau des Gatunsees geschaffene Fahrwasser Breiten bis zu 300 m und mehr und Tiefen bis zu 23 m aufweist.

Der Aufstieg zum sogenannten „Gatunsee“ wird auf der Atlantischen Seite durch drei hintereinander gekuppelte Doppelschleusen am Ostende des Gatundammes vermittelt, während für den Abstieg zum Stillen Ozean die Beschaffenheit des Geländes zwei getrennte Schleusenanlagen, nämlich bei Pedro Miguel und Miraflores als zweckmäßig ergeben hat; die zwischen diesen beiden Staustufen entstehende Haltung liegt noch rund 17 m über dem Meeresspiegel und hat eine Oberfläche von etwa 5 qkm.

Die Tiefen und Breiten, die der Kanal auf seinen freien Strecken erhalten soll, entsprechen zweifellos seiner Bedeutung;



Abb. 6. Krankenanstalten in Kolon.



Abb. 7. Hauptkrankenhausanlagen in Ancon bei Panama.

keiner der größeren Seekanäle der alten Welt hat derartige Abmessungen auf seinen freien Strecken aufzuweisen. Die Darstellung der verschiedenen Kanalquerschnitte (Abb. 3) läßt deutlich die Überlegenheit des Panamakanals über die hier zum Vergleich herangezogenen Kanäle, nämlich den Kaiser-Wilhelm-Kanal, den Suezkanal, den Nordseekanal und den Manchester-Seekanal, erkennen. Die geringste Sohlenbreite des Panamakanals übertrifft die der genannten Kanäle fast um das Doppelte, und seine geringste Tiefe ist 1,5 bis 4 m größer als die der anderen Kanäle.

Dagegen fällt es auf, daß namentlich die für die Schleusen gewählten Breitenabmessungen hinter denen der neueren Anlagen beim Kaiser-Wilhelm-Kanal sowie in Emden und Wilhelmshaven erheblich zurückbleiben (Abb. 4 und 5). Die Panamaschleusen erhalten nämlich nur eine nutzbare Breite von 33,50 m, während das entsprechende Maß beim Kaiser-Wilhelm-Kanal auf 45 m und bei Emden auf 40 m festgesetzt ist; auch die nutzbare Länge der Panamaschleusen von 305 m bleibt hinter der der Kaiser-Wilhelm-Kanalschleusen um 25 m zurück. Dagegen erreichen die Abmessungen der Schleusen der beiden anderen Kanäle, des Manchester-See- und des Nordseekanals, nicht die der Panamakanalschleusen. — Zum Vergleich sind auch die Schleusen- und Kanalquerschnitte

der jetzt in der Ausführung begriffenen preußischen Binnenkanäle und des Finowkanals angegeben (Abb. 3 und 4).

Zur Speisung der ausgedehnten Scheitelhaltung dient außer mehreren kleineren Flußläufen hauptsächlich der Chagresfluß, der in den fast regenlosen Monaten Januar bis April zwar ein friedliches Gewässer ist, aber in der Regenzeit bei seinem ausgedehnten Niederschlagsgebiet und seinem starken Gefälle zu einem reißenden Strome wird, der dann hundertmal so große Wassermengen führt als in der trockenen Jahreszeit; es sind Fälle vorgekommen, in denen er bei Gamboa innerhalb 24 Stunden um 12 m gestiegen ist. Die sich hieraus für die Bauausführung ergebenden Schwierigkeiten haben zum Teil den Mißerfolg der Franzosen verursacht. Der Chagresfluß wird aber im Verein mit den anderen Flüssen imstande sein, den Jahresbedarf an Schleusungswasser, sowie den Verlust durch Verdunstung und Versickerung nach den angestellten Beobachtungen für das ganze Jahr zu decken; vorausgesetzt ist dabei, daß die Verluste durch Versickerung sich in mäßigen Grenzen halten. Um für die trockene Jahreszeit genügenden Wasservorrat zu haben, will man den Wasserspiegel in der nassen Jahreszeit bis zu 60 cm über seine normale Lage ansteigen lassen; für den ungehinderten Schiffahrtbetrieb ist es außerdem als zulässig erachtet, daß in der trockenen Jahreszeit der Wasserstand sogar bis zu 90 cm unter Normalspiegel abfallen kann. Für die Speisung der verhältnismäßig nur kleinen Haltung zwischen Pedro Miguel und Miraflores stehen das aus der Scheitelhaltung abfließende Schleusungswasser und reichliche Wassermengen aus den beiden Flüssen Rio Grande und Cocoli zur Verfügung.

