

## Königliches Landgericht III Berlin in Charlottenburg.

(Mit Abbildungen auf Blatt 1 bis 6 im Atlas.)

(Schluß.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

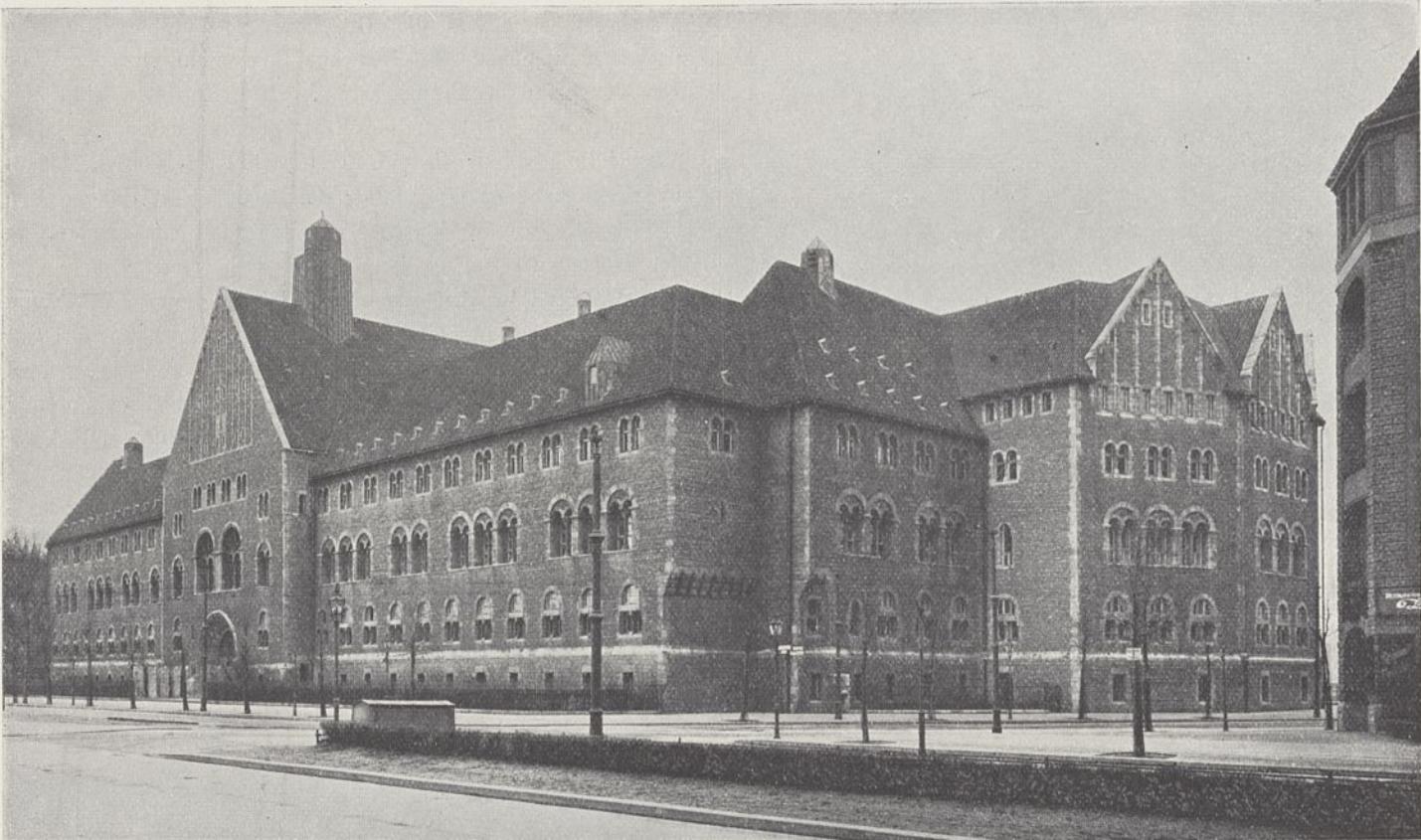


Abb. 9. Ansicht vom Tegeler Weg (nach der Erweiterung).

Infolge des unerwartet schnellen Anwachsens der Geschäfte der Zivilabteilungen wurde es erforderlich, die Erweiterung des von 1901 bis 1906 erbauten Landgerichts III Berlin schon nach kurzer Zeit vorzunehmen.

Hierfür stand das dem Fiskus gehörige, an der Osnabrücker Straße und der neu angelegten Herschelstraße gelegene Gelände (Text-Abb. 2, S. 2) zur Verfügung, das seinerzeit von der Stadt Charlottenburg bereitgestellt worden war.

Im April 1912 wurde mit den Vorarbeiten zum Bau begonnen und im September 1915 erfolgte die Übergabe an die Justizbehörde. Der im August 1914 beginnende Krieg ließ zunächst eine Stockung in den Bauarbeiten eintreten, die auch zum Teil durch den Wechsel in der Bauleitung mitbedingt war; jedoch war es möglich, die Arbeiten so weiter zu führen, daß der ursprünglich festgesetzte Zeitpunkt für die Übergabe innegehalten werden konnte.

Der Entwurf bot insofern einige Schwierigkeiten, als die Osnabrücker Straße mit dem Tegeler Weg einen stumpfen Winkel bildet, wodurch eine übersichtliche Angliederung an den vorhandenen rechtwinkligen Bauteil nicht ohne weiteres zu bewirken war. Es mußte deswegen darauf verzichtet werden, dem Zuge der Osnabrücker Straße unmittelbar zu

folgen; vielmehr wurde die rechtwinklige Linienführung in den neuen vorderen Bauzügen beibehalten, ohne jedoch von einer möglichst ausgiebigen Geländeausnutzung abzusehen. Ein an der Osnabrücker Straße angeordneter Vorbau von flacher halber Achteckform, der sich mit seinen drei Giebeln dem Gepräge frühmittelalterlicher Stilformen anschließt, gibt der sehr in die Augen fallenden Ecke eine malerische Wirkung (Text-Abb. 9).

Der zu erwartende starke Verkehr von der Seite der Herschelstraße bedingte die Anlage eines zweiten Einganges nach dieser Straße (Text-Abb. 10). Das anschließende Treppenhaus vermittelt den Verkehr zu den beiden oberen Geschossen. Außerdem sind noch zwei Nebentreppenhäuser angeordnet, die auch für die spätere Erweiterung günstig gelegen sind. Wie in dem ersten Bauteil, sind auch hier im Erdgeschoß Terminzimmer und Geschäftsräume untergebracht. Im ersten Stockwerk liegen — wie im ersten Bauteil — die Verhandlungssäle mit den dazu gehörigen Beratungszimmern, sowie der Aufenthalts- und Arbeitsraum für die Rechtsanwälte, dem eine mittlere Lage zugewiesen ist. — Im zweiten Stockwerk sind die Geschäftszimmer der Direktoren mit den dazu gehörigen Gerichtsschreibereien untergebracht, ferner Räume für Maschi-

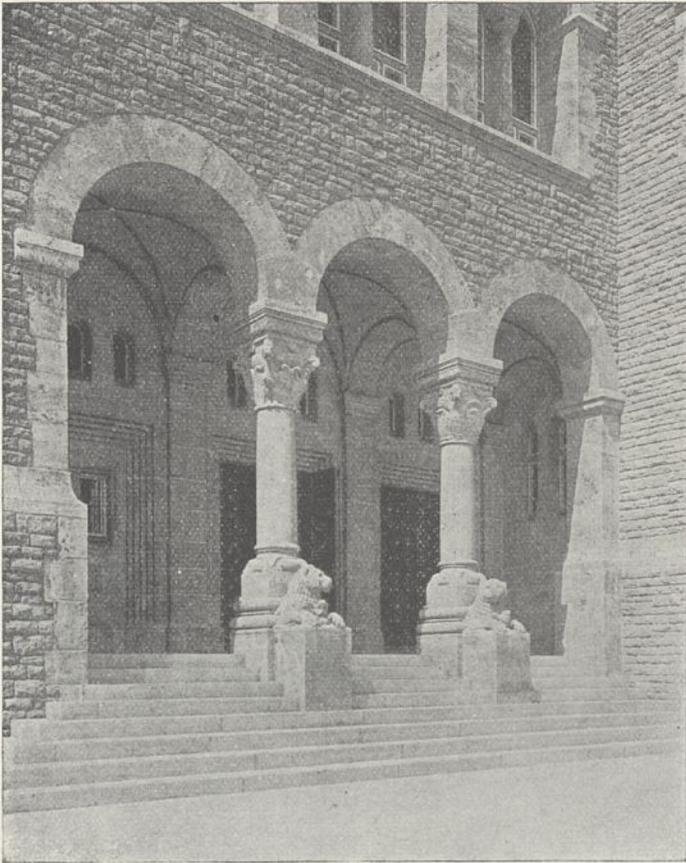


Abb. 10. Haupteingang an der Herschelstraße.

nenschreiber. Das zum Teil ausgebaute Dachgeschoß enthält an der Ecke der Osnabrücker Straße einen großen Raum für Handschreiber, der übrige Teil wird zur Unterbringung von

zurückgestellten Akten benutzt. Im Sockelgeschoß liegen die Räume für die Zentralheizungsanlage, sowie einige Wohnungen für Gerichtsdienner, Heizer u. dgl.; im übrigen geht die Benutzung der Räumlichkeiten aus den Grundrissen (Bl. 2 und Abb. 4 Bl. 3) hervor.

Der Baugrund war gut und bot keine außergewöhnlichen Schwierigkeiten. Die Bauweise des Äußeren ist in den frühmittelalterlichen Formen des Altbaues weitergeführt. Ebenso ist auch der Baustoff beibehalten, und zwar bestehen die Umrahmungen und Gliederungen aus bayerischem Muschelkalkstein aus der Gegend von Würzburg und die dazwischenliegenden Flächen aus Rogenstein aus der Nähe von Jerxheim in Braunschweig. Die Hofseiten sind mit hydraulischem Förderstedter Kalk geputzt unter sparsamer Verwendung von Werkstein. Das Dach ist mit roten Mönch- und Nonnensteinen eingedeckt; die Dachgauben, Hängerinnen und Abfallrohre an den Straßenseiten sind aus Kupfer, an den Hofseiten aus Zink hergestellt.

Während im Äußeren eine Anlehnung und Fortführung der vorhandenen Architektur geboten erschien, war bei der Ausbildung des Inneren größere Freiheit zulässig, wobei jedoch mancher Gedanke vom alten Bau beibehalten und weiter ausgebildet worden ist, um eine einheitliche Wirkung des ganzen Baues zu erzielen. So sind die Flure des Altbaues mit der Ausbildungsart der Türen, den einfarbig hellgrau gestrichenen Wänden, den durch Friese belebten Fußböden weitergeführt und an den Kreuzungspunkten durch die farbreichen Wartehallen (Text-Abb. 11, 12, 21 u. 22) unterbrochen. Auch das Haupttreppenhaus (Text-Abb. 13 u. 14) wirkt lebhaft, obwohl nur vier Farbentöne zur Verwendung gekommen sind. Hier und in den anderen betreffenden Innenräumen ist



Abb. 11. Wartehalle im ersten Obergeschoß.

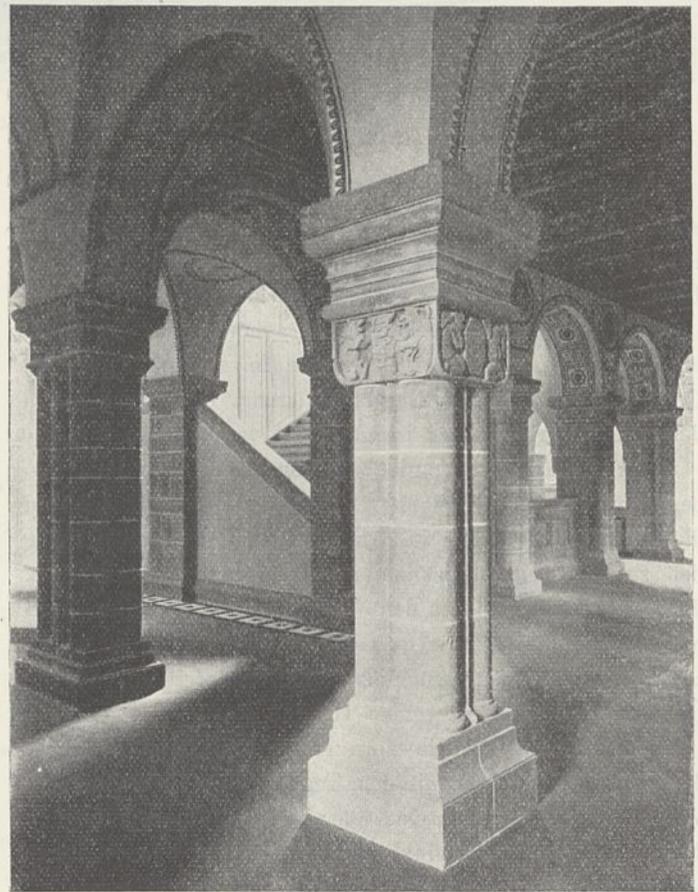


Abb. 12. Treppenhalle im ersten Obergeschoß.

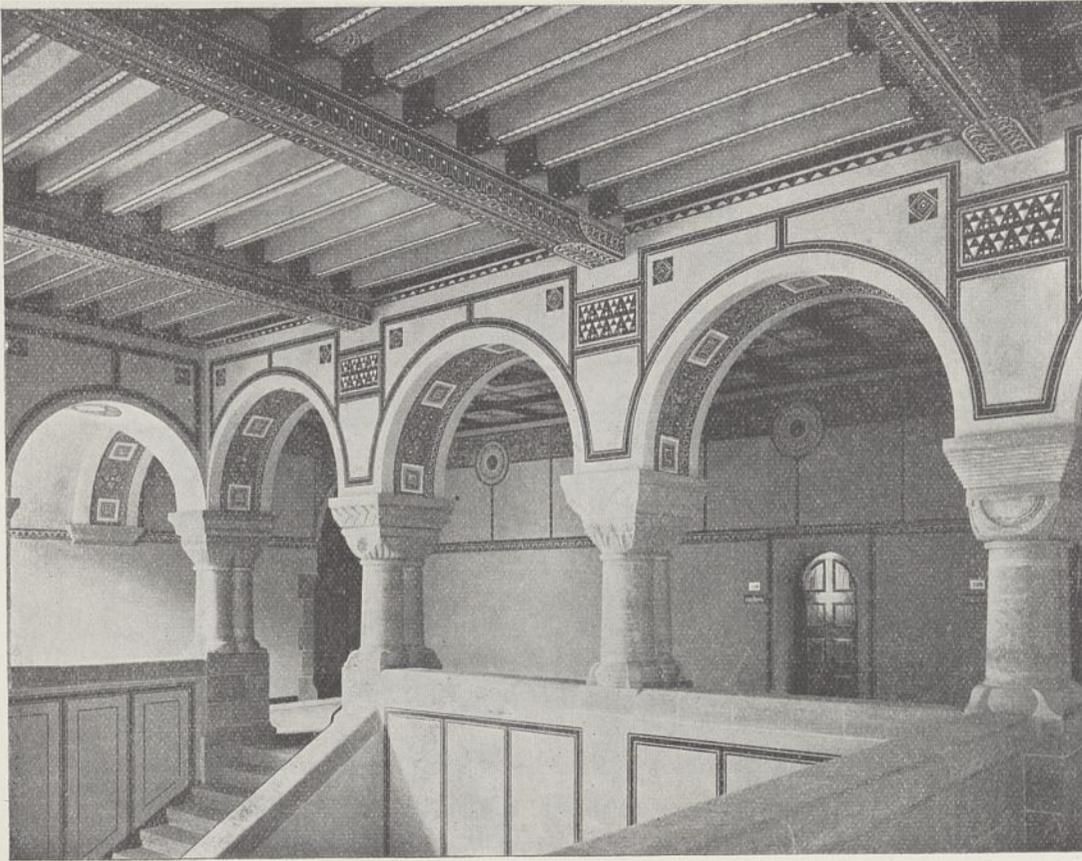


Abb. 13. Haupttreppenhaus an der Herschelstraße. Zweites Obergeschoß.

für die Architekturteile — wie an den Hoffronten — Königs-lutterer Muschelkalkstein zur Verwendung gelangt, dessen Schichtung durch Behandlung mit einfarbigen Lasuren die

Wirkung der Malereien erhöht. Mit besonderer Sorgfalt wurden die Sitzungssäle (Text-Abb. 15 bis 20) durchgebildet, die zum Teil Drahtputztonnen, zum Teil gerade Holzdecken erhalten haben und bei allem Wechsel in der Profilierung und in der Ausmalung harmonisch zusammengestimmt sind. Alle Säle haben ein 2,50 m hohes Holzpaneel, das mit in die farbige Behandlung einbezogen ist; in zwei Sälen ist die Holzdecke wie auch das Paneel mit chemischen Beizen behandelt. Die Profilierung der Paneele wie der Holzdecken ist in allen Sälen verschieden; von den Holzdecken haben zwei Unterzüge erhalten, drei sind glatt mit Kassettenteilung, und eine hat drei quer-gestellte Holztonnen. Die übrigen drei Säle haben Rabitztonnen mit Stichkap-

pen. Die Ausmalung ist in allen Sälen in Form und Farbe verschieden; ebenso zeigen die handgeschmiedeten Beleuchtungskörper wechselnde Formen. Die Malerei schließt bei freier Behandlung an mittelalterliche Weise an. Die an die Sitzungssäle anschließenden Beratungszimmer haben durchweg Rabitztonnen, die Wände sind tapeziert.

Im einzelnen sei noch bemerkt, daß der Dachstuhl als liegender Stuhl dargestellt ist, um einen möglichst freien Bodenraum zur Ausnutzung für zurückgestellte Akten zu erhalten. Die Decken der Geschosse sind durchweg als Steineisendecken zwischen Eisenbetonbalken ausgeführt. Die Gewölbe in den Fluren sind massiv, diejenigen der Haupttreppenhalle, der Wartehallen und der in Frage kommenden Sitzungssäle aus Drahtputz hergestellt. Die Wandflächen der Flure sind geputzt und mit Kaseinfarbe gestrichen, ebenso die der Treppenhäuser und Wartehallen. Die Türen haben



Abb. 14. Haupttreppenhaus an der Herschelstraße. Erstes Obergeschoß.

im Erdgeschoß Zierbeschläge aus Schmiedeeisen und verschiedenfarbigen Ölanstrich; die übrigen Geschosse haben Füllungstüren mit verschieden abgesetzten Mustern in den Füllungen erhalten (Text-Abb. 23 u. 24). Als Fußbodenbelag ist in allen Räumen und den Fluren Linoleum auf Gipsestrich verlegt, auf den Fluren sind als Friese zu beiden Seiten abwechselnd rote Fliesen und schwarzer Schiefer auf Betonunterlage mit Hartgips ausgegossen verwendet; der Gips ist geklopft und später mit weißem Leinöl getränkt. Diese Ausführung hat sich schon im Altbau als dauerhaft erwiesen und ist in den sonst einfach gehaltenen Fluren von belebender Wirkung. Die Treppenstufen bestehen aus werksteinmäßig behandeltem Kunststein und sind mit Linoleum belegt.

Alle Geschäftsräume und Sitzungssäle erhielten Doppel Fenster, die Flure einfache; die Außenfenster sind bleiverglast, die inneren mit großer Sprossenteilung versehen; das Haupttreppenhaus und die Fenster an den Flurenden sind mit einfacher Kunstverglasung versehen.

Die Beleuchtung erfolgt im ganzen Gebäude durch Anschluß an die städtische elektrische Lichtleitung. Die Beleuchtungskörper sind zum großen Teil in Schmiedeeisen ausgeführt und zeigen in den verschiedenen Räumen verschiedene Formen; die handwerklich gediegene Durchbildung gibt ihnen ein vorteilhaftes Aussehen. Die Geschäftsräume haben als Arbeitslampen Hängependel; teilweise sind außerdem einfache, für die Direktoren- und Richterzimmer besser ausgebildete Stehlampen beschafft.

Die Möbel schließen sich in ihrer Ausführungsart an die vorhandenen des Altbaues an, um bei dem gemeinsamen Gebrauche desselben das unschöne Zusammenstellen von verschieden ausgebildeten Einrichtungsstücken zu vermeiden; sie sind zum Teil mit Ölfarbe gestrichen, zum Teil dunkelbraun poliert.

Für die Beheizung des Erweiterungsbaues ist eine besondere Anlage geschaffen. Die Geschäftsräume und Sitzungssäle haben eine Niederdruckwarmwasserheizung; für die Flure, Treppenhäuser und Warteräume ist eine Niederdruckdampfheizung vorgesehen und im Haupttreppenhaus ist außerdem für das Erdgeschoß noch eine Warmluftzuführung eingebaut.

Eine Frischluftzuführung und Entlüftungsanlage ist in den Sitzungssälen und Beratungszimmern vorgesehen. Die Kanäle sind im Dachraum zusammengeführt; die Luftbewegung erfolgt durch Ventilatoren.

Die Ausführungskosten für den gesamten Erweiterungsbau halten sich in der anschlagsmäßigen Summe von 982500 Mark, für Nebenanlagen standen 27000 Mark, für innere Einrichtung 111000 Mark zur Verfügung.

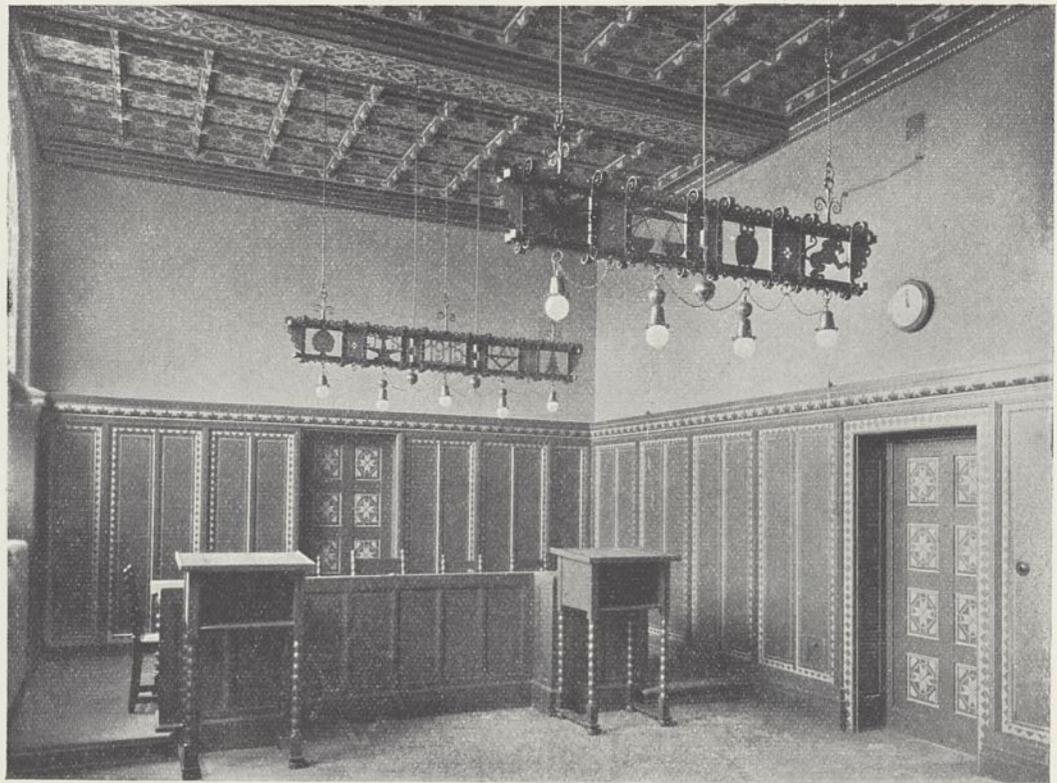


Abb. 15. Sitzungssaal im ersten Obergeschoß.

Die endgültige Übergabe an die nutznießende Behörde erfolgte am 15. September 1915.

Es würde zu weit führen, die sämtlichen bei der Ausführung der beiden Bauteile beteiligten Unternehmer und Handwerker namhaft zu machen. Es mag genügen, nur

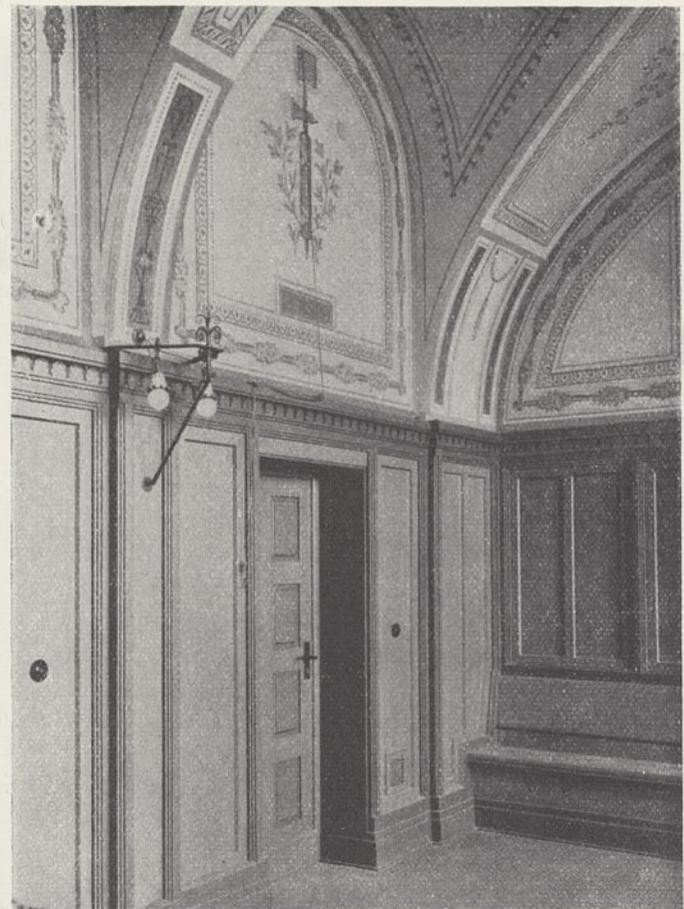


Abb. 16. Sitzungssaal im ersten Obergeschoß  
(vgl. Abb. 19).

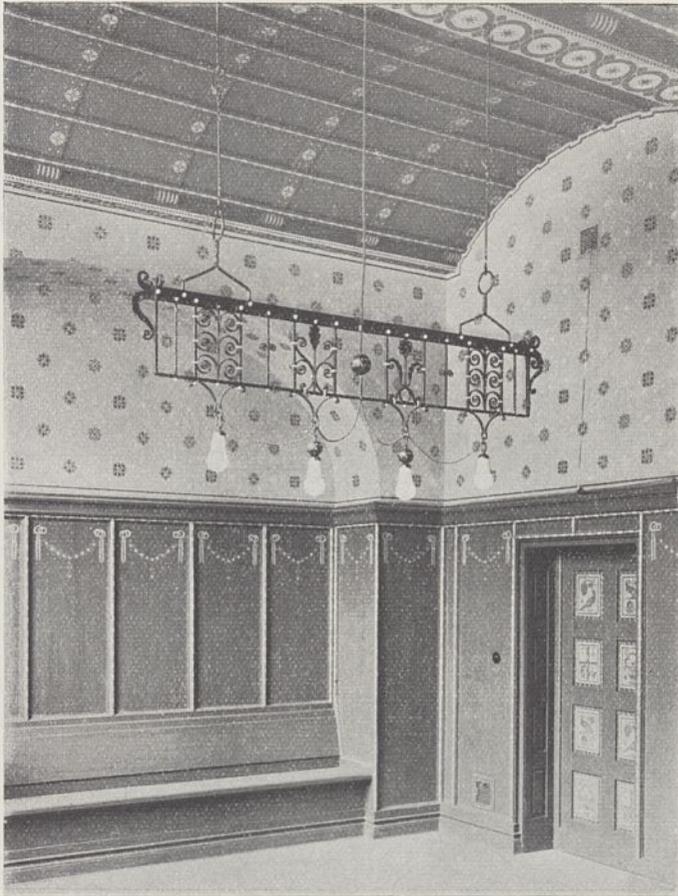


Abb. 17.



Abb. 18.



Abb. 19.



Abb. 20.

Abb. 17 bis 20. Sitzungssäle im ersten Obergeschoß.

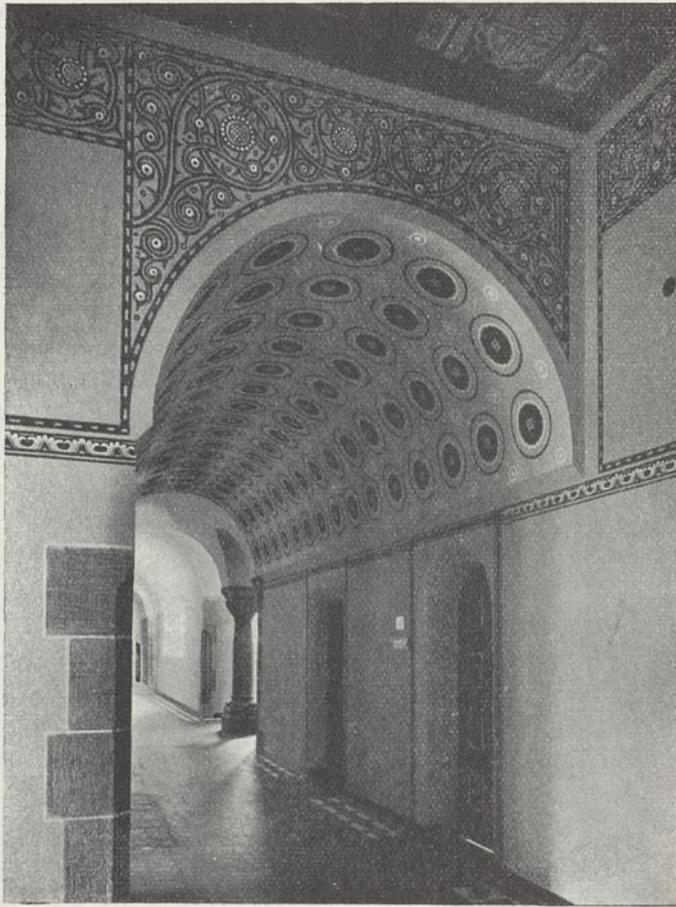


Abb. 21. Flur beim Haupttreppenhaus.

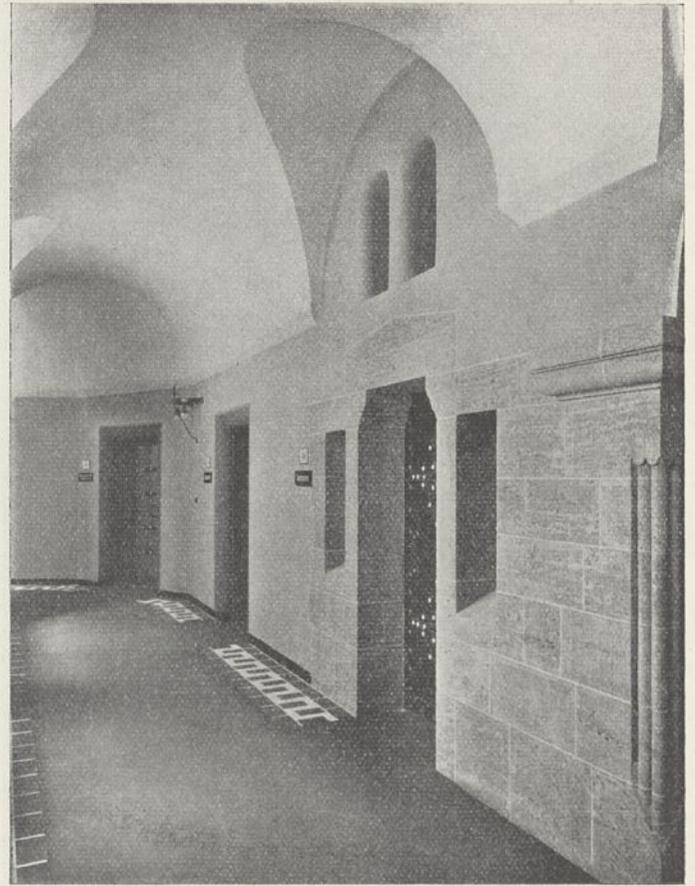


Abb. 22. Flur im Erdgeschoß.

für die bedeutsamsten Arbeiten die ausführenden Firmen zu erwähnen. Die Maurerarbeiten beim ersten Bauteil sind von Ernst Gerhardt in Charlottenburg, beim zweiten Bauteil von Otto Carl in Berlin hergestellt worden. Die Werksteinarbeiten des Äußeren in Muschelkalk sind aus den Brüchen von Simon Eckardt in Rothenburg o. d. T. bzw. von den Kirchheimer Muschelkalksteinwerken in Berlin bezogen; die wirksame Regensteinverblendung der Flächen der Straßenfronten wurde von A. Langenlücke in Jerxheim geliefert. Die Werksteinarbeiten des Inneren und der Höfe fertigte Alb. Fricke in Königsutter. Von der künstlerischen Ausstattung der Innenräume sind die Kunstschmiedearbeiten von J. Schramm in Berlin und die Ausmalung der Treppenhallen und Säle hervorzuheben, für welche Professor Kutschmann in Berlin und Otto Linnemann in Frankfurt a. M. in erster Linie zu nennen sind. Die Beheizung beider Bauteile erfolgte

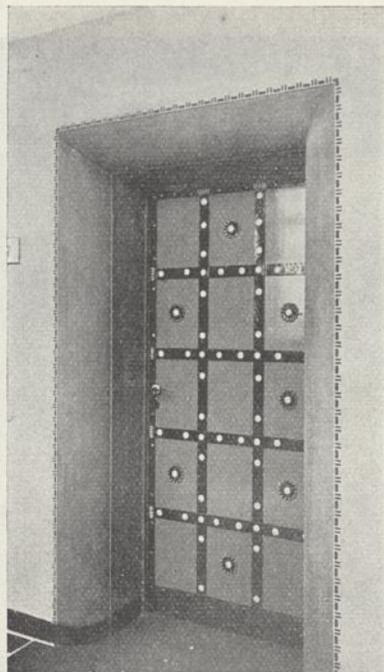


Abb. 23. Tür im Erdgeschoß.



Abb. 24. Tür im ersten Obergeschoß.

durch die Firma Rud. O. Meyer in Berlin.

Der Vorentwurf wurde im Ministerium der öffentlichen Arbeiten unter der Oberleitung des Wirklichen Geheimen Oberbau-rats Thömer aufgestellt, mit Unterstützung des Regierungs- und Geheimen Bau-rats Mönlich. Die örtliche Bau-leitung lag vom 1. April 1912 bis 31. Juli 1914 in den Händen des

Regierungsbaumeisters Pattri, dem nach seinem Eintritt in den Heeresdienst als Kriegsfreiwilliger der Regierungsbaumeister Virck bis zur Vollendung des Baues folgte. Die Aufsicht seitens der Königlichen Ministerial-Baukommission übte Regierungs- und Baurat Büttner aus, und nach dessen Tode bei den Kämpfen in Flandern im Oktober 1914 sein Nachfolger, Regierungs- und Baurat Vohl.

## Die neue Baugewerkschule an der Kurfürstenstraße in Berlin.

Architekt: Geheimer Baurat Stadtbaurat Dr.-Ing. Ludwig Hoffmann.

(Mit Abbildungen auf Blatt 23 bis 25 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Unter den zahlreichen Bauten, mit denen Ludwig Hoffmann der Reichshauptstadt den Stempel seiner künstlerischen Art aufgeprägt hat, nimmt die von der Stadt Berlin erbaute neue Baugewerkschule in der Kurfürstenstraße Nr. 141 eine ganz besondere Stelle ein, eine Stelle, die sie auch gegenüber andern Werken des Künstlers, dem wuchtig stolzen Stadthaus, den stimmungsvollen Anlagen in Buch und sonstigen großartigeren Neubauten, stets behaupten wird. Nirgend spricht sich in so gedrängter Form so deutlich und erschöpfend die Hoffmannsche Eigenart aus: künstlerische Gewissenhaftigkeit bis ins kleinste und liebevolles Eingehen auf die Zweckbestimmung des Gebäudes. Nirgend ist es auch Hoffmann so

gelingen, die Schwierigkeiten eines verzwickten Bauplatzes in ebensoviele Vorzüge zu verwandeln und einen Grundriß zu schaffen, dessen Klarheit von jedem Fachmann als künstlerische Tat empfunden werden wird. Besonders wohlthuend wirkt es dabei, daß die Form des Grundstücks (Text-Abb. 2) ein Abweichen von dem herkömmlichen Flurschema der Schulgrundrisse nicht nur gestattete, sondern sogar forderte.

Durch den Grundriß mit seinen Feinheiten im einzelnen, durch die Gestaltung des Äußeren wie des Inneren zieht sich deutlich erkennbar der Grundgedanke des Erbauers, ein Haus zu schaffen, das nicht nur dem Unterricht für angehende Fachleute dienen, sondern selbst als Anschauungs- und Lehrmittel wirken soll. — So mag auch der Gedanke der Hauptfront entstanden sein: über schlichtem Sockelgeschoß eine mächtige Säulenstellung aus Muschelkalkstein, die das Gebäude aus der Reihe der Miethäuser rechts und links weithin heraushebt; groß im Maßstab, einfach und klar in der Einzelgestaltung (Text-Abb. 1, Bl. 23 u. Abb. 1 Bl. 24). Bescheiden, fast möchte man denken: zu bescheiden, schneiden sich die Eingänge in den Sockel ein. Aber ein Mehr hierbei hätte nach dem Empfinden des Erbauers leicht das Haus zum Palast stempeln, leicht auch die Wirkung der prächtigen Säulenreihe abschwächen können.

Zwischen der Kurfürstenstraße und einem der Stadt gehörigen Grundstück, dessen baubeständiger, von niedrigen Bauteilen begrenzter Hof eine gute Beleuchtung der nach ihm sehenden Klassenräume gewährleistet, entwickelt sich das Gebäude in drei Bauteilen um einen größeren und zwei kleinere Innenhöfe. Die Wände des großen Hofes, in welchem

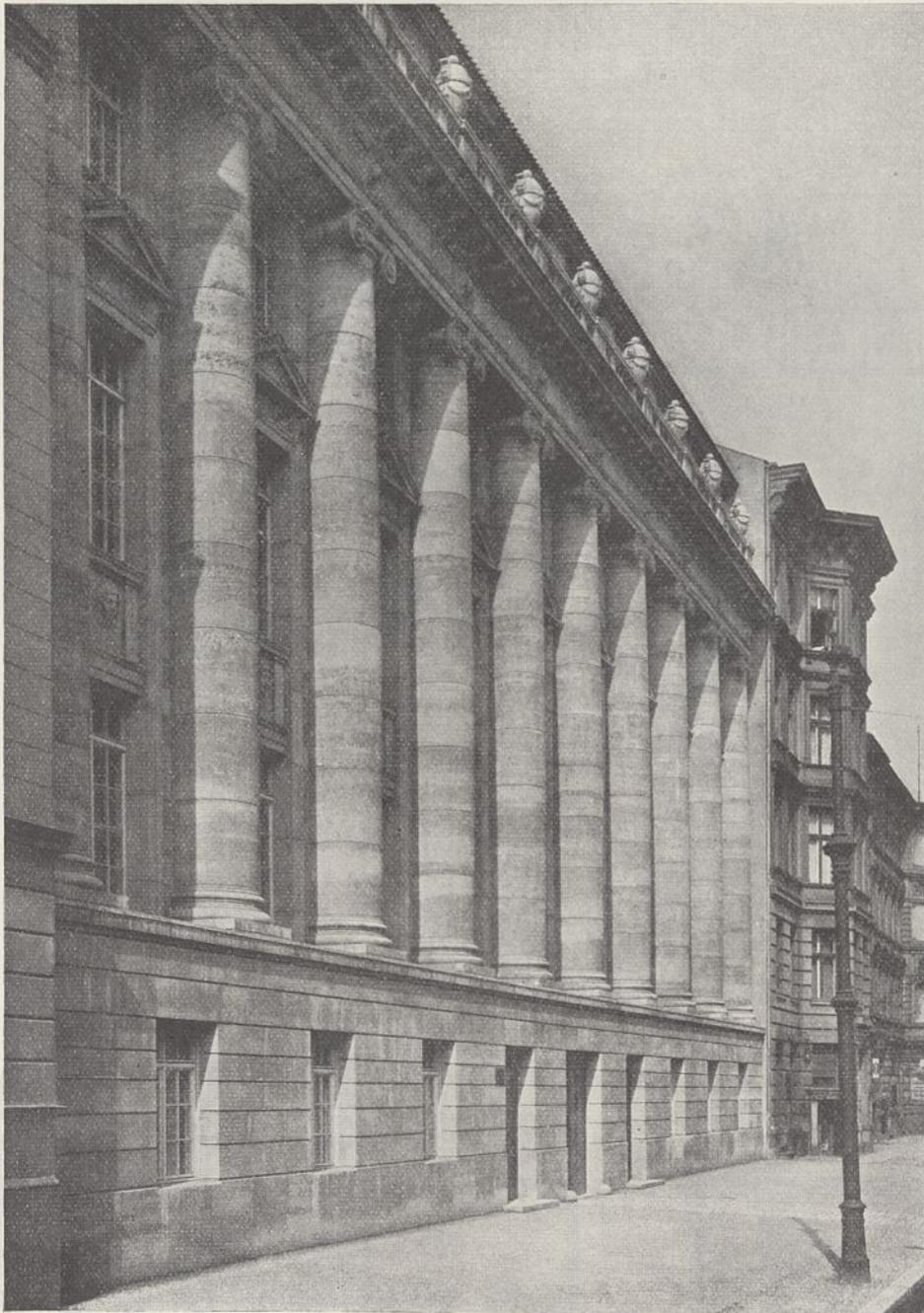


Abb. 1. Ansicht in der Kurfürstenstraße.



a Lichthof.

Abb. 2. Lageplan.

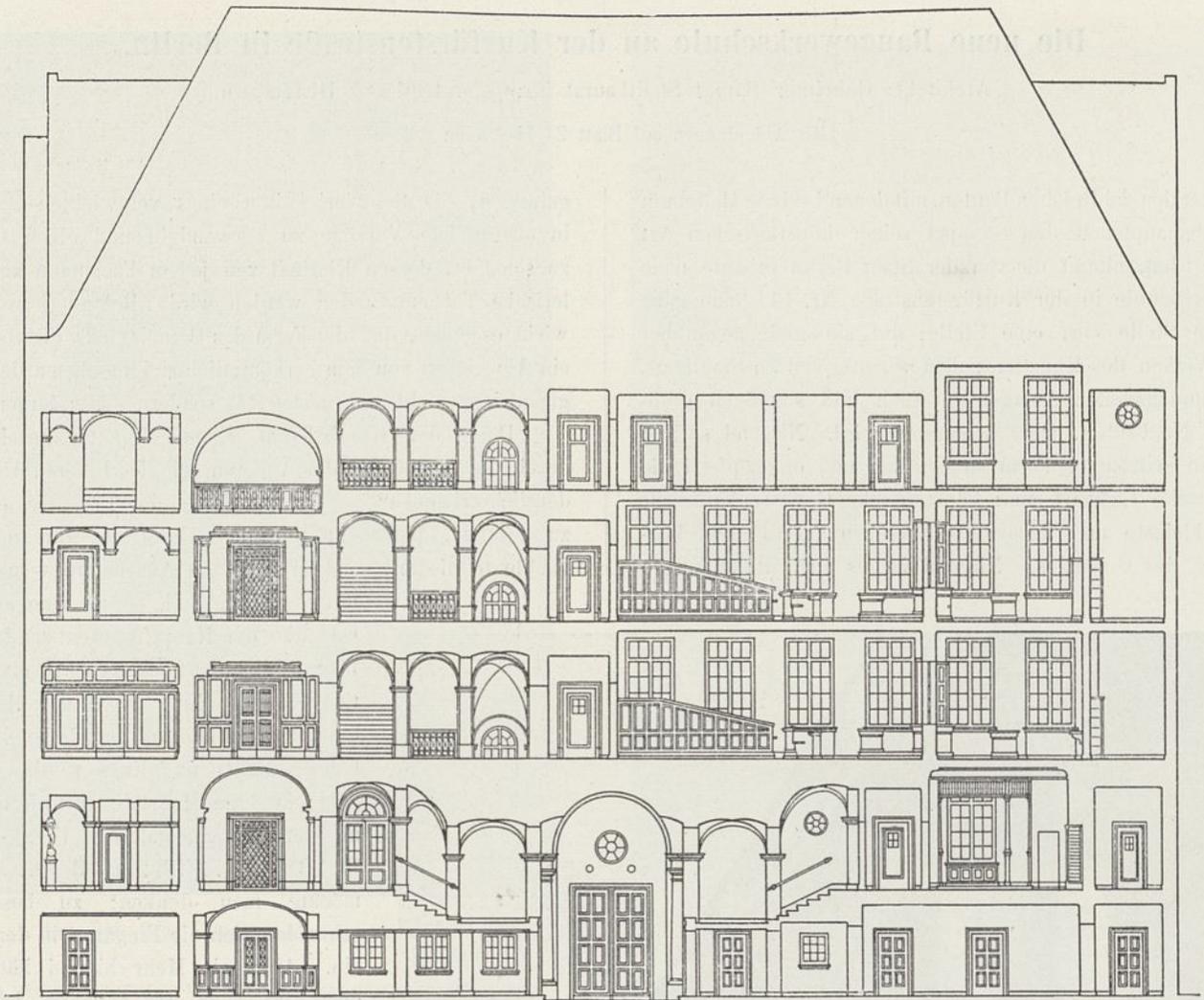


Abb. 3. Schnitt CD.

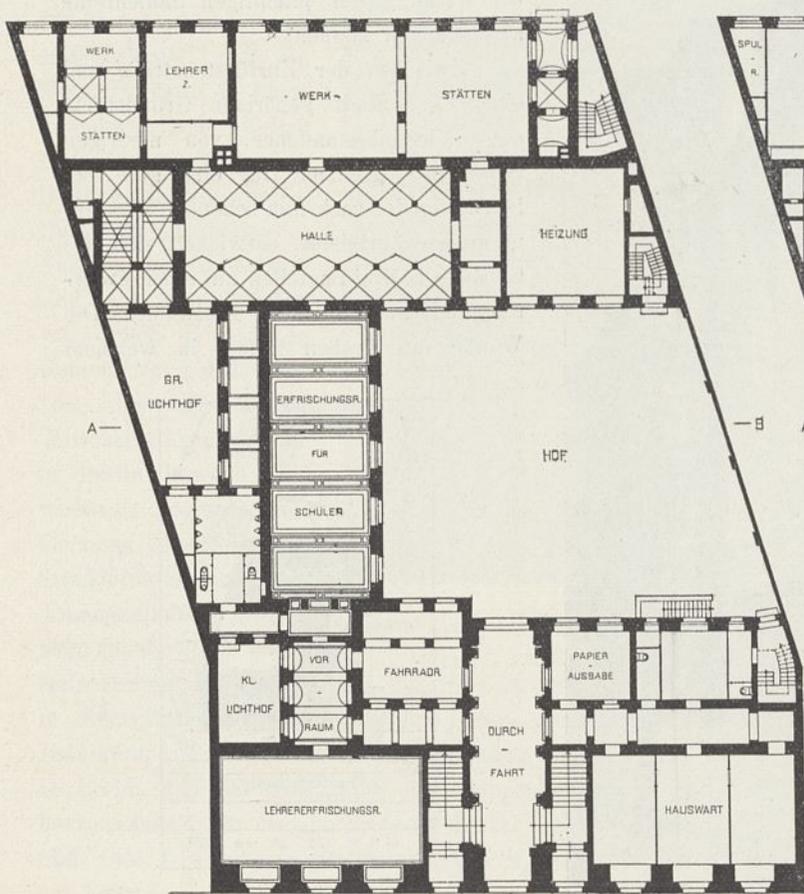


Abb. 4. Untergeschoß.