Die Tätigkeit der Amerikaner, die auf dem Isthmus sogleich nach Übernahme des Kanals im Jahre 1904 einsetzte, beschränkte sich bis zur Festsetzung des endgültigen Entwurfs auf solche Vorbereitungsarbeiten, welche die spätere unbehinderte Inangriffnahme und Fortsetzung des Baues gewährleisten sollten. Abgesehen von der Beschaffung und Ausprobung geeigneter Geräte und Betriebseinrichtungen, war das Hauptaugenmerk darauf gerichtet, die erste und unerläßliche Vorbedingung für die glückliche Durchführung der Bauarbeiten zu erfüllen, nämlich die äußerst ungünstigen Gesundheitsverhältnisse auf dem Isthmus zu bessern. Wohl hatten die Franzosen nach dieser Richtung hin auch schon Tüchtiges geleistet, aber ein größerer Erfolg blieb ihnen versagt, weil ihnen damals die Ursachen der auf dem Isthmus vorherrschenden Krankheiten, der Malaria und des gelben Fiebers, noch nicht bekannt waren. Die Ergebnisse der neuerzeitlichen Forschungen auf dem Gebiete der medizinischen Wissenschaften ermöglichten es aber den Amerikanern, die Seuchen erfolgreicher zu bekämpfen. Die Sterblichkeitsziffer ist auf die Hälfte herabgemindert, und sogar das gelbe Fieber, die am meisten gefürchtete Krankheit, ist in der Kanalzone einschließlich Kolon und Panama zum Verschwinden gebracht. Die Tatkraft der Amerikaner und ihre Leistungen hierbei müssen uns mit der größten Bewunderung erfüllen. Allein 4000 Mann, die sogenannte yellow fever brigade, sind nur mit der Vernichtung der Mücken ständig beschäftigt, durch deren Stich Malaria und Gelbfieber übertragen werden; Sümpfe werden soweit als möglich trocken gelegt oder überschüttet und damit die Brutstätten dieser gefährlichen Insekten zerstört. Außerdem werden mit der größten Strenge die polizei-

lichen Gesundheitsvorschriften in allen Häusern der Kanalzone und der beiden Städte Kolon und Panama gehandhabt. Als die Mitglieder des technischen Beirats vor etwa fünf Jahren den Isthmus besuchten, machte besonders Kolon einen recht ungünstigen Eindruck auf uns. Der Tropenregen hatte die Straßen, die sämtlich ungepflastert waren, in Sümpfe verwandelt, die kaum zu passieren waren; dazu fehlte es des Abends an jeglicher Beleuchtung. Jetzt dagegen ist Kolon eine Stadt geworden, die den heutigen gesundheitlichen Anforderungen entspricht; sämtliche Straßen sind gepflastert und für ausreichende Entwässerungs- und Trinkwasser- und Beleuchtungsanlagen ist gesorgt. Ebenso ist auch in Panama vieles nach dieser Richtung hin vervollkommen worden. Hervorgehoben zu werden verdienen die ausgedehnten, von den Franzosen bereits errichteten Krankenhausanlagen, die die Amerikaner weiter ausgebaut und dem heutigen Stande der Gesundheitspflege angepaßt haben. Abb. 6 zeigt die Krankenanstalten in Kolon. Die Hauptkrankenhausanlagen (Abb. 7) befinden sich in Ancon am Abhänge eines Gebirgshügels, der dicht bei Panama liegt. Das ganze Sanitätswesen untersteht dem Arzt Oberst Gorgas von der amerikanischen Armee, dessen Wirken in erster Linie die erreichten Erfolge zu danken sind. Daß die Amerikaner keine Opfer zur Verbesserung der Gesundheitsverhältnisse scheuen, erhellt die Tatsache, daß allein für diese Zwecke bis zum 1. Januar d. J. rund 52 Mill. Mark verausgabt waren.

Die Erfahrungen, welche die Amerikaner bei den Vorbereitungsarbeiten sammeln konnten, haben sie auch in den Stand gesetzt, die Gesamtkosten des Kanalbaues mit annähernder Sicherheit zu veranschlagen. Nach Angabe des Chefingenieurs, Oberst Goethals, werden sie sich auf etwa 1500 Mill. Mark belaufen, von denen bis zum Anfang dieses Jahres etwa 890 Mill. Mark verwendet sind.

Für die Ausführung des ganzen Kanalunternehmens ist von den Vereinigten Staaten eine aus sieben Mitgliedern bestehende Kommission — die Isthmian Canal Commission — eingesetzt, die seit dem Jahre 1907 ihren Sitz in Ancon bei Panama hat; sie besteht aus vier Staatsingenieuren und einem Sanitätsoffizier der amerikanischen Armee, einem Zivilingenieur und einem Beamten für die Zivilverwaltung der Kanalzone. Den Vorsitz führt der Chefingenieur Oberst Goethals.

Nachdem der Versuch, die Arbeiten in einzelnen Losen an Unternehmer zu verdingen, zu keinem befriedigenden Ergebnis geführt hatte, hat man sich entschlossen, sie im

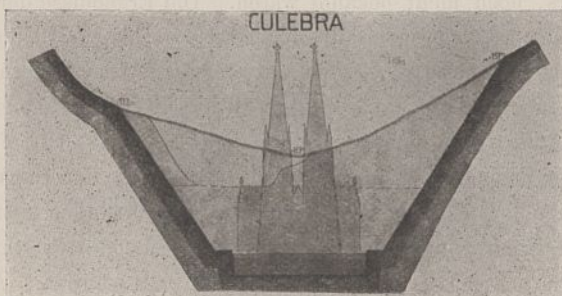


Abb. 8. Kulebra-Durchstich im Vergleich mit dem Kölner Dom.

eigenen Betriebe auszuführen. Zu diesem Zwecke sind auf der Kanalstrecke drei Hauptabteilungen gebildet, die folgendermaßen abgegrenzt sind. Die Atlantische Abteilung

(Abb. 1 u. 2) erstreckt sich vom tiefen Wasser der Karibischen See bis zum Anfang des Gatunsees. Die Zentralabteilung,



Abb. 9. Durchstich der Kulebra.

von Gatun bis zum Oberhaupt der Pedro Miguel-Schleusen reichend, leitet die Arbeiten in der Scheitelhaltung, und der Pazifischen Abteilung untersteht die Kanalstrecke von Pedro Miguel bis zum tiefen Wasser des Stillen Ozeans.

Mit den Arbeiten im großen Umfange haben die Amerikaner im Januar 1907 begonnen; bis zu der für Anfang 1915 in Aussicht genommenen Eröffnung des Kanals stehen also acht Baujahre zur Verfügung — eine verhältnismäßig kurze Zeit zur Bewältigung der bedeutenden Massen an Erdaushub und Mauerwerk bei den Schwierigkeiten der Bauausführung auf dem Isthmus infolge seiner geringen Bevölkerung, des tropischen Klimas und seiner Abgelegenheit!

Die Ausschachtungsarbeiten stellen den größten Teil der zu bewältigenden Kanalarbeiten dar; sie betragen etwa 61 vH. des ganzen Kanalwerks; sie erfolgen sowohl im Nassen als auch im Trocknen; ihre Gesamtmasse ist zu 162 Mill. cbm berechnet, von denen etwa 55 Mill. cbm auf die Förderung



Abb. 10.

unter Wasser entfallen. Beim alten Kaiser-Wilhelm-Kanal waren im ganzen 80 Mill. cbm Boden trotz seiner größeren Länge zu fördern; die jetzt in der Ausführung begriffene Erweiterung erfordert noch eine Bodenbewegung von rund 100 Mill. cbm.

Von der Gesamtmasse von 162 Mill. cbm sind unter Hinzurechnung der von den Franzosen in dem jetzigen Kanalprisma bereits ausgehobenen 28 Mill. cbm bis Anfang dieses Jahres etwa 120 Mill. cbm gefördert, so daß für die bevorstehenden vier Jahre noch 42 Mill. cbm zu bewegen bleiben (Abb. 10). — Die Naßbaggerungsarbeiten voll-



Abb. 11. Rutschung im Einschnitt bei Kulebra.



Abb. 12. Durchstich der Kulebra.

ziehen sich hauptsächlich in den beiden Endstrecken des Kanals und gestalten sich an den Stellen, wo harter Fels untergelagert ist, besonders schwierig und zeitraubend. Zur Felsbeseitigung unter Wasser sind Steinrammen nach der Lobnitz-Bauart tätig, die so schwere Ramm-Meißel haben, daß sie bei jedem Stoß den Fels bis auf 1 m Tiefe zu zertrümmern imstande sind. Die gebrochenen Steinmassen werden sodann durch besondere Greifbagger gehoben und in die Fördergefäße verladen. Die sonst für die Ausbaggerung des weicheren Bodens verwendeten Baggergeräte unterscheiden sich in nichts Besonderem von den bei uns gebräuchlichen.

Die Hauptmassen der Trockenausschachtung befinden sich natürlich in dem Durchstich des Kulebragebirges, dessen Kamm an der Stelle, wo der Kanal den Gebirgsrücken durchbricht, eine Einsattlung aufwies, die in der Kanalachse selbst 83 m und bei dem Auslauf der Kanalböschungen 151 bzw. 113 m über der zukünftigen Kanalsohle liegt. Diese Ein-

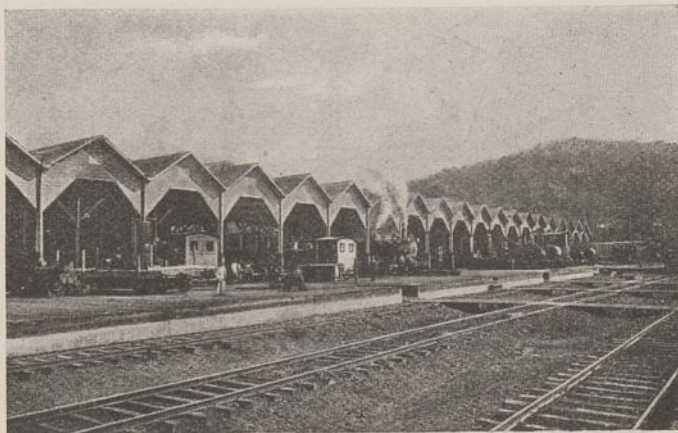


Abb. 13. Werkstätte für Lokomotiven und Förderwagen in Gorgona.