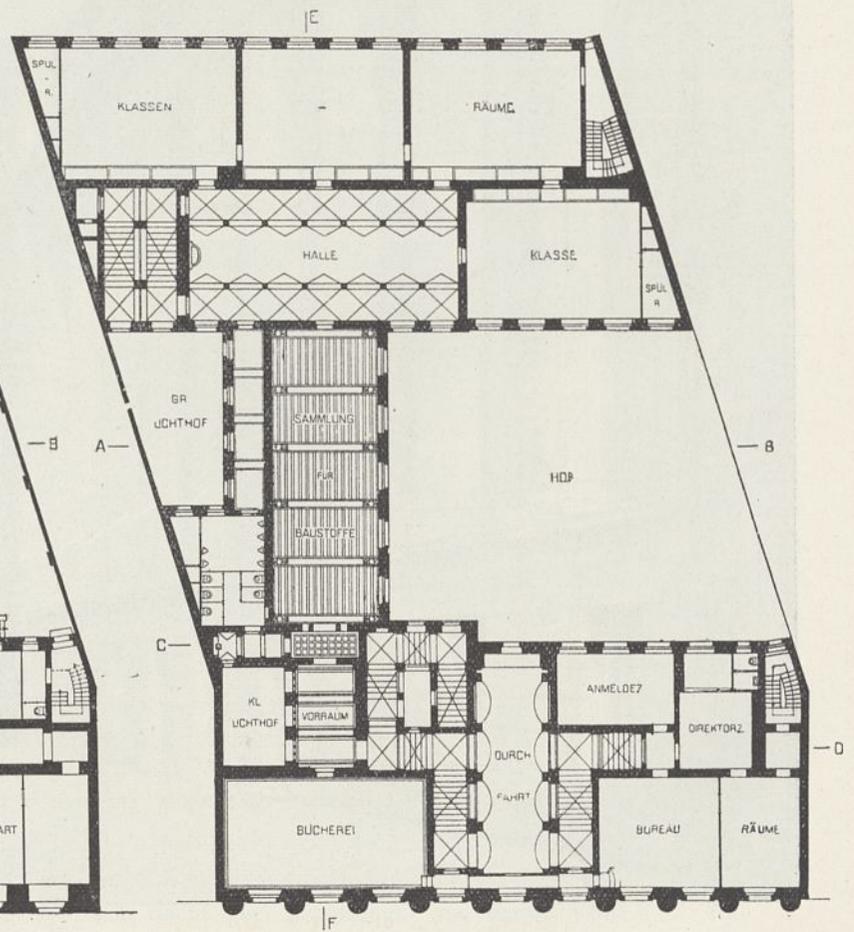


Abb. 5. Erdgeschoß.

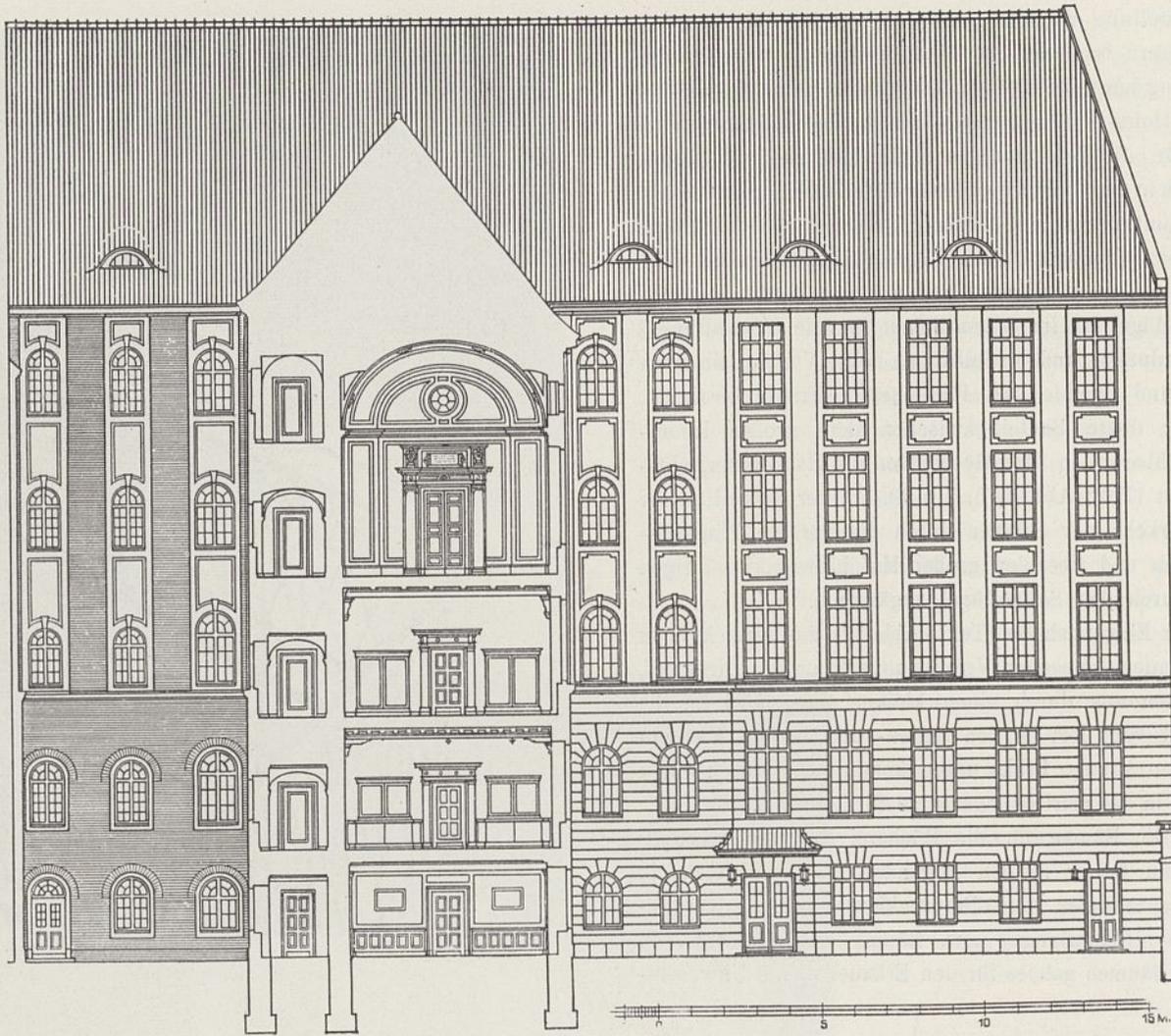


Abb. 6. Schnitt AB.

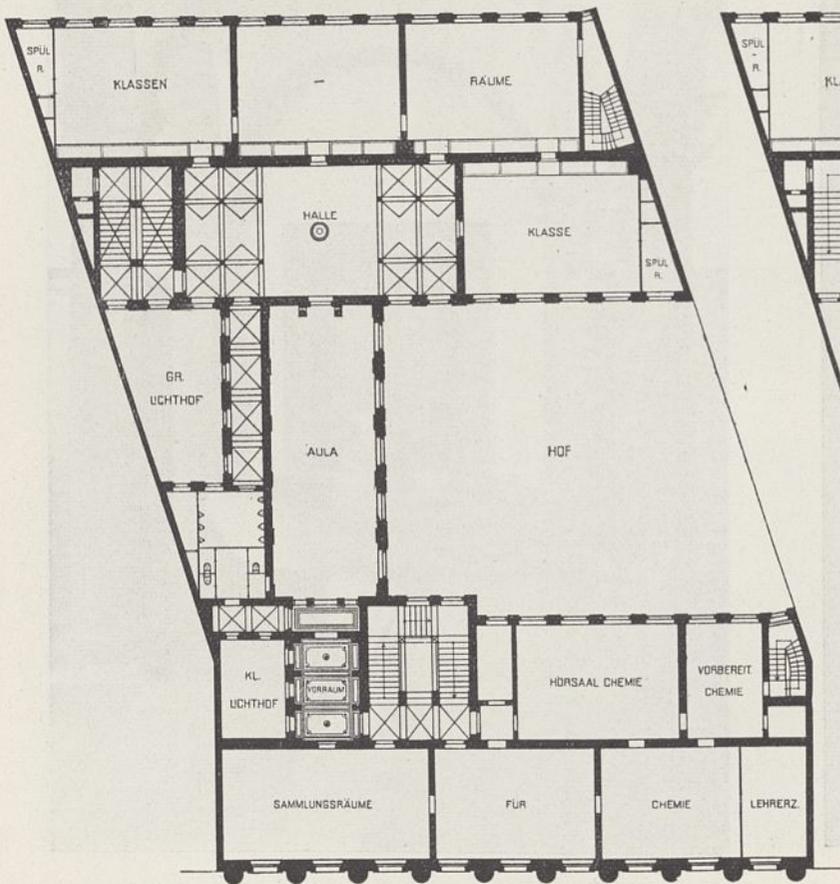


Abb. 7. Zweites Obergeschoß.

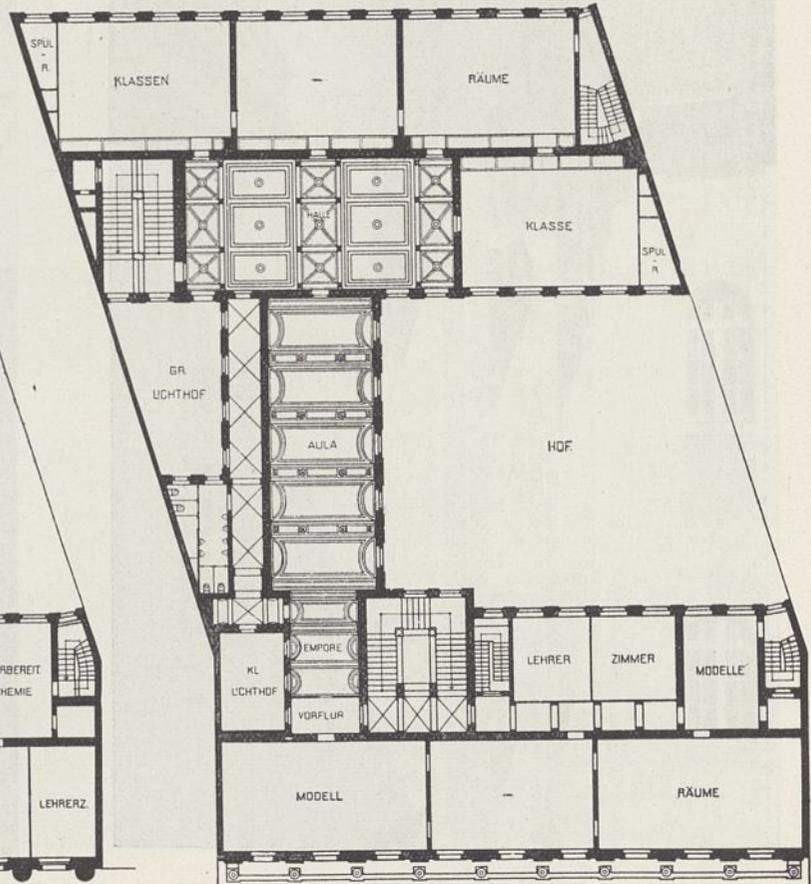


Abb. 8. Drittes Obergeschoß.

mit der Aufstellung wichtiger Reste von abgebrochenen alten Berliner Häusern begonnen ist, sind in Mörtelputz mit Sandsteingliederung hergestellt (Text-Abb. 6 u. 10), die Wände des zweitgroßen Hofes in Ziegelsteinen mit geputzten Flächenteilen (Text-Abb. 6), die des kleineren Lichthofes ganz in Ziegelsteinen. Auch in der Pflasterung dieser Höfe findet zugunsten des Anschauungsunterrichts ein Wechsel zwischen verschiedenem Mosaikpflaster und gemustertem Ziegelsteinpflaster statt.

Der Bauteil an der Straße und der sich daran anschließende Seitenflügel ist im wesentlichen für die Verwaltungsräume, Sammlungs- und Modellräume nebst Vortragszimmern für Physik und Chemie und für einen Festraum bestimmt, während der dritte Bauteil zwischen dem großen Innen- und dem Nachbarhof in fünf Geschossen die Hauptunterrichtsräume enthält (Text-Abb. 4, 5, 7 u. 8). Dieser Bauteil ist für den Hauptverkehr der Schüler durch die vordere Eingangshalle hindurch und über den großen Hof hinweg, im übrigen aber auch durch den Seitenflügel zugänglich.

Von der Eingangshalle (Text-Abb. 12) aus erreicht man rechts die bequem gelegenen Verwaltungsräume des Direktors, der von diesen aus durch einen kleinen Gang auch in die Bücherei und von dort in den Seiten- und in den Klassenflügel gelangen kann. Links unten kommt man durch einen Fahrradraum in die Erfrischungsräume für Lehrer und Schüler, über denen die Räume für die Bücherei und die Baustoffsammlung und ferner in den folgenden Obergeschossen ein Lehrerkonferenzzimmer, eine Reserveklasse und die erwähnten Vortrags-, Sammlungs- usw. Räume sich befinden. In allen diesen Räumen gab es für den Erbauer nichts Unwesent-

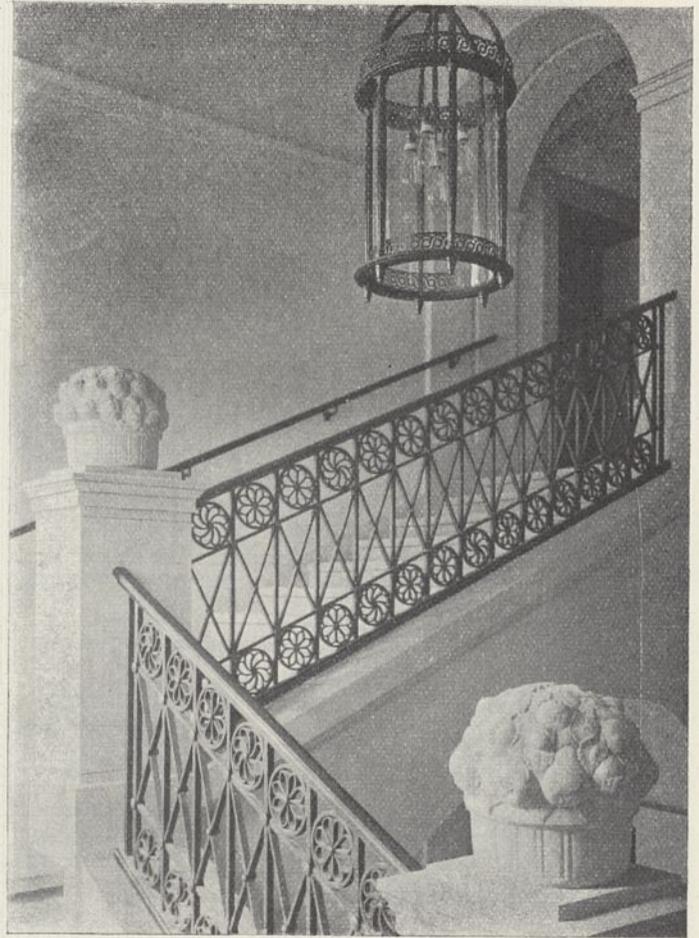


Abb. 9. Haupttreppe.

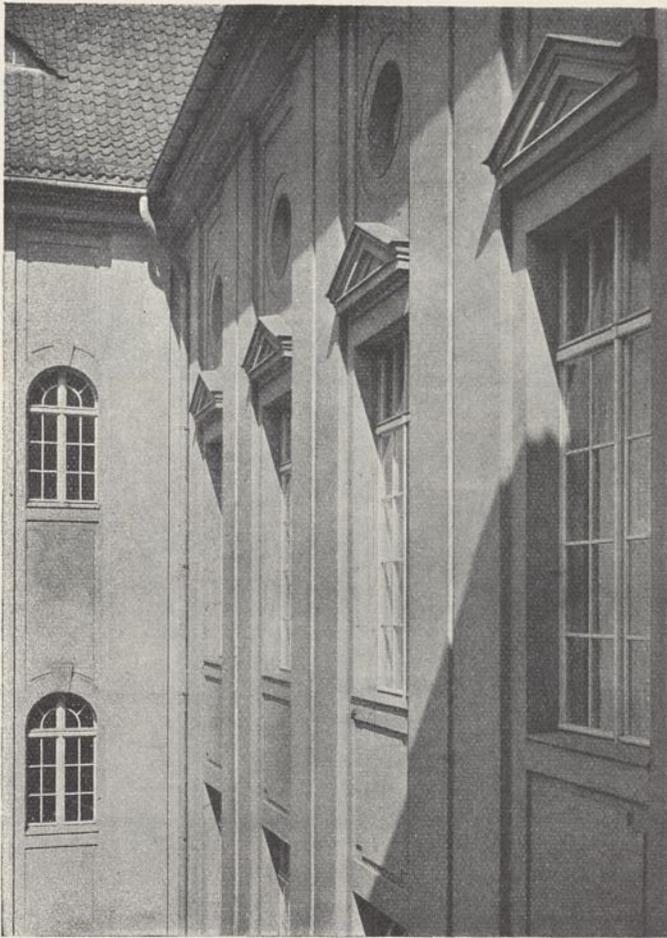


Abb. 10. Hofansicht.



Abb. 11. Brunnen der Halle im dritten Obergeschoß.

liches gegenüber dem das Ganze beherrschenden Baugedanken. Die Wahl der verschiedenen Stein-, Holz- und Putzarten z. B. und ihre verschiedenartige Behandlung und Färbung, die Beleuchtung, die Ausbildung der Decken und die hierin und in der Höhenabmessung der Räume herrschende wohlüberlegte Abwechslung geben überall Gelegenheit, nicht nur über die handwerksmäßige Herstellung der Bauteile, sondern auch über die Gründe für die Wirkung der Raumgestaltung und der angewandten Formen und Farben Rechenschaft zu geben. Dabei herrscht Mäßigung im Aufwand der Mittel, so daß in der Wirkung eine gewisse Steigerung zu der Aula hin besteht, obwohl auch bei dieser in Größe und Ausstattung bewußte Zurückhaltung erkennbar ist.

Die Aula geht durch die beiden oberen Geschosse des Zwischengebäudes hindurch (Text-Abb. 6 und Abb. 2 Bl. 24). Sie ist mit einem Tonnengewölbe und Stichen zwischen Gurtbogen überwölbt worden, die Decke und die Wände wurden mit ornamentierten Stuckgliederungen versehen. Besondere

Schmuckteile bilden einerseits der Einbau unter der Empore und andererseits die Türarchitektur (Text-Abb. 13 u. 14). Hier sind die Säulenschäfte, die Baluster, die Vasen, Muscheln und Knöpfe aus Veroneser Marmor, die anderen Architekturteile aus istrischem Kalkstein ausgeführt worden. Über der Tür lesen wir einen alten Spruch: „Wer etwas kann, hat Lobes viel, Ein Schand' ist, wer nichts lernen will“. — Die Stimmung des Raumes ist hell, die Wand-, Pfeiler- und Deckenflächen erhielten eine leichte rötliche Tönung, die Stuckgliederungen wurden in den Tiefen des Schmuckwerkes durch etwas Ocker belebt. Bemerkenswert ist, wie auch die untergeordneten, zu den Schüleraborten führenden seitlichen schmalen Gänge benutzt sind, um in den verschiedenen Stockwerken durch eine verschiedene Gestaltung verschiedene Raumwirkungen zu zeigen, wie sie z. B. auch für bescheidene Wohnhausflure geeignet sein würden. Im Untergeschoß erhielt der vierachsige Flur eine gerade Decke mit geraden Unterzügen, darüber im Erdgeschoß eine gerade Decke mit Wandprofil und einfachem korbogenfö-

migen Gurtbogen, darüber im ersten Obergeschoß eine gerade Decke mit doppeltem korbogenförmigen Gurtbogen, im zweiten Obergeschoß Kreuzgewölbe zwischen doppelten Gurtbögen und im dritten Obergeschoß ein durchgehendes Tonnengewölbe mit Stichkappen (Text-Abb. 6). Die Fußböden sind in den fünf Geschossen in verschiedener Art und in verschiedenen Farben teils aus Mettlacher Platten, teils aus Terrazzo hergestellt worden. Selbst in den ganz kleinen Räumen am kleinen Lichthof werden verschiedene Raum- und Lichtwirkungen gezeigt. Im Erdgeschoß wird in dem mit einer Tonne überdeckten Raum durch ein zurückliegendes seitliches Fenster eine Skulptur seitlich eindrucksvoll belichtet, darüber im ersten Obergeschoß durch ebenfalls zurückliegende obere Fenster die flache, zart ornamentierte Decke (Text-Abb. 3). Im zweiten Obergeschoß neben der Aula ist der kleine Raum mit zwei Kreuzgewölben zwischen Gurten überdeckt und durch zwei obere runde Fenster belichtet, während im dritten Obergeschoß ein Tonnengewölbe mit Gurtbögen inmitten durch ein Kreuzgewölbe unterbrochen wird. Das hierunter angeordnete rechteckige Fenster, das längs des schmalen Flurs sichtbar ist, wurde mit einer bescheidenen Glasmalerei geschmückt.

Dem für den Unterricht wichtigsten Bauteil, dem Klassengebäude, ist eine besonders günstige, ruhige Lage zu teil geworden. Nach Durchschreitung des großen Hofes erreichen die Schüler im Erdgeschoß einen Vorflur und die sich anschließende Halle, von welcher gegenüber dem Eingang das zweiläufige



Abb. 12. Eingangshalle mit Treppenaufgang.

überwölbte Treppenhaus betreten wird. Im Gegensatz zu dem schmiedeeisernen Geländer des vorderen Treppenhauses (Text-Abb. 9) wurde hier ein hölzernes Treppengeländer ausgeführt. An der Halle liegen die Modellerräume, auch der Schülerriseraum ist von hier aus zugänglich. In den Modellerräumen sind Wände und Decken mit weißen Glanzziegeln bekleidet worden, die anliegenden kleineren Aufbewahrungsräume zeigen in unverputzten roten Ziegeln verschiedene Gewölbearten. In den vier Obergeschossen wurden an dieser Stelle je vier Unterrichtsräume angeordnet, an deren inneren Längswänden sich die Reißbrettschränke befinden. Die Profilierung der Holzteile, die Farbenstimmung in diesen Räumen und die oberen zum Teil aufschablonierten, zum Teil frei aufgemalten Abschlußfriese der Wände sind in den verschiedenen Obergeschossen verschieden.

Zum Aufenthalt in den Zwischenpausen dienen den Schülern die den Unterrichtsräumen vorgelagerten Hallen. Auch sie wurden in den verschiedenen Geschossen ganz verschieden gestaltet und aus verschiedenen Stoffen ausgeführt (Text-Abb. 4, 5, 7 u. 8 und Abb. 2 Bl. 24). So zeigt die Halle im Untergeschoß auf zwölf quadratischen Pfeilern mit abgeschragten Ecken aus Goldbachthaler Sandstein drei sich durchdringende Tonnengewölbe ohne weitere Betonung. Der gleiche Stein wurde für die Türumrahmungen und für die Fußbodengurte verwandt. Die Fußbodenfelder bestehen aus grauem Terrazzo.

Im Erdgeschoß ist in der Halle die Längsrichtung stark betont, indem das mittlere Gewölbe als Tonnengewölbe ungeteilt durchgeführt und auch die Säulenkapitelle in dieser Richtung entwickelt wurden. Inmitten der seitlich besonders gut belichteten Querwände wurden an einer Seite die Türumrahmung durch Schmuckformen ausgezeichnet und gegenüber ein Wandbrunnen aus istrischem Kalkstein mit einer kleinen Faunmaske aus Bronze angebracht. Über den Kleiderschränken sind Schinkelsche Terrakotten von dem vor einigen Jahren abgebrochenen Gormanhause in die Wände eingesetzt worden. Die Fußbodenflächen sind einfach mit diagonal verlegten Platten aus rötlichem Sollinger Stein befestigt, die Türen erhielten einen roten, die Schränke einen grauen Anstrich.

Im Gegensatz zu dieser Ausbildung wurde die Halle im ersten Obergeschoß durch Längs- und Quergurte im Gewölbe und im Fußboden in 21 Felder geteilt (Abb. 2 Bl. 25). An den Wänden nehmen flache Kragsteine die Gurte auf.

Die Säulen, Türumrahmungen und Fußbodenfriese sind aus geschliffenem Gaubüttelbrunner Kalkstein ausgeführt worden, zwei Säulenschäfte in verschiedener Art ornamentiert, um auch in dieser Beziehung eine Anregung zu geben. Der Wandbrunnen mit einem bronzenen Löwenkopf als Wasserspeier und Architekturteilen aus istrischem Kalkstein wurde



Abb. 13. Empore in der Aula.

durch Einfügung einer Platte aus Gaubüttelbrunner Kalkstein in engere Beziehung zu den Säulen gebracht. Auch hier sind in die Längswände Schinkelsche Terrakotten eingesetzt worden. Die Fußbodenfelder sind aus quadratischen rötlichen Sollinger Platten hergestellt, die Türen grün gestrichen.

Die Halle im zweiten Obergeschoß (Abb. 1 Bl. 25) ist zugleich Vorraum zur Aula. Sie ist gewölbt, weshalb der mittlere Hallenteil, aus welchem man die Aula betritt, gegensätzlich eine gerade Decke erhielt. Ihm schließen sich seitlich überwölbte Teile mit je sechs Gewölbefeldern an. Inmitten des Raumes in der Längsachse der Aula wurde ein Brunnen

aus dem gleichen Veroneser Marmor, welcher in der Aula Verwendung fand, aufgestellt. Die Säulen, Türumrahmungen und die Teilungsplatten des Fußbodens sind aus grauem Oberkirchner Sandstein ausgeführt worden, die acht Säulenkapitelle mit ihren diagonal gerichteten Schnecken wurden verschieden ornamentiert. Entsprechend der Durchbildung

geraden Decken. Zu den Säulen, Türumrahmungen und den Gurten im Fußboden ist roter Mainsandstein verwandt worden, während die Fußbodenfelder aus rötlich grauem Terrazzo mit doppelten weißen Streifen und ornamentierten Veroneser Marmorplatten ausgeführt wurden. Der inmitten dieser Halle frei-

stehende Brunnen (Text-Abb. 11) ist aus istrischem Kalkstein hergestellt; die Türen sind blaugrau, die Schränke silbergrau gestrichen. Ein rundes Fenster gestattet einen Einblick in den oberen Teil der Aula, wie auch an anderen Stellen durch vergitterte Türöffnungen reizvolle Durchblicke und Raumbilder geschaffen sind. Auch in dieser Halle wurden Schinkelsche Terrakotten verwandt. Bei aller Mannigfaltigkeit in der Form, in der Beleuchtung und in der Einzelausstattung der Räume macht doch der ganze Bau einen durchaus einheitlichen und ruhigen Eindruck. Wie reich die Anregungen auch sein mögen, die Lehrern und Schülern in diesen Räumen geboten werden, so ist doch nichts dabei, was sie zu einem überladenen, hohlen Protztempel verleiten könnte. So wird der gesunde Geist, der seit einiger Zeit durch unser Baugewerkschulwesen geht, in diesem Hause eine geeignete Stätte und gute Unterstützung finden.

Die Bauausführung geschah in den Jahren 1911 bis 1914. Bei der Bearbeitung der Pläne und der Bauausführung standen dem Stadtbaurat Hoffmann zur Seite Magistratsbaurat Matzdorf, Stadtbaumeister Salingré und die Architekten Hennings, Froben und Koeppen. Die Bildhauerarbeiten an der Außenfront hat Professor Rauch, die Bildhauerarbeiten im Innern des Gebäudes Professor Naager ausgeführt. Die Unterrichtsräume wurden von Professor Kutschmann,

die übrigen Räume von Bodenstein gemalt, die eisernen und bronzenen Schmiedearbeiten sind vom Hofschlossermeister Ruhland ausgeführt worden.

Neben diesen besonders erwähnten, hat noch eine Reihe anderer Künstler und Handwerker an diesem Bau den Beweis gediegenen Könnens erbracht.

S.



Abb. 14. Aula.

der Aula wurde auch die Decke mit ornamentierten Stuckgliedern geschmückt. Die Fußbodenfelder sind aus rötlichem Terrazzo mit weißen Streifen und Einlageplatten aus Veroneser Marmor hergestellt worden.

Im dritten Obergeschoß zeigt die Halle zwischen einem mittleren und zwei seitlichen Gewölben zwei Raumteile mit

## Die ehemalige Marienkapelle des Aachener Münsters, die Krönungsstätte der deutschen Könige.

Vom Regierungsbaumeister Karl Becker in Hannoversch-Münden.

(Mit Abbildungen auf Blatt 26 bis 28 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

### 1. Einleitung.

Die Blütezeit der rheinischen Hochgotik ist an der Pfalzkapelle Karls des Großen in Aachen spurlos vorübergegangen. Was der Aachener Dom heute noch an gotischen Bauteilen besitzt, gehört fast ohne Ausnahme dem späten Mittelalter an. Schon der mächtige Chor, der nach mehr als fünfzigjähriger Bauzeit 1414 seine Weihe empfangt, zeigt in seinen Einzelformen überall den Einfluß der Spätgotik. Mehr gilt dies noch von den kleineren Kapellen, die sich im Laufe des 14. und namentlich 15. Jahrhunderts der Süd- und Nordseite des Oktogons vorlagerten. Es sind in der Reihenfolge ihrer Erbauung und nach ihren heutigen Bezeichnungen: die ungarische Kapelle, die später durch den noch erhaltenen Barockbau verdrängt wurde, die mit dem Chor unmittelbar zusammenhängende Mathiaskapelle, die Anna-, Karls- und Kreuzkapelle (Text-Abb. 1). Ebenfalls der spätgotischen Zeit verdanken ihre Entstehung die südliche Kreuzganghälfte und ihr westlicher Eingang an der heutigen Klosterstraße, das sog. kleine Drachenloch. Zwei eigenartige Bauten aus der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts sind heute nicht mehr vorhanden: der im Jahre 1811 unter der französischen Herrschaft zerstörte doppelbogige Portalbau<sup>1)</sup>, der das ehemalige karolingische Atrium, den sog. Pervisch<sup>2)</sup>, im Westen abschloß, und die 1786 abgetragene Marienkapelle im Chor (Text-Abb. 1 und 4).

Unter den spätgotischen Schöpfungen des Aachener Münsters nimmt gerade diese Kapelle einen ganz besonderen Platz ein. An Stelle der alten karolingischen Apsis errichtet, barg sie in ihrem Inneren den kostbarsten Schatz der Kirche, den über dem Marienaltar ruhenden Schrein der großen Reliquien, die namentlich im Mittelalter das Ziel zahlloser „Aachenfahrer“ bildeten<sup>3)</sup>; zugleich umschloß sie die Stätte, an der bis zum Anfang des 16. Jahrhunderts die Krönungsfeier der deutschen Könige stattfand.

Das für Aachen und die Reichsgeschichte so bedeutsame Denkmal hätte längst eine besondere, auch seiner Stellung innerhalb der rheinischen Kunst entsprechende Würdigung verdient. Wenn gleichwohl das Interesse auf den engeren Kreis

1) Vgl. den Wiederherstellungsversuch von P. Tornow in Faymonville, Der Dom zu Aachen und seine liturgische Ausstattung vom 9. bis zum 20. Jahrhundert, München 1909, S. 362.

2) = paradisus.

3) Vgl. Beißel, Die Aachenerfahrt. Freiburg i. Br. 1902.

der Aachener Ortsforschung<sup>4)</sup> beschränkt blieb, so lag das vor allem daran, daß heute im Dom selbst nur ganz geringe Spuren von dem einstigen Vorhandensein der Kapelle Zeugnis ablegen und die noch zum Teil erhaltenen Baureste so gut wie unbekannt geblieben sind.

Der einzige zeichnerische Wiederherstellungsversuch, der bisher gemacht worden ist, stammt aus dem Jahre 1869. Er besteht aus zwei auf Veranlassung von Dr. Franz Bock durch Paul Tornow angefertigten Schaubildern der Kapelle<sup>5)</sup> (Text-Abb. 2 u. 3). Da Tornow zu seinen Darstellungen die literarischen und bildlichen Zeugnisse nicht verwertete, sondern sich lediglich auf die vorhandenen Baureste stützte<sup>6)</sup>, so kann das von ihm gefundene Bild nur im allgemeinen als zutreffend bezeichnet werden. Es fehlt ihm namentlich die reiche Einzelgestaltung, die erst aus den erhaltenen Quellen sicher zu erschließen ist. Daß es bei sorgfältigster Berücksichtigung sämtlicher vorhandenen Zeugnisse möglich ist, ein in allen Teilen zuverlässiges Bild des ursprünglichen Bestandes zu gewinnen, dafür soll der im folgenden veröffentlichte Wiederherstellungsversuch den Nachweis liefern.

### 2. Geschichte des Bauwerks.

Die Bauzeit der Marienkapelle ist nicht überliefert. Auf keinen Fall aber hat man mit ihrer Errichtung schon gleich nach dem Abbruch der karolingischen Chorapsis, d. h.

4) Vgl. u. a. Faymonville, a. a. O. S. 230 ff.; ferner die auf den Gegenstand bezüglichen Ausführungen in Buchkremers Aufsatz „Zur Baugeschichte des Aachener Münsters“ im 22. Bd. der Zeitschrift des Aachener Geschichtsvereins, S. 216, 226 und 265 ff.

5) Vgl. auch Faymonville, a. a. O. S. 237 u. 239.

6) Laut Mitteilung Tornows vom 7. März 1915.

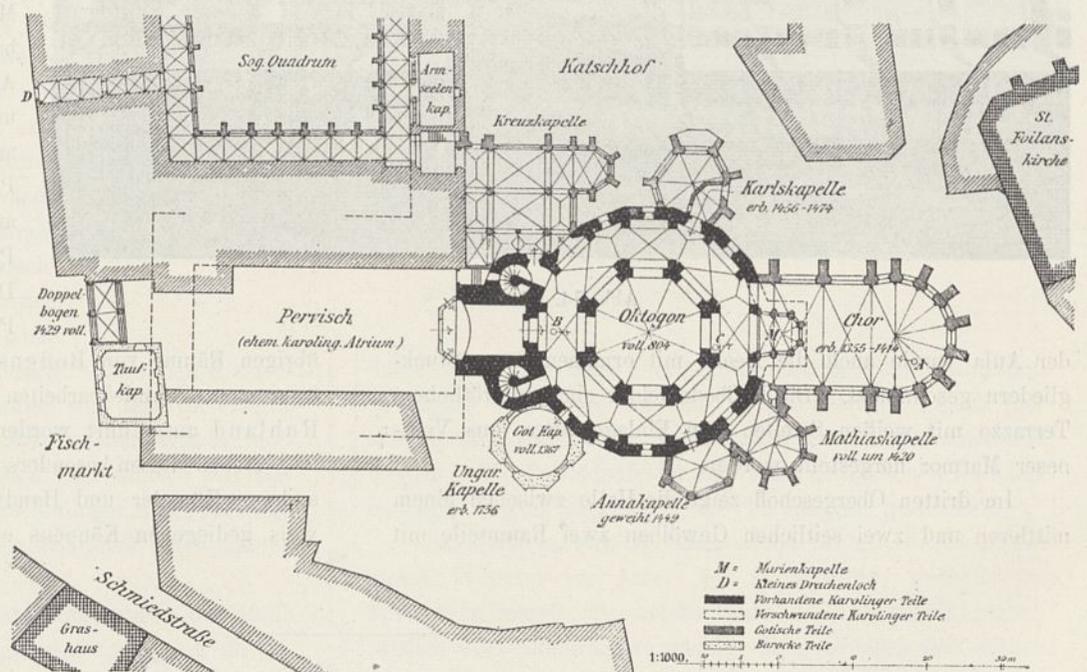


Abb. 1. Grundriß des Aachener Münsters.

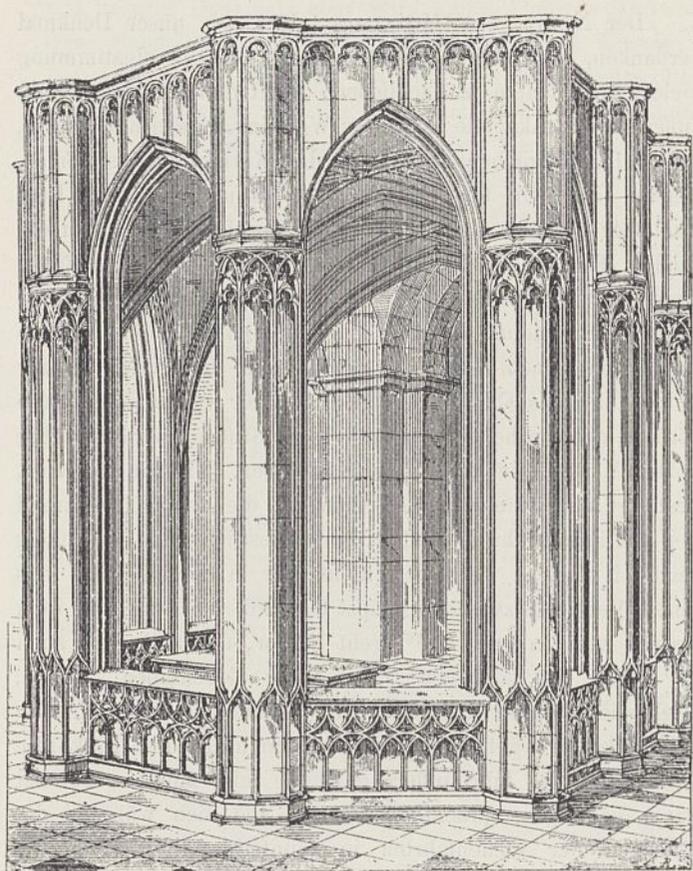


Abb. 2. Außenansicht der Marienkapelle.

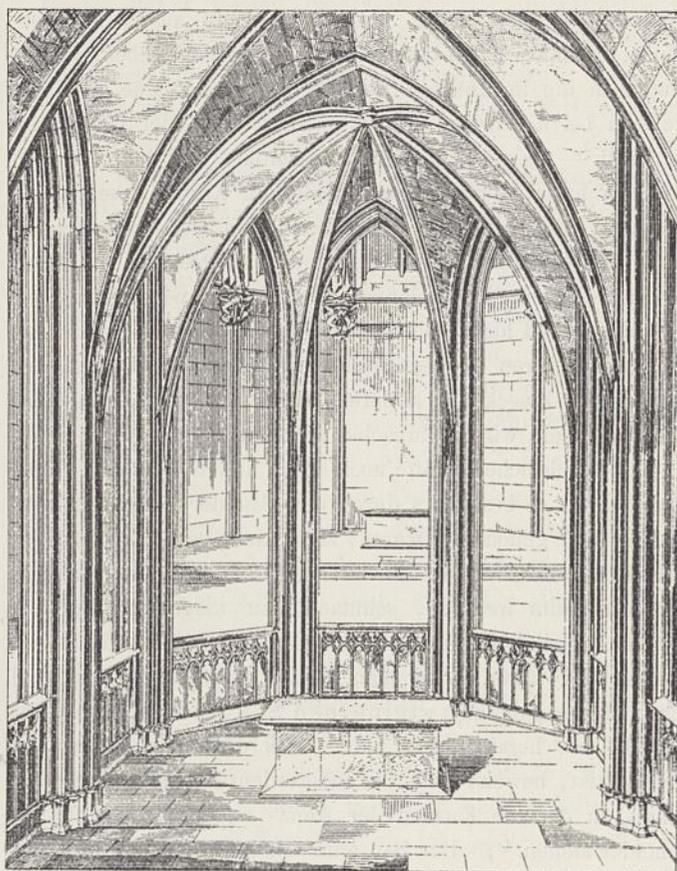


Abb. 3. Innenansicht

Wiederherstellungsversuch von P. Tornow. (Nach Druckstöcken des städtischen Museums in Aachen.)

nach der Vollendung des neuen Chors im Jahre 1414, begonnen. Das beweisen die spätgotischen Wandmalereien, die vor einigen Jahren bei Beseitigung jüngerer Putzschichten an der Stirnseite des mittleren, karolingischen Bogens beim Choreingang, der ehemaligen Anschlußstelle der Kapelle, auf-

gedeckt wurden. Wahrscheinlich wird das Gründungsjahr sogar ziemlich spät, etwa um 1450, anzusetzen sein. Das ergibt sich, wenn man sich die Gründe vergegenwärtigt, die zur Erbauung unseres Denkmals führten.

Sicherlich hat die Kapitelsgeistlichkeit nach Abbruch der alten Apsis daran gedacht, die Stelle, an der bis dahin schon so viele deutsche Könige gekrönt worden waren, auch für die fernere Zukunft in besonderer Weise auszuzeichnen. Aber weit mehr mag noch ein anderer Grund bei Errichtung der Kapelle mitgesprochen haben, der nicht nur ideellen, sondern auch materiellen, Rücksichten entsprang. Es galt vor allem der hohen Verehrung, die dem Marienaltar und den mit ihm verbundenen Heiligtümern entgegengebracht wurde, nach außen hin sichtbaren Ausdruck zu verleihen, daneben aber auch, den für Münster und Stadt so wertvollen Schatz, der während der alle sieben Jahre wiederkehrenden „Aachenfahrten“ für beide eine Quelle bedeutender Einnahmen bildete, in möglichst sicherer Hut aufzubewahren. Solange die alte karolingische Apsis noch stand, war hierfür die erforderliche Bürgschaft vorhanden. Als aber nach der Weihe des neuen Chors die frühere Anlage fiel, mußte man auf einen Ersatz des nunmehr fehlenden Schutzes bedacht sein. Das Kapitel versuchte zunächst, durch Anfertigung eines hölzernen Gehäuses, das den Marienschrein umschloß<sup>7)</sup>, den beiderseitigen Wünschen Rechnung zu tragen, mußte aber, da diese Maß-

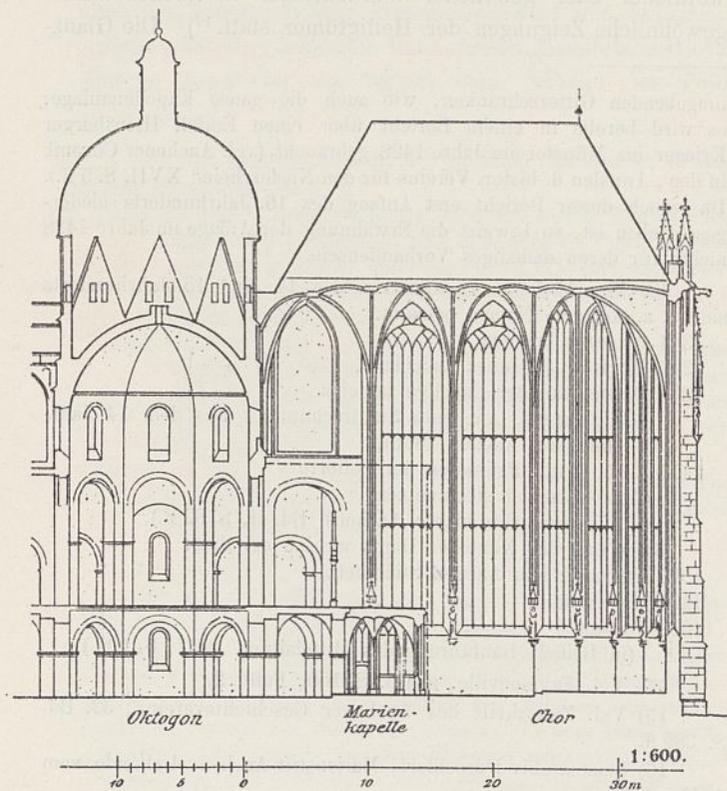


Abb. 4. Längenschnitt durch Oktogon und Chor.

7) Vgl. die von Quix, Historische Beschreibung der Münsterkirche und Heilighums-Fahrt in Aachen, Aachen 1825, S. 17 überlieferte Inschrift des Gehäuses: Hoc coopertorium completum est anno Domini 1419, ipso die Gregorii pape. Renovatum 1635.

regel den Vertretern der Stadt noch nicht ausreichend erschien, im Jahre 1425 das weitere Versprechen geben, außerdem auch die im Inneren des Schreins befindliche Holzlade, die sich bei der ersten Heiligtumsfahrt nach der Chorweihe — 1419 — als ganz „dornegelt, dorbroken und dorgereten“<sup>8)</sup> erwiesen hatte, durch einen kupfernen Kasten ersetzen zu lassen.<sup>9)</sup> Trotz dieses Versprechens blieb der bisherige Zustand weiter bestehen. Wenn dessen ungeachtet die Stadt in der Folgezeit ihr Verlangen nicht mehr wiederholte, so kann der Grund hierfür nur der gewesen sein, daß inzwischen das Kapitel ihren Wünschen durch Maßnahmen, die den beabsichtigten Zweck auf anderem Wege erreichten, entgegengekommen sein wird. Zunächst scheint man, wenigstens solange die geldlichen Kräfte noch durch andere bauliche Unternehmungen, so besonders durch den Bau der Annakapelle<sup>10)</sup>, in Anspruch genommen waren, sich damit begnügt zu haben, den Marienaltar mit eisernen Gitterschranken, die ihn von dem Chorraum trennten, schützend zu umgeben. Erst als man nach Vollendung der Annakapelle — 1449 — die Hände wieder frei hatte, wird man an die Ausführung des wohl schon länger geplanten steinernen Schutzbaues um Altar und Schrein herangetreten sein. Daß diese Vermutung zutreffend ist, beweist auch die außerordentlich nahe Verwandtschaft, in der die Formen der Anna- und Marienkapelle zueinander stehen.<sup>11)</sup> Der Bau muß schon 1455 fertig gewesen sein; denn Ende dieses Jahres stiftet Propst Gerhard zu Sayn „boven de cancelle“, d. h. auf der Decke der neuen Kapelle, einen dem hl. Simeon-Justus geweihten Altar<sup>12)</sup>, an dem fortan die Frühmesse stattfand.

8) Vgl. Zeitschr. des Aachener Geschichtsvereins, S. Bd. S. 273.

9) Quix, a. a. O. S. 151 ff.

10) Vgl. Faymonville, a. a. O. S. 347 u. 282. — Rechnet man für die Erbauung der Annakapelle rund 20 Jahre, so ergibt sich von 1414 ab folgende Reihenfolge der Baudaten: 1414 Chorweihe; zwischen 1414 und 1429: Vollendung der Mathiaskapelle und Errichtung des Doppelbogens am Pervisch; 1430 bis 1449 Erbauung der Annakapelle; um 1445: Fertigstellung des kl. Drachenlochs; in der Lücke zwischen 1449 und 1455: Erbauung der Marienkapelle; 1456 bis 1474: Erbauung der Karlskapelle. — Daß übrigens bei Gelegenheit der Krönung Friedrichs III. im Jahre 1442 die Kapelle noch nicht stand, scheint aus den Berichten zweier Augenzeugen über die Feierlichkeiten im Dom hervorzugehen. In dem einen dieser Berichte (vgl. Zeitschr. des Aachener Geschichtsvereins, 9. Bd. S. 213 ff.) heißt es, die Kurfürsten seien mit dem erwählten König zum „äußeren Altar U. L. Frauen“ gekommen; hätte wohl der Berichterstatter die Bezeichnung äußerer Altar, die vermutlich seine Stellung außerhalb der eigentlichen Laienkirche und der zahlreichen Altäre des Oktogons kennzeichnen soll, gebraucht, wenn der Marienaltar bereits von der Kapelle umschlossen gewesen wäre? — Der zweite Bericht (vgl. Mitteilungen des Instituts für österreich. Geschichtsforschung, Bd. VII S. 635) weist bei der Schilderung der Krönungszeremonien in kurzen Worten auf die Schönheit der Kirche hin und vergißt auch nicht, ganz besonders die den Hochaltar umgebenden engelgezierten Messingsäulen und das heute noch vorhandene Adlerpult zu erwähnen. Von der Kapelle schweigt er ganz; sollte das allein auf sein allerdings unverkennbares Interesse für die Werke des Messinggusses zurückzuführen sein, die er vielleicht in solcher Vollendung bisher noch nicht gesehen hatte?

11) Näheres hierüber auf S. 223.