sattlung ist die tiefste in der Andenkette auf dem Isthmus und kehrt bei allen Entwürfen als Durchbruchsstelle für den Kanal wieder. Die Franzosen hatten hier bereits 18,5 Mill. cbm beseitigt; den Amerikanern verblieben noch rund 60 Mill. cbm, von denen sie aber mehr als zwei Drittel ausgeschachtet haben. Der Kulebradurchstich dürfte wohl der gewaltigste Einschnitt sein, der je ausgeführt ist. Seine Abmessungen sind so groß, daß der Kölner Dom, auf der Sohle errichtet, bequem in ihm Platz findet, ohne mit den Kreuzblumen die Kanalböschungen merklich zu überragen (Abb. 8). Die Franzosen hatten ebenso wie später die Amerikaner hier ihre Haupttätigkeit entwickelt; sie hatten einen 42 m tiefen, aber verhältnismäßig engen Einschnitt hergestellt, während die erste Arbeit der Amerikaner darin bestand, den Durchstich auf seine volle entwurfgemäße Breite zu bringen, bevor sie tiefer gingen. Sie sind jetzt in der Mitte beinahe bis zum zukünftigen Kanalwasserspiegel vorgedrungen, so daß ihnen daselbst nur noch rund 14 m an der endgültigen Tiefe fehlen; an den beiden Enden haben sie dagegen schon die Kanalsohle erreicht. — Die Bodenarten, die hier zu beseitigen sind, bestehen hauptsächlich aus hartem Felsen, der zu seiner Lösung mit Dynamit gesprengt werden muß, und aus Lehm; dieser hat an verschiedenen Stellen des Durchstichs, durch den reichlichen Regenfall aufgeweicht, zu erheblichen Rutschungen Anlaß gegeben. Die größte ist die sogenannte „Cucaracha“-Rutschung südlich vom Gold Hill, die sich schon zur französischen Kanalbauzeit bemerkbar gemacht hat; sie hat jetzt eine Längenausdehnung von etwa 850 m, und mehr als 500 000 cbm Boden sind noch in ihr in Bewegung, trotzdem schon etwa ebensoviele beseitigt sind. Nach dem eingangs erwähnten Bericht des Regierungsbaumeisters Quedefeld haben in letzter Zeit die Rutschungen an anderen Stellen bedeutend zugenommen und sich im Abstände von etwa 100 m von der Kanalböschung neue Risse gezeigt. Abb. 11 zeigt eine Rutschung, die bereits die oberhalb stehenden Häuser gefährdet, so daß mit deren Abbruch begonnen ist. Es besteht deshalb die Absicht, die Böschungen des Einschnitts abzuflachen.

Bei dem starken Wasserzufluß, dem die Kulebrabaustelle naturgemäß ausgesetzt ist, mußten von den Amerikanern umfassende Entwässerungseinrichtungen getroffen werden. Der Durchstich durchschneidet die Täler des Obisopflusses, des Rio Grande und anderer kleinerer Flußläufe. Das Wasser dieser Flüsse ist durch lange und breite Kanäle abgeleitet, die teilweise mit starken Erddeichen eingefafßt werden mußten; auch zur Abhaltung der gefürchteten Fluten des Chagresflusses, den der Durchstich an seinem nördlichen Ende berührt, mußten starke Deichanlagen zur Ausführung gelangen. Mächtige Pumpen sind außerdem aufgestellt, die das reichliche Quell- und Regenwasser zu beseitigen haben.

Die bei der Trockenausschachtung verwendeten Geräte und Maschinen dürften besonderes Interesse in Anspruch nehmen. Man hat bei den Vorbereitungsarbeiten (1904 bis 1907) genügend Gelegenheit gehabt, sie gehörig auszuprobieren, so daß ihre zweckmäßige Auswahl mit großer Sicherheit getroffen werden konnte. Die Franzosen haben nur den auch bei uns üblichen Trockenbagger benutzt, während das Hauptgerät der Amerikaner die Dampfschaufel ist, die in einer Anzahl von etwa 100 Stück auf der ganzen Kanalstrecke

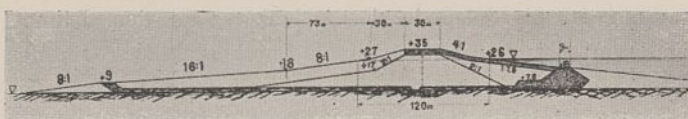


Abb. 14. Querschnitt.

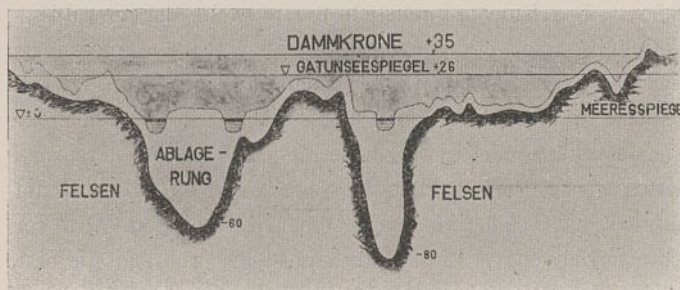


Abb. 15. Längenschnitt.

Abb. 14 u. 15. Gatundamm.

vertreten ist; allein 63 Stück hiervon arbeiten im Kulebra-durchstich; sie werden in verschiedenen Größen von 2 bis 4 cbm Kübelinhalt verwendet. Die Dampfschaufel besteht aus einem großen Kübel an einem starken Schaft, der vermittels eines Flaschenzuges gehoben und gesenkt werden kann. Abb. 20 zeigt die Dampfschaufel in dem Augenblick, in dem sie die Boden- und Felsenmassen greift. Abb. 21 zeigt den eben entleerten Kübel über dem Förderwagen. Abb. 17 zeigt eine umgestürzte Dampfschaufel, an der die Größe des Kübels ersichtlich ist. — Für jede Schaufel sind 4 bis 12 Preßluftbohrer tätig, die die zur Felssprengung erforderlichen Löcher herzustellen haben. Abb. 16 zeigt eine Arbeitsstätte, auf der mit Preßluftbohrern gearbeitet wird. Der Preßluftbohrer ist im wesentlichen ein Bohrgestänge, in dem ein Bohrer durch Preßluft auf und ab bewegt wird. Die Preßluft wird durch Schläuche zugeführt; sie wird von einer Anlage geliefert, welche in ihrer Art wohl die mächtigste der Welt ist. In der vollen Länge des Einschnitts und noch weiter in südlicher Richtung über diesen hinaus etwa bis Miraflores ist ein Hauptrohr von 30 cm Durchmesser verlegt, aus dem die durch gewaltige Kompressoren erzeugte Preßluft für jede Verwendungsstelle entnommen werden kann. — Abb. 9 und 12 sind Ansichten von dem Durchstich der Kulebra.

Die Leistungen der Dampfschaufeln im Verein mit den Bohr- und Sprenganlagen sind über die Erwartung große; es sind Tagesleistungen einer Schaufel bis zu 3000 cbm bei achtstündiger Arbeitszeit zu verzeichnen gewesen. Zur Be-

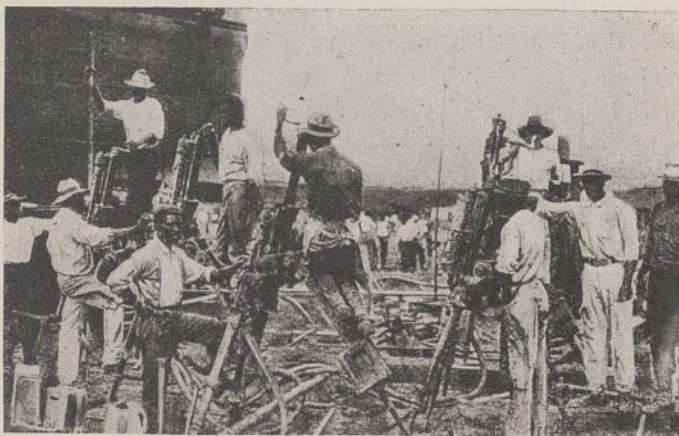


Abb. 16. Arbeiten mit Preßluftbohrern.

förderung der von den Dampfschaufeln ausgehobenen Boden- und Felsmassen nach den Ablagerungsstellen sind nahezu 4000 Wagen und etwa 300 Lokomotiven in Verwendung. Weite Wege — bis zu 40 km — haben die Erdförderzüge zurückzulegen, um die Ausschachtungsmassen unterzubringen; deshalb sind Wagen im Gebrauch, die hinsichtlich ihres Inhalts die unsrigen bei weitem übertreffen und die infolgedessen so schwer sind, daß sie nicht mehr, wie bei uns, mit der Hand, sondern durch Maschinen entladen werden müssen. Eine solche Entladevorrichtung zeigt Abb. 18. Wenn der Förderzug auf der Entladestelle angelangt ist, wird ihm eine besondere Maschine vorgesetzt; sie befindet sich unter dem großen Dach. Vor das andere Ende des Zuges wird ein Räumer nach Art unseres Schneepfluges vorgeschoben. Beide, Maschine und Räumer, werden mit einem Drahtseil verbunden. Die Maschine rollt das Drahtseil auf und bewegt somit den Räumer über die Plattformen der Wagen, die untereinander durch Platten verbunden sind. Man sieht, wie hierdurch das Fördergut von den Wagen entfernt wird, die zu diesem Zwecke keine Seitenwände haben. Hierbei läßt es sich nicht vermeiden, daß die Fördergleise überschüttet werden. Zur Freimachung der Gleise dient ein anderes, ebenfalls nach Art eines Schneepfluges ausgebildetes Gerät, wie Abb. 19 zeigt.