12) Faymonville, a. a. O. S. 243, Fußn. 2. — Gerhard zu Sayn war nachweislich schon 1438 (Urkunde vom 24. Dez. 1438, Marienstift Aachen, Staatsarchiv Düsseldorf) im Amte. — Wenn er also den Simeonis-Justi-Altar erst 1455 stiftete, so kann dies, obwohl auch andere Erklärungen dafür möglich sind, doch, wie es hier geschehen ist, damit begründet werden, daß damals die Kapelle eben erst fertiggestellt war. Jedenfalls ist dies Datum aber die äußerste Grenze, bis zu der die Vollendung der Kapelle hinausgeschoben werden darf. — Das Wort cancelle bezeichnet sowohl die den Marienaltar

Der Name des Meisters, dem wir unser Denkmal verdanken, wird nicht genannt<sup>13)</sup>; nach der Übereinstimmung vieler Einzelheiten zu schließen, dürften von seiner Hand außer der Annakapelle auch der Westeingang des Kreuzhofes, das „kleine Drachenloch“, und die Karlskapelle stammen. Besser sind wir über die Baumittel unterrichtet. Dem Aachener Münster kamen in dieser Beziehung vor allem die reichen Erträge der Heiligtumsfahrten zugute. So überweist z. B. Propst Gerhard von Virneburg laut der Stiftungs-urkunde zum neuen Chorbau vom Jahre 1355<sup>14)</sup> der Kirchenfabrik von seinem Anteil an den Opfern der Pilger bis zur Vollendung des Chors jährlich eine einer vollen Kanonikatspfründe entsprechende Summe. Diese Stiftung wird 35 Jahre später<sup>15)</sup> von seinem zweiten Nachfolger, Wilhelm zu Wied, bestätigt und erneuert. Die Spenden, die natürlich während der Heiligtumsfahrten und Krönungsfestlichkeiten besonders reichlich flossen, bestanden nicht nur in barem Geld; aus einem Vergleich zwischen Propst Gerhard von Berg und dem Kapitel vom Jahre 1432<sup>16)</sup> geht hervor, daß außerdem auch der Erlös aus sonstigen Gaben, wie Edelsteinen, Perlen, Kleinodien, Pferden, Harnischen, Kleidungen usw., in die Kirchenkasse abgeführt wurde. — Wie hoch diese Einkünfte gerade im 15. Jahrhundert gewesen sein müssen, beweist die ganze Reihe prächtiger Bauten, die sich während der Blütezeit der Aachenfahrten in ununterbrochener Folge um den karolingischen Kern des Münsters gruppierten. Es sind die gleichen Mittel, aus denen auch die Kosten unseres Denkmals bestritten wurden. —

Nach ihrer Vollendung erlebte die Marienkapelle noch die Krönungen Maximilians I., Karls V. und Ferdinands I., der als letzter der deutschen Fürsten im Jahre 1531 am Marienaltar seine Weihe empfing. Von da ab war sie nur noch Zeuge der ziemlich regelmäßig wiederkehrenden Heiligtumsfahrten; bisweilen fanden auch bei Anwesenheit hoher weltlicher oder geistlicher Würdenträger in Aachen außergewöhnliche Zeigungen der Heiligtümer statt.<sup>17)</sup> Die Glanz-

umgebenden Gitterschranken, wie auch die ganze Kapellenanlage; es wird bereits in einem Bericht über einen Einfall Heinsberger Krieger ins Münster im Jahre 1428 gebraucht (vgl. Aachener Chronik in den „Annalen d. histor. Vereins für den Niederrhein“ XVII, S. 5 ff.). Da jedoch dieser Bericht erst Anfang des 16. Jahrhunderts niedergeschrieben ist, so beweist die Erwähnung der Anlage im Jahre 1428 nichts für deren damaliges Vorhandensein.

13) Von Aachener Steinmetzen des 14. und 15. Jahrhunderts sind u. a. folgende Namen bekannt:

1344 Albertus lapicida,

1346 Magister Johannes lapicida,

1370 Petrus van der Capellen lapicida

(in Laurent, Aachener Stadtrechnungen aus dem 14. Jahrhundert, Aachen 1866),

1477 Johann van Prumeren der polierre

Clois Kern der steinmetzer

(in Hagen, Geschichte Aachens, Bd. II, S. 62 ff.).

Beim Bau des Xantener Doms werden erwähnt:

1370 Christian von Aachen Steinmetz,

1497 Hermann „ „ „

1506 Johann „ „ „

(in Beißel, Bauführung des Mittelalters, Bd. I, S. 109.)

14) Vgl. Faymonville, a. a. O. S. 160, Fußn. 2.

15) Vgl. Zeitschrift des Aachener Geschichtsvereins, 32. Bd. S. 289 ff.

16) Staatsarchiv Düsseldorf, Marienstift Aachen, Urkunde vom 1. Mai 1432.

17) Vgl. Beißel, a. a. O. S. 150 ff.

zeit unseres Denkmals aber war, kaum hundert Jahre nach ihrer Entstehung, vorüber. Seitdem mit dem Einzug der Reformation der Zudrang zu den Aachener Heiligtümern nachgelassen hatte und der Frankfurter Dom die Krönungskirche der deutschen Kaiser geworden war, verlor die altehrwürdige Stätte mehr und mehr an Bedeutung. Die Quellen, aus denen das Kapitel die Mittel zu seinen bisherigen baulichen Unternehmungen geschöpft hatte, flossen immer spärlicher, und so kam es, daß auch das Äußere der Kapelle von Jahr zu Jahr mehr vernachlässigt wurde. Aber erst hundert Jahre nach der letzten Königskrönung entschloß man sich, eine gründliche Wiederherstellung ihres baulichen Bestandes vornehmen zu lassen. Den Anlaß hierzu gab eine größere Stiftung, die zur Instandsetzung des hölzernen Gehäuses um den Marienschrein Mittel zur Verfügung stellte. Die Arbeiten begannen im Jahre 1634 im Inneren der Kapelle; zur Wiederherstellung des Äußeren, die sich unmittelbar anschließen sollte, kam es jedoch nicht mehr, da die gestiftete Summe inzwischen aufgebraucht war.<sup>18)</sup>

Bei dem großen Stadtbrand, der 1656 auch die Dächer des Münsters zerstörte, blieb unser Denkmal unversehrt. Dagegen hätte zwanzig Jahre später ein unmittelbar am Marienaltar ausbrechendes Feuer<sup>19)</sup> leicht für die Kapelle verhängnisvoll werden können, wenn es nicht dem rechtzeitigen Eingreifen der Domwächter, der sog. Kanzellisten, gelungen wäre, den Brand auf seinen Herd zu beschränken. Aber doch hatten dabei die Marienfigur auf dem Altar und die ihn umgebenden Vorhänge so stark gelitten, daß das Kapitel eine Untersuchung der in Mensa und Schrein aufbewahrten Reliquien für notwendig hielt.

Die Beseitigung der vom großen Stadtbrande herrührenden Schäden am Äußeren des Münsters nahm die Kirchenkasse noch bis zum Ende des 17. Jahrhunderts voll in Anspruch. Gleichwohl konnte man schon bald nach 1710 dem großzügigen Plan einer umfassenden barocken Umgestaltung auch des Inneren näher treten. Entwurf und Leitung der Arbeiten übertrug man dem italienischen Architekten Giovanni Battista Artario<sup>20)</sup>, der bereits beim Ausbau des Fuldaer

18) Vgl. Kapitelsprotokolle des Aachener Marienstifts. — Staatsarchiv Düsseldorf, Bd. 11i.

1631. 18. Sept. Item concludirt, capellam Beatae Mariae Virginis cum tumba einwendigs, dan auch gemelte Capell auswendig renoviren zu lassen, darzu dan die XVIII goldgulden, welche der Herr Bisterfeldt pro renovatione feretri besetzt und legirt, zu appliciren.

1634. 26. Mai. Item concludirt, testudinem super altare Beatae Virginis cum tumba renoviren zu lassen; die auswendige reparation kahn nachgehends verfolgen und wird das renovationswerk dem Herrn Vogels zu guter obacht und verriichtung anbevolen.

1635. 16. Juni. Die reparation exterioris partis capellae Beatae Mariae Virginis betreffend ist recessirt, damit einzuhalten und gebe es die itzige gelegenheit nit.

19) Vgl. auch Faymonville, a. a. O. S. 231.

20) Vgl. Thieme-Becker, Allgem. Lexikon der bildenden Künstler, Leipzig 1909, 3. Bd. S. 159 ff. — Artario gebührt das Verdienst, dem Stück das Aussehen und die Dauerhaftigkeit des carrarischen Marmors verliehen zu haben. Sein Sohn, Giuseppe A., war ebenfalls in Norddeutschland, Holland und England tätig und stand später im Dienste des Kölner Kurfürsten. Er mag auch bereits bei der Ausschmückung des Aachener Münsters mitgewirkt haben. Eine Beschreibung und Aufnahmen der Aachener Stuckdekorationen, die noch bis 1870 bestanden haben, bringt Faymonville, a. a. O. S. 382 ff.

Domes durch Johann Dientzenhofer als Stuckkünstler tätig gewesen war. In diese „Wiederherstellung“ wurde auch das Innere der Marienkapelle mit einbezogen. Schon 1697 war der alte Fußboden durch einen neuen Marmorbelag ersetzt worden<sup>21)</sup>; ebenso hatte im Jahre 1712 der Altar in einem prächtigen Silbertabernakel<sup>22)</sup>, das seit Aufhebung des gotischen Sakramentshäuschens an der Nordwand des Chors das Allerheiligste barg, einen neuen Schmuck erhalten. Die Stuckarbeiten begannen am Kapellengewölbe im Herbst des Jahres 1719; ihre Ausführung lag in den Händen des Italieners Vasalli.<sup>23)</sup> Die gesamte Ausschmückung, die übrigens auf den karolingischen Teil des Münsters beschränkt blieb, fand 1733 mit der Ausmalung der Umgänge durch den kurpfälzischen Hofmaler Bernardini<sup>24)</sup> ihren Abschluß.

Es dauerte noch beinahe fünfzig Jahre, ehe man auch die Instandsetzung des Chors, dessen Aussehen immer mehr gegen das neue, glänzende Bild des Oktogons abstach, in Angriff nehmen konnte. Daß auch bei diesem Teil des Domes, an dem seit seiner Erbauung so gut wie nichts geschehen war, von seiten des Kapitels die Notwendigkeit einer durchgreifenden Wiederherstellung von Jahr zu Jahr deutlicher erkannt wurde, beweist das ihm 1767 vorgelegte „Scriptum titulum: ohnmaßgebige Gedanken, wie der Chor könnte für die Ehre Gottes befördert und herstellt werden“, dem ein ähnlicher Vorschlag\* ein Jahr später folgte.<sup>25)</sup> Schon damals mag von verschiedenen Seiten angeregt worden sein, bei Gelegenheit der bevorstehenden Arbeiten auch die engen Verhältnisse innerhalb der Marienkapelle, die schon oft zu lebhaften Klagen des Kapitels geführt hatten<sup>26)</sup>, durch zweckentsprechende Maßnahmen dauernd zu beseitigen. Das beste Mittel schien Abbruch der Kapelle, und so lautete auch ein Vorschlag, den im Jahre 1776<sup>27)</sup> ein dänischer Architekt, namens Zuber, dem Kapitel in einem von mehreren Zeichnungen<sup>28)</sup> erläuterten Gutachten machte. Er beabsichtigte, das Chorinnere dem Oktogon entsprechend in barockem Sinne umzugestalten (Text-Abb. 5) und die Marienkapelle durch eine geräumigere Anlage zu ersetzen. Glücklicherweise ging das Kapitel auf seine Pläne nicht ein, hauptsächlich wohl deshalb, weil zu ihrer Verwirklichung die vorhandenen Baumittel nicht ausgereicht hätten. Denn daß man nicht etwa aus Pietätsgründen den Schöpfungen des Mittelalters gegenüber Zubers Pläne abgelehnt hatte, beweisen die 1779 beginnenden Wiederherstellungsarbeiten. Ohne das geringste Verständnis für den Wert der köstlichen Werke zu zeigen,

21) Kapitelsprotokolle Bd. 11r, Beschluß vom 7. März 1697.

22) Kapitelsprotokolle Bd. 11t, Beschluß vom 20. Febr. 1710, 3. Jan. 1711 und 17. März 1712.

23) Kapitelsprotokolle Bd. 11v, Beschluß vom 10. Nov. 1719: Cum Vasallio stuccatore et aliis artificibus aut operariis pro exornatione fornacis altaris Beatae Mariae Virginis . . . . iuxta contractum initum . . . . satisfiat ex granario . . . .

24) Vgl. Thieme-Becker, a. a. O. 3. Bd. S. 43 f.

25) Kapitelsprotokolle Bd. 11bb, Beschluß vom 22. Juni 1767 und 22. Juli 1768.

26) Kapitelsprotokolle Bd. 11q, Beschluß vom 20. Mai 1689: Videatur, an possit altare Beatae Mariae Virginis parum removeri versus chorum, ut diaconus et subdiaconus possint melius flectere.

27) Kapitelsprotokolle Bd. 11cc, Beschluß vom 6. Dez. 1776.

28) Die Zeichnungen befinden sich im Aachener Münsterarchiv. — Vgl. auch Text-Abb. 5, 8 u. 9.

die die gotische Kunst gerade hier im Chor hinterlassen hatte<sup>29)</sup>, ließ sich das Kapitel allein von dem Gedanken leiten, durch welche Mittel der Gottesdienst am Marien- und Choraltar „würdiger und bequemer“ gestaltet werden könne. Darum mußte vor allem unser Denkmal fallen. Nachdem bereits im Jahre 1782<sup>30)</sup> zugleich mit dem alten Sakramentshäuschen der reiche Figureschmuck der Kapellenpfeiler beseitigt worden war, legte man nach langem Zögern im Juni 1786<sup>31)</sup> auch an die Kapelle selbst Hand an. Die Niederlegung war in wenigen Wochen beendet, und schon Anfang September desselben Jahres stand der Altar, den das gleiche Schicksal traf, einige Fuß weiter östlich an seiner neuen Stelle. Einen Teil der Werkstücke, die beim Abbruch der Kapelle gewonnen waren, erwarb ein Aachener Altertumsfreund und Kunstsammler, Namens van Außem<sup>32)</sup>, der etwa 2 km südöstlich von der Stadt bei dem Dorfe Forst den kleinen Gutshof Drimborn besaß. Sie boten ihm einen willkommenen Schmuck der am Eingange seines „englischen Gartens“, des heutigen Drimborner Wäldchens, erbauten künstlichen Torruine. Seinem lebhaften Interesse für die Werke altdeutscher Kunst verdanken wir heute die Erhaltung der Kapellenreste und damit die genauere Kenntnis eines Denkmals, von dessen Formen uns die zeitgenössische Über-

29) Erwähnt seien u. a. das Grabmal Ottos III., der eigenartige Choraltar vom Jahre 1414, ferner der Karlsleuchter und das Adlerpult, zwei hervorragende Messingfußwerke des 15. Jahrhunderts. — Erhalten ist heute nur noch das Adlerpult.

30) Kapitelsprotokolle Bd. 11 dd, Beschluß vom 26. April 1782: ... cum ... tabernaculum seu reconditorium sanctissimi venerabilis adhuc hodie dum ex parte sinistri lateris chori existens ad nihil amplius inserviat cumque statuæ exteriores sanctorum martyrum, virginum ac confessorum circumcirca aram Divae Virginis existentes sint mutilatae, hinc resolutum fuit, antiquum illud tabernaculum uti et dictas statuas inde esse amovendas.

31) Kapitelsprotokolle Bd. 11 dd, Beschluß vom 6. Juni 1786: Circa altare Divae Virginis unanimiter resolutum: ad hoc, ut in illo decentius, commodius et spatiosius praecipue in maioribus festis et solemnitatibus occurrentibus officia divina peragi possint, illud circumcingens parvus chorus usque ad columnas fornicem alti monasterii utrimque sustinentes circumcirca usque ad planitiem chori post octavam venerabilis sacramenti [d. h. vom 22. Juni ab!] demoliatur ... — Vgl. auch Brüning, Eine Aachener Chronik 1770 bis 1796, Aachen 1898, S. 18. Eintragung zum Juli 1786: In diesem Monat haben die Herren canonici im Münster das köstliche Gewölb über den Muttergottesaltar abbrechen lassen.

32) Vgl. handschriftliche Zusätze zu einer Noppiusschen „Aacher Chronik“ (Aachener Stadtbibliothek) S. 92/93 ... Das über die Maße schöne und antique Chörchen, worunter der Mutter-Gottes-Altar stand, ist auch ... abgebrochen worden und die antiken Steine sind dem H. van Außem verkauft worden, welche noch beym Eingang des Trimborner Büschgen zu sehen synd.

lieferung und die vorhandenen bildlichen Darstellungen nur eine unvollkommene Vorstellung zu geben vermögen.

### 3. Beschreibungen und bildliche Darstellungen des Bauwerks.

Von den vorhandenen Beschreibungen der Kapelle beschränken sich die älteren zumeist auf das Innere und den Marienaltar, der ja den Mittelpunkt der ganzen Anlage bildete und daher stets im Vordergrund des Interesses stand. Die jüngeren Beschreibungen seit Beginn des 19. Jahrhunderts<sup>33)</sup>, die nicht mehr auf eigener Anschauung der Kapelle beruhen, wiederholen im allgemeinen nur das, was die älteren Augenzeugen berichten, und sind deshalb im folgenden nur dann verwertet worden, wenn sie das gewonnene Bild noch durch Einzelzüge bereichern konnten. Schätzenswerte Beiträge lieferten auch die im Düsseldorfer Staatsarchiv aufbewahrten Kapitelsprotokolle des Aachener Münsterstiftes.<sup>34)</sup>

Die älteste Beschreibung befindet sich in einem Reisebericht des Antonio de Beatis<sup>35)</sup>, der in den Jahren 1517/1518 den Kardinal Luigi da Aragona als Sekretär auf dessen Reise durch Deutschland, die Niederlande, Frankreich und Oberitalien begleitete. Von Köln kommend, stattete man auch der alten Kaiserstadt und ihrem Münster<sup>36)</sup> einen Besuch ab. Beim Rundgang durch das Innere des Doms betritt der Erzähler vom Oktogon aus den Chor, den er mit folgenden Worten beschreibt: Li canonici hanno fabricato in dicta ecclesia una mezza cuppula o tribuna assai bella, dove hanno reducto lo altare maggiore e factonce un bellissimo choro, et al vacuo, che risponde<sup>37)</sup> a la cuppula de la ecclesia antica, nel mezzo,

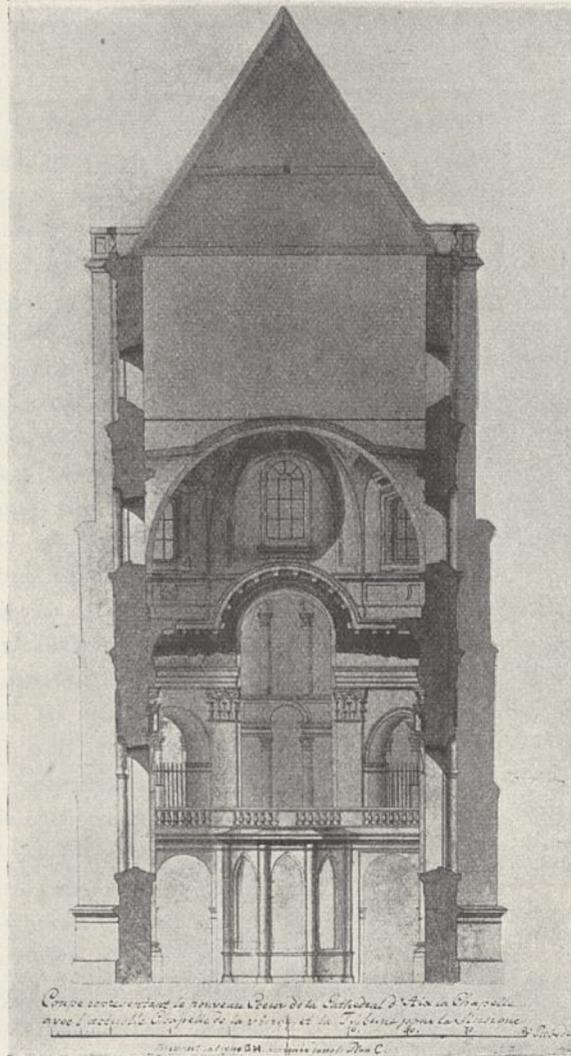


Abb. 5. Entwurf einer barocken Umgestaltung des Aachener Münsterchors. (Nach einer Zeichnung von Zuber, 1776.)

Münsterkirche und Heilighums-Fahrt in Aachen, Aachen 1825, Seite 15 ff.

34) Staatsarchiv Düsseldorf, Marienstift Aachen, Bd. 11 b bis 11 ee. Die Protokolle enthalten u. a., allerdings nicht lückenlos, Nachrichten über die baulichen Veränderungen am Aachener Münster vom Jahre 1528 bis 1792. — Vgl. Zeitschr. des Aachener Geschichtsvereins, 37. Bd. S. 203 bis 231.

35) Vgl. Erläuterungen und Ergänzungen zu Janssens „Geschichte des deutschen Volkes“, Bd. IV, Heft 4.

36) Vgl. Zeitschr. des Aachener Geschichtsvereins, 29. Bd. S. 108 ff., wo Buchkremer auf den außerordentlichen Wert des Einzelberichtes über den Aachener Aufenthalt für die Münsterforschung hinweist.

37) Die Bedeutung, in der de Beatis hier das Wort respondere gebraucht, kehrt in folgenden Stellen seines Berichtes wieder: le porte de dicta case, che respondeno a le strate (Janssen, a. a. O. S. 108); le fazziate, che respondeno al cortile (a. a. O. S. 129).

han facto un gran tabernaculo di pietra lavorato de intagli et figure bellissime . . . .

Der Berichterstatter unterscheidet deutlich zwischen der Chorrundung, deren Gewölbe er treffend mit einer „Halbkuppel“ vergleicht, und dem „Raum, der nach der Kuppel der alten Kirche zu liegt.“ Beim Betreten des Chors hat er anscheinend die Marienkapelle kaum beachtet; erst, als er seinen Blick vom Hochaltar wieder nach dem Oktogon zurückwendet, erkennt er staunend ihren reichen Schmuck an „Steinmetzarbeit und prächtigen Figuren“. Unwillkürlich denkt er an die kunstvollen Schreine, von denen ihm schon so manches köstliche Beispiel auf seiner Reise<sup>38)</sup> begegnet ist, und er kann sich des Eindrucks nicht erwehren, als stehe hier ein „großer steinerner Schrein“ vor ihm! —

Auf das Innere der Kapelle geht de Beatis nicht weiter ein; hierüber wird uns zuerst in dem 1620 erschienenen „Aquisgranum“ des Aachener Chronisten Peter à Beeck Näheres mitgeteilt. Die betreffende Stelle (S. 82) lautet: Princeps ara in medittullio sanctuarii locata cancellis in orbem tornatis circumdatur, operosa testudine columnis sustentata tegitur, cui super incumbit arca conditoriumque oblongum ex caelato auro argentoque vetusto opere scienter elaborato . . . .“ Etwas ausführlicher berichtet über das Kapelleninnere

ein Jahrzehnt später Noppius in seiner „Aacher Chronik“ von 1632 auf Seite 19 des 1. Buches: „Zwischen dem Chor und der runden Kirchen stehet der hohe Altar unser L. Frauen, darauf deren Bildnuß, ungefehr eines halben Manns-Längden hoch, und hinten über den Altar eine güldene Kast, beynahe eines Mannslängden lang, darin bewahret wird das Heiligthum, so allein in der Heilthumsfahrt gezeigt wird . . . . . Dieser Altar stehet nicht bloß unter dem hohen

38) So in Seefeld (Janssen, a. a. O. S. 95), Donauwörth (S. 97) und Konstanz (S. 101); nach dem Aachener Aufenthalt in Boulogne (S. 123), Paris (S. 132) und St. Denis (S. 134). Die betreffenden Stellen des Berichts lassen keinen Zweifel darüber, daß mit dem Wort „tabernaculo“ schreinartige Reliquienbehälter, nicht etwa Tabernakel oder Baldachine im heutigen Sinne, bezeichnet werden.

Gewölbe der Kirchen, sondern ist, einer absonderlicher kleinen Kapellen gleich, ummauret, cancellirt und gewölbet und die Rippen des Gewölbes totaliter verguldet, die Felder darzwischen blau mit güldenen Sternen, und stehen ex ordine diese drey Bildnussen im Gewölb: Ein Crucifix, Maria, die Mutter Gottes samt dem Kindlein, mit der Sonnen umgeben, und der h. Carolus Magnus, tragend in seinen Händen das Münster; alle drey in obiectum celebrantis, dessen Andacht

zu erwecken, dahin gestellt. — Auf dem Gewölbe gibt es oben eine Capell und darauf auch einen Altar, an welchem die Frühmeß geschieht.“

Die eingehendste Beschreibung der inneren Kapelle gibt der Stadtarchivar Karl Franz Meyer d. Ältere in dem nur in Handschrift vorliegenden 2. Bande seiner „Aachenschen Geschichten“, der wahrscheinlich 1774 fertig da lag und heute im Aachener Stadtarchiv aufbewahrt wird. Meyers Bericht wiederholt zwar manche Einzelheit, die uns schon aus den älteren Mitteilungen bekannt ist; trotzdem soll er hier, soweit er für unsere Untersuchung in Frage kommt, um seiner außerordentlichen Zuverlässigkeit willen möglichst vollständig, d. h. auch mit den nur in der Kladder enthaltenen Stellen, wiedergegeben werden. In dem Abschnitt „Von der Kgl. Krönungskirche“ heißt es: (Reinschrift § 6) „So bald man zur Haupt- oder Wolfs-

Thür hineinkommt, zeigt sich vorn der hohe oder Mutter-Gottes-Altar unter einem besonderen, auf acht Pfeilern ruhenden Gewölbe, das aus der Ründung der Kirche zum Chor hineingeht. Die Felder zwischen den vergoldeten Ribben sind mit sauberer Gips-Arbeit verzieret und auf selbigen diese drey Vorstellungen geschicklich angebracht: ein Kruzifix, Maria mit ihrem Jesu-Kindchen von der Sonne umgeben, und Karl der Große, auf seinen Händen die Kirche tragend. Über den Altar geht ein Bogen, worauf diese Worte zu lesen: SaLVS o pIa, o DVLCIs VIRgo MaRia. Hieraus ergibt sich die Jahr-Zahl 1719, als wann-er die prächtige Erneuerung der Kirche geschehen ist. Der Altar stellt an sich selbst nichts besonderes vor, er ist der Einfach sattsam angemessen, seine Bekleidung aber desto

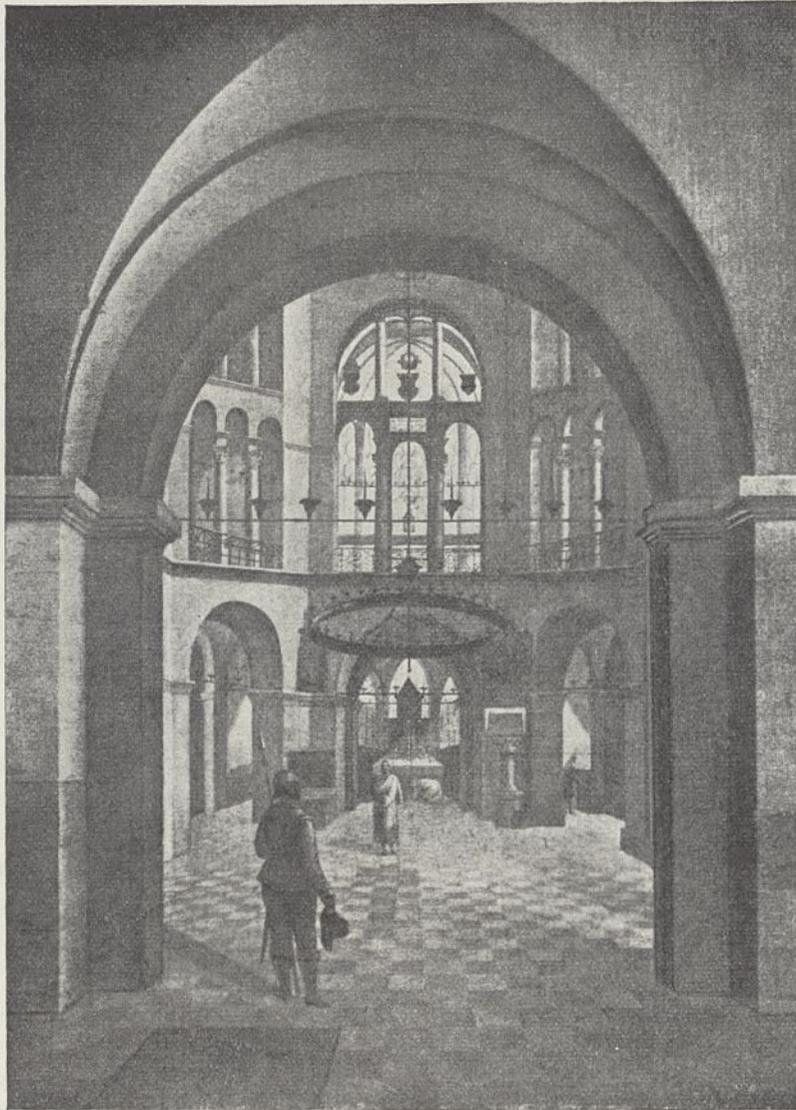


Abb. 6. Das Innere des Aachener Münsters.  
(Teil eines Ölgemäldes vom Jahre 1573.)

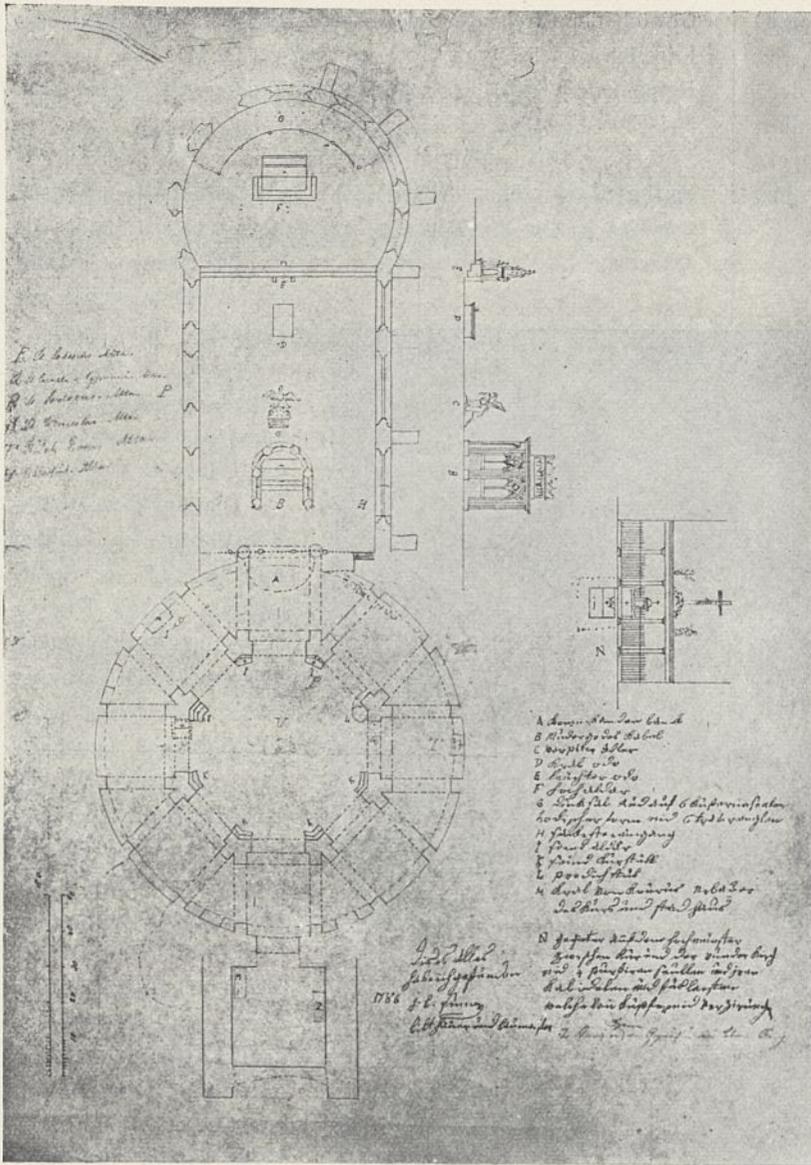


Abb. 7. Grundrißskizze des Aachener Münsters von Simar. (Ende des 18. Jahrhunderts.)

merkwürdiger; dann so steht auf selbigem ein silberner Tabernakel . . . Über dem Tabernakel steht ein aus Holz geschnitztes Mutter-Gottes-Bildniß mit dem Jesu-Kindchen auf dem linken Arm . . . Hinter dieses Bild, doch allerdings sichtbar, steht der silberne, stark vergoldete Heilighums-Kasten auf vier metallenen Pfeilern. — (§ 8) . . . Die beiden Stiegen zum Altar, die Kommunionbank und das Zwischen-Pflaster bestehen aus Marmor; zur Seiten des Altars aber hängt eine radförmige Maschine in einem durchbrochenem eisernen Kasten, die anstatt einer Schelle beim Meß-Opfer gebraucht wird. — (Kladde S. 5) Obgedachter Altar ist von vorn mit einem eisernen Gatter, zu beyden Seiten aber, sowie im Rücken mit eisernen Stangen, welche sich mit den Pfeilern verbinden, sorgfältig umgeben; zwäre macht dieses und besonders, wan das vordere Gatter verschlossen ist, eben kein angenehmes Aussehen, allein die Sicherheit des auf besagtem Altar ruhenden unermesslichen Schatzes erfordert solchen Staatskerker von selbst. Zu beyden Seiten dieses Altars finden sich zwey eiserne Thüren, durch welchen man zum Chor hineingehet . . . Ein aus einer silbernen Platte geschlagener Vorhang vor dem Mutter-Gottes-Altar ist ganz von getriebener Arbeit und wägt 48 Pfund . . . Über dem

Mutter-Gottes-Altar findet sich der Kreuz-Altar, hinter welchem noch eine kleine, nicht überwölbte Capelle ist, welche auf denen um den Mutter-Gottes-Altar aufgeführten Pfeilern ruhet und worin der St. Simonis-Justi-Altar steht.“

Der ausführliche Bericht Meyers bedarf keiner weiteren Erläuterung. Er kann nur durch Wiedergabe und Beschreibung der wenigen erhaltenen bildlichen Darstellungen noch eindrucksvoller und plastischer gestaltet werden. Zunächst sei auf eine im Jahre 1867 an der Südwand des Chors aufgedeckte, leider aber nicht kopierte Darstellung des Marienaltars und seiner Umgebung aufmerksam gemacht, die nach dem Bericht eines Augenzeugen, des Archivars Kätzeler<sup>39)</sup>, den Mittelpunkt einer größeren Wandmalerei, angeblich einer Kaiserkrönung, bildete und vermutlich heute noch unter der jüngeren Bemalung erhalten ist.

Von den älteren Darstellungen der Kapelle haben zwei bereits durch die Aachener Ortsforschung eine eingehende Würdigung erfahren<sup>40)</sup>, und zwar das Steenwycksche Ölgemälde des Münsterinneren vom Jahre 1573 und die Zeichnung Simars vom Ende des 18. Jahrhunderts. Beide sollen hier nur so weit besprochen werden, als sie für den Zweck der Untersuchung in Betracht kommen.

Die drei Varianten des Steenwyckschen Gemäldes<sup>41)</sup> geben von der Kapelle ein nur in ganz geringfügigen Einzelheiten untereinander abweichendes Bild. Da Maßstab und Art der Darstellung die Ermittlung von Einzelmaßen nicht gestatten, so spielte bei der Wahl des hier z. T. wiedergegebenen Gemäldes (Text-Abb. 6), dem eine im Aachener Stiftsarchiv aufbewahrte Photographie des sog. Berliner Bildes zugrunde liegt, die vielumstrittene Frage nach dem Original keine Rolle. Das Berliner Bild wurde nur deshalb bevorzugt, weil es die Einzelheiten schärfer und anscheinend auch richtiger wiedergibt als die beiden anderen Bilder.

Man sieht vom westlichen Oktogonumgang aus (Text-Abb. 1 bei B) in das Innere der Kapelle hinein. Auf der schlichten Altarmensa erkennt man vor dem hohen Retabulum das Marienbild mit dem Jesusknaben. Über der Altarrückwand erscheint die Giebelseite des Gehäuses, in dem der Marienschrein geborgen ist. Zwei mit Lichterhaltern besetzte Stangen, die zwischen den Pfeilerpaaren vor der Kapelle in Kämpferhöhe angebracht sind, überschneiden das Gehäuse und die dahinter befindlichen Architekturteile der Kapelle. Man unterscheidet drei, durch zwei Pfeiler voneinander getrennte, spitzbogig abschließende Fensteröffnungen. Über diesen wer-

39) Vgl. Faymonville, a. a. O. S. 220.

40) Vgl. Buchkremers ausführliche Besprechung in der Zeitschr. des Aachener Geschichtsvereins, 22. Bd. S. 200ff. u. 28. Bd. S. 466 ff.; ferner Faymonville, Zur Kritik der Restauration des Aachener Münsters, Aachen 1904.

41) Ölgemälde in der Gemäldegalerie des Kgl. Schlosses in Schleißheim Nr. 223 und im Kgl. Museum der bildenden Künste in Stuttgart Nr. 179, sowie Lichtbildaufnahme eines verschollenen Ölgemäldes der Kgl. Gemäldegalerie in Berlin, zurzeit im Aachener Stiftsarchiv.

den Teile des Gewölbes sichtbar, das die Kapelle überdeckt. Die Brüstungen der seitlichen Fenster heben sich dunkel gegen die helleren Öffnungen ab; letztere sind noch durch Gitter, die anscheinend dicht an den Innenwänden stehen, sowie durch Vorhänge (?) zum Teil geschlossen. Stufen scheinen weder vor dem Altar, noch am Eingang der Kapelle vorhanden zu sein. Die Schmuckteile des Altars lassen keinerlei Einzelheiten erkennen; ebenso wenig zeigen die Fensteröffnungen Maßwerkbekrönung.

Das Bild ist nicht frei von perspektivischen Fehlern, die sich besonders in dem starken Divergieren der Linien in Augenhöhe bemerkbar machen. Man hat den Eindruck, als sei der Maler bei der Darstellung der Kapelle näher herangetreten.<sup>42)</sup> Die polygonale Grundrißform wird dadurch allerdings klarer erkennbar; der Altar und namentlich der Marienschrein dürften aber etwas zu groß geraten sein.

Die Simarsche Zeichnung (Text-Abb. 7), deren Urbild sich im Aachener Stadtarchiv befindet, trägt den Vermerk: „Dieses alles habe ich gefunden 1786. J. B. Simar, Bildhauer und Baumeister.“ Daraus ist geschlossen worden<sup>43)</sup>, sie stamme aus dem Abbruchjahre der Kapelle (1786). Es läßt sich aber leicht nachweisen, daß sie tatsächlich nicht vor 1790 entstanden sein kann. Wie aus den Kapitelsprotokollen<sup>44)</sup> hervorgeht, haben erst in diesem Jahre die beiden ursprünglich rechteckigen Pfeiler, an die sich die Kapelle unmittelbar anschloß, ihre runde Form erhalten. Da sie nun Simar im Grundriß bereits als Kreise wiedergibt, so kann auch seine Skizze erst dieser Zeit angehören. Daraus erklären sich wohl auch die Irrtümer, die das Blatt nachweislich besitzt. Buchkremer<sup>45)</sup> hat seinen Wert richtig gekenn-

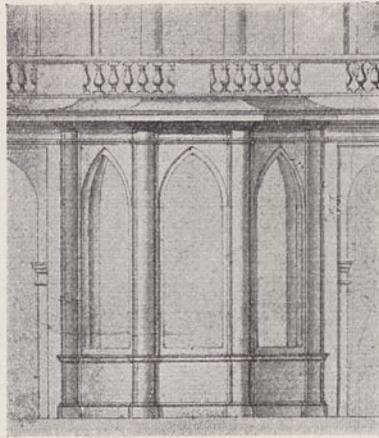


Abb. 8. Ostansicht.

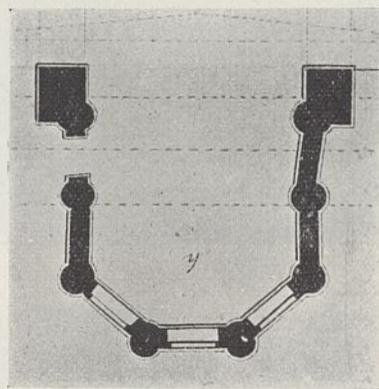
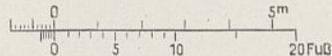


Abb. 9. Grundriß.

Abb. 8 u. 9. Marienkapelle.  
(Nach Aufnahme des Architekten Zuber vom Jahre 1776.)



zeichnet, wenn er es nur „eine Art Verzeichnis“ alles dessen nennt, was Simar um 1790 vorgefunden hatte. Für unsere Untersuchung muß dabei besonders berücksichtigt werden, daß die Skizze, soweit sie die Marienkapelle betrifft, nur auf Erinnerungen beruhen kann, allerdings auf Erinnerungen eines Mannes, der nachweislich zum Münster in den engsten Beziehungen gestanden hat. Mag sie inhaltlich auch das Bild unseres Bauwerks im allgemeinen richtig wiedergeben, so darf sie doch besonders dann nicht befragt werden, wenn es sich darum handelt, Einzelheiten und Einzelmaße festzustellen.

Das Blatt gibt vor allem einen Überblick über die 1786 noch erhaltene Chorausstattung. Die Marienkapelle<sup>46)</sup> ist im Grund- und Aufriß dargestellt. Der Grundriß zeigt statt des polygonalen einen halbkreisförmigen Abschluß — ein Fehler, der auch beim Chorhaupt und Oktogon wiederkehrt. Sechs untereinander durch Fensterbrüstungen verbundene Pfeiler bilden die Umfassungswand der Kapelle. In ihrem Inneren ist der Altar mit zwei Stufen angedeutet; er steht so dicht an der Ostwand, daß für den übrigens nicht dargestellten Marienschrein kein Platz mehr verbleibt. Die Verbindung der beiden westlichen Pfeiler mit den karolingischen Anschlußpfeilern fehlt. Dem entspricht der Aufriß, von dem die nördliche Seitenansicht dargestellt ist. Daß hier zweifellos ein Irrtum Simars vorliegt, beweisen die Protokolle<sup>47)</sup>: die Kapelle hat nie frei im Chor gestanden! — Über die Gewölbeform gibt der Grundriß keinen Aufschluß. Die Gliederung des Aufrisses ist flüchtig wiedergegeben; die Fensteröffnungen zeigen Maßwerk, das auch im Grundriß angedeutet wird. Fraglich ist die Bedeutung des auf der Decke der Kapelle dargestellten Gegenstandes<sup>48)</sup>; am ehesten kann noch an das Abschlußgitter des dort stehenden Simeonis-Justi-Altars gedacht werden.

Sehr viel wertvoller als Simars Skizze sind die Pläne des dänischen Architekten Zuber vom Jahre 1776 (Text-Abb. 8 und 9), von denen schon auf S. 202 die Rede war. Sie zeichnen sich durch eine unbedingte Zuverlässigkeit in den heute noch kontrollierbaren Abmessungen des Oktogons und Chors aus und verdienen daher auch für die nicht mehr vorhandenen Teile vollstes Vertrauen. Bei der Aufnahme der Kapelle, die hier als Ausschnitt aus den entsprechenden Zuberischen Blättern wiedergegeben wird, verzichtet der mit gotischen Formen offenbar wenig vertraute Verfasser allerdings darauf, Einzelheiten darzustellen. Der Grundriß zeigt polygonalen Abschluß; außer den drei Pfeilerpaaren der Simarschen Skizze sind auch die beiden westlichen Pfeiler eingetragen, die sich in eigenartiger Weise an die rechteckigen Oktogonpfeiler anlegen. Von den beiden Abschlußwänden des Westjoches wird die der Südseite von einer Türöffnung durchbrochen. Merkwürdigerweise fehlt die entsprechende Türöffnung in der gegenüberliegenden Nordwand, obgleich sie tatsächlich<sup>49)</sup> vorhanden war; ebenso sind die

46) Auf der Skizze mit „B) Mudergodeskabel“ bezeichnet.

47) Vgl. besonders das S. 203, Fußnote 31 angeführte Protokoll.

48) Nolten a. a. O. S. 10, Fußnote, wo es von der Altarkapelle des Simeonis-Justi-Altars heißt: Diese Kapelle soll . . . eine bloße Estrade gewesen seyn, die mit einem Gitter umgeben war. — Vgl. auch die irrtümliche Ansicht Buchkremer's im 22. Bd. der Zeitschr. des Aachener Geschichtsvereins S. 226.

49) Vgl. die Beschreibung Meyers auf S. 207. — Eine Türöffnung war an dieser Seite notwendig schon wegen des daselbst an

42) Unter dem westlichen Bogen des vor der Kapelle befindlichen karolingischen Gewölbefeldes hing bis Ende des 18. Jahrhunderts (laut Protokoll Bd. 11r 1699, 9. Juli) ein großes Kreuzifix, das auch Meyer in seiner Münsterbeschreibung erwähnt und Steenwyck wohl des besseren Einblicks in die Kapelle wegen fortläßt; schon aus diesem Grunde scheint der Maler seinen Standpunkt gewechselt zu haben.

43) Vgl. Zeitschr. d. Aachener Geschichtsvereins, 22. Bd. S. 221.

44) Kapitelsprotokolle Bd. 11ee, 1790, 5. Febr.

45) Vgl. Zeitschr. d. Aachener Geschichtsvereins, 22. Bd. S. 218f.





Abb. 13.



Abb. 14.



Abb. 15.

Abb. 13 bis 15. Baureste der Marienkapelle am Drimbörner Torbogen.

man bei den übrigens ganz willkürlich aufgeschichteten Pfeilerstücken die reicher gegliederten Teile der Innenseiten von den mit Maßwerk überspannten Außenteilen. Wohin im einzelnen die Stücke hingehören, wird in Text-Abb. 10 bis 12 nachgewiesen, die mit Abb. 1 bis 5 u. 7

Bl. 26 zu vergleichen sind: Die einander entsprechenden Werkstücke werden durch gleiche Ziffern bezeichnet.

Die Mehrzahl der Reste besteht aus einem überaus wetterfesten Kalkstein, der als sog. Blaustein in Aachen und Umgebung bis in die Gegenwart hinein viel verwendet worden ist. Er stammt wahrscheinlich aus Brüchen, die hinter dem Burtscheider Walde am Weg nach Kornelymünster lagen<sup>51)</sup> und auch zur Errichtung der Karlskapelle den Baustein lieferten. Nur an den seitlichen Mauerpfeilern und an den Flankentürmen in Torbogenhöhe befinden sich Werkstücke aus einem sehr weichen, hellen Sandstein der Herzogenrather Gegend nördlich von Aachen. Alte, jetzt verlassene Brüche bei Merkstein, in denen der Stein zum Chorbau<sup>52)</sup> gewonnen wurde, kommen hier wahrscheinlich in Frage. Zweifellos gehören die Sandsteinreste den oberen Teilen der Kapellenpfeiler an; unter ihnen haben sich nischenartig gegliederte Stücke und besonders wertvolle Rippenanfänger und -kreuzungen erhalten. Während diese Teile wegen ihrer geringen Härte außerordentlich stark verwittert sind, weisen die Gliederungen der Kalksteinstücke noch ihre volle Schärfe auf. Dadurch war eine sehr genaue Aufnahme und sichere Wiederherstellung der ehemaligen Pfeilergrundrisse möglich. Steinmetzzeichen oder Versatzmarken ließen sich infolge der Art der jetzigen Aufstellung, die eine entsprechende Untersuchung nicht gestattete, nirgends nachweisen. Dagegen wurden an den inneren Gewändestücken eine Anzahl größerer und kleinerer Löcher von rechteckigem Querschnitt gefunden, die

51) Vgl. Quix, Frankenberg S. 163; auch bei Faymonville, a. a. O. S. 299, Faßn. 2.

52) Vgl. Meyer, a. a. O. Klade S. 2: Der Chor . . . in Sandsteinen aufgeführt und diese aus einem hinter Herzogenrade in der Gegend von Merkstein anderthalb Meil von Aachen gelegenen, der Abtey Klosterrade zugehörigen Berg gebrochen worden.

nicht als Wolflöcher gedeutet werden konnten, sondern wahrscheinlich zur Befestigung der den Altar umgebenden Gitterschranken und sonstiger Ausstattungstücke dienten. Die vorhandenen Rippenstücke und -anfänger lassen eine Bearbeitung mit dem Spitzhammer und Spuren der 1719 angebrachten Stuckverzierungen erkennen.