Bei der großen Anzahl der Geräte und Maschinen und infolge ihrer starken Inanspruchnahme mußten umfangreiche Werkstätten für ihre Instandhaltung vorgesehen werden. Die Hauptanlagen dieser Art befinden sich in Empire, wo nur die Dampfschaufeln ausgebessert, und in Gorgona (Abb. 13), wo besonders die Lokomotiven und Förderwagen instandgesetzt werden; allein in diesen beiden Werkstätten werden etwa 2000 Mann beschäftigt. Zur betriebsfähigen Erhaltung des Baggerparks sind die von den Franzosen in Cristobal und Balboa herrührenden Werkstatt- und Dockanlagen erheblich erweitert und mit neuen Einrichtungen versehen worden; auch hier sind mehrere Hundert Arbeiter ständig tätig.

Es dürfte wohl zu weit führen, hier noch auf die anderen Bauanlagen und Einrichtungen einzugehen, welche für die ungehinderte Förderung des Erd- und Felsaushubes für erforderlich gehalten sind; es sind ihrer noch viele und verschiedene, die nur die Tatsache bekräftigen, daß nach jeder Richtung hin Vorsorge getroffen ist, um den Schwierigkeiten, die sich naturgemäß bei dem Vordringen in die größeren Tiefen häufen, erfolgreich zu begegnen.



Abb. 17. Umgestürzte Dampfschaufel.



Abb. 18. Entladen der Förderwagen durch Räumer.

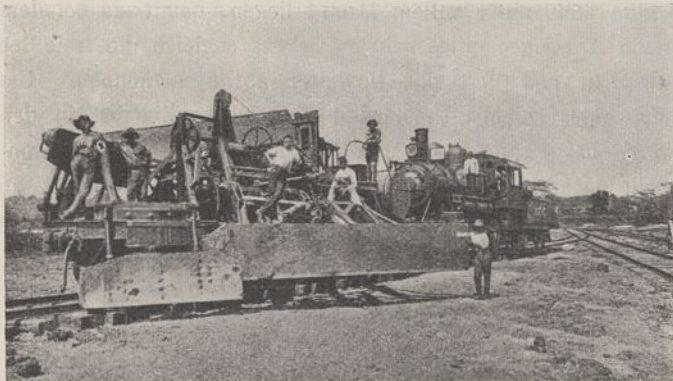


Abb. 19. Gerät zur Freimachung der Fördergleise vom Fördergut.

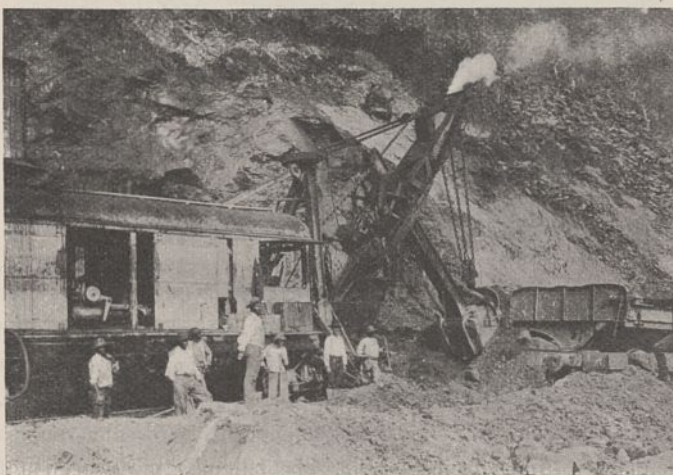


Abb. 20. Dampfschaufel in Tätigkeit.



Abb. 21. Dampfschaufel nach Entleerung des Kübels über dem Förderwagen.

Nicht minder großzügig und zweckentsprechend sind die Maßnahmen und Vorbereitungen, welche die Bauleitung zur Ausführung der großen Bauwerke, wie der Dämme, Wellenbrecher und Schleusen, getroffen hat.

Die Bauarbeiten sind auf allen Baustellen in vollem Betriebe und werden überall mit großem Nachdruck gefördert.

Von allen Bauwerken hat wohl keins so allgemeines Interesse erregt; wie der mächtige Damm bei Gatun (Abb. 14 u. 15), von dessen Sicherheit ja in erster Linie der Bestand des ganzen Kanals abhängig ist; er verbindet mehrere Hügel bei Gatun untereinander und füllt somit die zwischen ihnen liegenden Täler aus, darunter auch das, durch welches der Chagresfluß bisher seinen Lauf genommen hat. Seine ganze Länge in der Krone beträgt 2,4 km; je nach der Höhenlage des Untergrundes ist seine untere Breite sehr verschieden; an der tiefsten Stelle, d. h. etwa in Meeresspiegellhöhe, wird sie eine Ausdehnung von etwa 710 m erreichen. Mit seiner Krone überragt er den normalen gestauten Wasserspiegel des Gatunsees um 9 m, hat also eine Höhe von 35 m, ein für unsere Verhältnisse außergewöhnliches Höhenmaß für einen Erddamm von solcher Bedeutung. Seine Kronenbreite ist zu 30 m angenommen, und er hat so flach abfallende Böschungen erhalten, daß er in Stauspiegellhöhe bereits eine Dicke von 120 m aufweist. — Die Vorarbeiten für die Dammbauweise sind sehr eingehende gewesen; man hat sich nicht nur damit begnügt, zahlreiche Bohrungen und Versuchsbrunnen auszuführen, sondern es sind auch vorher zwei größere Modelle des Dammquerschnitts gefertigt, bei welchem Versuche hinsichtlich seiner Standfähigkeit und Dichtigkeit angestellt sind und bei welchem auch die zur Dammschüttung zu verwendenden Baustoffe eingehend ausgeprobt worden sind. Die Einbringung der Bodenmassen in den Modellquerschnitt ist in derselben Weise erfolgt, wie sie für die wirkliche Ausführung in Aussicht genommen ist; zwischen den Steinschüttungen, die den Damm auf beiden Seiten begrenzen, wird die Hauptmenge des Füllstoffes auf hydraulischem Wege, d. h. vermittels Spülvorrichtungen eingebracht, weil man damit in Übereinstimmung mit dem Modellversuche eine besonders große Dichtigkeit des Dammes zu erzielen hofft. Wie aus dem Längenschnitt des Dammes hervorgeht, erreicht die Dammschüttung nicht überall den aus einem tonhaltigen Sandstein bestehenden festen Untergrund; besonders zwei starke Einsattlungen machen sich hier bemerkbar, bei denen der Fels sich erst in einer Tiefe von 60 bzw. 80 m unter dem Meeresspiegel vorfindet. Die Bohrungen und Versuchsbrunnen haben ergeben, daß diese Einsenkungen ausfüllenden Bodenarten alte und feste Ablagerungen sind, die den Amerikanern zu Bedenken in bezug auf die Dichtigkeit und Standsicherheit keinen Anlaß gegeben haben. Die genauen Untersuchungen des Sandsteinfelsens haben erwiesen, daß er an sich wohl imstande ist, mit Sicherheit die Last des Dammes zu tragen, aber auch daß zwischen den einzelnen Schichtungen des Gesteins, besonders in seinen oberen Lagen, wasserführende Spalten vorhanden sind. Man hofft sie jedoch durch Ausführung von Spundwänden usw. unschädlich zu machen. Zur Schüttung des Dammes sind 18,5 Mill. cbm Masse erforderlich; seine Gesamtkosten einschl. der für die in ihm befindliche Entlastungsvorrichtung sind zu 57 Mill. Mark veranschlagt.



Abb. 22. Sackung am südlichen Böschungsfuße des Gatundammes.

Im November 1908 trat bei Ausführung der Stein-  
schüttung an dem südlichen Böschungsfuße eine starke  
Sackung ein (Abb. 22); auf eine Länge von etwa 60 m  
senkten sich die Steinmassen um rund 6 m. Dieses Ereignis  
hat seinerzeit besonders in den Vereinigten Staaten zu  
allerlei beunruhigenden Gerüchten Veranlassung gegeben; man  
wollte daraus folgern, daß die  
Standsicherheit des Dammes,  
namentlich wenn er erst dem  
hohen Wasserdruck des Gatun-  
sees ausgesetzt wird, nicht  
gewährleistet sei. Von der  
Bauverwaltung wurde dieser  
Erscheinung indessen darum  
keine Bedeutung beigelegt, weil  
die Senkung gerade an der  
Stelle eingetreten ist, wo der  
alte, in den achtziger Jahren  
bereits hergestellte französische  
Kanal die Dammbaustelle kreuzt, und weil augenscheinlich  
das Gewicht der Steine die in diesem Kanalstück befindlichen  
weichen Ablagerungen und Schlickmassen herausgedrängt hatte.

Die übrigen kleineren Dämme, welche für den Stau des  
Gatunsees bei Pedro Miguel und für die Mirafloresseehaltung  
erforderlich werden, sind erheblich kleinere Anlagen, die ein  
erhöhtes Interesse nicht beanspruchen dürften.