Sind alle Werkstücke der Kapelle, die beim Abbruch gewonnen wurden, nach dem Drimborner Torbogen hinübergerettet worden? Oder haben sich wenigstens von jeder Einzelheit Reste erhalten, die über deren Form sicheren Aufschluß geben können? — Diese Fragen müssen auf Grund unserer Untersuchung verneint werden. Von der etwa 7,30 m hohen Kapelle ist bis auf wenige Rippenstücke alles, was über einer Höhe von rd. 4,65 m lag, verloren gegangen, so besonders die Fensterbögen und -maßwerke, die zu den Figuren gehörenden Baldachine und Konsolen, endlich, von ein paar Resten abgesehen, auch die Figuren selbst. Auch die unteren Teile sind nur unvollständig vorhanden. Will man einen Grund für diese bedauerliche Tatsache angeben, so könnte man die Vermutung aussprechen, van Außem, der die Reste ankaupte, habe erst dann von dem verhängnisvollen Beschluß des Kapitels erfahren, als das Bauwerk selbst bereits zum Teil abgetragen war. Wahrscheinlich aber hatte man die heute verschwundenen Werkstücke, die gerade einen besonders eigenartigen Schmuck des Drimborner Torbogens abgegeben hätten, beim Abbruch so zugerichtet, daß sie auch für van Außems Ruine nicht mehr zu gebrauchen waren. — Die Masse der überhaupt noch vorhandenen Steine dürfte kaum ein Viertel der ehemaligen Gesamtmasse betragen. Glücklicherweise bieten die mit unserer Kapelle gleichzeitigen Münsterbauten auch für die Wiederherstellung der verloren gegangenen Teile vollständig ausreichende Anhaltspunkte.

menhang damit ergab sich ohne Schwierigkeit die Aufrißgestaltung der vorhandenen unteren Pfeilerteile. Die Formen der fehlenden oberen Teile wurden dann aus den entsprechenden der verwandten Münsterkapellen ergänzt. Nachdem so alle Einzelheiten sichergestellt waren, konnte schließlich mit Erfolg versucht werden, diese zu dem Gesamtbilde der Kapelle zusammenzustellen.

a) Ermittlung der Einzelteile des Grund- und Aufrisses.

Aus einer einfachen Überlegung heraus ergab sich, daß drei voneinander verschiedene Pfeilerarten vorhanden sein mußten: die beiden östlichen Pfeilerpaare des polygonalen Abschlusses, im folgenden der Kürze halber die „Fensterpfeiler“ genannt (Text-Abb. 18 und Abb. 1 u. 2 Bl. 26), das nächstfolgende Pfeilerpaar, die „Türpfeiler“ (Text-Abb. 19 und Abb. 3 u. 4 Bl. 26), und die sich ans Oktagon anlegenden „Anschlußpfeiler“ (Text-Abb. 20 und Abb. 5 bis 7 Bl. 26). Die Richtigkeit dieser Annahme wurde durch den Befund bestätigt.

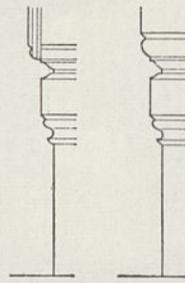


Abb. 16. Abb. 17. Sockelprofile der Marien- des Drachenkapelle. 1:20. lochs.

Sämtliche Pfeiler setzen sich aus einem statisch als Widerlager wirkenden äußeren und einem entsprechenden inneren Teil zusammen. Der äußere Teil zeigt überall vieleckige Grundrißform. Dem zwei mittelalterliche Fuß<sup>53)</sup> hohen Sockel, dessen Anriß in Form und Abmessungen fast genau mit dem des kleinen Drachenlochs (Text-Abb. 16 u. 17)

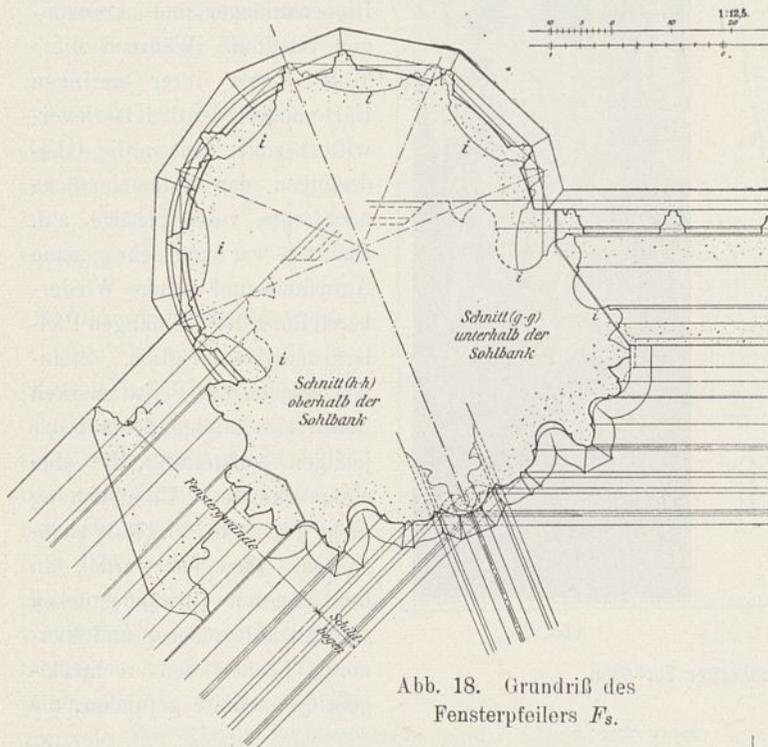


Abb. 18. Grundriß des Fensterpfeilers *F<sub>s</sub>*.

5. Wiederherstellungsversuch.

Das erste Ziel des Wiederherstellungsversuches, das sich nach sorgfältiger Aufnahme der Baureste als erreichbar erwies, war die Ermittlung der Pfeilergrundrisse. Im Zusam-

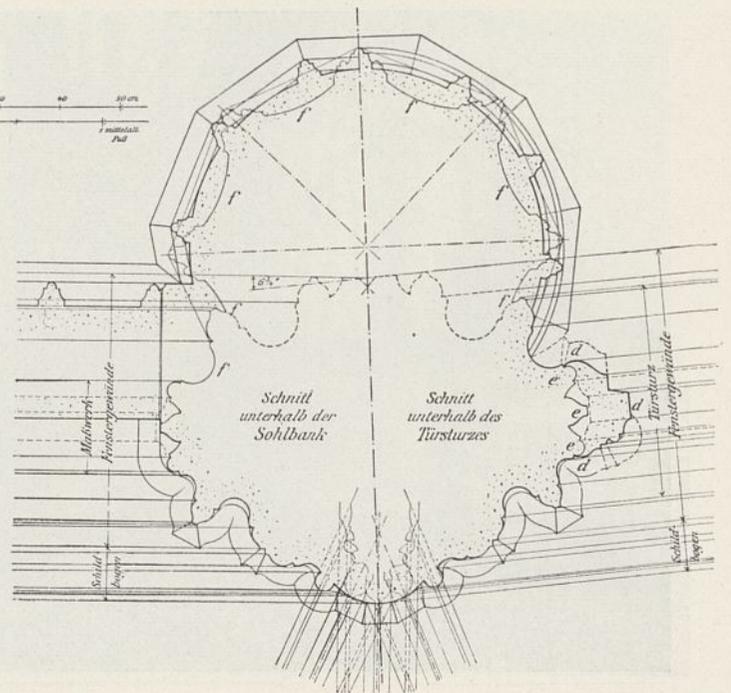


Abb. 19. Grundriß des Türpfeilers *T<sub>s</sub>*.

übereinstimmt, liegt bei den Fenster- und Türpfeilern die Elfeck-, bei den Anschlußpfeilern die Zehneckform zugrunde, und zwar haben bei dem oberen Sockelabschluß die Fenster-

53) Das beim Kapellenbau verwendete mittelalterliche Fußmaß betrug genau 28,52 cm.

pfeiler fünf, die Türpfeiler sechs und die Anschlußpfeiler zwei voll entwickelte Seiten. Über dem Sockel folgt ein 9 Fuß hoher zylindrischer Teil<sup>54)</sup>, dessen Kern einen Durchmesser von 2 Fuß besitzt. Die auf letzterem aufgelegten Maßwerkstäbe werden bei den Fenster- und Türpfeilern in Sohlbankhöhe durch Kielbögen in eine um die halbe Teilungsbreite verschobene Stellung übergeführt und endigen in einer reichen Bekrönung. Bis dahin beträgt die gesamte Pfeilerhöhe genau 11 Fuß = 3,14 m; sie zerfällt in sieben Einzelwerkstücke (Abb. 1 bis 7 Bl. 26), deren Höhen ebenfalls nach dem mittelalterlichen Einheitsmaß bestimmt sind. Durch den Anschluß der Sohlbänke ist auch die Fensterbrüstungshöhe mit 1,50 m gegeben; zu demselben Maß gelangt man, wenn man die übereinander liegenden Einzelstücke der Brüstungen zusammensetzt.

Alle Stücke bis zur Höhe von 11 Fuß einschließlich bestehen aus Kalkstein; darüber beginnen die Sandsteinteile. Hiervon sind für die Außenseiten nur noch die Reste der Werkstücke Nr. 9 und 10 vorhanden, deren Grundriß bei den Fenster- und Türpfeilern je vier, bei den Anschlußpfeilern je zwei voll entwickelte Seiten des Achtecks zeigt. Kräftig gegliederte Maßwerkstäbe mit rundbogiger Bekrönung trennen die nischenartig gebildeten Vieleckseiten dieser Stücke; bei einzelnen ist noch ein zum Fenstergewände gehöriger Birnstab vorhanden (vgl. S. 224). Die Reste der oberen Werkstücke (Nr. 10) besitzen in der Mitte jeder Nischenfläche je ein 7 cm von der Unterkante entferntes quadratisches Dübelloch, das zweifellos zur Befestigung einer hier angebrachten Heiligenfigur<sup>55)</sup> diente. Von den zugehörigen Konsolstücken

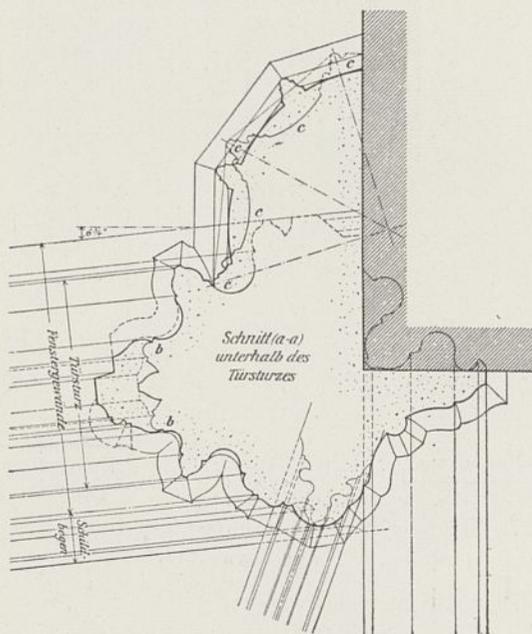


Abb. 20. Grundriß des Anschlußpfeilers *As*.

(Nr. 8) ist keine Spur mehr vorhanden; ihre Höhe läßt sich jedoch aus der entsprechenden Höhe der inneren Werkstücke (Nr. VIII), wovon sich Reste erhalten haben, leicht ermitteln. Für die Ausbildung der weiter oberhalb folgenden Teile fehlen alle Anhaltspunkte. Die ganze Pfeilerhöhe besitzt bis dahin das Maß von rd. 4,65 m.

54) Bei der Tornowschen Rekonstruktion (Text-Abb. 2) ist dieser Teil viel zu hoch angenommen; ferner fehlt das unterste Werkstück des Sockels.

55) Tornows Schaubild zeigt keine Figuren (Text-Abb. 2).

Größere Abweichungen untereinander zeigen über gleichem Sockel wie außen die Innenseiten der Pfeiler. Die reiche Profilierung zerfällt in drei Teile: den zur Aufnahme der Rippen bestimmten mittleren Dienst, die beiderseits anschließenden Schildbögen und die Fenstergewände. Bei den Tür- und Anschlußpfeilern tritt da, wo sich die Türöffnung befindet, an Stelle des Fenstergewändes das entsprechende Türgewände; außerdem zeigen die Anschlußpfeiler je an den Gewändeseiten westlich vom Mitteldienst statt des hier überflüssigen Schildbogens und Fenstergewändes eine Profilierung, die den Anschluß an den Oktogonpfeiler vermittelte. Bei den Türpfeilern sind übrigens die zur Mittellinie des Pfeilerkörpers symmetrischen Gewände so angeordnet, daß die von diesen ausgehenden Bögen nicht in einer Ebene liegen, sondern miteinander einen Winkel von etwa  $6\frac{3}{4}^{\circ}$  bilden. Dadurch divergieren die beiden Türwände in westlicher Richtung. Eine gleiche Winkelabweichung ist bei den Anschlußpfeilern nachweisbar (Text-Abb. 19 u. 20, Abb. 5 u. 6 Bl. 27).

Der Mitteldienst bildet bei den Fenster- und Anschlußpfeilern einen Rundstab von etwa 10 cm, bei den Türpfeilern von rund 20 cm Durchmesser. Er kommt bei sämtlichen Pfeilern wegen der benachbarten Schildbögen nicht ganz zur Entwicklung. Auch letztere sind überall so dicht an die Mitteldienste herangeschoben, daß sie zum Teil darin verschwinden. Ihre volle Form ergibt sich aus dem vorhandenen Rippenquerschnitt. An die Schildbögen sind weiterhin die Fenstergewände wiederum so nahe wie möglich herangerückt. Sie zeigen oberhalb der Fensterbrüstungen von innen nach außen folgende Einzelglieder: einen winkelrecht zum Gewändeverlauf stehenden halben Birnstab, eine größere Hohlkehle, die zu einem zweiten, ungefähr diagonal gerichteten Birnstab überleitet, eine kleinere Hohlkehle, zwei beiderseits mit Plättchen besetzte Rundstäbe, zwischen denen sich in einer flachen Hohlkehle ein birnstabartiges Glied befindet, eine große äußere Hohlkehle und einen großen Birnstab, der dem inneren entsprechend ebenfalls diagonal gestellt ist und bei den Türpfeilern zum größten Teil von dem äußeren zylindrischen Pfeilerstück aufgenommen wird. Mit diesem Profil bricht das Fenstergewände unfertig und unvermittelt ab.<sup>56)</sup> Unterhalb der Sohlbänke endigt es innen mit dem halben mittleren Birnstab und stößt dort mit der hinteren Brüstungsfläche im rechten Winkel zusammen.

Da die Fenster nicht verglast waren, so ist das Fehlen des sonst üblichen Maßwerkprofils mit Falz nicht verwunderlich. Trotzdem haben die Fensteröffnungen zweifellos Maßwerkbekrönung gehabt<sup>57)</sup>; abgesehen von Simars Skizze (Text-Abb. 7) beweist das ein am oberen Teile des linken Torturms (Text-Abb. 10 bei *M* und Abb. 1 bis 4 Bl. 26) erhaltenes Stück, in dessen Ausschnitt sich vermutlich eine konsolartige Bildung zur Aufnahme des Maßwerksprofils befand (Abb. 7 Bl. 27).

56) Die Fortsetzung des Fenstergewändes auf S. 223.

57) Maßwerkbekrönung anzunehmen erscheint schon bei dem sonstigen Reichtum der Kapelle als notwendig; wenn übrigens das Steenwycksche Gemälde (Text-Abb. 6) kein Maßwerk in den Fenstern andeutet, so beweist das nichts gegen unsere Annahme. Die außerordentlich feinen Maßwerkformen werden bei der Kapelle, bei der das Licht voll in den dunklen Innenraum hineinströmte, noch weniger erkennbar gewesen sein, als bei den Chorfenstern, deren Maßwerk der Maler ja auch nur ganz zart wiedergibt.

Im Aufriß stimmen die Einzelhöhen der inneren Werkstücke mit denen der äußeren überein. Nur das vierte Stück (Abb. 2 Bl. 26 bei IV) scheint bei einzelnen Pfeilern noch einmal geteilt gewesen zu sein. — Das Türgewände<sup>58)</sup> zeigt zwei zur Gewänderichtung parallel laufende Birnstäbe; zwischen diesen ist der nach außen gekehrte Anschlag mit Maßwerkstab eingefügt (Text-Abb. 19 u. 20). Das Anschlußprofil der beiden Westpfeiler besteht aus einer großen, diagonal gestellten, ziemlich flachen Hohlkehle, die beiderseits in zwei nur zum Teil entwickelten Birnstäben endigt. Bei den unteren Werkstücken ist der Mitte der Hohlkehle ein Rundstab mit entsprechender Sockelbildung vorgelegt; er trug wahrscheinlich am oberen Ende eine zur Aufnahme einer Figur bestimmte kapitellartige Konsole (Text-Abb. 20 und Abb. 7 Bl. 26).

Sämtliche Pfeilergewände werden durch ein auffallend starkes Zusammen- bzw. Ineinanderschieben der einzelnen Profilgruppen gekennzeichnet. Ersichtlich verfolgte man damit den Zweck, den Querschnitt auf ein tunlichst geringes Maß einzuschränken und so das ganze Bauwerk so durchsichtig wie möglich zu gestalten. Bei den verwandten Kapellen, deren größere Abmessungen solche Rücksichten nicht verlangten, sind die entsprechenden Gewändeteile voll entwickelt und klar von einander getrennt. So werden z. B. auch die Rippen dort meist in ihrem vollen Querschnitt bis auf den Sockel hinabgeführt (Text-Abb. 34 u. 41).

58) Bei der Tornowschen Rekonstruktion (Text-Abb. 2 u. 3) sind keine Türen angenommen.

Abb. 21. Grundriß in Kämpferhöhe der Gewölberippen.

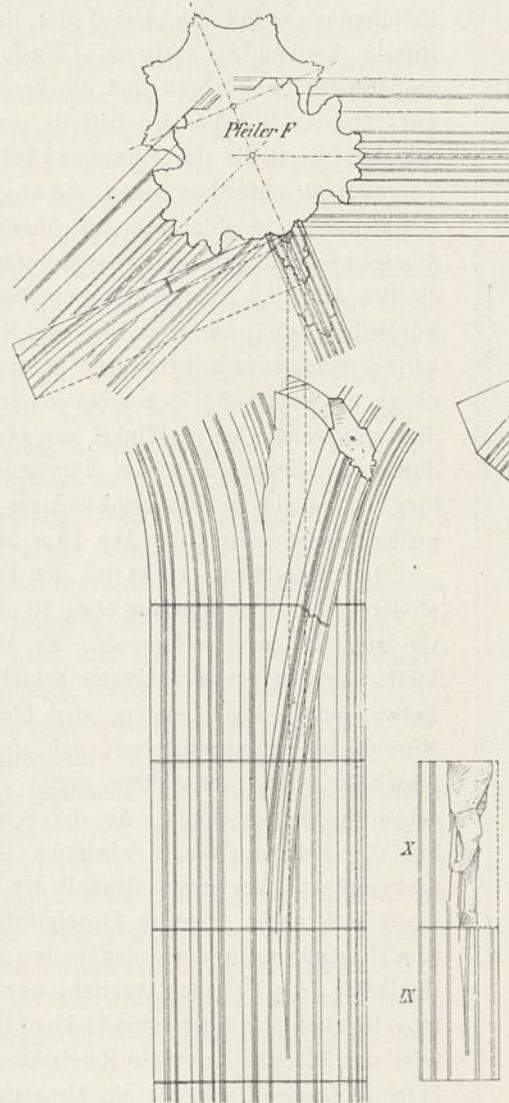
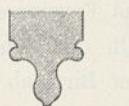


Abb. 22. Aufriß. Abb. 23. Erhaltene Reststücke.

Abb. 21—23. Rippenentwicklung bei Pfeiler F.



Chor (geweiht 1414) obere Matthiaskapelle (um 1420).



Doppelbogen (voll. 1429) Karlskapelle (1456—1474).



Drachenloch (vollendet um 1445).



Marienkapelle (vollendet um 1455).



Kreuzkapelle (letztes Viertel d. 15. Jahrh.).



Kreuzgänge (um 1500).

Abb. 27. Rippenprofile der gotischen Bauteile des Aachener Münsters.

Bei der Marienkapelle wachsen die Rippen in einer Höhe von etwa 3,70 m ganz unvermittelt aus den Mitteldiensten heraus, und zwar je eine aus den schmalen Diensten der Fenster- und

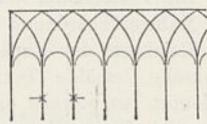


Abb. 28. Brüstungsmaßwerk Nr. 1.

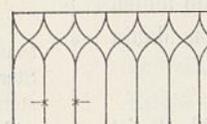


Abb. 29. Brüstungsmaßwerk Nr. 2.

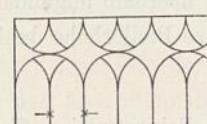


Abb. 30. Brüstungsmaßwerk Nr. 3.

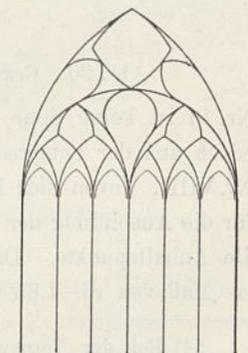


Abb. 31. Maßwerk des westlichen Chorblendfensters.

Abb. 24. Grundriß in Kämpferhöhe der Gewölberippen.

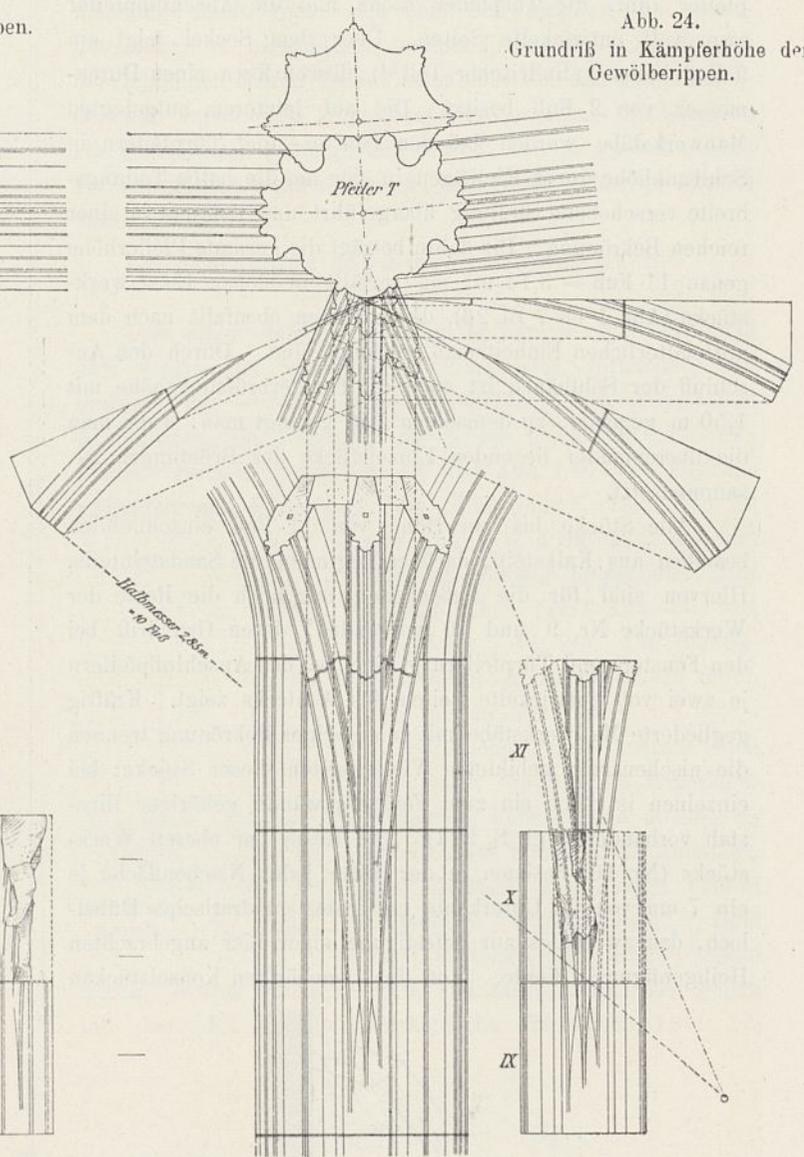


Abb. 25. Aufriß. Abb. 26. Erhaltene Reststücke.

Abb. 24—26. Rippenentwicklung bei Pfeiler T.

Anschlußpfeiler, je drei aus den breiteren der Türpfeiler (Text-Abb. 21 bis 26). Die Elemente, aus denen sich ihr Querschnitt zusammensetzt, sind Birnstab, Rundstab und Flachkehle. Unter sämtlichen spätgotischen Rippenprofilen



Abb. 32. Aachener Münster. — Annakapelle.  
(Nach einer Aufnahme der Photographischen Gesellschaft A.-G., Steglitz-Berlin.)

des Münsters (Text-Abb. 27) befindet sich kein reicheres wie das unserer Kapelle. Der Halbmesser der Rippenbögen beträgt genau 10 Fuß = 2,85 m. Außer den Anfängerstücken haben sich noch zwei für die Ermittlung der Gewölbeform

wichtige Stücke erhalten, die Kreuzungspunkten je dreier Rippen angehörten. Da sie beide ziemlich stark verwittert sind, so war eine genaue Aufnahme der Winkel zwischen den Rippenschenkeln unmöglich. Der kleinste Winkel des einen Stücks beträgt etwa  $60^\circ$ , der des anderen<sup>59)</sup> etwas über  $90^\circ$  (Abb. 6 Bl. 27 bei  $W_1$  und  $W_2$ ).

Schließlich sei noch auf die Reste der Fensterbrüstungen über dem Torbogen der Ruine hingewiesen. Man erkennt bei diesen drei verschiedene Formen des Blendmaßwerks: die erste (Text-Abb. 28) stimmt mit der unteren Maßwerkbekrönung der äußeren Pfeilerstücke (Abb. 1 Bl. 26, Nr. 7) überein, die zweite (Text-Abb. 29) besteht aus einander durchdringenden Kielbögen. Die dritte Form mit etwas weiterer Teilung (Text-Abb. 30) zeigt ein eigenartiges Maßwerk, dessen Hauptmotiv, durch Spitzbögen untergeteilte Halbkreise, dem großen westlichen Blendfenster des Chors<sup>60)</sup> an der östlichen Oktogonwand (Text-Abb. 31 u. Bl. 28) entnommen zu sein scheint. — Die dem Kapelleninneren zugekehrten Brüstungsflächen sind sämtlich glatt gehalten.<sup>61)</sup> Für unseren Wiederherstellungsversuch ist noch bemerkenswert, daß die das Maßwerk Nr. 2 und Nr. 3 aufweisenden Brüstungsstücke nach den Pfeilern zu gebrochene Anschlußflächen (Text-Abb. 18) besitzen, während die mit Maßwerk Nr. 1 gezierten Stücke ebenflächig (Text-Abb. 19) abschließen. Die vorhandenen Sohlbankreste bestehen aus einer nach außen geneigten Schräge, die beiderseits in einem birnstabartigen Profil mit Hohlkehle und Rundstab endigt (Text-Abb. 18 und Abb. 2 Bl. 26).

Die Formen aller bisher noch nicht untersuchten Teile unserer Kapelle, der Baldachine und Konsolen, Fensterbögen und -maßwerke, Türsturze und Oberwände können bei dem Fehlen jeglicher Reste nur durch Vergleich mit den entsprechenden Teilen der Münsterbauten gewonnen werden, die zweifellos demselben Meister oder wenigstens derselben Hütte angehören. Hier kommen namentlich in Betracht: die Annakapelle, deren Altar im Jahre 1449<sup>62)</sup> geweiht wurde (Text-Abb. 32), das 1445<sup>63)</sup>

59) Dies Rippenstück, das bei der ersten Aufnahme (1903) noch am linken Torturm oberhalb der kleinen Ansatzmauer vorhanden war, ist zurzeit verschwunden.

60) Dieses Blendfenster ist das einzige erhaltene Beispiel der ehemaligen Chorfenster; im Gegensatz zu den großen Fenstern der Nord- und Südseite, deren fünfteilige Maßwerke der Kölner Dombauhütte des 19. Jahrhunderts angehören, zeigt das Blendfenster das alte sechsteilige Maßwerk mit reicher, spätgotischer Bekrönung. Vgl. auch Faymonville, a. a. O. S. 186.

61) Die Tornowsche Rekonstruktion (Text-Abb. 3) nimmt hier, dem Befund widersprechend, Blendmaßwerkverzierung an.

62) Faymonville, a. a. O. S. 282.

63) Faymonville, a. a. O. S. 347.

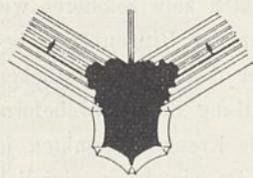


Abb. 33. Pfeilergrundriß

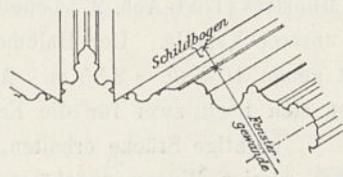


Abb. 34. Gewändeprofil im Obergeschoß.

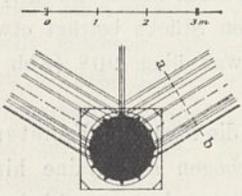


Abb. 35. Pfeilergrundriß im Untergeschoß.

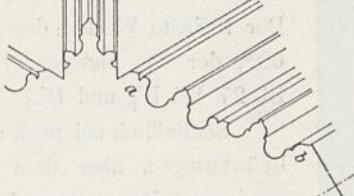


Abb. 36. Gurtbogen und Rippenprofil im Untergeschoß.

Abb. 33—36. Annakapelle des Aachener Münsters.

schon nachweisbare kleine Drachenloch (Text-Abb. 39) und die Karlskapelle, die in den Jahren 1456 bis 1474<sup>64</sup> erbaut worden ist.

Schon auf S. 199 wurde darauf hingewiesen, daß die Annakapelle unserem Bauwerk wahrscheinlich unmittelbar voraufgeht. Wie nahe sie diesem auch in architektonischer Beziehung steht, zeigt ein Vergleich ihrer Einzelformen (Text-Abb. 33 bis 36). Die übereinstimmende Art der Pfeilerbildung — bei der Annakapelle im Erdgeschoß<sup>65</sup> Rundpfeiler, im Obergeschoß polygonal, und zwar hier nach dem Sechseck gestaltete Pfeiler —, die gleiche Gliederung ihrer Gewände und Gesimse, dieselben Schmuckteile, alles das läßt die beiden Kapellen wie Schwestern, wie Kinder eines Vaters erscheinen. Daher können auch ohne Bedenken die vorhandenen Teile der Annakapelle bei der Ergänzung der unserer Untersuchung fehlenden als Vorbilder dienen. Ebenso nahe verwandt ist das Drachenloch (Text-Abb. 37 u. 39) und die nach Vollendung der Marienkapelle begonnene Karlskapelle, die allerdings in ihrem Untergeschoß bereits deutliche Merkmale einer Weiterentwicklung zu den trockenen Formen der spätesten Gotik zeigt. Beide Bauwerke sollen namentlich für Beantwortung der Frage, welche Form die Türsturze unserer Kapelle hatten, herangezogen werden.

Im einzelnen ergab sich z. B. der fehlende Abschluß des äußeren Fenstergewändes unmittelbar aus den entsprechenden Teilen der oberen Annakapelle: Das Profil endet, wie bei der Innenseite, mit einem normal zum Gewändeverlauf

64) Faymonville, a. a. O. S. 287.

65) Das Erdgeschoß der Annakapelle, das jetzt als Sakristei dient, war bis zum Jahre 1773 offen und bildete die Vorhalle vor dem Südeingang des Oktogons; sie war schon im Jahre 1432 fertig und kommt damals unter der Bezeichnung „Lodsche“ in einer Urkunde vor (vgl. Staatsarchiv Düsseldorf, Marienstift Aachen, Urkunde vom 3. Mai 1432). Die runde Form der beiden freien Pfeiler der Halle war dem Zweck des Raumes durchaus angepaßt und wurde vermutlich erst von hier als neue eigenartige Lösung auch auf die Pfeiler der Marienkapelle übertragen, die ebenso gut in der überlieferten rechteckigen Strebenform hätten ausgebildet werden können.

stehenden Birnstab; daran schließt sich, durch eine Hohlkehle getrennt, noch eine die Fensteröffnung außen umrahmende breite Platte mit Schräge, die das Blendmaßwerk der Oberwand aufnimmt. Die Maßwerkbekrönung der Fensteröffnungen mag mit der der Pfeiler (Abb. 1 Bl. 26 Nr. 7 und Text-Abb. 28) übereinstimmend gewesen sein; jedenfalls wird das durch Simars Skizze (Text-Abb. 7) nicht ausgeschlossen. Die Form der Figurenkonsolen ist von der Annakapelle und dem Drachenloch übernommen. Von den beiden Werkstücken, auf denen die Konsolen sitzen, hat das untere kreisförmigen, das obere achteckigen Grundriß (Abb. 7 Bl. 27). Ihre Höhe ergibt sich aus den inneren bzw. seitlichen Werkstücken Nr. VIII und Nr. XI zu  $1\frac{1}{2}$  und 1 Fuß.

Für die Annahme zweier Figurenreihen übereinander sprechen folgende Gründe: Die Sandsteinstücke (Nr. 10) der unteren Figurenreihe, die man auf den ersten Blick wohl für die oberen Pfeilerabschlüsse unmittelbar unter dem Hauptgesims halten könnte<sup>66</sup>, haben tatsächlich, wie die sorgfältige Untersuchung zeigt, nur an der ermittelten Stelle etwa 3,50 m über dem Fußboden stehen können. Das beweist vor allem der bei einzelnen Stücken vorhandene, senkrecht hochgehende Birnstab des äußeren Fenstergewändes, weiter aber auch die Überlegung, daß sonst hier die Baldachine an einer Stelle gefehlt hätten, wo sie sonst von der Spätgotik nur ungern entbehrt werden. Diese unmittelbar über den unteren Stücken (Abb. 1 Bl. 26 Nr. 10) anzunehmen, verbietet die dort vorhandene Maßwerkbekrönung. Die Zahl der Figuren betrug demnach je acht bei den Fenster- und Türpfeilern, je zwei bei den Anschlußpfeilern. Zusammen gibt das 52 Figuren! — Diese überraschend hohe Gesamtsumme stimmt merkwürdigerweise genau mit der gleichen Anzahl von Heiligen überein, die ein im Anfang des 15. Jahrhunderts niedergeschriebenes Reliquienverzeichnis des Marienschreines<sup>67</sup> nennt. Die dort aufgezählten Heiligen gliedern sich in Märtyrer, Bekenner und Jungfrauen. Daß dieselben Gruppen auch an der Kapelle angebracht waren, geht aus einem in den Stiftsprotokollen enthaltenen Beschluß<sup>68</sup> hervor, der die Beseitigung der damals „verstümmelten“ Figuren

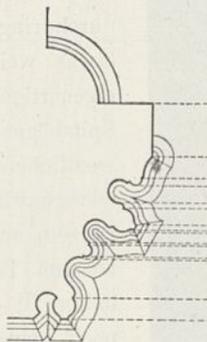


Abb. 37.

Türgewände des kl. Drachenlochs. Sockelprofil.

(Vgl. Text-Abb. 17.)



Abb. 38.

Aachener Münster. Rest einer weiblichen Heiligenfigur des 15. Jh.

66) Tornow hat dies bei seiner Untersuchung angenommen.

67) Vgl. Zeitschr. des Aachener Geschichtsvereins, 14. Bd. S. 240: . . . de reliquiis s. martirum: s. Laurencii, Dyonisii et sociorum eius; de reliquiis s. Stephani prothomartiris; de capillis s. Bonifacii . . . ; de reliquiis s. Quintini, s. Sebastiani, s. Naboris, s. Lamberti, s. Demetrii, s. Pancracii, s. Osswaldi regis et martiris, s. Viti, s. Modesti, s. Mauricii, s. Anastasii, s. Lini, s. Apollinaris, s. Gervasii, s. Albani, s. Remedii, s. Supplicii, s. Mercurii, s. Remigii, s. Alexandri, caligula s. Germani, s. Clementis, s. Sampsonis, s. Exuberancii. Reliquie vero confessorum: Vedasti et Amandi, Stephani pape, s. Silvestri, s. Ambrosii, reliquie trium magorum, s. Monulphi, s. Salvii, s. Albini, s. Symonis patriarche, s. Sergi, s. Benedicti abbatis. Reliquie sanctarum virginum: s. Cecilie, s. Aghate, s. Agnetis, de capillo s. Marie Magdalene . . . , s. Marthe, s. Euphemie, s. Benigne, s. Gertrüdis, s. Eucharie, s. Petronille.

68) Vgl. S. 203, Fußnote 30.

veranlaßte. Eine andere Stelle der Protokolle<sup>69)</sup> nennt sogar den Namen einer einzelnen Figur, den des hl. Laurentius, und gibt auch ihre Stelle an der Kapellenwand gegenüber dem Sitz des Dechanten, d. h. gegenüber der Nordwand des Chors an. Derselbe Heilige steht aber wiederum als erster am Anfang der Reihe, die das oben erwähnte Reliquienverzeichnis nennt. So kennen wir nicht nur die Zahl, sondern auch die Namen der einzelnen Figuren. Und gerade die

69) Kapitelsprotokolle Bd. 117, 1752, 7. Juli. Cum in festo Sti. Laurentii chorales ecclesiae hactenus consueverint erigere formam alicuius altaris in choro ad murum, quo cingitur altare Divae Virginis infra statuum Sti. Laurentii eidem muro adhaerentem e regione stali decanalis . . . conclusum fuit . . .



Abb. 39. Aachener Münster. — Kleines Drachenloch.  
(Nach einer Aufnahme der Kgl. Meßbildanstalt in Berlin.)

Wahl dieser Heiligen ist wiederum bezeichnend und ein weiterer unmittelbarer Beweis für die engen Beziehungen zwischen Altar und Kapelle. Welche Heilige waren mehr berufen, zum Schmuck unseres Bauwerkes beizutragen, als die, deren feierlich verehrte Reliquien in seinem Inneren ruhten!<sup>70)</sup> Wie eine Schar treuer Wächter umstanden und hüteten sie den kostbaren Schrein, der ihre sterblichen Reste barg. —

In der jetzt als Münstermuseum dienenden Taufkapelle am Eingang des ehemaligen Atriums befinden sich die stark verwitterten Überbleibsel einer männlichen und einer weiblichen Figur, sowie der wohlerhaltene Kopf der letzteren oder einer anderen weiblichen Figur. Der Torso des männlichen Heiligen, von dem nur noch der Oberkörper von den Schultern bis zu den Hüften erhalten ist — er scheint nach Kleidung und Attribut einem Bischof anzugehören —, besitzt noch an der Rückseite die eiserne Öse, mit der die Figur an der zugehörigen Nischenfläche befestigt war. Ihre gesamte Höhe wird etwa 1 m betragen haben. Von der weiblichen Figur ist der ganze, etwa 75 cm lange Rumpf erhalten. Der Kopf zeigt auf dem Scheitel in der Mitte einer kreisförmig abgegrenzten Fläche einen kleinen Holzkeil, der anscheinend zur Befestigung eines Schmuckstücks, vielleicht einer Krone, diente (Text-Abb. 38). Bei sämtlichen Figurenresten sind Spuren von Bemalung nachweisbar, Rot im Rücken der männlichen, Blau, Gold und Grün beim Gewand der weiblichen Figur. Das Gestein, ein feinkörniger, weißer Sandstein, der mit dem bei der Kapelle verwendeten übereinstimmt, und die für die Pfeilernischen passenden Abmessungen rechtfertigen die Vermutung, daß diese Figuren, die für alle anderen Stellen am Dom zu klein sind, auch unserem Denkmal entstammen.

Für die wahrscheinliche Gestaltung der Türsturze hat die flache Kielbogenform bei den Eingängen des Drachenlochs (Text-Abb. 39) und der Karlskapelle als Vorbild gedient. Vielleicht waren die abgeschrägten Rückenflächen, wie beim Drachenloch, noch mit Krabben besetzt.

Die große Hohlkehle mit ihren beiderseitigen Birnstäben, die den Anschluß der beiden Westpfeiler (Text-Abb. 20) ans Oktogon vermittelt und übrigens in der gleichen Form in der Karlskapelle vorkommt, wird senkrecht bis zum Zusammenschneit mit dem gotischen Kantenprofil des karolingischen Bogens hochgegangen sein. Dafür spricht folgendes: Die noch zum Teil vorhandene Stuckverzierung vom Jahre 1719<sup>71)</sup> auf dem Kantenprofil und der Stirnseite des Oktogonbogens zeigt, daß und wie weit diese Teile freigelegt haben (Text-Abb. 42 u. 43). Daher kann das Anschlußgewände der Kapellenpfeiler nicht, etwa konzentrisch zum karolingischen Bogen, herumgeführt,

70) Die Wahl der durch ihre Reliquien vertretenen Heiligen entspricht einer Gewohnheit des Mittelalters, die auch bei Altarbildern und Altarschreinen beobachtet wurde.

71) Vgl. S. 215. — Bei der Aufdeckung der spätgotischen Wandmalereien (vgl. S. 197) sind übrigens die Stuckgirlanden auf der Stirnseite des Bogens beseitigt worden.

sondern nur in der angenommenen Weise abgefangen worden sein (Abb. 5 bis 7 Bl. 26).

Die erwähnte Stuckverzierung gibt noch einen weiteren Anhaltspunkt für den Anschluß des Kapellengewölbes. Wenn man als selbstverständlich voraussetzt, daß die Stuckgirlanden dicht unterhalb des Kappenanschnitts angebracht worden sind, so ist damit auch die untere Begrenzungslinie der Kappe gewonnen. Die Gewölbeform selbst läßt sich aus den vorhandenen Resten (vgl. S. 222) leicht ermitteln. Sie zeigt im Scheitel des Ostjoches einen siebenstrahligen, im Westjoch einen sechsstrahligen Stern.<sup>72)</sup> Genau dieselbe Lösung findet sich noch heute über dem allerdings etwas jüngeren Chor der Kirche in Baesweiler im Kreise Jülich<sup>73)</sup> (Text-Abb. 40); im Dom selbst wird die Sternform noch einmal in dem kleinen Altarerker der Karlskapelle, wohl von demselben Meister, wiederholt (Text-Abb. 41).

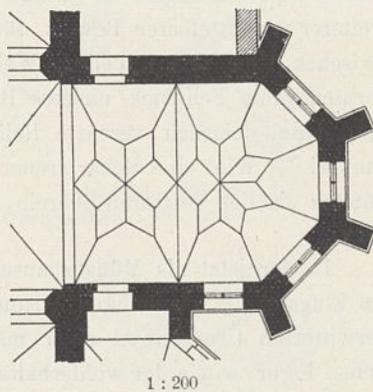


Abb. 40. Chor der kathol. Pfarrkirche in Baesweiler (Kr. Geilenkirchen). (Nach dem Denkmälerarchiv der Rheinprovinz Nr. 10169.)

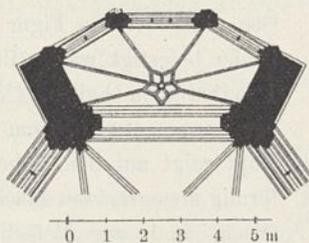


Abb. 41. Aachener Münster. Erker der Karlskapelle.

b) Ermittlung des Gesamtbildes.

Es erübrigt nun noch, die durch die bisherige Untersuchung gewonnenen Einzelteile zu dem Gesamtbild der Kapelle zusammenzufügen. Auch hier sind für die Einzelmaße durchweg sichere Anhaltspunkte vorhanden. Die lichte Weite der Kapelle bei ihrem Anschluß ans Oktogon ist mit 5,17 m gegeben. Aus der Grundrißform der beiden westlichen Pfeilerpaare (Text-Abb. 19 u. 20) ermittelt sich ferner die Richtung der zwischen ihnen befindlichen Wandstücke. Der Abstand von der Ostseite der Oktogonpfeiler bis zur Mitte der Türpfeiler läßt sich nicht mit voller Sicherheit bestimmen. Geht man jedoch von der — erfahrungsgemäß für das Mittelalter allerdings nicht notwendigen — Voraussetzung aus, daß die Fensterbreite dieses Wandfeldes mit den anderen wenigstens annähernd übereinstimmte, so ist auch diese einzige Lücke unserer Untersuchung geschlossen. Bei den drei freistehenden Pfeilerpaaren kann das lichte Maß der Fensterweiten aus den zugehörigen Brüstungen gewonnen werden. Die

72) Die reiche Gewölbeform wird auch in den Beschreibungen mehrfach hervorgehoben. Vgl. à Beecks Bezeichnung „operosa testudo“, S. 205; ebenso ist in einer handschriftlichen Chronik vom Ende des 18. Jahrhunderts von dem „köstlichen Gewölb“ die Rede (vgl. Brüning, Eine Aachener Chronik 1770—1796, Aachen 1898, S. 18).

73) Vgl. Kunstdenkmäler der Rheinprovinz, VIII. Bd., 2. Teil, S. 116. — Dieselbe Sternform, nur in reicherer Ausbildung, in der demselben Jahrhundert angehörenden Kirche in Linnich (vgl. Kunstdenkmäler d. Rheinpr., VIII. Bd., 1. Teil, S. 162). — Die Tornowsche Rekonstruktion zeigt übrigens einfache Kreuzgewölbe.

Breite der letzteren muß ein Vielfaches der Einheit sein, die durch die Blendmaßwerkteilung gegeben ist. Wegen der bereits angedeuteten Form der seitlichen Anschlußflächen an die Pfeiler (vgl. S. 222) kann Maßwerk Nr. 1 (Text-Abb. 28) nur auf den Brüstungen zwischen den Tür- und benachbarten östlichen Pfeilern gesessen haben, während von den beiden anderen das die größere Teilung zeigende Maßwerk Nr. 3 (Text-Abb. 30) wegen des zweckmäßig breiteren Ostfensters die Brüstung unter diesem geziert haben wird. Berücksichtigt man ferner, daß hier die paarige Anordnung des Maßwerkmusters eine gerade Zahl der Teilungen voraussetzt, so gelangt man schließlich bei den verschiedenen Versuchen, den Grundriß zusammenzulegen, zu einer Brüstungsbreite, die überall dem achtfachen Einheitsmaß der Teilungen entspricht.

Die so gewonnenen Abmessungen decken sich vollständig mit denen der Zuberschen Aufnahme (Text-Abb. 9). Im einzelnen beträgt z. B. die lichte Fensterweite rd. 4 Fuß, der Pfeilerabstand untereinander rd. 7 Fuß, die Gesamttiefe des Bauwerks, von der Ostflucht der karolingischen Bogenmauer bis zur östlichen Kapellenwand rd. 16 Fuß usw. Seine Breite, die, zwischen den inneren Wandfluchten gemessen, 4,65 m beträgt, stimmt übrigens genau mit dem Abstand der entsprechenden karolingischen Apsisgrundmauern überein, wie er bei den letzten Ausgrabungen im Jahre 1910 festgestellt worden ist.<sup>74)</sup> Der Erbauer der Kapelle hat also ihre Längswände so dicht an die Innenkante der ihm zur Verfügung stehenden älteren Grundmauern herangeschoben, als überhaupt möglich war. Damit ist zugleich eine Erklärung für die merkwürdige Divergenz der beiden Westwände (vgl. S. 211 u. 218) gegeben.

Die Stelle des Altars, d. h. seine Entfernung von der Ostwand unseres Denkmals, wird durch die Länge des Marienschreins bestimmt; er hat keinesfalls weiter östlich gestanden, als im Grundriß angenommen ist, vielleicht noch etwas mehr nach Westen. Die übrigen Abmessungen des Altars<sup>75)</sup> und seiner Rückwand können nur annähernd aus dem Steenwyckschen Bilde abgeleitet werden; sie

74) Laut Mitteilung des früheren örtlichen Leiters der Wiederherstellungsarbeiten, Herrn Regierungsbaumeisters Schmidt.