Bei jeder Staudammanlage mußte eine Entlastungs-  
vorrichtung angeordnet werden, durch die das überschüssige  
Wasser der beiden Haltungen frei zum Abfluß gelangen kann  
und die daher verhüten soll, daß der Wasserstand die plan-  
mäßige Höhe überschreitet. Diese in ihrer Art gewaltigen  
Anlagen werden in massiver Bauart aus Beton hergestellt und  
sind auf ihrer Krone mit Schützen versehen, durch die der  
Wasserstand je nach Bedarf innerhalb der zulässigen Grenzen  
gehoben und gesenkt werden kann. Die größte befindet  
sich im Gatundamm; sie ist nach Art der Talsperren-  
mauern ausgebildet und hat in der Krone eine Länge von

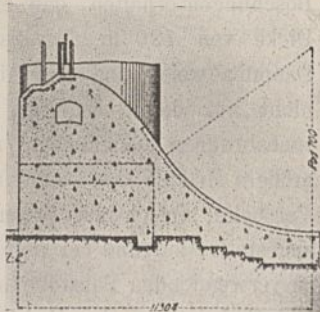


Abb. 23. Querschnitt.

230 m und eine Höhe von 26 m (Abb. 23 und 24).  
— Die Wellenbrecher, mächtige Steindämme vor der  
Limonbucht, und der Schutzdamm an der Ausmündung des  
Kanals am Stillen Ozean sind Bauwerke von solch gewaltigen  
Abmessungen, daß ich sie nicht übergehen darf. In der  
Karibischen See kommen in den Monaten November bis  
März bisweilen äußerst starke und anhaltende Stürme vor,  
die unter dem Namen „Norther“ bekannt und von der  
Schifffahrt sehr gefürchtet sind; sie treten in der Regel ganz  
plötzlich mit sehr schwerem Seegang auf und gefährden die  
in der Limonbucht ankernden und die an den völlig unge-  
schützten Piers bei Kolon ladenden oder löschenden Schiffe  
aufs äußerste. In dieser kritischen Zeit müssen jetzt die  
Schiffe stets unter vollem Dampf liegen, damit sie bei dem  
ersten Anzeichen eines solchen Orkans sogleich die freie See  
gewinnen und dort das Unwetter abwarten können. Um  
auch unter solchen Umständen die sichere Einfahrt in den  
Kanal zu gewährleisten und um zugleich die ganze Limon-  
bucht mit dem Hafen von Kolon zu schützen, werden zwei  
mächtige Steindämme, deren Krone 5 m breit ist und 3 m

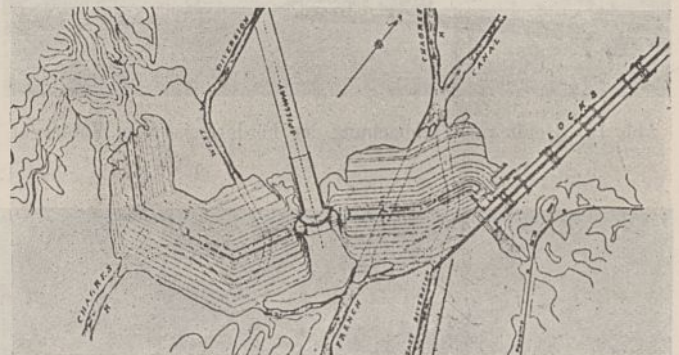


Abb. 24. Lageplan.

Abb. 23 u. 24. Entlastungsvorrichtung im Gatundamm.

über dem mittleren Meeresspiegel liegt, ausgeführt. Der  
westliche hat eine Länge von 3,2 km und der östliche eine  
solche von etwa 1,7 km; beide Dämme erfordern etwa  
4 Mill. cbm Steine und ihre Kosten sind zu rund 48 Mill.  
Mark veranschlagt. — Die Panamabucht wird nie von so  
heftigen Stürmen heimgesucht, als daß man ihretwegen auf  
eine Sicherung der Kanaleinfahrt Bedacht nehmen müßte.  
Dagegen hat man hier mit einem kräftigen, sandführenden  
Küstenstromen zu rechnen, der den Kanal rechtwinklig  
schneidet und seine baldige Versandung herbeiführen würde.  
Durch einen Steinwall, der bei einer Länge von 4 km das  
Festland bei Balboa mit der kleinen Insel Naos verbindet,  
soll dieser Küstenstrom unschädlich gemacht werden. Etwa  
zwei Drittel des Dammes sind bereits fertig, und zu seiner  
Herstellung werden besonders die bei der Ausschachtung des  
Kulebradurchstichs gewonnenen Felsmassen verwendet, während  
für die Wellenbrecher der Limonbucht die Gesteinsmassen  
aus Steinbrüchen, die zu diesem Zwecke bei Toro point an-  
gelegt sind, herbeigeschafft werden. (Schluß folgt.)