75) Nach seiner Form, auf die nach den früher mitgeteilten Beschreibungen usw. hier nicht mehr näher eingegangen werden soll (vgl. Ztschr. des Aachener Geschichtsvereins, 37. Bd., S. 203 ff.), gehörte der Altar zu den im frühen Mittelalter weit verbreiteten Reliquienaltären, bei denen mit dem eigentlichen Altarkörper ein meist in erhöhter Stellung angebrachter Reliquienschrein

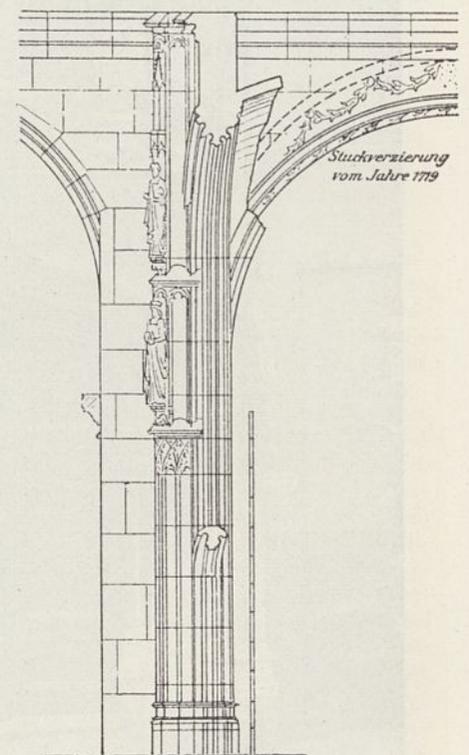


Abb. 42. Marienkapelle. Schnitt durch die südliche Türöffnung. Blick gegen den karolingischen Bogen.

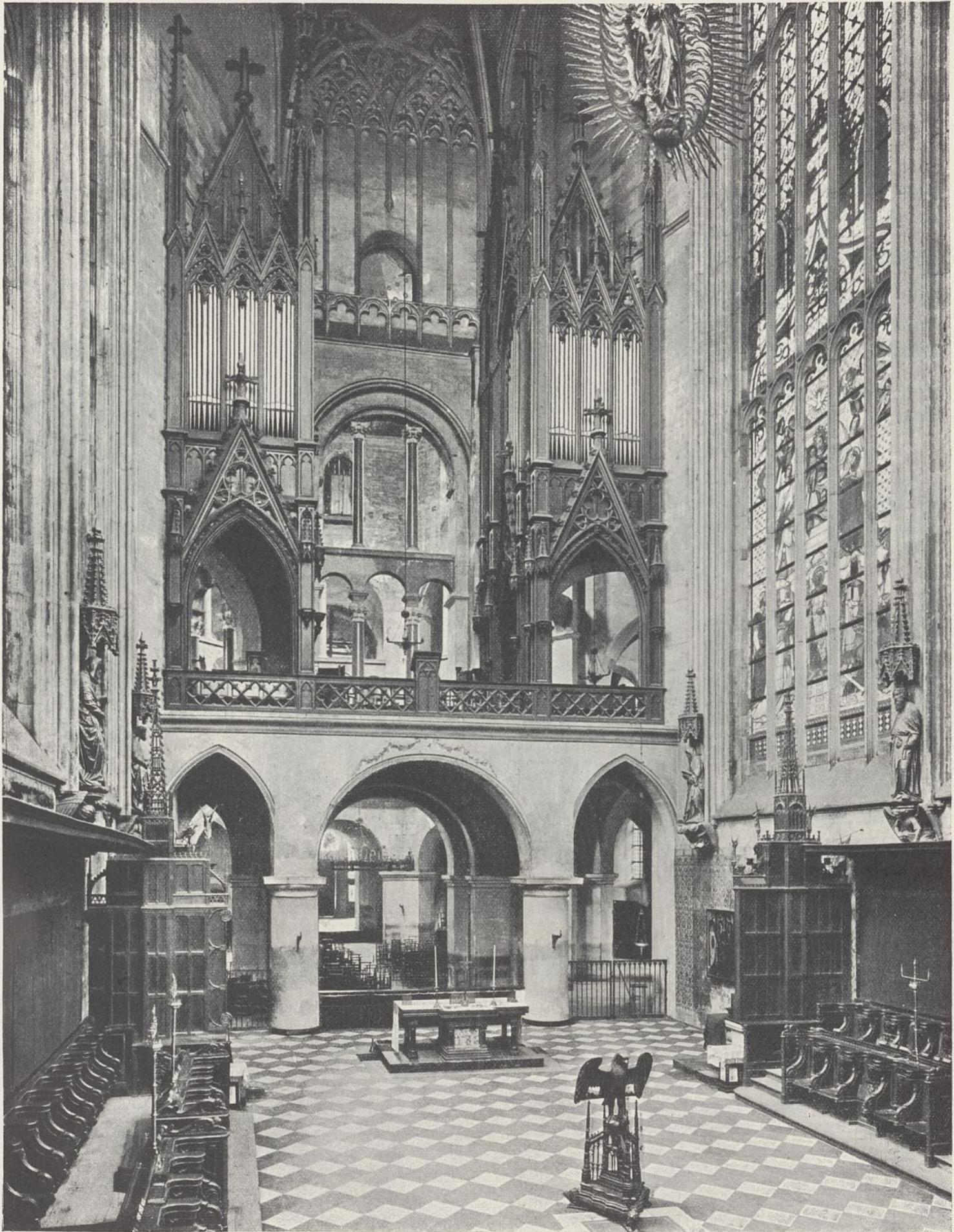


Abb. 43. Aachener Münster. Blick vom Chor zum Oktogon.  
(Nach einer Aufnahme der Königl. Meßbildanstalt in Berlin.)

mögen den in die Zeichnung (Abb. 5 Bl. 27) eingetragenen ungefähr entsprochen haben.

Über dem so ermittelten Grundriß baut sich der Aufriß zu dem Gesamtbild der Kapelle auf. Die noch fehlende Aufrissentwicklung des Gewölbes wird bei Annahme eines einheitlichen Krümmungshalbmessers der Rippenbögen, wie er in der Spätgotik üblich war, leicht gefunden; aus der damit gegebenen Höhenlage der Schildbogenkappen bestimmt sich ohne weiteres die Kämpferhöhe der Fensterspitzbögen und das Maß der Oberwände. Die Eintragung der Türstürze, deren Höhenlage ebenfalls sicher zu ermitteln ist, schließt endlich die letzte noch offene Lücke unserer Untersuchung (Abb. 1 bis 4 Bl. 27, Bl. 28 und Text-Abb. 44).

#### 6. Würdigung.

Unter den Schöpfungen der spätgotischen Kunst nimmt die Marienkapelle des Aachener Münsters eine in mancher

Beziehung eigenartige Stellung ein. Ihrem Patrozinium nach gehört sie zu jener Gruppe von Altarkapellen, die der außerordentlichen Verehrung der Gottesmutter im Mittelalter ihre Entstehung verdanken. Aus der romanischen Zeit seien hier die mit dem eigentlichen Kirchengebäude nicht unmittelbar zusammenhängenden Marienkapellen der Benediktinerklöster<sup>76)</sup> erwähnt, die für den Gottes-

dienst der erkrankten Brüder bestimmt waren und sich meist dem Ostflügel der Klausur anschlossen. Bekannt sind die der hl. Jungfrau geweihten Kapellen der großen nordfranzösischen Kathedralen aus der normännischen Bauschule; sie bilden den Mittelpunkt des um den Chorumgang angeordneten Kapellenkranzes und kehren auch bei den englischen Kathedralen unter der Bezeichnung lady-chapel wieder. Unser Denkmal unterscheidet sich von diesen äußeren Kapellenanbauten durch die ihm eigentümliche Stellung im Inneren des Kirchenraumes.<sup>77)</sup>

verbunden war, vgl. Viollet-le-Duc, Dictionnaire raisonné de l'architecture française, 2. Bd., S. 15 ff.). — Ein sehr schönes, allerdings spätes Beispiel dieser Art besaß das Aachener Münster in seinem 1803 zerstörten Choraltar.

76) Vgl. G. Hager, Die Marienkapelle in der „Zeitschrift für christliche Kunst“, Bd. XIV, S. 193 ff.

77) Es liegt nahe, hier eine Gruppe von Bauwerken zum Vergleich heranzuziehen, die sich als kapellenartig abgegrenzte, beson-

Seine Anordnung zwischen Laienraum (Oktogon) und Chor ist durch die örtlichen Verhältnisse, vor allem durch die Lage des Marienaltars, bedingt und erinnert in gewissem Sinne an die auch in formaler Beziehung verwandten Lettneranlagen des 14. und 15. Jahrhunderts. Die eigentliche Lettneranlage wird hier durch die östlichen Oktogonpfeiler mit dem sie untereinander und mit den Chorwänden verbindenden Arkadenbögen gebildet.

Für Aachen bezeichnend ist die Anordnung einer Kapelle in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Lettner, die sonst kaum vorkommt. Außerordentlich nahe steht z. B. die noch dem 13. Jahrhundert angehörende Choranlage im Obergeschoß der Ste. Chapelle in Paris.<sup>78)</sup> Eine Marienkapelle befand sich auch an dem ehemaligen Lettner des Straßburger Münsters<sup>79)</sup>: sie stammte aus Meister Erwins Hand und war mit dem benachbarten nördlichen Langhauspfeiler verbunden. Von den sonstigen Lettnerbauten des späteren Mittelalters ist dagegen die Aachener Anlage nach ihrer ganzen Ausbildung grundverschieden; was sie mit ihnen gemeinsam hat, ist allein die starke Betonung des schmückenden Beiwerks. Unser Denkmal gehört zu den ältesten Beispielen dieser und ähnlicher Werke der späten Gotik, die wegen ihres außerordentlichen Formen-

reichtums oft mehr den Eindruck eines kunstgewerblichen Gegenstandes als den eines Architekturteils machen. Es ist

ders verehrte Heiligtümer in einem größeren Innenraume eingebaut befinden. Beispiele solcher Art sind u. a. die sog. Portiuncula, die alte Betkapelle des hl. Franz von Assisi, über der Papst Pius V. im letzten Drittel des 16. Jahrhunderts die prächtige Kirche S. Maria degli Angeli errichten ließ, oder die zahlreichen Loretokapellen der Barockzeit, Nachahmungen jener Casa santa in Loreto, die von Majano und Bramante mit einer mächtigen Kuppelkirche umgeben wurde. Alle derartigen Anlagen unterscheiden sich aber von der Aachener Marienkapelle dadurch, daß sie nicht, wie diese, als Schutzbau eines altherwürdigen Altars in ein vorhandenes umfangreiches Bauwerk hineingesetzt, sondern als ursprünglich selbständig bestehende Andachtstätten erst nachträglich von einem größeren Kirchengebäude umgeben wurden. Gemeinsam ist beiden nur der Zweck als Wallfahrtsstätte.

78) Viollet-le-Duc, a. a. O., 2. Bd., S. 34 ff.

79) Grundriß in Kraus, Geschichte der christlichen Kunst, 2. Bd., S. 197.



Abb. 44. Inneres der Marienkapelle vom Oktogon aus. Wiederherstellungsversuch des Verfassers.

die Blütezeit der mittelalterlichen Handwerks- und Kleinkunst, der wir unter den vielen köstlichen Altarwerken und sonstigen Ausstattungsstücken auch diesen „steinernen Schrein“ verdanken.

Will man die Frage entscheiden, welchem engeren landschaftlichen Kreise die Aachener Marienkapelle und mit ihr auch die übrigen spätgotischen Schöpfungen des Aachener Münsters angehören, so muß man wohl den Blick vor allem nach Norden und Westen wenden. Das ganze weite Flachland des Niederrheins vom heutigen Holland bis hinein nach Westfalen und noch über die Grenzen des Aachener Gebietes hinaus steht seit Beginn des 15. Jahrhunderts im Zeichen lebhaftester kirchlicher Bautätigkeit, die in Aachen bereits um 1350 und, wenn man auch die Profankunst berücksichtigt, noch früher<sup>80)</sup> begonnen hat. Mehr noch weisen uralte Kulturbeziehungen nach dem benachbarten Belgien. Man darf nicht vergessen, daß das ganze Mittelalter hindurch fast alle diese Gebiete Teile desselben deutschen Herzogtums Lothringen gewesen sind und daß namentlich Aachen und sein Münster in kirchlicher Beziehung stets dem Lütticher Bistum angehörten. Durch das Maastal, dessen Kunst schon früh mit der Aachener Gegend zusammenhängt, ging einer der alten Handelswege von der Champagne zum Rhein und hier begegneten sich von jeher französische und rheinische Kultur. Auf diesem Boden erwuchs auch die reiche Blüte spätgotischer Kunst, die im 14., mehr aber noch im 15. Jahrhundert die ganze Reihe prächtiger Kirchen und glänzender Profanbauten Belgiens bis hinan zum Löwener Rathause schuf und der auch die Aachener Architektur des ausgehenden Mittelalters ihre Entstehung verdankt.<sup>81)</sup>

80) Am Aachener Rathause wurde, wie Pick, Aus Aachens Vergangenheit, Aachen 1895, bereits nachgewiesen hat, schon in dem zweiten Viertel des 14. Jahrhunderts gebaut.

81) Faymonville, a. a. O. S. 190, hat bereits darauf hingewiesen, daß sich der unmittelbare Einfluß der Kölner Dombauhütte auf den Aachener Münsterchor nur in dem Fenstermaßwerk des 19. Jahrhunderts (Text-Abb 32: Blendfenster hinter dem Dach der Annakapelle) zeigt. Daher können auch die von Köln übernommenen Maßwerkformen am Hochchor der Abteikirche in Kornelymünster, der übrigens auch älter ist als der Aachener Domchor, nicht durch letzteren übermittelt sein, wie dies im 9. Bande der „Kunstdenkmäler der Rheinprovinz“, II. Teil, S. 56 angenommen wird.

Im Bilde dieser Aachener Spätgotik nimmt die Marienkapelle des Münsters eine besonders hervorragende Stelle ein. Darum verdient und verlangt auch, zumal sich der Wiederaufbau des Ganzen an seinem alten Platz aus praktischen und künstlerischen Gründen verbietet, das Wenige, was noch erhalten ist, erhöhte Aufmerksamkeit und Pflege. Sollen die Baureste unseres Denkmals, wie bisher, allen Unbilden der Witterung preisgegeben sein, bis auch das letzte Profil verschwunden ist? — Soweit darf es unter keinen Umständen kommen. Es muß und wird eine Stelle geben, an der die wertvollen Bruchstücke sorgfältiger und sicherer aufgehoben und der kunstgeschichtlichen Forschung besser zugänglich sind, als draußen am Aachener Stadtwalde.<sup>82)</sup> Die Pflicht der Erhaltung aller für die Vergangenheit bedeutsamen Zeugnisse mahnt auch hier dringend, die fast vergessenen Überreste eines verschwundenen Denkmals vor gänzlicher Zerstörung zu bewahren. Hierzu möchten die vorstehenden Zeilen die erste Anregung geben! — —

82) Vielleicht dürfte das beabsichtigte Münstermuseum der geeignete Ort sein, an dem die Baureste unterzubringen wären.

#### Quellennachweis.

- Dehio u. v. Bezold, Die kirchliche Baukunst des Abendlandes. Stuttgart 1887 bis 1901.  
 Viollet-le-Duc, Dictionnaire raisonné de l'architecture française etc. Paris 1870.  
 Handbuch der Architektur, Teil 2, Bd. 4: Die romanische und die gotische Baukunst.  
 Heft 3: Hasak, Der Kirchenbau. Stuttgart 1902.  
 „ 4: Hasak, Einzelheiten des Kirchenbaues. Stuttgart 1903.  
 Bergner, Grundriß der kirchlichen Kunstatertümer in Deutschland. Göttingen 1900.  
 Kunstdenkmäler der Rheinprovinz, Bd. 8 und 9.  
 Zeitschrift des Aachener Geschichtsvereins, Bd. 8, 9, 22, 29 und 32.  
 Peter à Beeck, Aquisgranum. Aachen 1620.  
 Noppius, Aacher Chronik. Aachen 1632.  
 Meyer, Aachensche Geschichten, 2. Bd. (Handschrift).  
 Nolten, Archäologische Beschreibung der Münster- oder Krönungskirche in Aachen. Aachen 1818.  
 Quix, Historische Beschreibung der Münsterkirche und Heilighthumsfahrt in Aachen. Aachen 1825.  
 Faymonville, Der Dom zu Aachen und seine liturgische Ausstattung. München 1909.  
 Kapitelsprotokolle des Aachener Marienstifts, Staatsarchiv Düsseldorf (Handschrift).

## Das Schloß- und Gartengebiet Herrenhausen bei Hannover.

Von Friedrich Ebel (†).

(Mit Abbildungen auf Blatt 7 bis 10 im Atlas.)

(Schluß.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Endlich wenden wir uns dem Großen Garten und seinen Bauten zu. Des Verfalles am Ende des 18. und Anfang des 19. Jahrhunderts ist gedacht worden. 1817 entstand der Entwurf zur Wiederherstellung des Schlosses. Die Arbeiten wurden beschleunigt und erweitert, als Georg IV. für 1821 seinen Besuch ansagte. So entstanden das Schloß (Text-Abb. 47) und der Große Garten (Bl. 8) aufs neue. Der Architekt der Zeit von 1817 bis 1821 besonders ist Laves, der späteren G. H. Schuster; auch Tramm werden wir wiederfinden. Einen Grundriß des Schlosses in dem Zustand vor 1819

hat G. H. Schuster 1866 gezeichnet. Im Erdgeschoß (Text-Abb. 44) liegen in der Mitte des Nordflügels der Haupteingang und die große Halle, westlich davon die Haupttreppe. Der Flur führt an der Südseite bis zu den Nebeneingängen und -treppen und den an den Innenseiten laufenden Gängen des Ost- und Westflügels. Im ersten Obergeschoß (Text-Abb. 43) fällt der Flur weg. Malortie<sup>3)</sup> gibt eine unklare Beschreibung, wie wohl zur Zeit Georgs I. und II. das Schloß benutzt wurde. Raum 1 bis 5 im Erdgeschoß mögen die von Ernst August und Georg V. bewohnten „Chinesischen Zimmer“ sein; teilweise ist heute noch

dort eine chinesische Papiertapete zu finden. Die „Yorckschen Zimmer und Garderoben“ können im Westflügel, die „Bevernschen Kammern“ im westlichen Erdgeschoß des Nordflügels gelegen haben. Der große Mittelraum im Obergeschoß des Nordflügels diente als Speisesaal. Östlich davon und wahrscheinlich nach Norden heraus lagen die Audienz Zimmer, die entsprechenden westlichen Zimmer waren wohl die „Preußischen Kammern“. Zimmer 20 mit dem Gemälde der Reiherbeize, 21 mit der „Familiertapete“ und 18 sind, der Ausstattung mit Stuckdecken nach zu schließen, die „Zimmer der Kurfürstin Sophie“.

Aus der Zeit um 1820 geben stark verwischte Bleieintragungen auf einer undatierten Grundrißzeichnung<sup>11)</sup> folgende Benutzungsart des Obergeschosses: 1. Escalier, 2. Salon d'entrée, 9. I. Antichambre, 3. II. Antichambre, 10. und 11. Cabinets, 4. Salle d'assemblée, 5. Chambre à coucher, 6. Toilette, 13. Cabinet de travail, 14. Bibliothèque, 16. und 17. zusammen Salle à manger, 18. Servierzimmer. Im Erdgeschoß sind folgende Bleieintragungen zu finden: 40. Damengang, 51. Conditorey, 25. Vestibül, 14. und 15. am Rundhof: Kastellan. Nach einer Zeichnung G. H. Schusters von 1858<sup>11)</sup> war die Benutzung im Erdgeschoß folgende: 50. und 51<sup>I</sup>. Silberkammern, 51<sup>II</sup>. Kaffeeküche (Konditorei), 53<sup>II</sup>. Silberwäsche, der Raum westlich davon Waschküche. 53. Silberwäsche, 54. Speisekammer. Schusters Angaben werden ergänzt durch Notizen des Hoftapeziers Meyer von 1820: 53<sup>I</sup>. Silberkammer, 55. und 56. Wohnung des Kellermeisters, 57. und 58. Wohnung des Küchenmeisters. Im Grundriß des Westflügels wiederholen sich mehrfach eine kleine Kammer und eine größere Stube; vielleicht waren es Wohnungen für Gäste. Für vornehmeren Besuch dienten vielleicht die zusammenhängenden Räume am

Südende. Die Zimmer im Nordflügel waren wohl, nach ihrer eigentümlichen, im 18. Jahrhundert aber häufig vorkommenden Anordnung zu schließen, hauptsächlich als „Garderoben“ vorgesehen, die vielfach erwähnt werden, oder als Wohnräume für das Gefolge. — Am Rundhofe nahm nach Marlortie,<sup>8)</sup> und zwar wohl zur Zeit Georgs I. und II., den östlichen Teil der Nordfront die Wache ein. Ihr schlossen sich an der Ostseite die Zimmer des Offiziers der Wache, des Rittmeisters der Garde-du-corps, des Oberkammerherrn und des Geheimen Sekretärs des Königs an. Die Einrichtung der Wache ist noch vorhanden. Im Eckhofe lagen Schuppen für Handwerker und Aborte. An der westlichen Hälfte des Rundhofes befanden sich die Zimmer und die Garderobe des Oberhofmarschalls, zwei „Althauskammern“ (?), die Wohnungen des Kastellans und des Verwalters. Im Eckhofe hatte der Hoftapezierer seine Werkstatt; außerdem lagen hier Räume für Asche, Kohlen usw. Wie die Benutzung um 1820 sich gestaltete, ist unbekannt.

Über das Aussehen der Nordfront des Schlosses belehrt uns eine Zeichnung (Text-Abb. 42) von Laves, dessen Namen sie trägt. Auf die Mitte hat Georg IV. seinen Namen gesetzt. Die Hauptbeschriftung lautet: „Façade des Königlichen Schlosses zu Herrenhausen und Entwurf wie solche verschönert werden kann.“ Der alte schlichte Putzbau hat ein an den Enden abgewalmtes Satteldach, die Mitte ist durch einen Giebelaufbau betont. Den einzigen Schmuck bildet das Portal mit einem hübschen, aus dem Jahre 1781 stammenden Balkon vor der Saaltür. Wie E. Schuster<sup>2)</sup> nach alten Abbildungen mitteilt, und wie aus einem der kleinen Müller-Sasseschen Stiche hervorgeht, waren die Fensterumrahmungen gequadert.

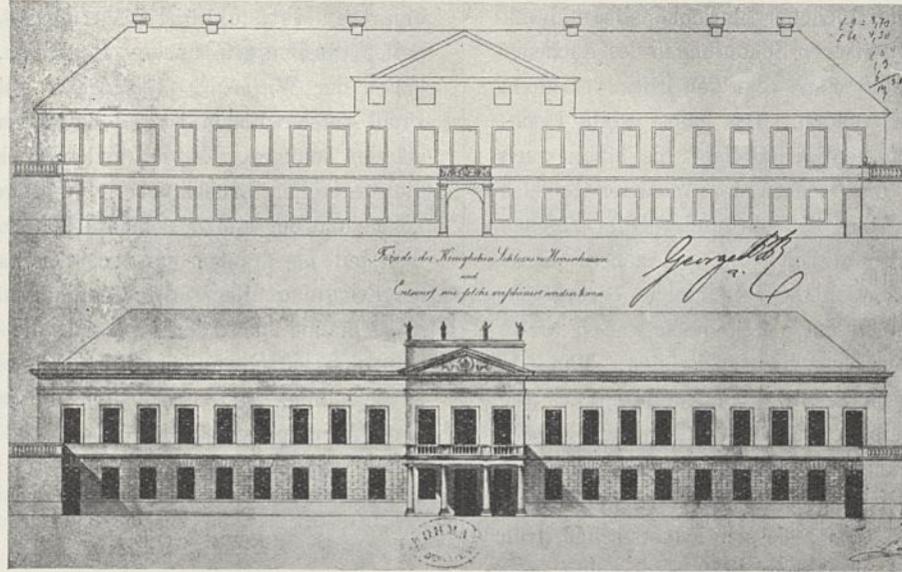


Abb. 42. Königliches Schloß. Nordfront vor und nach der Umänderung. (Nach Zeichnung von Laves.)

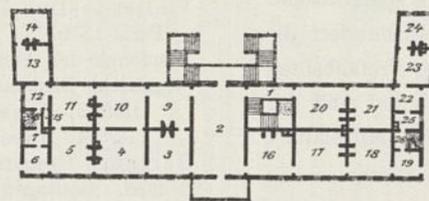
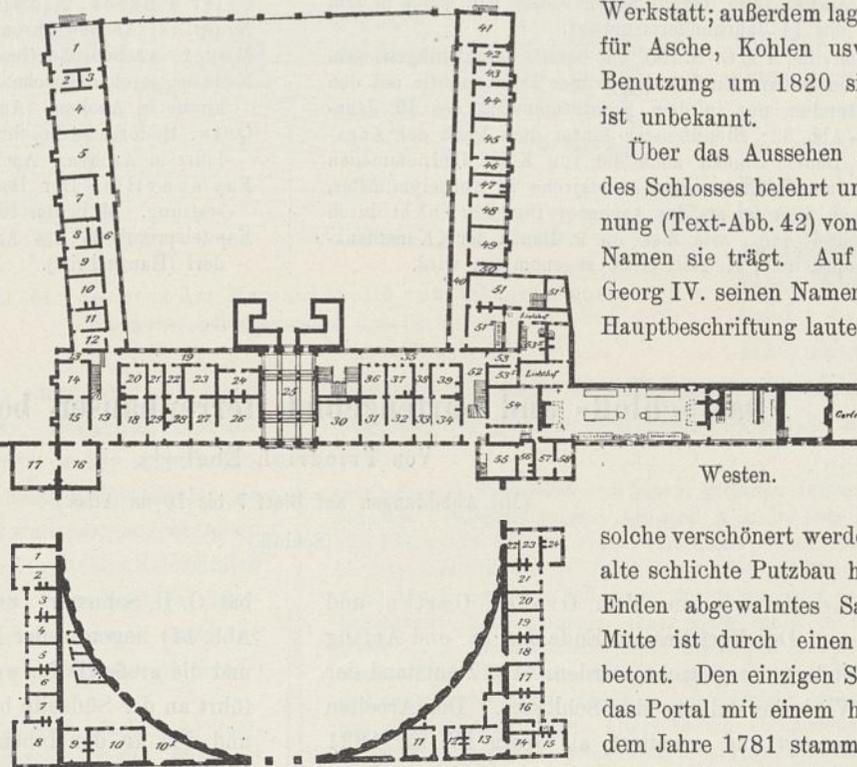


Abb. 43. Obergeschoß.



(1 hannoverscher Fuß = 0,2921 m.)

Abb. 44. Erdgeschoß.

Abb. 43 u. 44. Königliches Schloß vor 1819. (Nach Zeichnung von G. H. Schuster.)

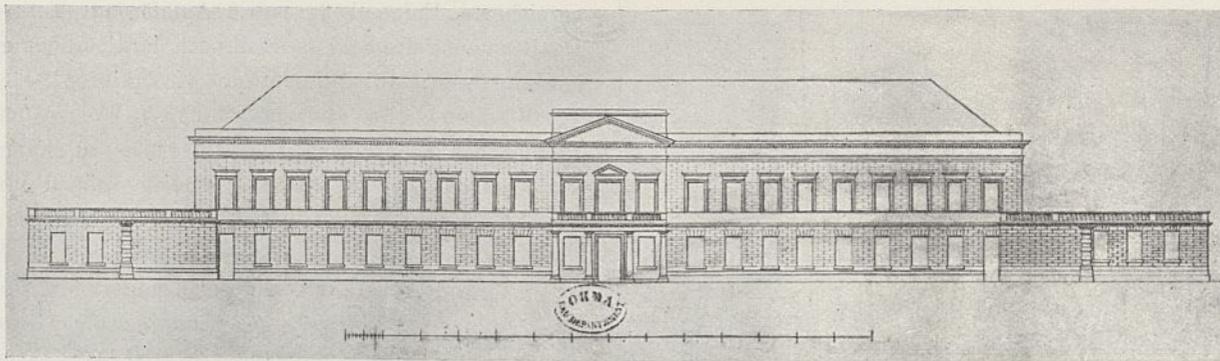


Abb. 45. Nordfront.

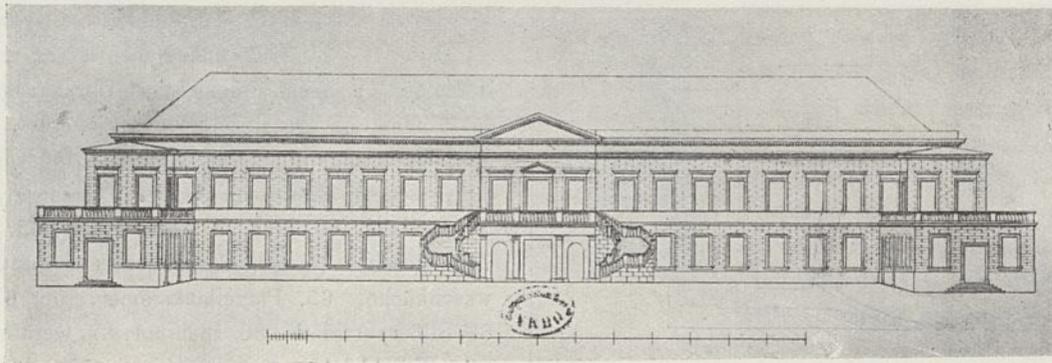


Abb. 46. Südfront.

Abb. 45 u. 46. Königliches Schloß um 1821.

Laves betonte die Saalbreite durch einen vorgezogenen Risalit, gab dem Erdgeschoße über dem 1781 geschaffenen Sandsteinsockel eine Rustika und setzte vor den Risalit eine Vorhalle mit vier dorischen Sandsteinsäulen, Holzgebälk und Holzbalustrade, deren dorische Säulchen er vom Palazzo Pitti entlehnte. Das alte Portal mit dem Balkon verschwand.

Die geputzte Rustika wurde mit einem Holzgesims abgeschlossen;

darüber erhob sich ein Sockel in Holz, welcher die Holzbekleidungen der Fenster trug. Die Traufe wurde versteckt und eine hölzerne Attika davorgesetzt. Der Risalit erhielt

einen Giebel mit dem englischen Wappen in Stuck, darüber einen Aufbau mit vier Stand-

bildern aus Blei. Entsprechend wurden die übrigen Fassaden hergestellt; danach erhielt auch die massive Freitreppe im Südhof ihre heutige Gestalt. Wie die Fassade des Nordflügels nach der Ausführung, die einige Abweichungen vom Entwurf herbeiführte, um 1821 aussah, geht aus Text-Abb. 45 hervor. An der Nordseite fehlen indessen in der Zeichnung am Mittelbau die Figuren.<sup>8)</sup>

Glücklicher als am Äußeren waren Laves' Arbeiten im Innern. Die neue Haustür hatte dasselbe vornehme Gepräge wie die des Wangenheimschen Palais an der Friedrichstraße. Die Halle bekam eine neue Stuckdecke; Johann Heinrich Ramberg (1763 bis 1840) schuf zur Verherrlichung von Georg IV. die beiden Wandgemälde. Das Haupttreppenhaus

wurde neu ausgemalt, die Hauptrepräsentationsräume im Obergeschoß erhielten zum Teil neue Seidentapeten und schlichte Parkettfußböden. Die Decken wurden mit Leinwand bespannt und in sogenannter Weißmalerei, die für Laves so bezeichnend ist, in abwechslungsreicher Weise bemalt. Zu jener Zeit empfin-

gen der frühere Speise- und damalige Festsaal sowie der durch Zusammenlegung zweier Zimmer neu geschaffene Speisesaal ihre heutige Ausstattung. Im übrigen wurden am Schloß die vielen neu aufgetauchten baulichen Schäden beseitigt.

Als Georg V. in Herrenhausen Hof hielt, müssen sich Schwierigkeiten in betreff der Unterbringung der Dienerschaft ergeben haben. Die Folge war, daß 1864/65 das Mansarden-

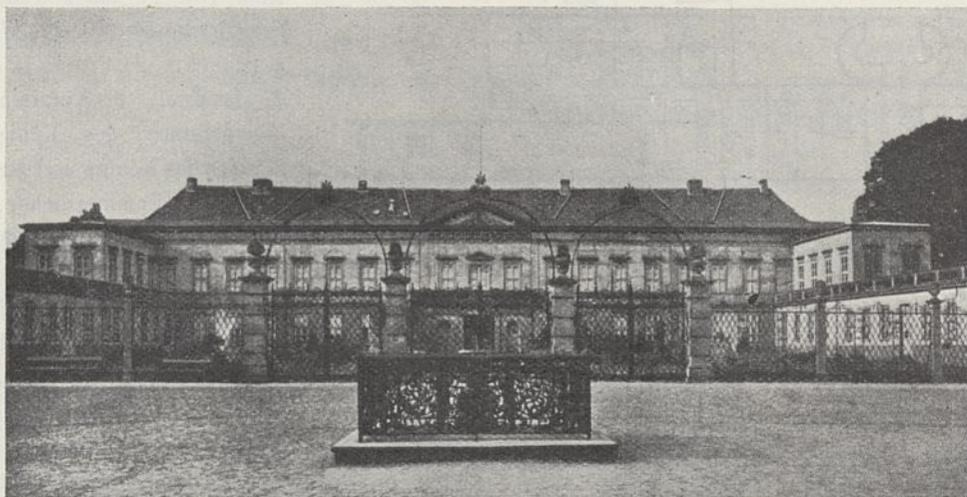


Abb. 47. Königliches Schloß Herrenhausen. Heutiger Zustand. Südansicht von Großen Garten her.

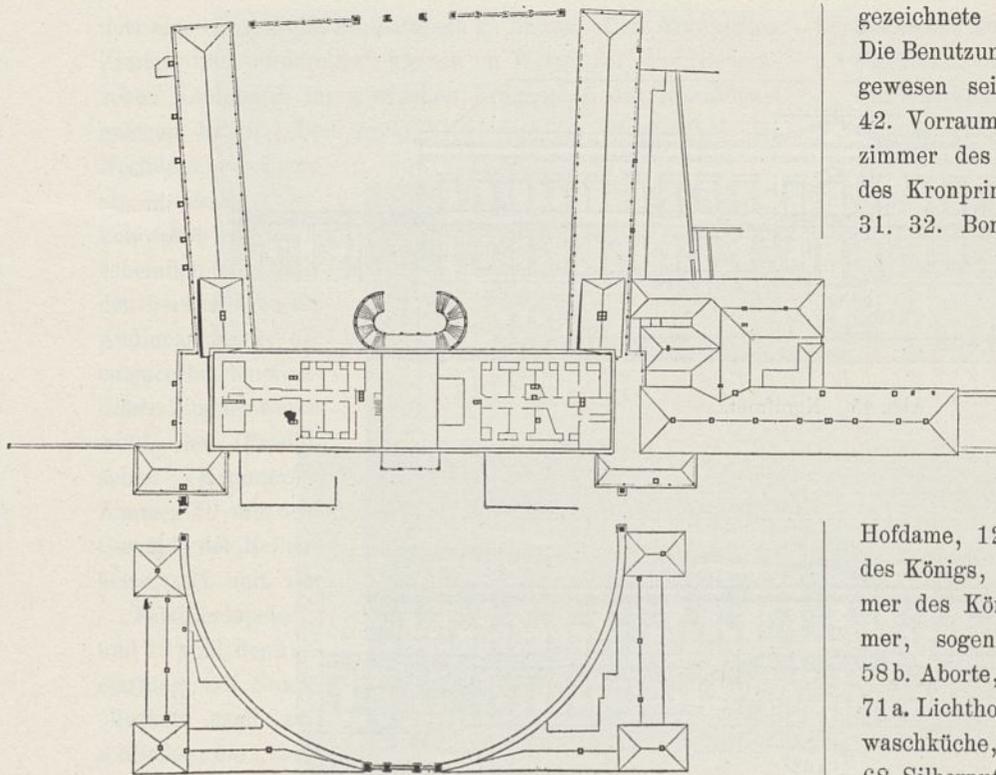


Abb. 48. Mansardengeshoß.

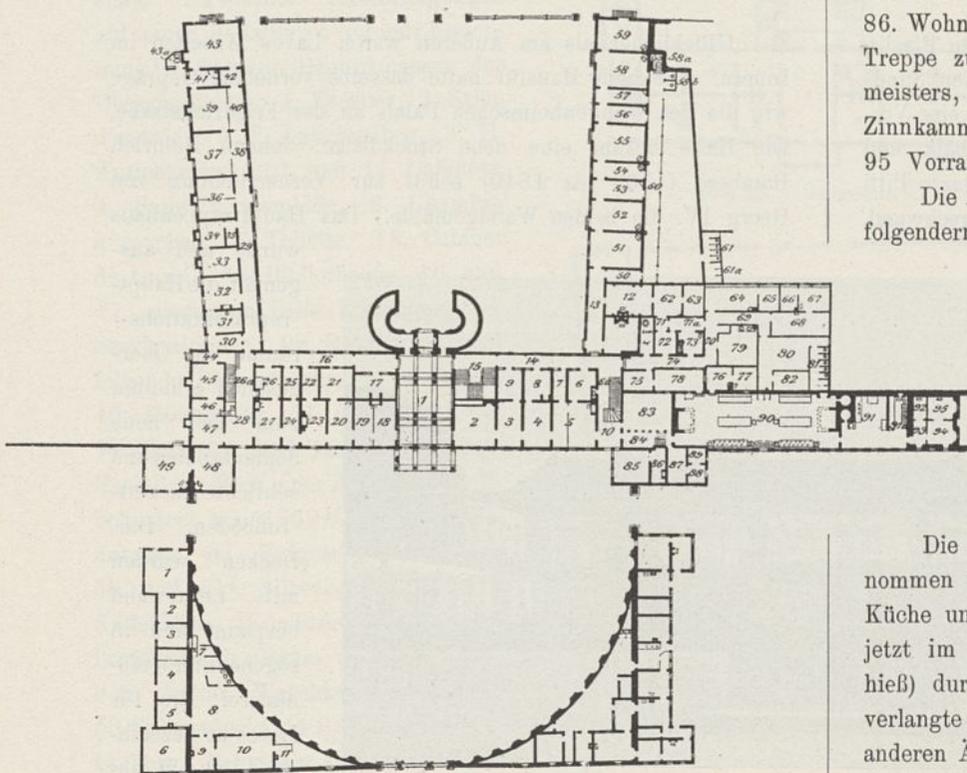


Abb. 49. Erdgeschoß.

Abb. 48 u. 49. Königliches Schloß 1866.  
(Nach Zeichnung von G. H. Schuster.)

geschoß ausgebaut und 15 Zimmer daselbst eingerichtet wurden (Text-Abb. 48). Neben dem in das Dach hineinragenden Saale wurde in der Mansarde ein Raum für die Musik geschaffen, und in der Saaldecke wurden Öffnungen angelegt, die mit Klappen verschließbar waren.

Über die sonst bis 1866 am Schloß vorgenommenen Änderungen gibt am besten der von G. H. Schuster 1866

gezeichnete Erdgeschoßgrundriß Aufklärung (Text-Abb. 49). Die Benutzung des Schlosses soll nach der Überlieferung zuletzt gewesen sein: 43. Adjutant des Kronprinzen, 41. Toilette, 42. Vorraum, 43a. Heizung, 39. 37. Wohn- und Schlafzimmer des Kronprinzen, 38. 40. Flur, 36. Kammerdiener des Kronprinzen, 33. 34. 35. Hofdame der Prinzessinnen, 31. 32. Bonne (?), 30. Garderobe, 29. Flur mit Garderobenschränken, 44. Durchgang, 45. 46. Garderobe, 28. Nebeneingang und Nebentreppe, 47 bis 49. sogenannte Zimmer des Prinzen Georg zu Solms, 17. 20 bis 27. Garderoben, 26a. Abort, 16. Flur, 18. und 19. Pförtner, 1. Halle, 15. Haupttreppe, 2. 3. 9. Staatsdame, 4. bis 8. Garderoben, 6a. Heizung, 10. Nebeneingang und Nebentreppe, 13. 14. Flur, 11. Hofdame, 12. Wartezimmer, 50. Durchgang, 51. Vorzimmer des Königs, 52. Arbeitszimmer des Königs, 53. Ankleidezimmer des Königs, 54. Kammerdiener, 55 bis 59. Logierzimmer, sogen. Braunschweigsche Kammern, 58a. Heizung, 58b. Aborte, 60. Flur, 61. Aborte, 62. 63. 71. Gouvernante, 71a. Lichthof, 72. 73. Waschküche und Plättfeuer, 64. Silberwaschküche, 65. Porzellankammer, 66. 67. Silberkammer, 68. Silberputzraum, 80. Lichthof, 82. Geräteraum, 81. Aborte, 76. Waschküche für Geschirr, 77. desgl. für Kupfer, 69 und 70. Flur, 79. Kaffeeküche, 78. Lichthof, 74. Flur, 75. Nebenraum, 83. Vorräte und Eisschränke, 84. Flur, 85. 86. Wohnung des Kellermeisters und Vorratsräume für Glas; Treppe zum Weinkeller, 87 bis 89. Wohnung des Küchenmeisters, 90. große Küche, 91 und 91a. Küche, Kupfer- und Zinnkammer; Treppe zum Keller unter 92 bis 95; 92 bis 95 Vorratsräume (?).

Die Zimmer im Obergeschoße des Schlosses sollen 1866 folgendermaßen benutzt worden sein (Raumnummern siehe Text-Abb. 43): 22 bis 25. Marschalltafel, 18. 19. Servierzimmer, 20. 21. Wohnzimmer der Prinzessinnen, 16 und 17 vereint. Speisesaal, 2. Festsaal, 9. Vorzimmer, 4. 3. 10. 11. Wohnzimmer des Königspaares, 5. Schlafzimmer des Königs und der Königin, 6. Schrankzimmer, 7. Kammerdiener, 12. Kammerjungfer, 13. 14. Schlafzimmer der Prinzessinnen.

Die Veränderungen, die am Schlosse seit 1822 vorgenommen waren, bestehen vor allem in der Vergrößerung der Küche und der Zimmer im Königsflügel (wie der westliche jetzt im Gegensatz zum östlichen, dem Kronprinzenflügel, hieß) durch Hinzunahme des Flurganges. Diese Maßnahme verlangte den Neubau eines Flures auf der Westseite. Alle anderen Änderungen sind geringerer Natur, aber sie wurden notwendig, um ein dauerndes Bewohnen möglich zu machen. So wurden eine Wasserheizung mit drei Heizstellen, eine Perkinsheizung, eine Gasbeleuchtung, die nun auch dem Gartentheater zugeführt wurde, und Aborte angelegt. Auch die Ausstattung wurde verbessert, doch den Räumen im Erdgeschoß nichts zugewandt. Hier sind schlichteste Tapeten zu finden, hier sind die sichtbaren Balken der Decke mit ihrer weißen Tünche sogar in dem vom Könige benutzten Räumen beibehalten worden. Nicht einmal im Obergeschoß hatten alle Zimmer Seidenbespannung, meist genügte Papiertapete. Der bescheidene Parkettfußboden, die einfachen Paneele, die mit

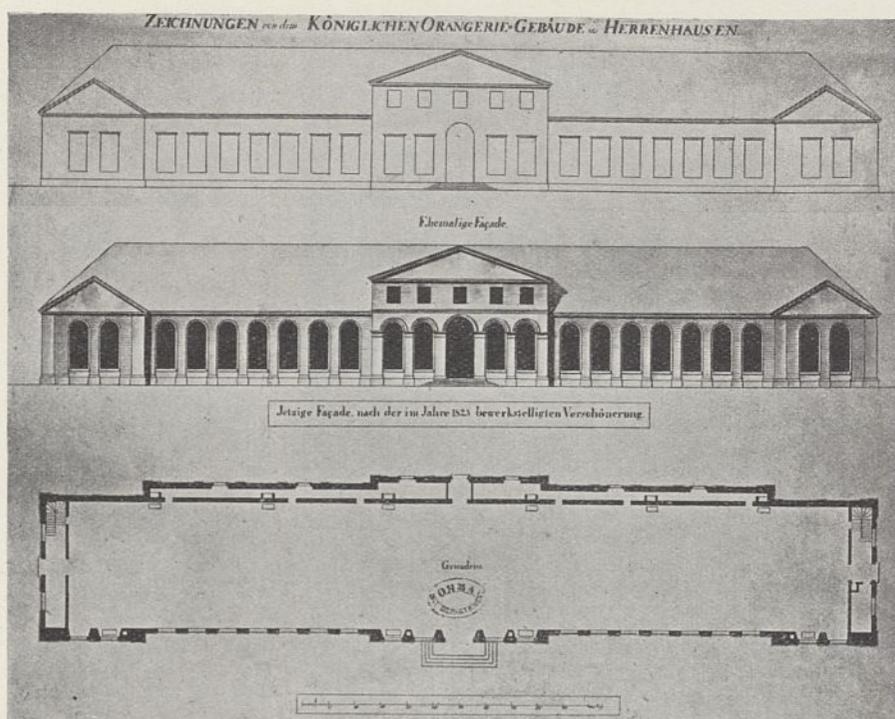


Abb. 50. Orangerie im Großen Garten.

Leimfarbe gestrichenen Decken stehen in merkwürdigem Gegensatz zu der Ausstattung, welche die Räume z. Z. der großen Sophie hatten, zu den Stuckdecken des prunkhaften Barocks.<sup>17)</sup> Die Ausstattung des Festsaaes und des Speisesaales wirkt fast derb, aber es kann nicht geleugnet werden, daß wenigstens im Obergeschoß eine angenehme Behaglichkeit über den Zimmern liegt, in denen mancher schöne Kamin von Laves, manches wertvolle Mahagonimöbel, manches gute Bronze- und Porzellanstück, prächtige Kron- und Wandleuchter und vor allen Dingen wunderbare China- und Japanarbeit in Schirmen, Schränken und Tischen sich finden. Die für die Möbel von Ernst August und Georg V. aufgewendeten Mittel waren denn auch beträchtlich. Eine prächtige Erläuterung

17) Abbildungen aus dem Innern der Gebäude zu geben, war dem Verfasser von der Cumberlandischen Verwaltung nicht gestattet.

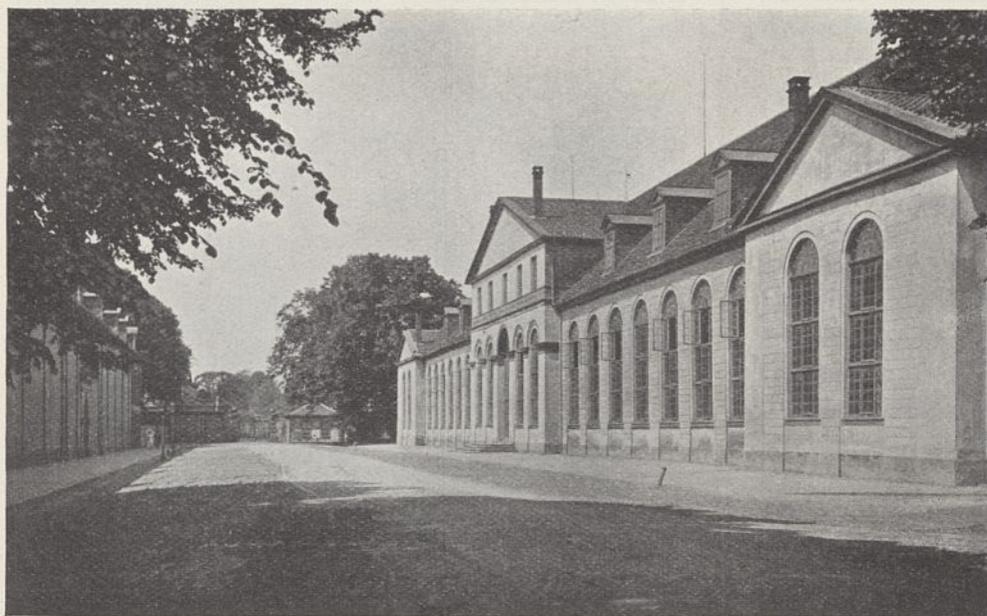
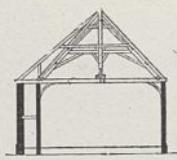


Abb. 52. Orangerie im Großen Garten.

Abb. 51.  
Querschnitt.

erfahren die lukullischen Rezepte des Oberhofmarschalls von Malortie durch die große Küche mit ihren Schmorherden unter gewaltigen Rauchmänteln, ihren Backöfen und Wärmeschränken, riesigen Tischen und dem Heer von kupfernen Kasserollen und Kesseln. Auffallend klein sind hingegen die Abmessungen des Weinkellers.

Am Äußeren des Schlosses ist, abgesehen von den nie endenden Unterhaltungsarbeiten, in der Zeit von 1822 bis 1866 wenig getan worden. Die Baluster in der Form von dorischen Säulen verdrängten 1857 die alten hölzernen auf den gartenseitigen Flügeln und den Vorbauten am Rundhofe. Um sie recht dauerhaft zu gestalten, ließ G. H. Schuster sie sogleich in Gußeisen herstellen. Besser vertragen wir uns mit den Toren des Rundhofes<sup>7)</sup>, deren schöne Frieße in Gußeisen nach dem Vorbild des Lavesschen Gitterwerks

vor dem Mausoleum hergestellt sind. Auf Veranlassung der Königin Friederike wurde der bisher gepflasterte Platz zwischen den gartenseitigen Flügeln des Schlosses gärtnerisch angelegt und mit zwei Springbrunnen versehen. Der Rundhof wurde leider nur chaussiert; zur Ausgestaltung seiner Nischen mit Grottenwerk, wie es der Brunnen im Garten des Direktorialgebäudes hat, oder zur Aufstellung von Bildwerken kam es nicht. Sehr gelitten hat die Wirkung des Schlosses dadurch, daß man den Fahrweg nördlich des Rundhofes höher als diesen legte.

In die Zeit des Wiedererstehens des Schlosses fällt auch die Umgestaltung der Orangerie. Eine von Laves unterschriebene Zeichnung ohne Zeitangabe (Text-Abb. 50) gibt die Südfassade und den Entwurf zur Neugestaltung. Alle alten Fenster sind rechteckig, nur die Tür ist rundbogig abgeschlossen. E. Schuster<sup>1)</sup> berichtet, Ost-, West- und Südseite hätten vor 1819 sichtbares Fachwerk gehabt, und Laves erst hätte

es überputzen lassen. Im neuen Entwurf sind alle unteren Öffnungen rundbogig abgeschlossen, die Putzflächen aufs mannigfachste behandelt. Die seitlichen Risalite zeigen eine Rustika zwischen Lisenen, der Mittelrisalit die für Laves bezeichnende Bogenstellung, der Dachaufbau Rustika über einer Attika und einen Giebel. Alle Gesimse auch die Giebelgesimse, die Attika, Archivolten, Pilasterkapitelle usw. sind in Holz dem Fachwerk vorgegagelt. Wie die Südseite sind auch die Schmalseiten behandelt. Ist ein solches architektonisches Gestalten auch nicht mustergültig, so ist doch die Zeichnung nicht ohne Reiz. Die Orangerie<sup>8)</sup> ist das älteste erhaltene Gewächshaus von Herrenhausen (Text-

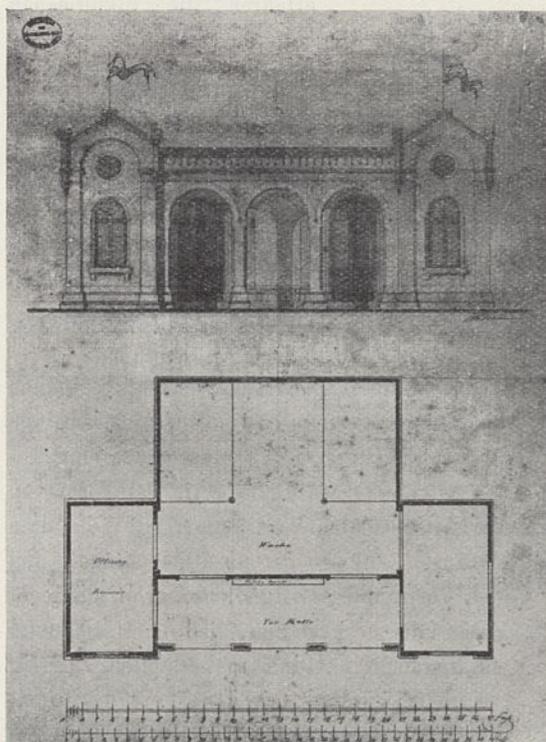


Abb. 53. Entwurf 1 (ausgeführt).

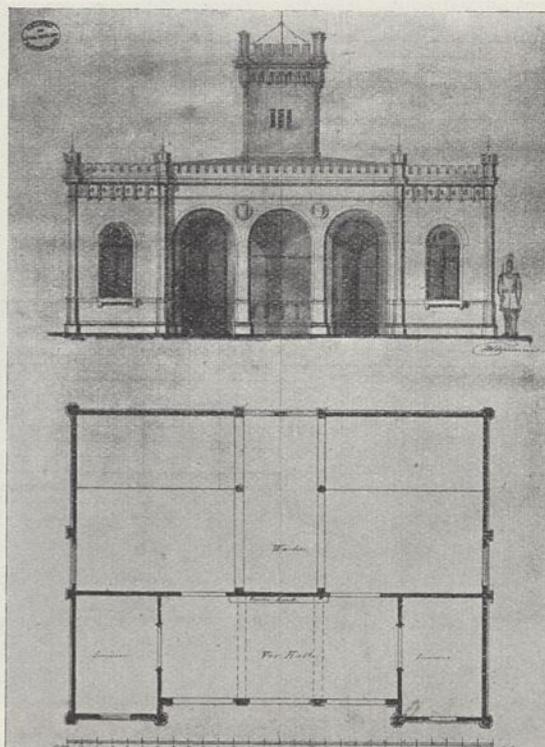


Abb. 54. Entwurf 2 (nicht ausgeführt).

Abb. 53 u. 54. Entwürfe zu einer Kronprinzenwache.

(Von H. A. Tramm.)

Abb. 52). Das, was an anderen späteren noch beobachtet werden kann, die massive Rückwand und der Heizflur an der Nordseite, ist auch hier bereits zu finden.

Die besondere Gunst der Königin Friederike erfuhren auch die Springbrunnen, die in einfacher Art wiedererstand. 1861 bis 1864 erbaute Hagen eine neue Wassermaschine (vgl. Bl. 7), die von ihm in der „Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins für das Königreich Hannover“ 1864 und von Malortie<sup>9)</sup> genau beschrieben worden ist. Das Maschinengebäude ist von G. H. Schuster entworfen und noch seine beste architektonische Leistung. Auch hier bleibt er seiner Vorliebe für den Backsteinbau treu; indessen weist das Haus nach dem Vorbilde des Tramm-Heldbergschen Marstalles reichliche Zutaten in Werkstein und Putz auf, und wie am Welfenschlosse zeigt sich die Neigung zur englischen mittelalterlichen Kunst.

Von den in Fachwerk hergestellten „Kabinetten“ ging das westliche im 18. Jahrhundert verloren, das andere wurde 1817 wegen Baufälligkeit abgebrochen. Die Malereien, welche das Innere zierten, sind in der Gemäldegalerie aufbewahrt. Nach dem alten Vorbild baute G. H. Schuster 1864 bis 1866 in Stein das östliche Kabinett wieder auf (vgl. Bl. 8). So wenig sich der Backsteinbau der Wasserkunst der alten Architektur anfügt, ebensowenig tut es die gelbe Rückfront des Kabinetts. 1878 wurde darin das vom Bildhauer Engelhard aus Hannover ausgeführte Marmorstandbild der Kurfürstin Sophie aufgestellt, nicht das beste Werk dieses begabten Künstlers.

Für den kleinen Kronprinzen wurde die „Kronprinzenwache“ erbaut (1 auf Bl. 8). In den Rechnungen von 1858/59 ist bereits eine aus Holz hergestellte Wache genannt. Tramm lieferte zwei Pläne für eine solche in Stein (Text-Abb. 53 u. 54); der einfachere Entwurf (Text-Abb. 53) ist 1860/61

beim Königsbusch für den jungen Kronprinzen ausgeführt worden. Der Bau ist vorderseitig in Putz mit Sandsteingesimsen, sonst in gelben Ziegeln hergestellt, zeigt eine Vorhalle mit „Gewehr-Bank“, dahinter einen Aufenthaltsraum für die „Mannschaften“ mit Pritschen; links liegt das „Offizier-Zimmer“, rechts ein diesem entsprechender Raum, vielleicht das „Unteroffizier-Zimmer“.

Hinter der Wache liegt versteckt im Grünen ein kleiner Springbrunnen; vielleicht ist es der Rest der in den Rechnungen von 1859/60 erwähnten „Fontäne mit Wasserfall“. Vor der Wache

wird ein Teil eines mit Brandspuren behafteten Mastes des 1849 bei Eckernförde eroberten dänischen Linienschiffs Christian VIII. aufbewahrt, von dem auch Überbleibsel im Museum für Meereskunde in Berlin zu finden sind.

1861/62 wurde der gußeiserne gotisierende Verbindungsgang (Bl. 8) zwischen Schloß und Galeriegebäude geschaffen. Sein großer Saal wurde von der Franzosenzeit an bis 1866 bei großen Festen benutzt. In den prächtigen Gemächern der Kurfürstin Sophie haben Ernst August und Georg V. wie ihre Gäste des öfteren gewohnt. Letzterer legte im östlichen Flügel das Familienmuseum an. Text-Abb. 56 gibt eine Aufnahme des Galeriegebäudes von E. Schuster aus dem Jahre 1855. Es ist heute noch genau im alten Zustande erhalten, indessen ist die um 1865 erfolgte Wiederherstellung der alten Fresken und Decken nicht glücklich gewesen.

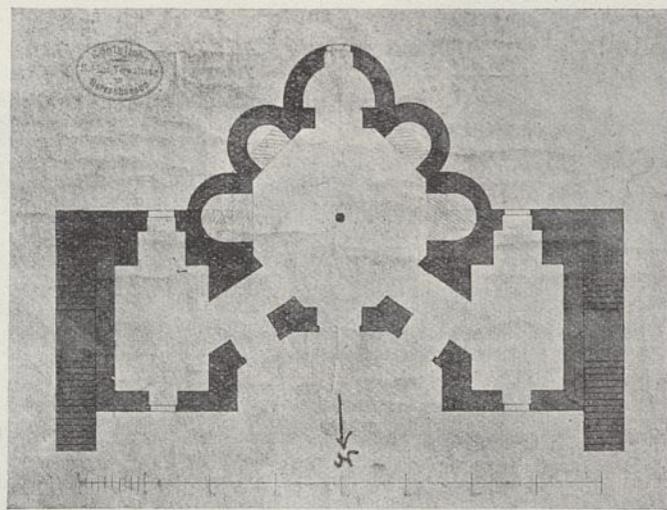


Abb. 55. Grotte im Großen Garten.

(Zeichnung wahrscheinlich von G. H. Schuster herrührend.)

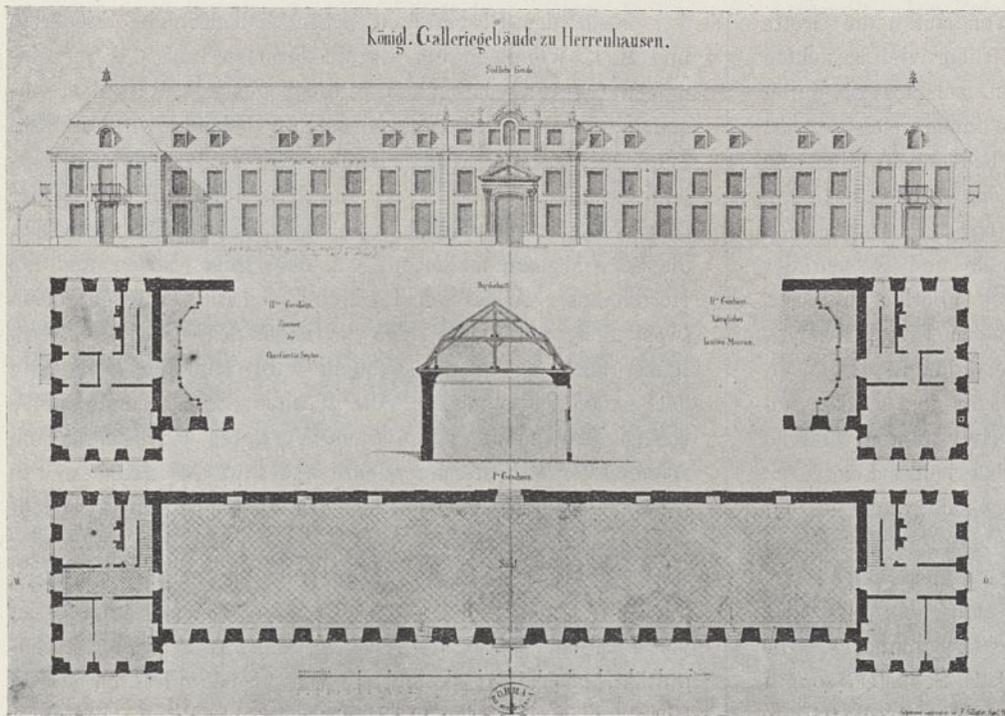


Abb. 56. Galleriegebäude.  
(Aufnahme von E. Schuster 1855.)

Westlich der Galerie zeigt Text-Abb. 56 (links) bereits einen Entwurf für den gußeisernen Verbindungsgang. In Wirklichkeit zeigt er als Giebelbekrönungen das englische Wappen und die Monogramme M. R. und E. A. R. Nördlich davon liegt ein kleines Borkenhäuschen ähnlich dem des Welfengartens. Es ist 1858/59 gebaut und soll bei Festtafeln im großen Saal zum Aufbewahren von Speisen usw. gedient haben.

Von den Gewächshäusern des Großen Gartens aus dem ersten und zweiten Zeitabschnitt sind nur noch Spuren des



Abb. 57.  
Pavillon im „Achselstück“ des Großen Gartens.

Feigenhauses an der Nordwand des Küchengebäudes erhalten. Was heute im Großen Garten zu finden ist, entstammt wohl alles dem 19. Jahrhundert und ist von G. H. Schuster gebaut. Das in der Nordwestecke liegende Enklos stößt nordöstlich an die Grenzmauer des Gartens, östlich und westlich ist es zum Schutz gegen den Wind von hohen Backsteinmauern eingefast (Bl. 8). An der Südseite kröpfen sich die Mauern nur auf kurze Stücke herum, sonst bildet ein schmiedeeisernes Gitter einen Abschluß nach der Graft hin, zu der in der Mitte eine Treppe hinabführt. Hier lag einst der Schuppen für die Gondeln. In die Westmauer, die von einem Törchen durchbrochen wird, war ein langes Gewächshaus eingebaut. Jetzt ist es verschwunden, und die Mauer ist durchgeführt. Heute ist der größere südliche Teil des Enklos

tiefen gelegen als der nördliche und von diesem durch eine Futtermauer getrennt.

Das Apfelstück, auf dem Stich von Müller u. Sasse (22 in Text-Abb. 2) „le jardin à Melons et fruits“ genannt, hatte Umfassungs- und zwei mittlere Trennmauern in Backstein. Es wird von Norden nach Süden von einem Wege durchschnitten und außen von einer hohen Buchenhecke verdeckt. Hecken und Mauern zeigen am Wege schöne Portalpfeiler<sup>7)</sup>. 6 auf Bl. 8 ist ein von G. H. Schuster um 1850 erbautes Haus, das dem Hofgärtner und den Arbeitern zum Aufenthalt dient und eine Geschirrkammer enthält. In dem Schuppen 3 auf Bl. 8 werden die Läden aufbewahrt, und das mit 7 auf Bl. 8 bezeichnete Haus enthält die Kessel der 1886 gebauten Zentralheizung. Die Pflanzkästen 4, 4 Bl. 8 und der Platz südlich sind einige Stufen tiefer gelegt als das übrige Gelände. Im Mittelteil ist ein reizender Pavillon (Bl. 8 u. Text-Abb. 57) zu finden, der der Zeit um 1700 entstammen mag.

Text-Abb. 2 zeigt, an das Küchengebäude angebaut, das etwa 1698 erbaute Feigenhaus. Der Plan von 1736<sup>1)</sup> läßt es bereits vermissen und zeigt statt dessen südlich der Küche ein von Mauern umschlossenes und von zwei Ostwest-Mauern geteiltes rechteckiges Enklos, den sogenannten Feigengarten („la Figuerie“), ähnlich wie es beim Apfelstück beschrieben wurde und in Resten heute noch vorhanden ist. Der Nordostteil ging bei der Erweiterung des Küchenbaues durch G. H. Schuster verloren. Die Ostmauer setzt sich bis zur Grotte fort, und ebenso weit ist nach Süden die Westmauer verlängert. Von der Grotte gibt eine Zeichnung (Text-Abb. 55)<sup>1)</sup> ohne Zeitangabe, die aber offenbar von G. H. Schuster herrührt, noch den alten Grundriß. Die Bleieintragungen zeigen die Veränderungen, welche der Mittelraum erlitt. Dieser und der Ostraum wurden mit Öfen heizbar eingerichtet und dienten früher der Champignonzucht, in den Westraum wurden Lorbeerbäume zum Überwintern gebracht. Der Umbau ist 1849

vorgenommen worden. 1852 nennt Wendland<sup>4)</sup> die Grotte „einen sehr kühlen und daher gewiß früher viel besuchten Aufenthaltsraum bei heißen Sommertagen, zumal da sie durch schöne Muscheln und Steine außen wie innen reich verziert war, wovon noch vor einigen Jahren bedeutende Überreste sich zeigten“. Heute erinnert weder das Äußere noch ein Winkel des Inneren an die ursprüngliche Ausstattung. E. Schuster<sup>1)</sup> sagt darüber: „Die Wände und Decken der Innenräume des Bauwerks waren mit allerlei Bildwerk, Muscheln, Tropfsteinen, Stücken glänzenden Erzes, Kristalldrüsen und dergleichen geschmückt; aus den in den Wänden, den mosaikartig gemusterten Fußböden und Decken angebrachten Rohrleitungen entsprangen Wasserstrahlen, während eine im Mittelbau angelegte Fontäne bei heißer Sonnenzeit Kühlung verbreitete. Auch die Außenwände waren an der Gartenseite mit in Verputz angelegten architektonischen Mustern aus verschiedenfarbigen Steinen, über welche sich Girlanden aus Kristalldrüsen und Seemuscheln hingen, reich geziert.“ Die Reste des bildhauerischen Schmuckes,<sup>8)</sup> die prächtigen Vasen,<sup>18)</sup> die Kaskade hat G. H. Schuster, so gut er konnte, wieder herzurichten versucht, ebenso die Grotte am Theater<sup>18)</sup> — die große Grotte ist für immer verloren. Und eigentümlich wirken auf der Balustrade die Bronze-figürchen, die ein Rest der Ausstattung sind, welche anfangs des 18. Jahrhunderts die Springbrunnen aufwiesen. Heute springt das Wasser bei allen in gleichmäßigen senkrechten Strahlen. Welche Fülle der Erscheinungen müssen die Fontänen mit ihren grotesken, wasserspeienden Figuren und mannigfachen Sprüngen früher geboten haben!

Auf dem Stück, das an der Westseite des Parks der Bühne des Sommertheaters entspricht, liegt an einem großen runden Platz ein in Backstein aufgeführter Geräteschuppen (Bl. 8); das Gegenstück bildet eine Fachwerkscheune. Hier ist eine Art gärtnerischer Wirtschaftshof angelegt worden. Gegenüber, zwischen den Hecken, liegt ein größeres Blumenhaus, dessen Nordflügel mit der Heizungsanlage 1885 zugefügt ist.

An der Nordmauer des Großen Gartens, zwischen Küchenbau und Nordwest-Enklos, findet man in regelmäßigen Abständen kleine Quermauern in Backstein. Zwischen ihnen (in den „Kälberställen“) waren früher Weinhäuser u. m. zu finden, wie der Lageplan Bl. 8 sie noch andeutet.

Die beiden Pavillons an der Südost- und Südwestecke des Großen Gartens (Text-Abb. 58 u. Bl. 8) waren 1707/08 in Fachwerk und Tischlerwerk auf einem Sandsteinunterbau errichtet. 1757 brannte der westliche ab und wurde vollständig massiv in den alten Formen aufgebaut. Der östliche, ältere Pavillon ist einer der bezeichnendsten und besten Bauten aus der Zeit Georg Ludwigs und sei deswegen hier nach einer Aufnahme des Regierungsbauführers Dubois aus dem Jahre 1913 wiedergegeben (Abb. 4 bis 6 Bl. 10). Die Nischen des Ostbaues zieren Sandsteinbüsten von Gelehrten des Altertums; im Westtempel standen noch im Jahre 1852 ähnliche Bildwerke aus Gips. Beide Pavillons hat man 1897 mit eisernen Gittern schützen müssen.

18) Ebel, Die Prunkvasen im Park von Herrenhausen bei Hannover. Die Denkmalpflege 1913, S. 59 und 65. — Ders., Das Gartentheater in Herrenhausen bei Hannover. Die Denkmalpflege 1912, S. 121.

Nach der Restauration haben sich Königin Friederike und H. L. Wendland um die Wiederherstellung des verkommenen Gartens besonders verdient gemacht. In dem Zustande, in dem der Park sich 1866 befand, wird er noch heute mit großem Kostenaufwand vom Herzog von Cumberland erhalten. Aber er ist ein Torso und nur aus seiner Geschichte zu verstehen. E. Schuster, der das Verdienst hat, die Sage abgetan zu haben, daß der Große Garten und die Herrenhäuser Allee von Le Nôtre († 1700) angelegt seien (was nicht verhindert, daß in neueren Werken Le Nôtre immer noch als Urheber genannt wird) faßt den Werdegang der Anlage in folgendem Satz zusammen: „Der erste kleine Garten (der südlich des ersten Vorwerks lag, bis an die späteren Schwanenteiche reichte und etwa so breit war wie diese zusammen) ist von hiesigen (hannoverschen) Gartenkünstlern geschaffen, die erste Vergrößerung (um 1675; der Garten bis zu dem Kabinettsweg und bis an die Graftalleen reichend) unter Vorherrschen des französischen Einflusses ist von Perronet (1670 bis 1678) vorgenommen, und die endgültige, noch jetzt bestehende Gartenanlage ist von Martin Charbonnier (1682 bis 1717) nach eigenem Plane, aber unter Berücksichtigung des holländischen Gartenstils ausgeführt.“ Die im vorstehenden enthaltene Deutung muß dahin abgeändert werden, daß von Henry Perronets Garten nichts Nennenswertes bekannt ist außer dem Springbrunnen eines vermutlichen Parterres, der Grotte und der Kaskade. Über die Gartenanlage, wie sie M. Charbonnier schuf, gibt E. Schuster aus den Kammerrechnungen sehr reichhaltige Mitteilungen; aber wir wären dennoch schlecht beraten, wenn wir nicht den großen Stich von Müller und Sasse (Text-Abb. 2), sowie den bei Inigo Triggs wiedergegebenen hätten. Text-Abb. 2 sei im folgenden kurz A, der Stich in dem englischen Werke B genannt. Sie stimmen, von Einzelheiten abgesehen, überein, wir dürfen daher glauben, daß die Gärten ehemals so aussahen, wie sie dargestellt sind. Daß B den vier Parterrefeldern um den Springbrunnen ein anderes Broderiemuster gibt als A, ist unbedeutend. In Anlehnung an A und den bei E. Schuster gegebenen Lageplan von 1725 hat man zur Zeit der Königin Friederike die Felder wieder hergerichtet, ohne aber die Randrabatten mit Pyramidenbäumchen zu besetzen; an ihre Stelle ist Blumenschmuck getreten. In einfachster Art wurde die Fontäne hergerichtet; von den ehemaligen Tritonen und dem Wechsel der Wassersprünge ist nichts mehr zu finden. Die breiten Wege um den Springbrunnen und die von der Grotte und der Kaskade nach Süden führenden Wege werden heute ähnlich wie bei A, B u. m. von schmalen Rasenflächen geteilt. Die von den Risaliten der Galerie nach Süden führenden Hauptwege und ihre westlichen Gegenstücke weisen heute wie früher Mittelhecken auf, die bis zum Kabinettsweg oder der südlichen Graftallee führen. Von Wichtigkeit ist es, daß bei B nicht wie bei A die Felder östlich und westlich des genannten mittleren Parterres als Rasenplatz ausgebildet sind, sondern in gleicher Weise wie die Mitte Broderien aufweisen, womit ein großzügigeres Parterre geschaffen wird. Unter der Königin Friederike sind die Seitenfelder etwa nach A ausgebildet worden. Leider entstanden damals auch die bei A und B gezeichneten Reihen von Etagen- und Pyramidenbäumchen nicht wieder, die sich östlich und westlich der Sonnenuhr

hinzogen und in Mittelhecken fortsetzten. Diese Reihen finden sich bei A, B und dem Lageplan von 1725. Die eben erwähnten Mittelhecken sind heute noch vorhanden. Den Pyramidenbäumchen entsprechen südlich der Schwanenteiche Reihen von Bäumen, wie sie B und der Lageplan von 1725, nicht dagegen A zeigen. Diese Baumreihen sind heute indessen noch vorhanden. Der Blumengarten hinter der Kaskade, bei A „le jardin à fleurs“ genannt, hat vom Alten durch den Bau des Verbindungsganges und des Borkenhäuschens viel eingebüßt und ist mit dem Orangengarten südlich der Galerie unter Beseitigung der bis zu ihrem Westrisalit früher führenden Allee leider heute zusammengefaßt und mit Wegen und Rasenflächen aufgeteilt, die im Sommer durch Gruppen von wundervollen Lorbeer-, Orangenbäumen u. m. belebt werden (vgl. Abbild. auf Seite 247 in „Garden Craft in Europe“ von Inigo Triggs). Über die eisernen Tore ist an anderer Stelle<sup>7)</sup> gesprochen worden. Der Königsbusch ist bei A der größeren Klarheit wegen so dargestellt, als wären nur Randhecken und Rasenbeete

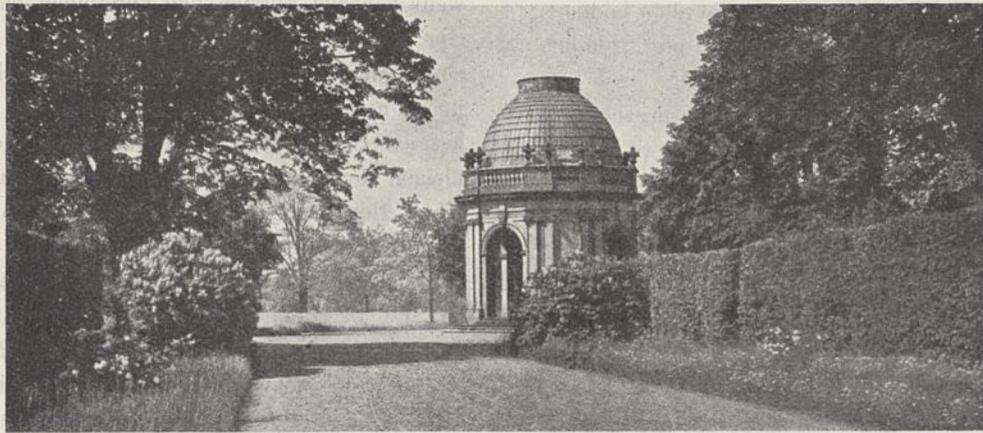


Abb. 58. Pavillon an der Südwestecke des Großen Gartens.

mit Plätzen im Innern vorhanden gewesen. B und der Lageplan von 1725 dagegen, die auch in der Wegeführung etwas ausführlicher sind, zeichnen deutlich das Feld auch mit inneren Buchenhecken, die die Wege und Plätze begleiten, d. h. mit Kabinetten, wie sie heute noch zum Teil vorhanden sind. Sonst ist die innere Gestaltung heute vollständig geändert. Während ferner heute äußere und innere Hecken einen gleichartigen glatten oberen Schnitt haben, ragen bei B über die Randeinfassungen geschnittene Baumkronen.<sup>19)</sup> Ein solcher Wechsel muß zur Belebung des Bildes wesentlich beigetragen haben. Beim Theater und beim Apfelstück wird das Mauerwerk heute wie früher durch Hecken verdeckt. In der Art des Königsbusches war auch der heutige Spargelbusch ehemals gestaltet, der jetzt ausgeweidet ist und der Gemüsezucht dient. Die Stiche und Lagepläne stimmen in der Zeichnung der Wege überein. Auf der Bühne des Theaters finden sich bei A, B und dem Lageplan von 1725 östlich und westlich des Mittelraumes fünf, südlich zwei Kabinette. Hiervon weicht der heutige Befund<sup>19)</sup> gänzlich ab. Die beiden in den heutigen beiden großen Kabinetten befindlichen Rundbänke lassen aber schließen, daß hier früher tatsächlich Rundkabinette vorhanden waren. Das der Szene entsprechende Westfeld des Gartens ist ebenfalls wieder mit Kabinetten und Wegen bei den alten Plänen

19) In dieser Art waren auch die Hecken in dem Garten beim Lustschloß Salzthalen behandelt. Hier auch das Gartentheater dem Herrenhäuser ähnlich. Vgl. die Kupferstichserie von J. Jak. Müller, die bei P. Schenk in Amsterdam wie die Herrenhäuser Sammlung herausgegeben wurde. (Bibliothek des Königl. Kunstgewerbemuseums in Berlin.)

aufgeteilt. Die Zeichnung stimmt bei allen überein. Hier ist jetzt eine Art gärtnerischer Wirtschaftshof. Der östliche und westliche Lindenwald ist heute noch wie bei A und B annähernd erhalten. Ehemals war er östlich und westlich von einer Hecke eingefriedet, die heute fehlt. Die heutige Wegeführung und die Art der Baumpflanzung ist aber noch die alte. Bei den vier Schwanenteichen sind die ehemaligen hohen Hecken durch kleine ersetzt worden. Die acht kleinen und zwei großen Felder südlich der Wasserbecken waren früher gehalten wie der Königsbusch; merkwürdigerweise zeigen die beiden großen Felder diesmal auch bei A die inneren Hecken, die bei B u. m. gleichmäßig überall zu finden sind. Nur die beiden großen Felder haben die inneren Felder heute noch, die acht kleinen sind derselben beraubt worden. Die

Räume zwischen den Hecken waren ehemals bei allen bis jetzt erwähnten, mit Kabinetten versehenen Feldern mit Bäumen bepflanzt, wie aus dem von E. Schuster gegebenen Lageplan von 1725 hervorgeht. Heute sind hier Obstbaum- und Gemüseplantun-

gen, Baumschulen u. m. zu finden. Das Parterre war früher — vom Theater und Königsbusch abgesehen —, wie aus allem hervorgeht, von einem vollständig gleichartigen Rahmen umgeben. Die Aufteilung der Felder nördlich des Kabinettsweges erfolgte gleichmäßig. Die Bäume zwischen den Hecken werden wir uns kraus gewachsen und nicht viel höher als die Hecken zu denken haben. In allen Feldern südlich des Kabinettsweges waren früher Baumpflanzungen in regelmäßiger Anordnung anzutreffen, nur vereinzelt (am nördlichen Halbmond u. m.) Kabinette. Die Bäume waren wahrscheinlich hochstämmig und trugen geschnittene Wipfel. Heute sind abgesehen von einigen Baumschulen lediglich Obstbaumpflanzungen zu sehen. Es ist kaum zu denken, daß besonders letztere auch von vornherein hier gepflanzt waren, wie Grisebach in seinem Werke „Der Garten“ es anzunehmen scheint. E. Schuster<sup>1)</sup> hätte sicherlich auch Angaben aus Rechnungen darüber gemacht. Vielleicht sind die Obstbäume in der Zeit Tatters oder auch der Königin Friederike gepflanzt worden. Im Garten fehlt es heute sehr an hohen Bäumen und hinreichenden Schattenpartien. Nach dem niederen Parterre mit seinen Broderien, nach dem mittelhohen Rahmen der Kabinettfelder mußte eine hohe Gruppe notwendig folgen. Der Garten im heutigen Zustande wirkt etwas nüchtern; es fehlt an Gegensätzen. Die kleinen Kabinette und die schmalen Wege hätten sich wirksam von den großen breiten Alleen, dem weiten, flachen Parterre und Rasenplätzen abgehoben. Wo die Kabinette und die schmalen, lauschigen Wege noch vorhanden sind, empfindet man sie äußerst angenehm. Der Übelstand im Garten wird

dadurch erhöht, daß Außen- und Innenhecken gleichmäßig gehalten sind. Die Wipfel über den Außen- und Teilungshecken, wie sie bei B gezeichnet sind, haben sicher zur Belebung des Bildes beigetragen. Die von der großen Fontäne ausgehenden vierreihigen und die die Graft begleitenden dreireihigen Lindenalleen hatten nach A und einem der kleinen Stiche von Müller und Sasse geschnittene Kronen und waren mit niedrigen Pyramidenbäumchen durchsetzt. Letztere sind heute nicht mehr zu finden, auch die Lindenkronen werden nicht mehr geschnitten. Hierbei muß allerdings bemerkt werden, daß auch bei B die Bäume ihre natürliche Form haben. Diese Alleen sind im Garten heute fast die einzigen Schattenspendler, aber einen wirksamen Gegensatz zu der sonst niedrigen Anlage können sie allein nicht schaffen. Die Graft befindet sich wohl noch im alten Zustande. Den Springbrunnen der Südhälfte fehlen heute die alten bildnerischen Zutaten. Die Standbilder des Gartens sind noch ziemlich vollständig erhalten; beim Theater fehlen einige, wie aus den kleinen Stichen von Müller und Sasse hervorgeht. Ob und inwieweit die alten Kabinette in den Feldern ähnlich wie der Königsbusch bildnerischen Schmuck erhalten hatten, kann nicht gesagt werden. Alles in allem ist beim Großen Garten heute überall noch die große Umrißlinie zu finden, viele Feinheiten aber fehlen. Immerhin dürfte kein gleichaltriger ähnlich großer Garten in Deutschland zu finden sein, der sein ursprüngliches Gepräge noch so gut bewahrt hat wie der Herrenhäuser; die meisten französischen Anlagen sind, dem Geschmack der Zeit folgend, im 18. Jahrhundert in Landschaftsgärten umgeändert worden.

E. Schuster deutet mit Recht auf den starken holländischen Einschlag des Großen Gartens hin. Er spricht sich klar in dem Mangel aller Terrassen aus, an deren Stelle tretend allerdings die flachgedeckten Südflügel des Schlosses gedacht werden können, in der völlig ebenen Form des Geländes, in der Anlage der Graft (verstümmeltes Wort aus „Gracht“), die der von Schloß Neuburg bei Ryswyck ähnlich zu sein scheint, in Herrenhausen allerdings auch lediglich angelegt sein kann, um durch einen Deich den Garten vor Überschwemmung durch die Leine zu schützen, in dem Übermaß von Hecken und Kabinetten, in den die großen Richtwege teilenden Hecken, in der Kleinheit mancher Felder, in dem Mangel an großen Wasserflächen, die bei der Nähe der Leine so bequem zu haben gewesen wären, in der eintönigen Anlage der Südhälfte und in dem vielfachen Vorkommen von geschnittenen Wipfeln, von Etagen- und Pyramidenbäumen. Französisch bleibt dennoch im Garten der Grundton; der Gegensatz von Boskett und Parterre, die Ausgestaltung des letzteren mit Broderien, der zentral angelegte Springbrunnen des Parterres, der Hauptgedanke der Aufteilung der Felder durch Kabinette, die breite Mittelallee, die Perspektiven der übrigen Hauptwege, die aus der Umgegend auf das Schloß zuführenden Alleen, das großartige Fontänenwesen, die Orangerie mit ihrem Garten und die Enklos, die Grotte und die Kaskade. Am stärksten zeigt sich der Einfluß von Holland in Herrenhausen beim Berggarten. Holland zieht die ersten Ananas; diese wurden auch in Herrenhausen im 17. Jahrhundert bereits geerntet. Die Kurfürstin Sophie bezieht die Blumenzwiebeln aus Holland, von wo auch viele Orangenbäumen usw. gekauft werden. Leyden erhält bald nach

Padua, 1577, seinen botanischen Garten, und Holland bleibt in dieser Beziehung führend, bis England es im 18. Jahrhundert ablöst. Holland bzw. England veranlaßt auch die Gründung des botanischen Gartens in Herrenhausen, der in Deutschland bis in die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts an der Spitze stand. Über seine technische Einrichtung sind ungewöhnlich viel Anhaltspunkte vorhanden; trotzdem ist diese Seite von Herrenhausen in dem reichen neueren Schrifttum nirgends berührt. Von dem ehemaligen Küchengarten wissen wir leider so gut wie nichts.<sup>20)</sup>

Was Potsdam für den preußischen Hof, Nymphenburg für den bayerischen bedeutet, das ist für den kleinen hannoverschen der Schloß- und Gartenbezirk. Er vermag sich mit jenen beiden an Pracht und Ausdehnung nicht zu vergleichen, doch hat er nicht wenige geistreiche, politisch weitschauende Fürsten und Fürstinnen beherbergt und bildet eine wesentliche Erläuterung zu ihrer Geschichte. Aber eine andere Seite hat vielleicht noch mehr Wert, weil ähnliches nicht leicht wieder zu treffen ist: das fesselnde Bild, das der Schloß- und Gartenbezirk von dem Leben an einem kleinen deutschen Fürstenhofe bis in viele Einzelheiten hinein gibt. Herrenhausen insbesondere, wie es heute steht, ähnelt dem von 1700 noch so sehr, daß man es mit einer Bühne vergleichen kann, auf der gestern gespielt wurde. Gelänge es, die Darsteller noch einmal herbeizurufen, wir könnten uns einbilden, das Leben, welches vor 200 Jahren über die Bretter ging, könne sogleich wieder erscheinen: eine Mascarade auf dem Gartentheater mit Festbeleuchtung am Abend, ein Wasserfest bei Fackelschein auf der Graft, ein Empfang bei der Kurfürstin Sophie, zu dem Leibniz und andere Gelehrte erscheinen, eine Komödie in der Galerie oder eine Reiherrbeize. Wir haben es deswegen nicht gescheut, jedes der vielen einzelnen Gebäude, auch die Wohnungen der Hofbeamten und Bediensteten, die Ställe, Scheunen und Gewächshäuser zu betreten und zu befragen. Gerade sie und die Gärten berichten Dinge, die uns nicht leicht so vollständig wieder erzählt werden.

Was uns die einzelnen Gebäude an Kunst bringen, ist meist unbedeutend und hat nur örtlichen Wert. Beachtung erheischen die künstlerischen Beziehungen zu Holland, Frankreich und Italien, einzelne Meister aus diesen Ländern, aber aber auch einige ältere hannoversche wie der Bildhauer Vicken und besonders Brand Westermann<sup>1)</sup>, der Hauptarchitekt in Herrenhausen. Über Hannover hinaus bekannt zu werden, verdienen Einzelheiten wie die Pavillons an der Graft, das Theater, die Galerie und das Georgspalais; das, was wir von Tramm sehen, und besonders von demjenigen Meister, der nach dem Mittelalter die Stadt Hannover wieder in umfassender Weise mit monumentaler Architektur bedacht und seinen Namen erneut in das Buch der Geschichte der Baukunst eingetragen hat, Laves. Sein Mausoleum gehört zu den ausgereiften Werken. Ihn aber in der frühen Entwicklung kennen zu lernen, in seiner Beziehung zur Casseler Schule, dazu ist nur im Schloß- und Gartenbezirk Gelegenheit.

20) Wir werden nicht fehlgehen in der Annahme, daß der Obst- und Küchengarten in Herrenhausen im 17. Jahrhundert ähnlich eingerichtet war wie der allerdings viel frühere fürstl. braunschweigische Garten in Hessem, den Johann Royern 1648 sehr eingehend beschreibt (vorhanden in der Bibliothek des Königl. Kunstgewerbemuseums in Berlin).

Für die Geschichte der Gartenkunst in Deutschland sind die französisierenden Anlagen beim Lustschlosse der Komtesse de Délitzen, beim Schlosse Monbrillant, beim Direktorialgebäude und des Großen Gartens wichtig. Die Zeit der sentimentalischen Gartenkunst hat in Hannover keine Spuren zurückgelassen. Dagegen hat das folgende Jahrhundert dem Schloß- und Gartengebiet in dem Georgen- und Welfengarten reife und edle Werke beschieden. Nicht leicht wieder ist sodann zum Gebiet der wissenschaftlichen Gärten ein so reicher botanischer und technischer Stoff zu finden wie bei dem Berggarten. Schätzenswert sind auch die Andeutungen, die uns über die Obstbaum- und Maulbeerbaumpflanzung, die Ananas-, Pfirsich-, Wein-, Melonen- und Feigenzucht zuteil werden. An solchen Einzelheiten mangelt es sowohl in den Werken der Schriftsteller des 18. und 19. Jahrhunderts wie in unserem neueren Schrifttum, das sich in den letzten zehn Jahren in erfreulicher Weise bereits mit der Geschichte des Gartens abgegeben hat; aber ohne solche Unterteile zu kennen, werden wir nie zu einer gründlichen Beherrschung des Ganzen

gelangen. Mangelhaft ist es sodann in dem gesamten neueren Schrifttum mit den Angaben über die einzelnen Gärten bestellt. Eingehende Monographien der Gärten, der großen wie der kleinen, tun zur Zeit dringend not. Als abgeschlossen kann auch die vorliegende Arbeit nicht angesehen werden. Noch werden insbesondere die Akten und Rechnungen<sup>21)</sup> der Cumberlandischen Verwaltung aus der Zeit nach 1727 durchzusehen sein, was dem Verfasser versagt war. Noch werden ferner die Beziehungen des Schloß- und Gartenbezirks zu den übrigen hannoverschen Schlössern und Gärten und zu gleichzeitigen anderweitigen Schöpfungen zu untersuchen sein. Dazu mangelt es aber zurzeit noch an ausreichenden Unterlagen. So wird der Schloß- und Gartenbezirk noch zu mancher weiteren Betrachtung Veranlassung geben.

21) Hier wurden lediglich die gedruckten Zusammenstellungen der für die königlichen Bauten und Gärten sowie für die Möbel unter Ernst August und Georg V. entstandenen Kosten benutzt sowie eine ähnliche Übersicht aus der Zeit von 1874 bis 1881.

## Untersuchungen über die Erfolge der Dünenarbeiten auf der Kurischen Nehrung.

(Mit Abbildungen auf Blatt 29 bis 32 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Zweck der Vordünenpflege. Eine im Jahre 1864 seitens der Minister für Landwirtschaft und für Handel, Gewerbe und öffentliche Arbeiten mit der Untersuchung der Dünenarbeiten beauftragte Kommission erklärte unter dem 19. September 1864: „Daß der ursprüngliche und eigentliche Zweck, welcher durch die vom Staate zur Förderung des Dünenbaues aufgewendeten Kosten bisher erreicht werden sollte, der war: Die Meeresufer zu befestigen, einen normalen Zustand der Küste herbeizuführen und sie darin zu erhalten, dadurch aber die Häfen sowie die anliegenden Forsten, Äcker und Wiesen gegen Versandung zu schützen. Zu diesem Zwecke waren die Vordünen angelegt worden.“ Um untersuchen zu können, ob und wie weit diese Zwecke erreicht worden sind, mußte der jetzige Zustand des Vordünengeländes mit demjenigen bei Beginn der geregelten Dünenpflege verglichen werden.

### Feststellung der Veränderungen des Vorstrandes und der Vordünen.

Um den jetzigen Zustand der Vordünen zu ermitteln, sind auf der rd. 100 km langen Strecke vom Seegatt bei Memel bis zur Ortschaft Kranz 24 Querschnitte örtlich durch eiserne Rohre bezeichnet, auf Grenzmarken oder Stationierungstafeln eingemessen und unter Anschluß an das Feinnivellement der Landesaufnahme aufgenommen worden. Bei der Wahl der Lage der Querschnitte wurde auf das Alter der Vordünen Rücksicht genommen und für jede Strecke annähernd gleichaltriger Vordünen ein Querschnitt angelegt. Das Anfangsjahr der regelmäßigen Vordünenpflege ist aus den Akten des Hafenaufbaues sowie nach Angaben der älteren Dünenbeamten festgestellt worden und nebst der Lage der Querschnitte in dem Übersichtsplan (Abb. 3 Bl. 29) angegeben. Die Querschnitte sind im Gelände derart vermarktet und festgemessen worden, daß sie auch nach längerer Zeit wieder

hergestellt und von neuem aufgenommen werden können. Auf diese Weise sind die Veränderungen der Vordünen und der Strandlinie von jetzt ab genau zu verfolgen. Die Ergebnisse der neuesten Aufnahmen sind in 24 Blatt Querschnitte eingetragen worden, daß die späteren Aufnahmen nachgetragen werden können. Außerdem geben die Generalstabskarten aus dem Jahre 1911 im Maßstabe 1:25 000 eine vorzügliche und genaue Darstellung des jetzigen Zustandes des Dünengeländes.

Da die regelmäßige Vordünenpflege der Kurischen Nehrung etwa in den Jahren 1862 einsetzte, so boten die Meßtischblätter der Preußischen Landesaufnahme aus den Jahren 1859 und 1860 eine Darstellung des Zustandes des Vordünengeländes unmittelbar vor Beginn der Dünenpflege. Beide Meßtischaufnahmen mußten daher miteinander verglichen werden. Da die Meßtischblätter 1:25 000 aus den Jahren 1859 und 1860 nicht veröffentlicht worden sind, wurden von der Topographischen Abteilung des Großen Generalstabes in entgegenkommendster Weise von den Uraufnahmen Lichtbildabzüge im Maßstab 1:25 000 zur Verfügung gestellt. Beim Vergleich der beiden Meßtischaufnahmen ergaben sich zunächst einige Schwierigkeiten, weil der größte Teil der Festpunkte der Aufnahme aus den Jahren 1859 und 1860 im Dünengelände verschwunden, auch nur wenige andere Marken und Punkte in dem eigenartigen Gelände während des fünfzigjährigen Zeitraumes unverändert geblieben und in beiden Aufnahmen vorhanden waren, und weil auch die ältere Gradeinteilung mit der jetzigen nicht genau übereinstimmte. Die Abweichung der beiden Gradeinteilungen konnte jedoch auf Grund von entsprechenden Angaben der Topographischen Abteilung für die einzelnen Blätter noch annähernd ermittelt werden, so daß es doch möglich war, die beiden Aufnahmen so zur Deckung zu bringen, daß die Veränderungen der Strandlinie wenigstens annähernd festzustellen waren.

Auch die Lage der neuen Querschnitte konnte mit genügender Genauigkeit in die alten Aufnahmen eingetragen werden. Alsdann wurden annähernde Schnitte aus den Höhenangaben der alten Meßtischblätter entnommen und in die neuen Querschnitte eingetragen. Hierbei wurden die aus den Meßtischblättern ermittelten Verschiebungen der Uferlinie an der Stelle der Querschnitte berücksichtigt. Auf Bl. 29 bis 31 sind einige der auf die angegebene Weise erhaltenen Lagepläne und Querschnitte dargestellt. Diese Unterlagen wurden den nachfolgenden Untersuchungen zugrunde gelegt.

#### Verhalten der Strandlinie.

Zunächst ersieht man, aus den Lageplänen, daß sich die alte und neue Strandlinie nicht decken, die Strandlinie sich also mit der Zeit verändert hat. Das Verhalten der Strandlinie ist auf der Abb. 3 Bl. 32 im einzelnen so dargestellt, daß die in den Lageplänen seit 1859 festgestellten Verschiebungen von einer geraden Linie aus, und zwar die Masse des Zurückweichens der Strandlinie nach unten, diejenigen des Vorschiebens nach oben aufgetragen worden sind.

Es lassen sich aus der so gewonnenen Darstellung folgende Schlüsse ziehen:

1. Die Meeresufer sind nicht fest.

Der eine Zweck der Vordünenpflege: „Die Befestigung der Meeresufer“, ist also nicht erreicht.

2. Das Verhalten der Strandlinie ist im Verlauf der Kurischen Nehrung jedoch kein gleichmäßiges.

Auf der Strecke von Km 0 bis Km 18 macht sich ein wenn auch nur geringes Bestreben des Strandes auf Vorschieben bemerkbar, während in allen übrigen Teilen der Nehrung ein ausgesprochenes Zurückweichen der Strandlinie festzustellen ist. Nach der Größe des Zurückweichens lassen sich fünf Strecken, die durch die Km-Stationen 18, 38, 54, 80 begrenzt sind, unterscheiden. Für die einzelnen Strecken ergeben sich folgende Mittelmaße der Verschiebungen:

Strecke	Länge km	Vor- schieben in 51 Jahren m	Zurück- weichen in 51 Jahren m	V o r in 100 Jahren m	Zurück m	Mittleres Alter der Vordünen- pflege
A	18	1,148	—	2,25	—	38,30 Jahre
B	20	—	45,61	—	89,43	29,30 "
C	16	—	20,742	—	40,67	36,47 "
D	26	—	93,28	—	182,70	40,46 "
E	18	—	48,20	—	94,51	27,80 " (bis Km 98)

Danach ist in der Strecke D von Km 54 bis Km 80, das heißt von Pillkopen bis zur nördlichen Grenze des Dünenbezirkes Sarkau, das Zurückweichen des Strandes zwei- bis viermal stärker als in den angrenzenden Strecken, obgleich gerade hier die Vordünenpflege zuerst angefangen, am längsten gedauert und bis zum Jahre 1904 unter Aufsicht eines besonderen Düneninspektors in Robitten gestanden hat.

Ein Zusammenhang zwischen dem Alter der Vordünenpflege und dem Verhalten des Strandes läßt sich, wie die Zahlenangaben in der obigen Tabelle beweisen, überhaupt nicht ermitteln. So zeigt selbst in der Strecke D die Stelle bei Km 63 bis 66,7, wo am längsten eine Vordünenpflege stattfand, kein wesentlich anderes Verhalten als die Stelle von Km 72 bis 80, wo nur zeitweise und nur kurze Zeit Vordünen angelegt waren. Das mittlere Alter der

Vordünenpflege ist in den fünf Strecken A, B, C, D, E annähernd gleich. Es schwankt nur zwischen 27,8 und 40,46 Jahren, während die mittleren Verschiebungen des Strandes zwischen  $-1,148$  m und  $+93,28$  m schwanken.

3. Es läßt sich also auch nicht nachweisen, daß die Vordünenpflege das Zurückrücken der Strandlinie verzögert hätte.

4. Auffallend ist, daß in Strecke C, das heißt von Km 38 bis 54, ein geringeres Zurückweichen des Strandes als in den Nachbarstrecken festgestellt werden konnte, und daß sich dies schon von Km 33 an bemerkbar macht. Diese Erscheinung fällt örtlich ungefähr mit dem Auftreten größeren Kiesel am Strande, der von tiefer in See liegenden Schichten des jüngeren Diluviums abgespült wird, zusammen. Sie läßt die Annahme zu, daß diese Kiesablagerungen den Strand geschützt und das Zurückweichen des Strandes verzögert haben, eine Beobachtung, die namentlich bei den Kiesentnahmen vom Strande zu berücksichtigen sein wird.

5. Als besonders beachtenswerte Feststellung ist noch anzugeben, daß die geringste Breite der Kurischen Nehrung zwischen Km 85 und 86 nördlich Sarkau sich von 500 m im Jahre 1859 auf 400 m im Jahre 1911, also um jährlich nahezu 2 m vermindert hat. Hier scheinen Haff- und Seestrand abzubrechen.

#### Abbruch und Sandansammlung. (Höhen der Vordünen.)

Nachdem die Verschiebung der Strandlinie annähernd festgestellt worden war, konnten aus den vorhandenen Unterlagen auch die Veränderungen in den einzelnen festgelegten Querschnitten — allerdings auch nur annähernd und nur mit der der Zuverlässigkeit der zur Verfügung stehenden Unterlagen entsprechenden Genauigkeit — ermittelt werden. Die gewonnenen Ergebnisse sind in der Abb. 4 Bl. 32 übersichtlich dargestellt. Danach zeigen Abbruch und Sandansammlung ein entgegengesetztes Verhalten. Der Abbruch ist nahe der Wurzel der Nehrung am größten und nimmt nach der Spitze bei Memel hin ab. Die Sandansammlung in der Nähe des Strandes beginnt dagegen erst bei Km 90, d. h. 8 km von Kranz entfernt, bleibt unter mäßigen Schwankungen im einzelnen bis Km 18 im allgemeinen ziemlich gleichmäßig, nimmt aber von da bis zur Nehrungsspitze beträchtlich zu. In die Augen springend ist einerseits das starke Anwachsen des Abbruches südlich von Station Km 74 und andererseits das Anwachsen der Sandansammlung nördlich von Station Km 8.

Beachtenswert ist ferner, daß der stärkste Abbruch mit der schmalsten Stelle der Nehrung bei Querschnitt 20 (Km 85 bis 86) zusammenfällt (Abb. 1 Bl. 29). Die Bühnen bei Sarkau und Kranz scheinen den Abbruch verzögert und sogar neuerdings wieder Anlandungen erzeugt zu haben.

Die geringen Abbrüche bei Querschnitt 12, 13 und 15 (Abb. 4 Bl. 32) sind vielleicht auf das Vorkommen festerer Geschiebe in See zurückzuführen, die, wie bereits oben angegeben ist, auch auf die Größe der Strandverschiebungen in Strecke C eingewirkt haben mögen.

Die verhältnismäßig gleichmäßige Ansammlung des Sandes auf der Strecke von Km 80 bis Km 18 läßt annehmen, daß die größtenteils aus den südwestlichen Strecken stammenden Abbruchmassen durch die Küstenströmung bis Km 18 ziem-

lich gleichmäßig verteilt werden. Nahe der Nehrungsspitze muß aber die Stärke und die Wirkung des nach Norden gerichteten Küstenstromes abnehmen, da infolge der Richtungsänderung der Küste hier schon die nordwestlichen Winde Küstenstrom nach Süden erzeugen. Die Sandwanderung am Strande der Nehrung in der Richtung nach der Nehrungsspitze wird nach Norden zu immer schwächer. Bei Memel scheint sogar eine Rückwanderung stattzufinden. Hierdurch erklärt sich aber das starke Anwachsen der Sandanhäufung am Strande zwischen Km 8 und der Haffmündung nicht allein. Es muß vielmehr noch darauf hingewiesen werden, daß die Strömung des Binnenwassers durch die Haffmündung der See große Geschiebemassen zuführt. Die Tiefenlinien in See zeigen, daß sich vor der Mündung des Haffs in See ein flacher Schuttkegel gebildet hat. Der hier ausströmende Sand wird durch die wechselnden Meeresströmungen nach beiden Seiten der Mündung hin am Strande verteilt und dann von der See auf das Land geworfen. Die gesamten Abbruchmassen stehen der Größe nach den angesammelten Massen ziemlich nahe. Es kann daraus geschlossen werden, daß nahezu aller ausgeworfener Sand durch die Vordünenpflege in der Nähe des Strandes festgehalten worden ist.

Da auch trotz starker Sturmfluten in den letzten Jahren völlige Durchbrüche der Vordüne nur selten vorgekommen sind und die Vordüne überall einen ziemlich gestreckten Verlauf mit sehr flachen Krümmungen zeigt, die binnenseitigen Böschungen überall gut benarbt sind, so kann festgestellt werden, daß durch die Vordünenpflege „die Herbeiführung und Erhaltung eines normalen Zustandes der Küste und der Schutz der anliegenden Forsten, Äcker und Wiesen gegen Versandung“ bisher erreicht worden sind.

#### Verhalten der Vordünenhöhe.

Zu beachten ist ferner das Verhalten der Vordünenhöhe. Aus der Abb. 1 Bl. 32 geht hervor, daß das Anwachsen dieser Höhen insofern nicht ganz der Verteilung der Sandansammlung entspricht, als es in der mittleren Nehrungsstrecke allmählich zunimmt, während die Sandansammlung dort mehr gleichmäßig vor sich gegangen ist. Es macht sich also nach Norden hin ein verhältnismäßig stärkeres Anwachsen der Höhen im Vergleich zur Sandansammlung bemerkbar. Es wuchsen die Höchstwerte der Zunahme von 3,41 m auf 8,92 m in 51 Jahren. Die Darstellung der jetzt tatsächlich vorhandenen Höhen in Abb. 1 Bl. 32 läßt dies Verhalten der Höhen nicht sofort erkennen, da hierbei die 1859 schon vorhandenen Höhen mit zur Darstellung kommen. Es muß daher die Abb. 2 Bl. 32 benutzt werden.

Bedenklich erscheinen im Ausblick auf eine spätere Zukunft die nicht unbeträchtlichen Erhöhungen, die bis zu  $8,92:38,3 = 0,23$  m jährlich im Bezirk Süderspitze betragen haben. Sie regen die Frage an, ob die Vordünenpflege, wenn sie nach den bisherigen Gesichtspunkten und mit den bisherigen Mitteln weitergeführt wird, imstande sein wird, eine Versandung des Hinterlandes auch in fernerer Zeit zu verhindern, oder ob nicht vielmehr andere Maßnahmen getroffen werden müssen, da im wirtschaftlichen Interesse eine Versandung des Hinterlandes unter allen Umständen fernzuhalten sein wird. Den Sand dauernd von der Krone der Vordüne auf die Binnenböschung zu leiten und eine ständige

Verbreiterung der Vordüne herbeizuführen, würde den Erfolg haben, daß die jetzt festgestellte Verschiebung der Vordüne und des Strandes zum Schaden des Hinterlandes weiter befördert wird und immer neue Streifen des Hinterlandes versanden müssen. Es muß daher versucht werden, zu erreichen, daß kein Sand über die seeseitige Böschung hinaus auf die hintere Böschung gelangen kann. Der Sand muß vielmehr möglichst am seeseitigen Fuß der Vordüne festgehalten werden — auf die Gefahr hin, daß dieser Fuß erhöht und vorgeschoben und der Strand schmaler wird. Die Abbrüche bei Sturmflut werden natürlich mit dem Vorschieben des Dünenfußes wachsen. Es wird dadurch aber der Sand immer wieder der See und dem Strande zugeführt und bleibt nicht auf der Krone der Vordüne, diese erhöhend, oder auf der inneren Böschung, diese verschiebend, liegen. Die entstehenden Abbrüche müssen natürlich immer, um den Sand festzuhalten, rasch eingedeckt werden, womöglich unter vorläufiger Verwendung von Reisig, wenn Pflanzen fehlen oder die Zeit das Pflanzen nicht erlaubt.

#### Einfluß der Vordünenpflege auf die Hafentiefe.

Die vorliegenden Unterlagen geben keinen Anhalt, um den Einfluß der Vordünenpflege auf die Wassertiefen in der Hafenmündung festzustellen. Die durchschnittlichen Wassertiefen auf der Barre im Seegatt sind zwar während der Zeit der Vordünenpflege, d. h. in den letzten 51 Jahren, erheblich größere geworden; es sind in dieser Zeit aber auch

1. die Molen ausgebaut,
2. die Wanderdünen und
3. das Nehrungsufer bis Schwarzort festgelegt und
4. in den letzten 15 Jahren durch einen leistungsfähigen Seebagger alljährlich erhebliche Sandmassen im Seegatt gebaggert und entfernt worden.

Wenn auch die Größe des Einflusses, den alle diese Maßnahmen zusammen ausgeübt haben, festgestellt werden kann, so ist es doch unmöglich, zu ermitteln, in welchem Verhältnis die einzelnen Maßnahmen an dem Gesamtergebnis beteiligt sind. Der Vordünenpflege kann aber nur ein sehr kleiner Teil der entstandenen Verbesserung angerechnet werden. Unzweifelhaft können durch stoßweise Aufwirbelungen oder Verschiebungen von Sandmassen an der Küste in der unmittelbaren Nähe der Mündung Versandungen des Fahrwassers entstehen. Diese Erscheinungen werden aber nicht durch die Vordünenpflege beseitigt.

#### Über Versandungen im Seegatt und deren Ursache sowie über den Einfluß der Vordüne auf dieselben.

Erhebliche, rasch eintretende Versandungen des Fahrwassers in der Hafenmündung entstehen bei starkem Sturme, wenn der Wind ohne Abnahme seiner Stärke rasch von SW durch W nach NNW oder N dreht und aus dieser Richtung einige Zeit weiter weht. Solange der Wind aus SW und W weht, besteht an der Küste bei Memel Strom von Süden nach Norden und im Seetief Ausstrom, weil das Haffwasser durch den Wind aus dem Haff nach der Mündung getrieben wird. Der Ausstrom drängt den Küstenstrom vom Lande ab und es entsteht bei noch so starkem Winde und Küstenstrom im Fahrwasser keine Versandung. Sobald aber der

Wind rechtsdrehend durch Westen hindurchgeht, muß der Küstenstrom kentern, auch das Haffwasser wird jetzt von der Mündung zurückgetrieben, und es entsteht in See Küstenstrom aus Norden, in der Hafemündung Einstrom. Bei starkem NNW- und N-Wind sind im Haff von Memel bis Drawöhnen, d. h. auf 25 km Entfernung, von Norden nach Süden Wasserspiegelgefälle bis zu 80 cm beobachtet worden. Unter solchen Verhältnissen muß ein sehr starker Einstrom entstehen. Zwischen den Molen sind dann auch Stromgeschwindigkeiten bis zu 2 m festgestellt worden. Der von Norden kommende Küstenstrom wird daher in der Nähe der Molen sehr verstärkt und reißt vom Ufer beträchtliche Sandmassen mit sich, die um den Nordermolenkopf herum in das Seetief geführt oder hinter der Nordermole im Bereich des Fahrwassers zur Ablagerung kommen. In solchen Fällen entstehen unmittelbar nördlich der Nordermole starke Abbrüche am Strande. Südlich der Südermole aber befindet sich alsdann ein Winkel stromlosen Wassers, aus dem also Geschiebe nicht weggetragen werden können. Die Ausrisse am Strande nördlich der Nordermole pflegen bei andauerndem Ausstrom und Küstenstrom von Süden bald wieder zu verschwinden. Auf diese Verhältnisse, die lediglich vom Wind und der Strömung herbeigeführt werden, kann die Vordünenpflege keinen Einfluß haben.

Erhebliche Versandungen des Fahrwassers entstanden in früheren Zeiten auch bei lang andauerndem starkem Ausstrom infolge des Hochwassers des Memelstromes im Frühjahr dadurch, daß die vom Wind von den Wanderdünen in das Haff getriebenen Sandmassen durch den Ausstrom fortgeführt und außerdem die unbefestigten Nehrungsufer, namentlich bei Ostwinden, stark abgebrochen wurden. Der durch die Strömung aufgewirbelte Sand kam aber auf der Barre im Seegatt wieder zur Ablagerung. Nachdem die Wanderdünen und namentlich auch das Nehrungsufer festgelegt worden sind, hat sich die Geschiebeführung bei Ausstrom ganz erheblich vermindert, da weder Sand in das Seetief eingeweht wird, noch das Nehrungsufer bei Ostwinden nennenswert abbricht.

Die Vordünenpflege kommt bei diesen Vorgängen nur insofern in Frage, als ohne sie eine Festlegung der Wanderdüne und danach auch des Nehrungsufers nicht durchführbar gewesen sein würde. Ohne die Festlegung der Wanderdüne hätte aber die Vordünenpflege allein eine Wirkung in der angegebenen Art nicht ausüben können.

#### Veränderung der Wanderdünen.

Die vorhandenen Unterlagen gaben Gelegenheit, außer der Untersuchung über die Wirkung der Vordünenpflege auch noch Feststellungen über die Veränderung an den Wanderdünen zu machen.

Eine Betrachtung der Darstellung auf den Lageplänen Abb. 1 u. 2 Bl. 29 und Abb. 3 Bl. 30 zeigt deutlich, daß sich die ganze Kette der Hauptdüne um 200 bis 300 m, d. h. jährlich um 4 bis 6 m nach Osten, stellenweise in nordöstlicher Richtung verschoben hat. An einzelnen Punkten erreicht die Wanderung bedeutend höhere Werte. So ist dieses Maß bei der 10 m-Linie östlich von Km 44/45 rd. 750 m oder 15 m

jährlich und bei der 20 m-Kuppe auf dem Grabstschchen Haken bei Km 51/52 rd. 650 m oder 13 m jährlich.

Dr. G. Berendt kommt in seiner Geologie des Kurischen Haffes (S. 86) für den Zeitraum von 1837 bis 1859 (ebenfalls durch Vergleichung der Generalstabskarten) zu ähnlichen Zahlen und berechnet das Mittel der Verschiebung zu rund  $18 = 5,65$  m. Er geht dabei allerdings von der Annahme aus, daß die Strandlinie unverändert geblieben sei — was nach den jetzigen Untersuchungen nicht zutrifft. Seine Zahlen sind also etwas zu klein. Unter Berücksichtigung dieses Umstandes können aber die Ergebnisse beider Untersuchungen als gut übereinstimmend bezeichnet werden.

Vielfach ist mit der Verschiebung eine beträchtliche Aufhöhung verbunden gewesen, wie bei Km 52, wo die Kuppe von 40 m auf 50 m angewachsen ist. An anderen Stellen ist durch Abwehung eine Verflachung eingetreten, so bei Km 65 von 40 auf 33,4 m. Sehr in die Augen fallend ist Wanderung der 50 m-Linie bei Km 54 bis 55, die sich in ihrer ganzen Ausdehnung, fast ohne ihre Grundrißform zu ändern, um 350 m nach Osten verschoben hat. Hieraus ergibt sich eine jährliche Verschiebung von 7 m.

Eine Ausnahme von dieser östlichen Wanderung machen nur die folgenden Stellen, an denen nur ganz geringfügige Änderungen eingetreten sind:

- a) Die Kuppe, auf der der alte Sandkrug liegt, Km 2,0 der kurischen Nehrung,
- b) fast sämtliche zum Vergleich herangezogenen Schichtenlinien bei Schwarzort zwischen Km 18 und 23,
- c) die Höhenlinie 40 bei Nidden, in deren Mittelpunkt der Leuchtturm angelegt ist,
- d) einige Kuppen zwischen Km 67 und 69,
- e) sowie die Korallenberge bei Km 71.

An allen diesen Stellen haben bereits im Jahre 1859 ältere Waldungen oder Plantagen bestanden, auf deren Wirkung eben das Festhalten des Sandes zurückzuführen ist. Recht bemerkenswert ist auch der Wechsel in der Wirkung des Waldes, der sich bei Km 22/23 zeigt. Hier ist die 20 m-Linie fast völlig unverändert geblieben, da der alte königliche Forst an seiner Westkante für westliche Winde einen Windvorschatten erzeugte, so daß die Sandmassen nicht in Bewegung gesetzt werden konnten. Weiter südlich dagegen bewirkte das Aufhören des Schwarzorter Forstes augenscheinlich ein Abweichen der westlichen Winde in südlicher Richtung. Daher wanderte die 40 m-Linie um rd. 200 m fast genau nach Süden, die 30 m-Linie nach Südosten und Osten. Auch diese Beobachtungen stimmen mit den für den Zeitraum 1837 bis 1859 von Dr. G. Berendt (Seite 89) an denselben Stellen festgestellten Tatsachen gut überein.

Eine verhältnismäßig geringe Verschiebung zeigt auch die Hagenshöhe bei Km 4,5 sowie die sämtlichen Kuppen in ihrer Nähe und nordwärts davon. Dieser Umstand ist darauf zurückzuführen, daß die Dünen im Bezirk Süderspitze an diesen Stellen bereits in den Jahren 1870 bis 1888 befestigt worden sind und von da an sich nicht mehr bewegt haben.

Memel.

Musset, Baurat,

Vorstand des Hafenaufbauamtes.

### 30 t-Turmdrehkran mit elektrischem Antrieb auf der Königlichen Werft in Emden.

(Mit Abbildungen auf Blatt 33 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

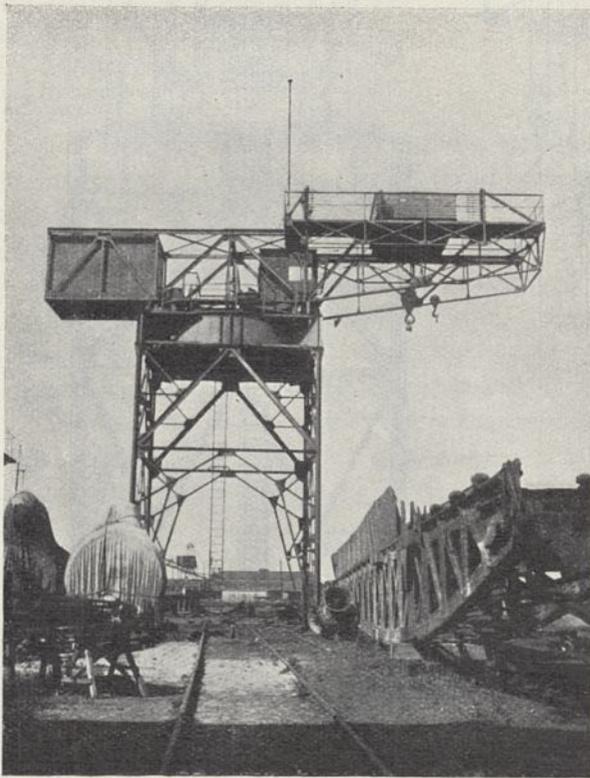


Abb. 1.

Mit der Vermehrung der Baggerarbeiten durch die Übernahme sämtlicher Baggerungen des Bezirkes in Eigenbetrieb wuchs die Zahl und Größe der Baggergeräte im Bereich der Wasserbauverwaltung in Emden ganz bedeutend. Insbesondere erhielten die Eimerbagger und die in den Jahren 1907 und 1908 neu hinzugekommenen Spüler so wesentlich größere Abmessungen, als die älteren Geräte, daß zur Unterhaltung dieses gewaltigen Geräteparkes die vorhandenen kleinen Werftanlagen in keiner Weise genügten. Liegehafen, Werftgelände und Werkstätten wurden deshalb nach und nach erweitert und vergrößert, bis sie im laufenden Jahre die für einen geordneten Werftbetrieb notwendigen Abmessungen erreichten. Hand in Hand mit der Vergrößerung der räumlichen Verhältnisse ging die Vermehrung und Verbesserung der Werfteinrichtung und -ausrüstung.

Ein wichtiges Ausrüstungsstück einer guten Werft ist ein geeigneter Uferkran. Es erübrigt sich, auf die allgemein bekannten vielseitigen Verwendungsmöglichkeiten eines solchen Hilfsgerätes näher einzugehen; besonders hervorzuheben ist nur, daß ausreichende Tragfähigkeit, Hubhöhe und Ausladung, sowie zweckmäßige Bauart und Aufstellung die unumgänglich notwendigen Vorbedingungen für die wirtschaftliche Ausnutzung des Kranes sind.

Für die Wahl des Aufstellungsortes waren im vorliegenden Falle folgende Überlegungen ausschlaggebend. Die zur Ausbesserung bestimmten Geräte laufen, vom Binnenhafen kommend, in den Werfthafen ein und werden vor Beginn größerer Instandsetzungsarbeiten abgetakelt. Zur Abnahme der meist sehr schweren Teile (Turas, Eimerleiter, Kessel, Maschine u. dgl.) dient der Kran. Von hier aus werden die Fahr-

zeuge in einen der Werfthafeneinschnitte verholt und instandgesetzt. Nach Fertigstellung der Arbeiten findet das umgekehrte Verfahren statt. Das Gerät wird also niemals zwecklos verholt, so daß Weg und Zeit gespart wird. Der Kran mußte ferner an einem freien Platze stehen, um beschädigte Fahrzeuge stets an der geeigneten Stelle angreifen zu können. So werden z. B. Dampfer mit unklarer Schraube oder beschädigtem Stevenrohr nicht mehr aufgeschleppt, sondern am Hinterende gehoben und auf einen dicht unter der Wasserlinie angebrachten kräftigen Balken im Ausschnitt neben dem Kran abgesetzt; Schraube, Stevenrohr usw. liegen dann trocken und können bequem bearbeitet werden. Dieses Verfahren ermöglicht bedeutende Zeitersparnis und Schonung der Hellinganlage.

Auf älteren Werften findet man für größere Lasten fast ausschließlich die in der Verwendung sehr beschränkte Form des Scherenkrans. Neuere Ausführungen bevorzugen die Hammerform mit und ohne Portalgerüst; bei dieser Bauart kann mit dem Lasthaken eine Kreisfläche bestrichen werden, wodurch das Aufnehmen und Absetzen von Lasten sehr erleichtert wird. Dieser Grund war auch im vorliegenden Falle für die Wahl der Bauart (Text-Abb. 1) ausschlaggebend. Das im Gerüst vorgesehene Portal dient nicht dem Durchgangsverkehr; es bietet aber die Möglichkeit, lange Eisenbahnwagen mit sperrigen Stücken so aufzustellen, daß die zu bewegende Last stets senkrecht unter dem Lasthaken liegt, so daß ungünstige seitliche Beanspruchungen des Auslegers vermieden werden.

Die Abmessungen des Kranes wurden den vorliegenden Bedürfnissen angepaßt. Aus Zweckmäßigkeitsgründen wurden zwei Hubwerke vorgesehen; das große trägt 30 t, das Hilfs- hubwerk 7,5 t Höchstlast. Die übrigen Abmessungen sind aus der Text-Abb. 2 bis 4 ersichtlich. Auf dem Bockgerüst lagert der um einen Mittelzapfen unbeschränkt drehbare Ausleger. Der Drehzapfen dient gleichzeitig als Sicherheitsverankerung, obwohl die Standsicherheit des Auslegers vollständig ausreicht. Der vordere Auslegerarm trägt die Katze, der rückwärtige das aus Zement und Rheinkies hergestellte Gegengewicht von 50 t. Der Ausleger stützt sich mit vier großen Laufrollen auf einen Laufschienenkranz, der auf dem festen Bock gelagert ist.

Von dem Erbauer war die Festigkeit und Standsicherheit des Kranes für folgende Belastungsfälle zu gewährleisten:

1. Belastung des Kranes mit 30 t Nutzlast,
2. Kran im Betrieb bei einem Winddruck von 75 kg/qm und anderthalbfacher bewegter Last,
3. Kran nicht im Betrieb bei 150 kg/qm Winddruck parallel und senkrecht zum Kran.

Hierbei durften die größten Beanspruchungen des Baustoffes folgende Höchstwerte nicht überschreiten:

- Fall 1: 1000 kg/qcm unter der Annahme eines gleichzeitigen Winddruckes von 75 kg/qm,  
 Fall 2 und 3: 1200 kg/qcm.

Die Laufkatze (Abb. 2 bis 4 Bl. 33) enthält das Hub- und Katzfahrwerk einschließlich der Motoren und Triebwerkteile.

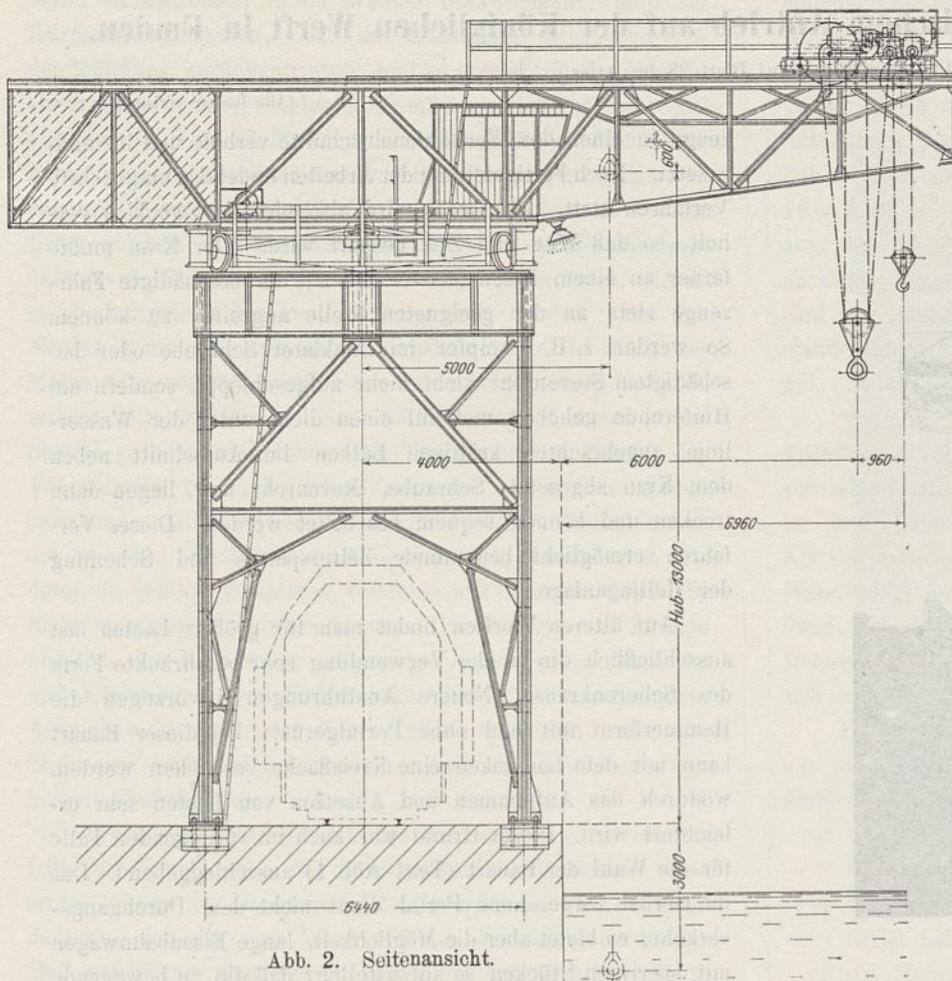


Abb. 2. Seitenansicht.

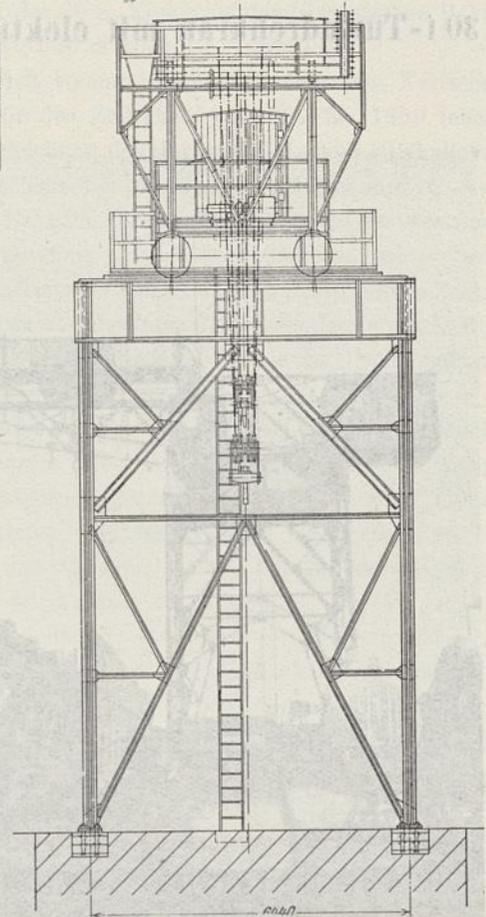


Abb. 3. Vorderansicht.

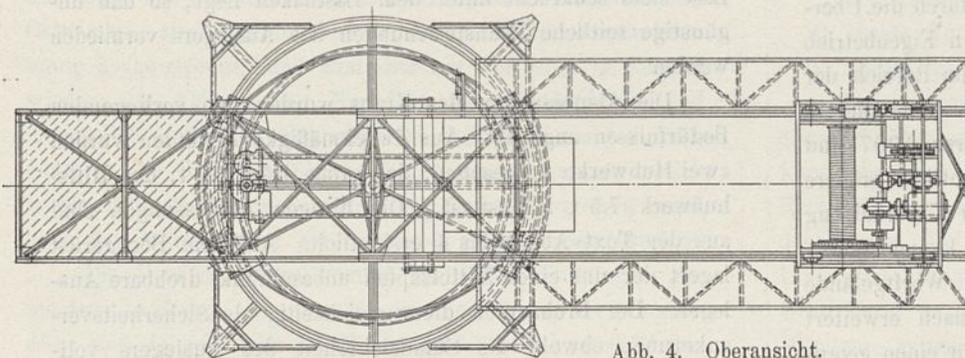


Abb. 4. Oberansicht.

Das Drehwerk (Abb. 5 u. 6 Bl. 33) ist auf den festen Kranbock verlegt. Alle Laufräder drehen sich auf festen Achsen. Die Drucklager der Schneckenvorgelege sind als Deutsche Waffen- u. Munitionsfabrik-Kugellager ausgebildet. Als Lastträger dienen biegsame Stahldrahtseile, die eine achtfache Sicherheit besitzen. Das 30 t-Seil trägt die Last in acht Strängen und hat 21 mm Durchmesser, die Trommel 500 mm Durchmesser; beim 7,5 t-Hilfshubwerk hängt die Last in vier Strängen, das Seil hat 15 mm Durchmesser, die Trommel 350 mm Durchmesser. Die Lasthaken sind auf Stahlkugeln leicht drehbar gelagert. Beide Hubwerke sind mit Hubenschaltern und Senksperrbremsen ausgerüstet. Im allgemeinen wird jedoch die Senkgeschwindigkeit auf elektrischem Wege durch den Controller geregelt. Außerdem ist noch je eine mechanische Lastzugbremse vorgesehen, mit welcher die Last in jeder beliebigen Höhenlage festgehalten werden kann. Diese Bremsen sind von den elektromagnetischen völlig unabhängig; sie sollen benutzt werden, wenn aus irgendeinem

Grunde der elektrische Strom ausbleibt. — Das auf dem festen Kranerüst ruhende Drehwerk bewegt den Ausleger mittels Triebstockübersetzung. Für diese Bewegung wurde eine Fußtrittbremse als ausreichend erachtet. Die Anlaßvorrichtungen und die Schalttafel sind in dem Führerhaus untergebracht und liegen dem Führer bequem zur Hand. Von seinem Stand aus kann der Kranführer die Last an jeder Stelle beobachten. — Der Antrieb des Krans erfolgt durch Drehstromelektromotoren.

Der von der Zentrale im Auricher Wiesmoor ankommende Drehstrom hat 50 Polwechsel/Sek. und 20000 Volt Spannung, die in einer unmittelbar neben der Werft liegenden Umwandlerstation auf die Betriebsspannung von 500 Volt ermäßigt wird. Die Stromzuführung erfolgt vom Fuße des Krans aus mittels eines Bleikabels mit Eisenbandschutz zu einer Schleifkontaktvorrichtung, welche in der Nähe des Drehzapfens angebracht ist. Von hier aus wird der Strom durch ein Kabel zu der im Führerraum befindlichen Schalttafel geführt. Das Hauptzuführungskabel ist so bemessen, daß die Hub- und die Drehbewegung gleichzeitig vorgenommen werden kann. Den Motoren auf der Katze wird der Strom durch eine Schleifleitung längs des Auslegers zugeführt. Das Stromlaufschema ist in Abb. 1 Bl. 33 dargestellt. Für jede Kranbewegung ist ein besonderer Motor vorgesehen. Sämtliche Motoren sind als vollständig gekapselte Drehstrommotoren mit Regulierringankern gebaut. Die Leistungen sowie die Bewegungsgeschwindigkeiten sind nachstehend zusammengestellt.

Nr.	Bezeichnung	Leistung PS	Umdrehungen in der Minute	Hub- (Fahr-, Dreh-) geschwindigkeit m/Sek.
1	30 t-Hubmotor	35	960	0,0516
2	7,5 t- „	21	955	0,092
3	Katzfahrmotor	4,4	920	0,2
4	Drehmotor	14	950	rd. 0,4

Die Abnahmeversuche wurden mit der Höchstlast und, entsprechend den Vorschriften der allg. Verfügung 8 I A 7 Abs. 19, auch mit der Probelast in Höhe von  $1\frac{1}{4}$  der Höchstlast ausgeführt.

Hierbei ergaben sich nebenstehende Leistungen.

Die Durchbiegung des Auslegers betrug bei äußerster Katzenstellung und 30 t Last 31 mm, bei 37,5 t Last 37 mm; bleibende Durchbiegung war kaum festzustellen.

Der Kran wurde im Jahre 1914/15 von der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, Werk Nürnberg, gebaut und kostete ohne Grundmauerwerk 32710 Mark, das Zuführungs-

kabel 1350 Mark; das Gewicht des ganzen Krans (ohne Gegengewicht und Grundmauerwerk) beträgt rd. 51 t. Die Kosten der Gründung betragen rd. 9000 Mark. Zum Schutze des Krans gegen Überlastung und zur Ermittlung der Gewichte der zu hebenden Gegenstände wurde noch eine Kranwage mit Kartendruckvorrichtung beschafft, welche 1865 Mark kostete; Erbauer ist die Firma Tröde u. Brümmer in Siegmarschemnitz.

Nr.	L a s t kg	30 t-Hubwerk		7,5 t-Hubwerk		Drehwerk		Katzfahrmotor	
		Anlauf- leistung in PS	Dauer- leistung in PS						
1	Leerlauf	20,5	6,8	0,35	0,1	0,1	0,05	0,35	0,1
2	7 500	—	—	17	6,8	1,4	0,8	1,4	0,8
3	9 400	—	—	20,5	8,5	1,6	0,9	1,6	0,9
4	30 000	27,3	20,5	—	—	13,5	7,5	2	1,0
5	37 500	34	30	—	—	13,8	8	2,2	1,3

Bemerkung. Die Messungen sind nicht mit Feinmeßwerkzeugen ausgeführt.

Paulmann, Königlicher Baurat.

## Die wirtschaftlich günstigste Anordnung einer Brückenanlage.

Von Dr. techn. Robert Schönhöfer, Professor des Brückenbaues an der Technischen Hochschule in Braunschweig.

(Alle Rechte vorbehalten.)

### Einleitung.

Der Grundsatz, daß alle Werke der Technik den Anforderungen der Wirtschaftlichkeit entsprechen müssen, hat in besonders hohem Maße für Brückenbauten Geltung, gehören doch die Brücken in der Regel zu den teuersten Bauten einer Verkehrsweganlage. Je größer und bedeutender eine Brückenanlage ist, um so gebieterischer tritt das Verlangen nach einer möglichst wirtschaftlichen Anordnung hervor. Dieses Verlangen kann zwar unter Umständen infolge bestimmter Verhältnisse, wie z. B. besondere Rücksichtnahme auf schönheitliche Durchbildung, auf örtliche Verhältnisse u. dgl. zum Teil zurückgedrängt werden, wird aber doch stets den Angelpunkt bilden, um den sich alles dreht. Und das soll es auch vom Standpunkt einer weisen Volkswirtschaft, sind ja doch die Brücken bis auf verschwindende Ausnahmen durchweg öffentliche Bauten, also Errungenschaften, zu denen jeder Bürger mittelbar oder unmittelbar beiträgt.

Um das Ziel der wirtschaftlich günstigsten Durchbildung einer Brückenanlage zu erreichen, muß vor allem der allgemeine Entwurf und die allgemeine Anlage der Brücke nach wirtschaftlichen Grundsätzen erfolgen. Hierin liegt das Schwerkraft der ganzen Frage. Alle übrigen Aufgaben berühren die Wirtschaftlichkeit nur wenig, oder ihre wirtschaftliche Lösung ergibt sich ganz von selbst.

Die wirtschaftliche Durchbildung einer Brückenanlage ist eine Aufgabe, deren Bedeutung in der Praxis vielfach nicht in ausreichendem Maße Rechnung getragen wird. Meistens begnügt man sich damit, zwei oder höchstens drei allgemeine Entwürfe aufzustellen, von diesen die Kosten zu überschlagen und den besten und billigsten Entwurf der Ausführung zugrunde zu legen. Daß unter diesen meistens nach Geschmack und Zufall aufgestellten wenigen Entwürfen wohl kaum der tatsächlich wohlfeilste darunter sein wird, liegt klar auf der Hand.

Bei so manchen der bestehenden bedeutenden Brückenanlagen hätten durch entsprechende Änderung der Öffnungsanzahl, der Öffnungsweiten, der Baustoffe u. dgl., ohne Beeinträchtigung der sonstigen Verhältnisse, bedeutende Summen erspart werden können. Der Grund für diese geringe Würdigung der Wirtschaftlichkeit hinsichtlich der gesamten Anlage einer Brücke ist darin zu suchen, daß die Aufstellung zahlreicher Vergleichsentwürfe sehr viel Zeit kostet und es bis heute keine Verfahren gab, die in einfacher und einwandfreier Weise die Frage lösen. Wenn man bedenkt, daß die Aufgabe nichts Geringeres verlangt, als daß von den mathematisch möglichen unendlich vielen Lösungen die billigste herausgesucht werden soll, so ergeben sich ohne weiteres die bedeutenden Schwierigkeiten, welche einer befriedigenden Lösung dieser Aufgabe entgegenstehen.

Der Weg zur Erzielung der wirtschaftlich günstigsten Anordnung einer Brückenanlage führt entweder über die rechnerische oder über die zeichnerische Behandlung der zu lösenden Aufgaben.

### Rechnerische Verfahren.

Das rechnerische Verfahren muß zweifelsohne die Ermittlung des Kleinstwertes des Ausdruckes für die Kosten<sup>1)</sup> als Grundlage haben. Um in dieser Hinsicht zu praktischen Lösungen gelangen zu können, muß der Ausdruck der Kosten der Brückenanlage in eine möglichst einfache Form gekleidet sein, oder mit anderen Worten gesagt, der Berechnung müssen zahlreiche vereinfachende und einschränkende Bedingungen zugrunde gelegt werden. Auf rechnerischem Wege

1) Unter dem Begriff Kosten ist hier und in der Folge jener Geldbetrag gemeint, der sich ergibt, wenn, unter entsprechender Berücksichtigung der Lebensdauer, zu den Baukosten die kapitalisierten Erhaltungs-, Wiederherstellungs- und Erneuerungskosten hinzugefügt werden.

gibt es also im allgemeinen nur angenäherte Verfahren zur Bestimmung des Kostenkleinstwertes von Brückenanlagen.

Das in dem einschlägigen Schrifttum<sup>2)</sup> am meisten verbreitete rechnerische Verfahren macht folgende Voraussetzungen. Die Brücke besitzt gleichgroße Öffnungsweiten  $l$ <sup>3)</sup> mit Tragwerken gleichen Baustoffes und gleicher Ausführung. Die Kosten der Zwischenpfeiler  $p$  sind einander gleich und unabhängig von den Öffnungsweiten. Die Kosten der Widerlager  $w_1$  und  $w_2$  sind unabhängig von der Weite der ersten und letzten Öffnung.

Bezeichnet man die Kosten eines Brückentragwerkes mit  $t$ , so betragen die Kosten einer Brücke mit  $n$  Öffnungen:

$$k = (n-1)p + w_1 + w_2 + nt.$$

Die Kosten eines Brückentragwerkes für 1 m Länge wachsen mit der Stützweite. Im allgemeinen erfolgt dies angenähert nach einer geradlinigen Beziehung, für welche der Ausdruck  $b(\alpha + \beta l)$  aufgestellt werden kann. Hierin bedeuten  $b$  die Brückenbreite und  $\alpha$  und  $\beta$  Festwerte, die von der Art und Beschaffenheit des Brückentragwerkes abhängig sind. Die Kosten eines Brückentragwerkes betragen dann:  $t = lb(\alpha + \beta l)$ .

Wird die Länge der Brücke (Abstand der Widerlager) mit  $L$  bezeichnet, so ist die Öffnungsweite  $l = \frac{L}{n}$ , und die Kosten eines Tragwerkes kann man auch schreiben:

$$t = \frac{L}{n} b \left( \alpha + \beta \frac{L}{n} \right).$$

Der Ausdruck für die Gesamtkosten nimmt schließlich die Form an:

$$k = (n-1)p + w_1 + w_2 + Lb \left( \alpha + \beta \frac{L}{n} \right).$$

Sollen die Kosten zu einem Kleinstwert werden, so muß  $\frac{dk}{dn} = 0$  sein, und man erhält die Bedingungsgleichung:

$$p - b\beta \frac{L^2}{n^2} = 0.$$

Aus dieser Gleichung ergibt sich die wirtschaftlich günstigste Anzahl der Brückenöffnungen mit:

$$n = L \sqrt{\frac{b\beta}{p}}.$$

Die wirtschaftlich günstigste Stützweite beträgt:

$$l = \sqrt{\frac{p}{b\beta}}.$$

Wie aus diesen beiden sehr einfachen Gleichungen erhellt, sind auf die wirtschaftlich günstigste Anordnung der Brücke die Kosten der Widerlager  $w_1$  und  $w_2$  und die Zahl  $\alpha$  ohne Einfluß, weil diese Werte aus der Rechnung fallen. Dagegen benötigt man die Brückenlänge  $L$ , die gegeben sein muß, die Kosten  $p$  eines Zwischenpfeilers, die berechnet werden können, und schließlich den Festwert  $\beta$ , welcher einen Erfahrungswert darstellt. Diese Zahl  $\beta$ , die Geldeswert

2) Vgl. u. a. Melan, Der Brückenbau, I. Band: Einleitung und hölzerne Brücken. Wien und Leipzig, Deuticke.

3) Der Begriff Brückenöffnungsweite oder kurz Öffnungsweite decke hier und in der Folge die drei Begriffe Lichtweite, Stützweite und Abstand der Brückenpfeilermitten. Der Unterschied dieser drei Werte ist verhältnismäßig gering und ist im allgemeinen auf das Endergebnis der hier und folgend angestellten Untersuchungen ohne jede wesentliche Bedeutung, so daß eine besondere Unterscheidung dieser drei Begriffe aus praktischen Gründen unterbleiben kann.

bedeutet, muß aus den für die verschiedenartigen Brückentragwerke geltenden Baukostenformeln von der Form der früher angegebenen Gleichung entnommen werden. Derartige Baukostenformeln findet man in den verschiedenen Lehr- und Handbüchern für hölzerne, eiserne und massive Straßen- und Eisenbahnbrücken angegeben.<sup>4)</sup> In vielen Fällen sind in den Schriftwerken die Baukosten für die einzelnen Stützweiten auf das Quadratmeter Grundfläche des Brückentragwerkes berechnet.<sup>5)</sup> In einem solchen Falle läßt sich die Zahl  $\beta$  sehr leicht bestimmen. Für die aufeinanderfolgend angegebenen Stützweiten  $l_1$  und  $l_2$  betragen die Baukosten der Brückentragwerke auf das Quadratmeter Tragwerkgrundfläche  $q_1$  und  $q_2$ . Die Kosten der Tragwerke von den Stützweiten  $l_1$  und  $l_2$  sind dann:

$$t_1 = l_1 b q_1 = l_1 b (\alpha + \beta l_1) \\ \text{und } t_2 = l_2 b q_2 = l_2 b (\alpha + \beta l_2).$$

Hieraus ergeben sich die beiden Gleichungen:

$$q_1 = \alpha + \beta l_1 \\ \text{und } q_2 = \alpha + \beta l_2,$$

aus welchen sich  $\beta$  ergibt:

$$\beta = \frac{q_2 - q_1}{l_2 - l_1}.$$

Bei Berechnung der Werte  $\beta$  aus den in dem Schrifttum vorhandenen Quellen zeigt sich, daß dieselben mit der Stützweite sich ändern, also eigentlich keine Festwerte sind, oder mit anderen Worten gesagt, die für das Anwachsen der Tragwerkbaukosten angegebene Gleichung stimmt mit der Wirklichkeit nur weitläufig überein. Hieraus, und aus den der Berechnung zugrunde liegenden weitgehenden Annahmen folgt ohne weiteres, daß auf dem angegebenen Wege nur sehr angenäherte Ergebnisse erzielt werden können, welche allenfalls für Vorentwürfe ganz brauchbare Anhaltspunkte geben, aber für eine genaue Beurteilung der wirtschaftlichen Verhältnisse einer Brückenanlage wohl als unzureichend bezeichnet werden müssen.

Will man nun andererseits durch Einführung genauer Grundlagen in die Rechnung den Verhältnissen in der Praxis mehr gerecht werden, so versagt das rechnerische Verfahren überhaupt. Selbst unter der Annahme, daß für die Tragwerkkosten die angegebene einfache Gleichung Geltung habe, und daß für den Verlauf der Kosten der Brückenpfeiler, der sogenannten Pfeilerkostenlinie<sup>6)</sup>, einfache krumme Linien angenommen werden, ergeben sich derartig schwierige Entwicklungen, die entweder überhaupt zu keiner Lösung führen oder aber Ergebnisse zeitigen, die für den Gebrauch in der Praxis schlechterdings unbenutzbar sind. Wird schließlich bedacht, daß infolge der in Wirklichkeit unregelmäßigen Gelände- und Baugrundverhältnisse die diesbezüglichen Pfeilerkostenlinien fast immer Formen annehmen, die nicht im entferntesten durch einfache berechenbare Linien ersetzt werden können, so erhellt hieraus, daß die Lösung der wirtschaftlich günstigsten Anordnung einer Brückenanlage auf rechnerischem Wege zu keinem Ziele führt und führen kann.

4) U. a. Osthoff-Scheck, Kostenberechnungen für Ingenieurbauten, 7. Auflage. Leipzig, Spamer.

5) U. a. Gesteschi, Der wirtschaftliche Wettbewerb von Eisen und Eisenbeton im Brückenbau. Berlin, Ernst u. Sohn.

6) Siehe nächsten Teil, Absatz 2.

Es verbleibt daher eigentlich nur der Weg der zeichnerischen Verfahren übrig, über welche im nächsten Teil abgehandelt wird.

#### Zeichnerische Verfahren.

Hinsichtlich der zeichnerischen Lösung bestehen, soweit dem Verfasser aus dem Schrifttum bekannt wurde, keine Verfahren, die das Ziel in eindeutiger genauer Weise erreichen. Dies gilt auch von dem vom Verfasser seinerzeit veröffentlichten zeichnerischen Verfahren<sup>7)</sup>, das nur dann zum Ziele führt, wenn nur eine bestimmte Anzahl von Entwürfen einer Brückenanlage auf den Kleinstwert der Kosten zu untersuchen ist.

Nachstehend sollen nun für die verschiedenen Fälle der Praxis eine Reihe von zeichnerischen Verfahren angegeben werden, welche zu eindeutigen genauen Lösungen der diesbezüglichen Aufgaben führen. Vorausgesetzt ist hierbei, daß die Brücke hinsichtlich ihrer Lage in bezug auf das Gelände festgelegt ist. Es muß also das Gelände einschließlich der Baugrundverhältnisse, sowie die Oberkante der Brückenbahn durch einen Längenschnitt in der Brückenachse (bei breiten Brücken oder stark welligem Gelände durch mehrere gleichlaufende Längenschnitte) gegeben sein. Weiter müssen alle zur Überschlagung der Kosten notwendigen Unterlagen vorliegen. Auf Grund des Längenschnittes und der Kostenangaben können die für die Entwicklung der zeichnerischen Verfahren wichtigen und grundlegenden Pfeilerkostenlinien, Widerlagerkostenlinien und Tragwerkkostenlinien aufgestellt werden.

#### Die Pfeilerkostenlinie.

Werden in dem Längenschnitt die in Frage kommenden Brückenpfeiler in den verschiedenen Lagen eingezeichnet, die diesbezüglichen Kosten berechnet, und diese Kosten  $p$  der Lage der Pfeiler entsprechend von einer wagerechten Achse aus auf Lotrechten aufgetragen und die so erhaltenen Endpunkte miteinander verbunden, so wird auf diese Weise die Pfeilerkostenlinie erhalten (s. Abb. 1). Im allgemeinen werden

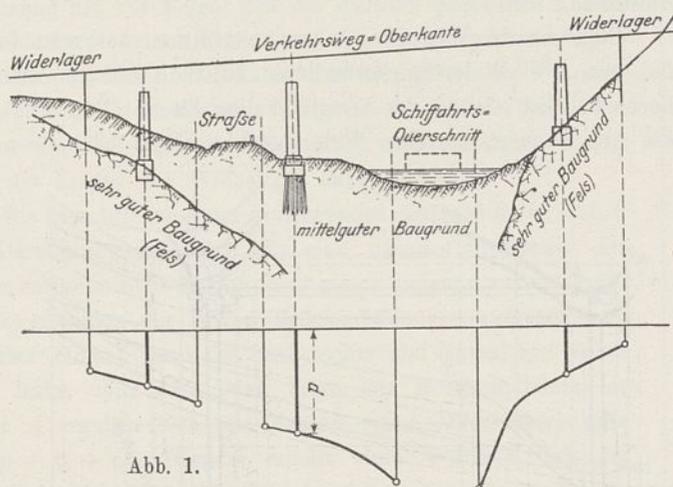


Abb. 1.

im Hinblick auf die verschiedenen Pfeilerbaustoffe, die verschiedenartigen Brückentragwerke (nach Art und Baustoff) und die wechselnden Öffnungsweiten mehrere Pfeilerkostenlinien in Betracht kommen.

7) Schönhöfer, Zeichnerische Bestimmung der wirtschaftlich vorteilhaftesten Anordnung einer Talübersetzung. Österreichische Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst, 1906.

Die Art des Pfeilerbaustoffes übt naturgemäß einen wesentlichen Einfluß auf die Pfeilerkosten aus. Es werden in dieser Hinsicht im allgemeinen für hölzerne, eiserne oder massive Pfeiler besondere Pfeilerkostenlinien aufzustellen sein.

Verhältnismäßig gering ist die Wirkung der Art und Beschaffenheit der Brückentragwerke auf die Pfeilerkosten. Maßgebend ist da die Art des Baustoffes der Brückentragwerke, die Art der Brückentragwerke (ob Balken-, Bogen- oder Hängetragwerke) und die Lage der Brückenbahn (ob oben, zwischen oder unten).

Was den Einfluß der Größe der Öffnungsweiten auf die Pfeilerkosten anbelangt, so ist derselbe bei den Balkenbrücken im allgemeinen geringfügig und kann daher bei nicht zu großen Unterschieden der in Betracht zu ziehenden Öffnungsweiten in der Regel vernachlässigt werden, so daß nur eine Pfeilerkostenlinie in Frage kommt. Bei den Bogen- und Wölbrücken ist dagegen der Einfluß der Größe der Brückenöffnungen auf die Pfeilerkosten nicht unbedeutend. Soll diesem Umstand Rechnung getragen werden, so ergeben sich bei den Untersuchungen insofern Schwierigkeiten, als bei den meisten Fällen gleichzeitig mehrere verschiedene Öffnungsweiten vorkommen. In einem solchen Falle kann man sich aber in einfacher Weise helfen, indem man nur eine Pfeilerkostenlinie der Untersuchung zugrunde legt, und die Veränderlichkeit der Pfeilerkosten mit den Öffnungsweiten durch entsprechende Abänderung der (an späterer Stelle beschriebenen) Tragwerkkostenlinien berücksichtigt.

Im Hinblick auf die örtlichen und gegebenen Verhältnisse, mit Rücksicht weiter darauf, daß, wie oben bemerkt wurde, verschiedene Umstände nur von geringem Einfluß auf die Pfeilerkosten sind, und es sich bei den vorliegenden Untersuchungen schließlich immer nur um Kostenunterschiede handelt, so wird man meistens in irgend einem bestimmten Falle nur eine oder nur wenige Pfeilerkostenlinien der Untersuchung zugrunde zu legen haben.

In der Regel sind bei einer geplanten Brückenanlage die Lagen der Widerlager (Endpfeiler) durch die örtlichen und sonstigen Verhältnisse von vornherein bestimmt. In diesem Falle haben die Pfeilerkostenlinien einen Anfangs- und einen Endpunkt, welche Punkte (theoretisch) mit den Widerlagerpunkten zusammenfallen (s. Abb. 1). In vielen Fällen ist eine Anordnung der Pfeiler aus örtlichen oder sonstigen Gründen an gewissen Stellen des Geländes ausgeschlossen. Die Pfeilerkostenlinien zeigen dann an diesen Stellen Unterbrechungen (s. Abb. 1).

#### Die Widerlagerkostenlinie.

Ist die Lage der Widerlager unbestimmt und nicht durch die Verhältnisse gegeben, so müssen unter Umständen auch die Linien der Widerlagerkosten gezeichnet werden. Bei ihrer Herstellung müssen nicht nur die reinen Kosten der Widerlager, sondern auch die Kosten der anschließenden Rampen (Erdschüttungen, Brückenrampen usw.), soweit sie zur Brückenanlage gehören, mit berücksichtigt werden. In ähnlicher Weise wie die Pfeilerkostenlinien, werden auch die Widerlagerkostenlinien erhalten, indem von einer wagerechten Achse aus auf Lotrechten die Kosten der beiden Widerlager  $w_1$  und  $w_2$  aufgetragen und die so erhaltenen Punkte miteinander verbunden werden (s. Abb. 2).

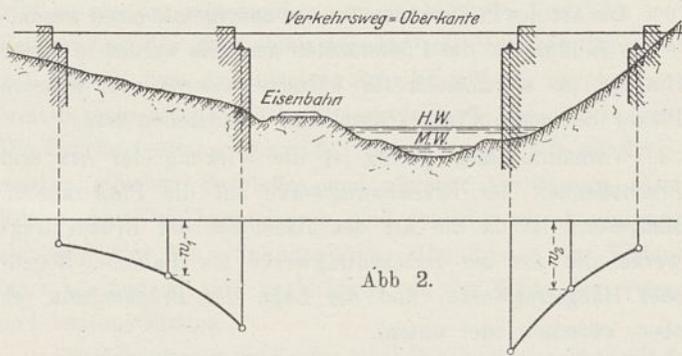


Abb. 2.

Im allgemeinen werden bei einer Brückenanlage zwei Widerlagerkostenlinien aufzustellen sein (s. Abb. 2). In dem Falle, daß ein Widerlager hinsichtlich seiner Lage gegeben ist, tritt daselbst an Stelle der Widerlagerkostenlinie ein Punkt (vgl. Abb. 4 und 8).

Die Tragwerkkostenlinie.

Werden auf einer wagerechten Achse die Stützweiten  $l$  und auf den Lotrechten die zugehörigen Kosten  $t$  der Brückentragwerke aufgetragen, so wird die Tragwerkkostenlinie erhalten (s. Abb. 3). Diese die Zunahme der Kosten der Trag-

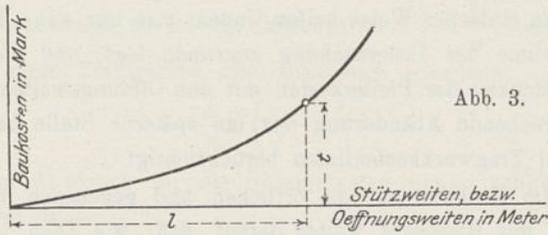


Abb. 3.

werke mit der Zunahme der Stützweite kennzeichnenden Linien werden auf Grund der erforderlichen Baustoffmengen und der betreffenden Einheitspreise ermittelt.<sup>8)</sup> Die Baustoffmengen für die verschiedenen Brückentragwerke und Stützweiten können aus einschlägigen Lehr- und Handbüchern entnommen werden. Auch findet man daselbst zuweilen für bestimmte Fälle fertige Formeln für die Kosten, welche dann unmittelbar die Tragwerkkostenlinien ergeben. Genauer und naturgemäß einwandfreier bestimmt man die Tragwerkkostenlinien unmittelbar oder mittelbar durch Schätzung aus den Baustoffmengen bereits ausgeführter Brückentragwerke unter Berücksichtigung der herrschenden Einheitspreise. Dieser Weg steht insbesondere den großen Eisenbahn- und Straßenverwaltungen und den Brückenbau-Unternehmungen offen, welche über die notwendige Menge von ausgeführten Entwürfen u. dgl. Unterlagen verfügen. Schließlich muß auch hier erwähnt werden, daß mäßige Fehler in den Tragwerkkostenlinien ebenfalls nur von geringer Bedeutung sind, da es sich ja immer nur um die Kostenunterschiede handelt.

Die nun folgenden Untersuchungen über die wirtschaftlich günstigste Anordnung der Brückenanlagen sind in nachstehenden Aufgaben behandelt.

Die Brückenanlage erhält eine Öffnung.

Bei dieser Aufgabe sind zwei Fälle möglich. Entweder es ist die Lage des einen oder der beiden Widerlager unbestimmt.

8) Daß in besonderen Fällen bei Aufstellung der Tragwerkkostenlinien auch die Änderungen der Pfeilerkosten mit den Öffnungsweiten entsprechend zum Ausdruck gebracht werden müssen, wurde an früherer Stelle bereits erwähnt.

Der erste Fall ist in Abb. 4 behandelt. Daselbst wurde der Kostenbetrag  $w_1$  des gegebenen Widerlagers nach oben und die Widerlagerkostenlinie des unbestimmten Widerlagers nach unten aufgetragen. Dann zeichnet man vom Endpunkt von  $w_1$  aus die Tragwerkkostenlinie. Die lotrechten Abstände der Punkte der Tragwerkkostenlinie von der Widerlagerkostenlinie erweisen sich als die gesamten Kosten der Brückenanlage. Für irgendeine Stützweite  $l$  ergeben sich die Baukosten mit:

$$k = t + w_1 + w_2.$$

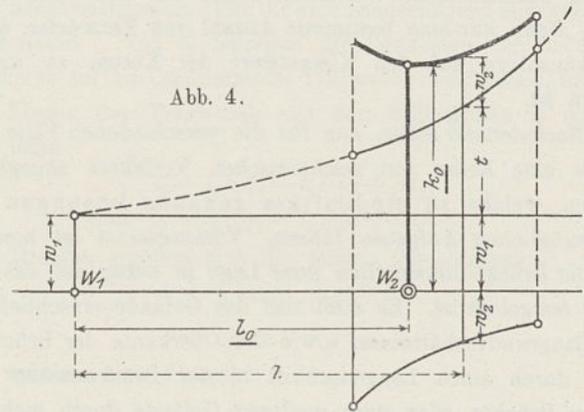


Abb. 4.

Behufs Bestimmung des Kostenkleinstwertes trägt man die Werte  $w_2$  über die Werte  $t$ . Man erhält dann eine Summenlinie, deren Abstände von der wagerechten Achse die Kosten darstellen. Für irgendeine Stützweite  $l$  ist:

$$k = w_2 + t + w_1.$$

Der tiefste Punkt dieser Kostenlinie gibt den gesuchten Kostenkleinstwert  $k_0$ , die wirtschaftlich günstigste Lage des zweiten Widerlagers  $W_2$  und die wirtschaftlich günstigste Stützweite  $l_0$  (s. Abb. 4).

Hat man mehrere Tragwerkarten und mehrere Widerlagerarten in den Kreis der Untersuchung zu ziehen, so wird man mehrere Werte  $w_1$ , mehrere Widerlagerkostenlinien und Tragwerkkostenlinien aufzutragen haben. Auf Grund des in Abb. 4 angegebenen Weges wird es nicht schwierig sein, von allen den möglichen Verbundfällen den wirtschaftlichsten zu ermitteln.

Sind beide Widerlager unbestimmt, hat man es also mit zwei Widerlagerkostenlinien zu tun, so kann man diesen Fall auf Grund des vorigen Falles lösen. Man trägt, wie Abb. 5 zeigt, die eine Widerlagerkostenlinie nach oben,

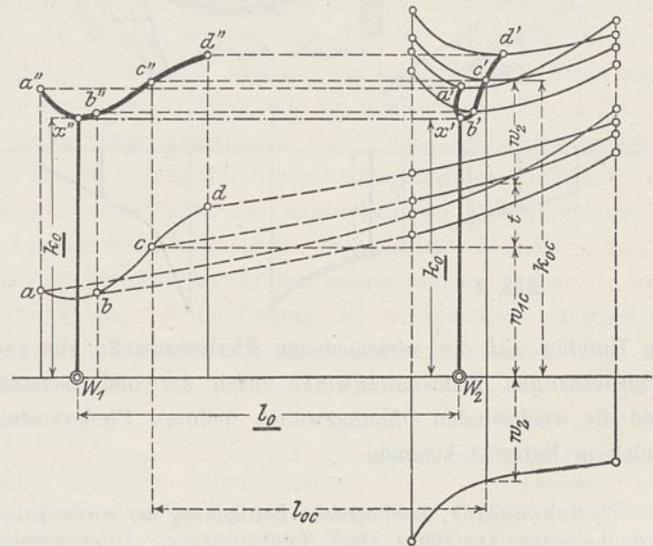


Abb. 5.

die andere nach unten auf. Nun wird von einzelnen Punkten  $a, b, c, d$  usw. der nach oben aufgetragenen Widerlagerkostenlinie aus das Verfahren des vorigen Falles angewandt. Es werden von diesen Punkten aus die Tragwerkkostenlinien gezeichnet (am besten mit Hilfe von Pauspapier) und die Kostenlinien nach voriger Weise bestimmt. Die tiefsten Punkte  $a', b', c', d'$  usw. dieser Baukostenlinien geben die den Punkten  $a, b, c, d$  usw. zugeordneten Kostenkleinstwerte. Der Kostenkleinstwert beträgt beispielsweise für den Punkt  $c$ :

$$k_{0c} = w_{1c} + t + w_2.$$

Die diesbezügliche wirtschaftlich günstigste Stützweite wäre  $l_{0c}$ .

Werden die Punkte  $a', b', c', d'$  usw. miteinander verbunden, so gibt der tiefste Punkt  $x'$  dieser Linie die wirtschaftlich günstigste Lage  $W_2$  des einen (rechten) Widerlagers an. Werden von den Punkten  $a', b', c', d'$  usw. Wagerechte gezogen, so geben die diesbezüglichen Schnittpunkte mit der Lotrechten durch  $a, b, c, d$  usw. eine Linie, deren tiefster Punkt  $x''$  die wirtschaftlich günstigste Lage  $W_1$  des anderen (linken) Widerlagers festlegt. Es ist leicht einzusehen, daß die Verbindungsgerade  $x'x''$  eine Wagerechte ist, und daß die Abstände der Punkte  $x'$  und  $x''$  von der wagerechten Achse einander gleich und gleich sind dem gesuchten Kostenkleinstwert  $k_0$ . Der wagerechte Abstand  $x'x''$  gibt auch die gesuchte wirtschaftlich günstigste Stützweite  $l_0$ . Dasselbe Ergebnis muß erzielt werden, wenn von den Punkten der nach unten gezeichneten Widerlagerkostenlinie aus in derselben Weise vorgegangen wird. Dieser Umstand kann zur Überprüfung auf die Richtigkeit vorteilhaft benutzt werden.

Hat man es wiederum mit mehreren Widerlagerkostenlinien und Tragwerkkostenlinien zu tun, so wird man zweckmäßig die in Frage kommenden Verbundfälle für sich getrennt untersuchen und hieraus durch Vergleich das wirtschaftlich günstigste Ergebnis entnehmen.

Die Brückenanlage erhält zwei Öffnungen.

Zunächst sei die Annahme gemacht, daß die beiden Widerlager hinsichtlich ihre Lage bestimmt sind. Diese Voraussetzung hat zur Folge, daß die dadurch gegebenen Kosten der Widerlager keinen Einfluß auf die weitere wirtschaftliche Untersuchung haben und daher aus dem Kreis der Betrachtungen ausscheiden können. Wenn also in diesem Falle von Kosten die Rede ist, so sind dabei immer stillschweigend noch die Kosten der Widerlager dazu zu zählen.

Die Durchführung der vorliegenden Aufgabe ist in Abb. 6 zur Darstellung gebracht. Es sind daselbst unterhalb der Pfeilerkostenlinie die beiden (hier gleich angenommenen) Tragwerkkostenlinien der beiden Brückenöffnungen aufgezeichnet, und zwar einmal von links nach rechts und einmal von rechts nach links. Für irgendeine Lage des Brückenpfeilers im Punkt  $A$  ergeben sich die Kosten (ohne Widerlager) mit:  $k = p + t_1 + t_2$ . Hieraus erhellt ohne weiteres, daß die Summe der drei Linien die Linie der Kosten ergibt (s. Abb. 6, unten). Der Abstand des tiefsten Punktes dieser Kostenlinie von der wagerechten Achse gibt den gesuchten Kostenkleinstwert  $k_0$  und die wirtschaftlich günstigste Lage  $P$  des Mittelpfeilers und damit die wirtschaftlich günstigsten Stützweiten  $l_{01}$  und  $l_{02}$ . Fällt der tiefste Punkt der Kostenlinie in eine der beiden Widerlager-Lotrechten, so besagt dies, daß die Anordnung eines Mittelpfeilers unwirtschaftlich ist und daß

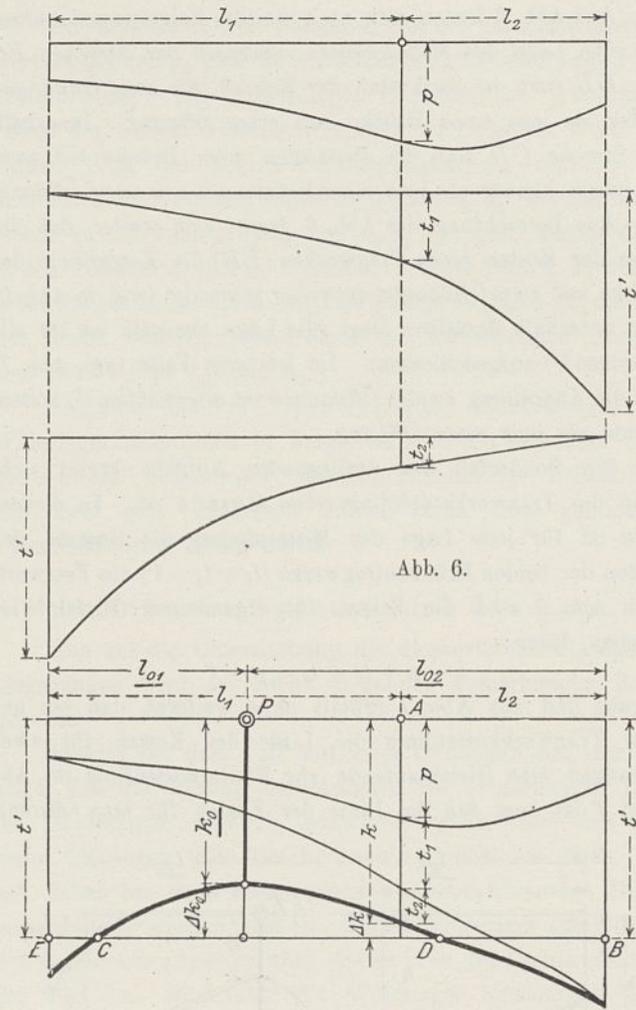


Abb. 6.

die Anordnung einer Öffnung im allgemeinen<sup>9)</sup> billiger kommt. — Es bedarf keiner besonderen Begründung, daß das in Abb. 6 erläuterte Verfahren in sinngemäßer Weise auch für den Fall verschiedenartiger Tragwerke, also verschiedener Tragwerkkostenlinien, Geltung hat.

In vielen Fällen handelt es sich darum, einen wirtschaftlichen Vergleich über die Anordnung von einer und von zwei Öffnungen anzustellen, indem beispielsweise infolge örtlicher oder sonstiger Verhältnisse der Anordnung von nur einer Öffnung gegenüber derjenigen mit zwei Öffnungen der Vorzug gegeben werden soll, falls die diesbezüglichen Mehrkosten nicht bedeutend sind. Die Übersicht über diese Frage ist nach Abb. 6 sofort zu erlangen. Die Kosten eines Tragwerkes sind durch den Endabstand  $t'$  der Tragwerkkostenlinie gegeben. Zieht man also im Abstand  $t'$  eine Wagerechte, so ergibt der Vergleich dieser Linie mit der bereits ermittelten Baukostenlinie (für zwei Öffnungen) sofort die Unterschiede der Kosten der Brückenanlage mit einer und mit zwei Öffnungen.<sup>10)</sup> Für irgendeine Lage des Mittelpfeilers (im Punkt  $A$ ) ist der Kostenunterschied:

$$\Delta k = t' - k = t' - p - t_1 - t_2.$$

Der Größtwert des Kostenunterschiedes beträgt:  $\Delta k_0 = t' - k_0$ .

9) Im besonderen kann es vorkommen, daß infolge sehr hoher Kosten der Widerlager für eine Öffnung gegenüber derjenigen für zwei Öffnungen die Anordnung von nur einer Öffnung dennoch unwirtschaftlich wird. In einem solchen Falle müssen also die Widerlagerkosten mit in den Kreis der Untersuchungen gezogen werden. Siehe auch die folgende Fußnote.

10) Vorausgesetzt ist hierbei, daß die Kosten der Widerlager ( $w_1 + w_2$ ) für den Fall der Brücke mit einer Öffnung die gleichen

Aus Abb. 6 lassen sich noch weitere Folgerungen ziehen. Für eine Lage des Mittelpfeilers innerhalb der Strecken  $EC$  und  $DB$  sind die Baukosten der Brücke mit zwei Öffnungen größer als jene einer Brücke mit einer Öffnung. Innerhalb der Strecke  $CD$  sind die Baukosten einer Brücke mit zwei Öffnungen kleiner als jene einer Brücke mit nur einer Öffnung.

Aus Betrachtung der Abb. 6 ergibt sich weiter, daß die Linie der Kosten eines Tragwerkes ( $EB$ ) die Kostenlinie der Brücke mit zwei Öffnungen entweder schneidet (wie in Abb. 6) oder unterhalb derselben liegt (die Lage oberhalb ist im allgemeinen<sup>11)</sup> ausgeschlossen). Im letzteren Falle (vgl. Abb. 7) gibt die Anordnung zweier Öffnungen im allgemeinen<sup>11)</sup> höhere Kosten als jene einer Öffnung.

Ein Sonderfall der vorliegenden Aufgabe ergibt sich, wenn die Tragwerkkostenlinie eine Gerade ist. In diesem Falle ist für jede Lage des Mittelpfeilers die Summe der Kosten der beiden Brückentragwerke ( $t_1 + t_2 = t'$ ) ein Festwert. Nach Abb. 7 sind die Kosten für irgendeinen Mittelpfeiler gegeben durch:

$$k = p + t_1 + t_2 = p + t'.$$

Hieraus und aus Abb. 7 erhellt ohne weiteres, daß bei gerader Tragwerkkostenlinie die Linie der Kosten für zwei Öffnungen eine Gleichlaufende zur Pfeilerkostenlinie im Abstand  $t'$  ist, und daß die Linie der Kosten für eine Öffnung

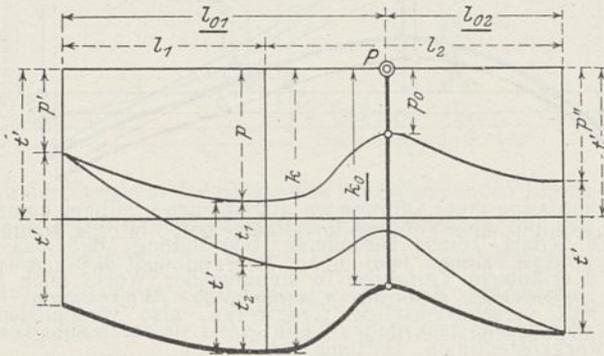


Abb. 7.

im allgemeinen<sup>11)</sup> stets unterhalb der Baukostenlinie für zwei Öffnungen liegt. Hieraus ergeben sich für den Sonderfall einer geraden oder schwach gekrümmten Tragwerkkostenlinie (welcher Fall bei kleinen Stützweiten zutrifft) im allgemeinen<sup>11)</sup> folgende zwei Sätze:

Die Anordnung einer Brücke mit einer Öffnung ist unter allen Umständen billiger als die Anordnung mit zwei Öffnungen.

Die Aufgabe der wirtschaftlich günstigsten Anordnung einer Brückenanlage mit zwei Öffnungen gibt nur dann eine Lösung, wenn der tiefste Punkt der Pfeilerkostenlinie nicht in eine Widerlagerlotrechte fällt (wenn also  $p_0$  kleiner ist als  $p'$  und  $p''$ ). Die kleinsten Kosten  $k_0$  und die wirtschaftlich günstigsten Stützweiten  $l_{01}$  und  $l_{02}$  werden erhalten, wenn der Mittelpfeiler die billigste Lage (in  $P$ ) einnimmt.

sind wie für eine Brücke mit zwei Öffnungen. Dies trifft in Wirklichkeit nicht ganz zu, weil die Kosten der Widerlager für das große Tragwerk einer Öffnung naturgemäß etwas größer sein werden als die Kosten der Widerlager für die beiden kleineren Tragwerke von zwei Öffnungen. Der diesbezügliche Unterschied ist in der Regel derart gering, daß er vernachlässigt werden kann. Im übrigen kann diesem Umstand auch Rechnung getragen werden, indem in Abb. 6 unten statt  $t'$  ein entsprechend höherer Wert aufgetragen wird.

11) Siehe die vorhergehenden beiden Fußnoten.

Hat man wiederum mehrere Pfeilerkostenlinien und Tragwerkkostenlinien zu berücksichtigen, so wird man die Untersuchung auf die in Frage kommenden Verbundfälle zu erstrecken haben. Im Hinblick auf das Gesagte und unter Berücksichtigung der aus dem Vergleich der in den Abb. 6 und 7 behandelten Fälle wird es jedoch ein Leichtes sein, von den möglichen Verbundfällen eine Reihe von vornherein als gelöst und nicht in Frage kommend auszuschneiden.

Die für den Fall gegebener Widerlager als überaus einfach erkannte Aufgabe wird sogleich schwierig, wenn eines oder beide Widerlager der Lage nach unbestimmt sind.

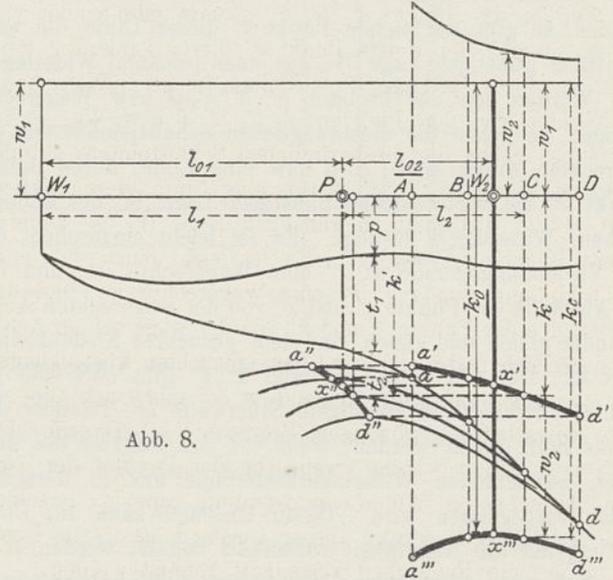


Abb. 8.

Die Kosten einer Brücke mit zwei Öffnungen betragen unter Berücksichtigung der Widerlagerkosten:

$$k = w_1 + w_2 + p + t_1 + t_2.$$

In Abb. 8 ist zunächst der Fall behandelt, daß  $w_1$  gegeben und  $w_2$  veränderlich ist. Man trage von dem gegebenen Widerlager aus über der Pfeilerkostenlinie die Tragwerkkostenlinie der ersten Öffnung auf. Nun wird die Lage des veränderlichen Widerlagers nacheinander in den Punkten  $A, B, C, D$  usw. angenommen und die Schnittpunkte der durch diese Punkte gezogenen Lotrechten mit der gezeichneten Tragwerkkostenlinie bestimmt. Von diesen Schnittpunkten  $a, b, c, d$  usw. aus werden die Tragwerkkostenlinien der zweiten Öffnung (über die der ersten Öffnung) aufgetragen.

Die tiefsten Punkte dieser Tragwerkkostenlinien  $a'', b'', c'', d''$  usw. geben die kleinsten Kosten für die Tragwerke und den Pfeiler für die gewählten Widerlagerpunkte:

$$k' = p + t_1 + t_2.$$

Diese Kleinstwerte  $k'$  werden auf den zugehörigen Lotrechten durch  $A, B, C, D$  usw. zum Auftrag gebracht, oder, was dasselbe ist, es werden die Schnittpunkte  $a', b', c', d'$  usw. der Wagerechten durch die Punkte  $a'', b'', c'', d''$  usw. mit den Lotrechten durch  $A, B, C, D$  usw. bestimmt. Werden dann zu den Werten  $k'$  die betreffenden Werte  $w_2$  dazugeschlagen, so geben die Abstände der so erhaltenen Punkte  $a''', b''', c''', d'''$  usw. von der Wagerechten durch den Endpunkt von  $w_1$  die gesuchten Kleinstwerte  $k$  und die Linie  $a'''' d''''$  stellt die Linie der geringsten Baukosten dar. Es ist für irgendeinen Punkt:

$$k = w_1 + w_2 + k' = w_1 + w_2 + p + t_1 + t_2.$$

Der tiefste Punkt  $x''$  der Kostenlinie gibt den Kostenkleinstwert  $k_0$  und die wirtschaftlich günstigste Lage des zweiten Widerlagers in  $W_2$ . Die zugehörige wirtschaftlich günstigste Lage des Mittelpfeilers wird erhalten, indem vom Schnittpunkt  $x'$  der Lotrechten durch  $x''$  mit der Linie  $a' d'$  eine Wagerechte bis zum Schnittpunkt  $x''$  derselben mit der Linie  $a'' d''$  gezogen wird. Dieser Punkt  $x''$  gibt die wirtschaftlich günstigste Lage  $P$  des Mittelpfeilers und damit die wirtschaftlich günstigsten Stützweiten  $l_{01}$  und  $l_{02}$ .

Aus Abb. 8 ist ohne weiteres erkennbar, daß durch die Linien  $a' d'$  und  $a'' d''$  die gegenseitige wirtschaftlich günstigste Lage des Mittelpfeilers und des veränderlichen Widerlagers (die Punkte  $P$  und  $W_2$ ) festgelegt erscheint. Über die Bedeutung dieser Linien wird an späterer Stelle des Näheren eingegangen werden.

In Abb. 9 ist die Lösung des allgemeinen Falles, daß beide Widerlager veränderlich sind, zur Darstellung gebracht.

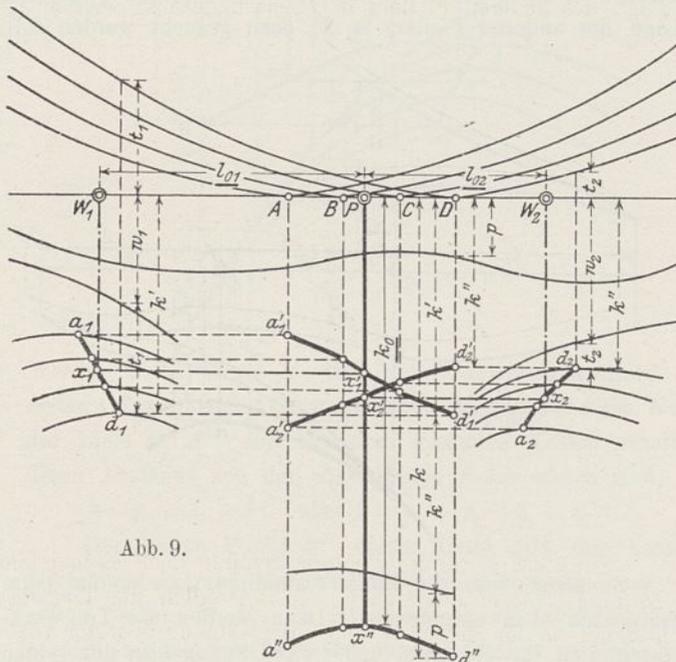


Abb. 9.

Es wird die Lage des Mittelpfeilers in den Punkten  $A, B, C, D$  usw. angenommen, und von diesen Punkten aus werden die Tragwerkskostenlinien der beiden anschließenden Öffnungen gezeichnet. Über den nach unten aufgetragenen Widerlagerkostenlinien werden die Abstände der Tragwerkskostenlinien dazugegeben und dadurch Summenlinien erhalten, deren Punkte von der wagerechten Achse die Abstände  $(w_1 + t_1)$  und  $(w_2 + t_2)$  haben. Die tiefsten Punkte  $a_1, b_1, c_1, d_1$  usw. und  $a_2, b_2, c_2, d_2$  usw. dieser Summenlinien geben die Kleinstwerte  $k'$  und  $k''$  der Kosten  $(w_1 + t_1)$  und  $(w_2 + t_2)$ .

Die durch die Punkte  $a_1, b_1, c_1, d_1$ , usw. und die Punkte  $a_2, b_2, c_2, d_2$  usw. gezogenen Wagerechten schneiden die Lotrechten durch die zugehörigen Punkte  $A, B, C, D$  usw. in den Schnittpunkten  $a_1', b_1', c_1', d_1'$  usw. und  $a_2', b_2', c_2', d_2'$  usw., welche Punkte auch durch Auftragen der Werte  $k'$  und  $k''$  erhalten werden können. Werden zu den Werten  $k'$  (bezw.  $k''$ ) die Werte  $k''$  (bezw.  $k'$ ) und die betreffenden Werte  $p$  dazugeschlagen, so wird die Linie  $a'' d''$  der kleinsten Baukosten erhalten. Für irgend einen Punkt derselben sind die Kosten:

$$k = k' + k'' + p = w_1 + w_2 + p + t_1 + t_2.$$

Der tiefste Punkt  $x''$  derselben gibt den gesuchten Kleinstwert der Kosten  $k_0$  und die wirtschaftlich günstigste Lage  $P$  des Mittelpfeilers. Die zugehörigen wirtschaftlich günstigsten Lagen der beiden Widerlager werden auf folgende Weise erhalten. Von den beiden Schnittpunkten  $x_1'$  und  $x_2'$  der Lotrechten  $Px''$  mit den Linien  $a_1' d_1'$  und  $a_2' d_2'$  werden Wagerechte zu den Linien  $a_1 d_1$  und  $a_2 d_2$  gezogen, welche diese in den Punkten  $x_1$  und  $x_2$  schneiden. Diese Punkte  $x_1$  und  $x_2$  geben die gesuchten wirtschaftlich günstigsten Lagen  $W_1$  und  $W_2$  der beiden Widerlager und damit die wirtschaftlich günstigsten Stützweiten  $l_{01}$  und  $l_{02}$ .

Kommen mehrere Tragwerkskosten-, Pfeilerkosten- und Widerlagerkostenlinien in Frage, so sind die einzelnen Fälle getrennt zu untersuchen, da eine gleichzeitige Behandlung von zwei oder mehreren Fällen kaum eine genügende Übersichtlichkeit bieten dürfte.

Die Brückenanlage erhält drei Öffnungen.

Ehe auf die Untersuchung der diesbezüglichen Aufgaben eingegangen wird, sei zuerst folgenden Bemerkungen Raum gegeben.

Bereits bei dem Fall mit zwei Öffnungen hat sich gezeigt, daß die Lösung der Aufgabe bei unbestimmter Lage der Widerlager ziemlich schwierig wird. Bei drei und mehr Öffnungen gilt dies in noch viel höherem Maße. Es soll daher bei dem vorliegenden und den folgenden Fällen vorausgesetzt werden, daß die beiden Widerlager (Endpfeiler) von vornherein gegeben sind, wie es ja in der Praxis meistens der Fall ist. Sind aber die Widerlager hinsichtlich ihrer Lage tatsächlich nicht bestimmt und soll diesem Umstand bezüglich seiner Einwirkung auf die Wirtschaftlichkeit der Brückenanlage unbedingt Rechnung getragen werden, so kann man sich in einem solche Falle dadurch helfen, daß man die anzustellende Untersuchung für die einzelnen in Frage kommenden Stellungen der Widerlager wiederholt durchführt und hieraus, unter nachträglicher Berücksichtigung der zugehörigen Widerlagerkosten, das wirtschaftlich günstigste Ergebnis herausholt. Es kann daher für den vorliegenden und die folgenden Fälle tatsächlich mit der gegebenen Lage der Widerlager gerechnet werden, oder mit anderen Worten gesagt, der Untersuchung liegen stets Pfeilerkostenlinien mit einem Anfangs- und einem Endpunkt zugrunde. Diese Voraussetzung hat noch eine weitere Folge, indem, wie bereits früher bemerkt wurde, die Kosten  $w_1$  und  $w_2$  der als bestimmt geltenden Widerlager für die Ermittlung der wirtschaftlich günstigsten Lösung des betreffenden Falles nicht in Frage kommen und daher aus dem Kreise der betreffenden Untersuchungen ausscheiden. Es ist somit in dem folgenden unter den Kosten der Brückenanlage stets nur die Kostensumme aus den Tragwerkskosten und die Brückenpfeilerkosten ohne Widerlager gemeint.

In vielen Fällen ist die Lage eines der beiden Mittelpfeiler infolge örtlicher oder sonstiger Verhältnisse von vornherein gegeben. Dann läuft die Aufgabe darauf hinaus, die wirtschaftlich günstigste Lage des anderen Pfeilers zu bestimmen, welche Aufgabe ohne weiteres auf Grund des vorher erläuterten Falles gelöst werden kann (siehe auch später).

Sehr häufig ist bei einer Brückenanlage mit drei Öffnungen aus örtlichen oder sonstigen Gründen, insbesondere aus schön-

heitlichen Rücksichten, die Bedingung gestellt, daß die Brücke symmetrisch angeordnet werde. Es läßt sich dieser Fall ohne besondere Schwierigkeiten ebenfalls auf die Aufgabe mit zwei Öffnungen zurückführen. Ganz das gleiche gilt auch für den Fall einer symmetrischen (oder nahezu symmetrischen) Pfeilerkostenlinie, weil hierbei die Symmetrie der Brückenanlage sich von selbst ergibt.

Die Kosten einer symmetrisch angeordneten Brücke mit drei Öffnungen betragen:

$$k = p_1 + p_2 + t_1 + t_2 + t_1$$

$$\text{oder: } k = p_1 + p_2 + 2t_1 + t_2.$$

Die Zurückführung auf den Fall mit zwei Brückenöffnungen erfolgt in der Weise, daß die Untersuchung nur auf die eine Hälfte der Brücke unter entsprechender Berücksichtigung des Verlaufes der Pfeilerkostenlinie der anderen Hälfte erstreckt wird. Zu diesem Zwecke werden, wie Abb. 10 zeigt, die Pfeilerkosten der anderen Hälfte zu den Pfeilerkosten der untersuchten Hälfte, der Symmetrie ent-

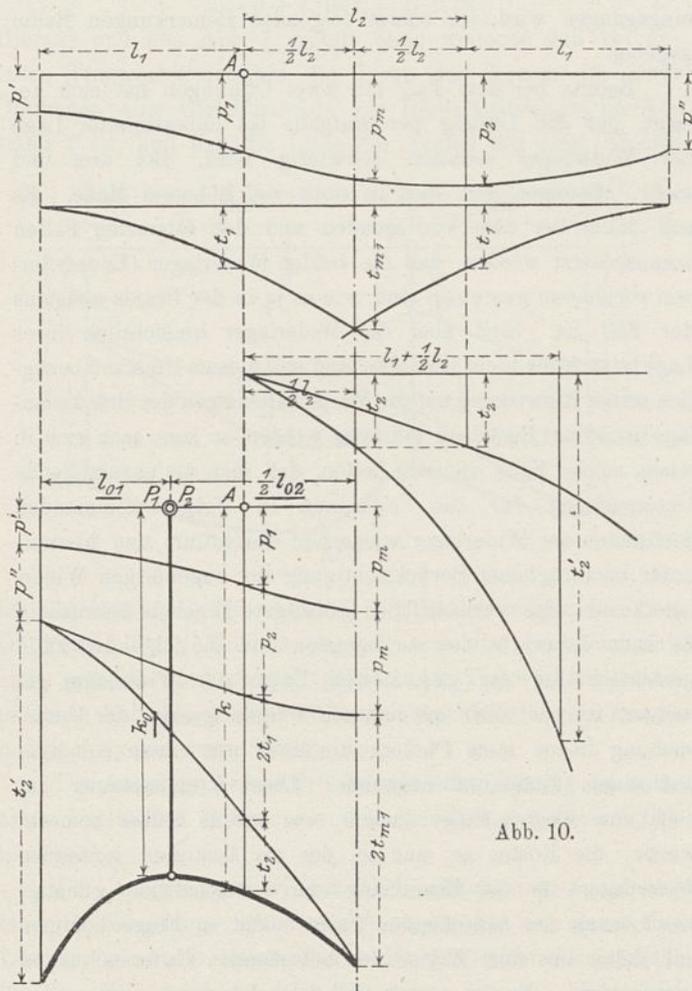


Abb. 10.

sprechend, dazugeschlagen. Über dieser so erhaltenen doppelten Pfeilerkostenlinie wird die Tragwerkskostenlinie der Seitenöffnungen (von links nach rechts) mit verdoppelten Kostenwerten ( $2t_1$ ) aufgetragen. Dann kommt (von rechts nach links) die Pfeilerkostenlinie der Mittelöffnung mit halbierten Stützweiten ( $\frac{1}{2}l_2$ ) zum Auftrag.

Für die Lage des Pfeilers in irgend einem Punkte  $A$  sind die Kosten:

$$k = (p_1 + p_2) + 2t_1 + t_2,$$

welche Gleichung mit der oben aufgestellten vollkommen übereinstimmt. Der tiefste Punkt der auf diese Weise er-

haltenen Kostenlinie gibt den gesuchten Kostenkleinstwert  $k_0$ , die Lage  $P_1$  und  $P_2$  der beiden Mittelpfeiler und die wirtschaftlich günstigsten Stützweiten  $l_{01}$  und  $l_{02}$ .

Im vorliegenden Falle war vorausgesetzt, daß das Tragwerk der Mittelöffnung von anderer Art sei als jene der Seitenöffnungen. Für die Mittelöffnung kam also eine andere Tragwerkskostenlinie zur Anwendung, als wie für die Seitenöffnungen. Es bedarf keiner besonderen Begründung, daß das erläuterte Verfahren auch für den Fall vollkommen gleichartiger Tragwerke ohne weiteres in gleicher Weise anwendbar ist.

Ist die Lage der Mittelpfeiler durch keinerlei Bedingungen festgelegt, so kann die Lösung der allgemeinen Aufgabe in folgender Weise vorgenommen werden.

In Abb. 11 ist zuerst die Entwicklung des diesbezüglichen Verfahrens an dem schon an früherer Stelle erwähnten Sonderfall erläutert, nach welchem die Lage des einen Pfeilers in  $P_1$  gegeben ist und die wirtschaftlich günstigste Lage des anderen Pfeilers in  $P_2$  dazu gesucht werden soll.

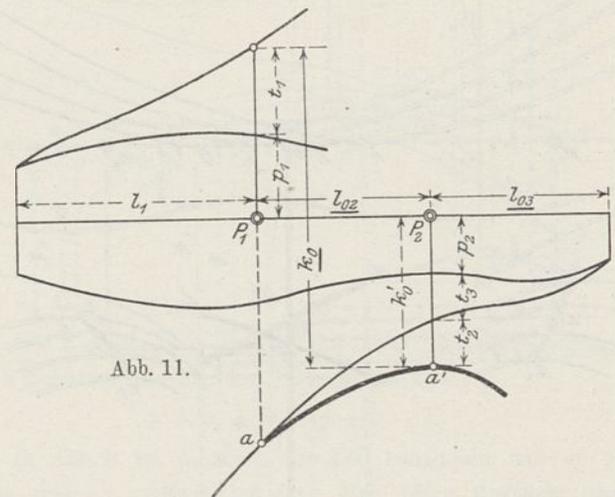


Abb. 11.

Zunächst wird die Pfeilerkostenlinie noch einmal (zum Teil) nach oben aufgetragen. Dann werden die Tragwerkskostenlinien für die erste und dritte Öffnung über den beiden Pfeilerkostenlinien zum Auftrag gebracht. Vom Schnittpunkt  $a$  der Lotrechten durch  $P_1$  wird dann die Tragwerkskostenlinie der Mittelöffnung aufgetragen. Der tiefste Punkt  $a'$  dieser Linie gibt die wirtschaftlich günstigste Lage des zweiten (nicht festgelegten) Pfeilers im Punkt  $P_2$  und die wirtschaftlich günstigsten Stützweiten  $l_{02}$  und  $l_{03}$ . Zu den feststehenden Kosten des ersten Tragwerkes und des ersten Pfeilers ( $t_1 + p_1$ ) kommt der ermittelte Kleinstwert  $k_0' = (p_2 + t_3 + t_2)$  dazu, und es ergibt sich also für die gegebene Lage des ersten Pfeilers in  $P_1$  der Kostenkleinstwert mit:

$$k_0 = t_1 + p_1 + k_0'.$$

Wird nun die Lage des ersten Pfeilers in verschiedenen Punkten  $P_1$  angenommen und dazu jeweils die Lage  $P_2$  des zugehörigen wirtschaftlich günstigsten Pfeilers bestimmt, so werden die diesbezüglichen Ergebnisse zur Lösung der allgemeinen Aufgabe führen.

Dies ist in Abb. 12 zur Darstellung gebracht. Der erste Pfeiler wurde in den Punkten  $A, B, C$  und  $D$  usw. angenommen. Die tiefsten Punkte  $a', b', c', d'$  usw. der zugehörigen Tragwerkskostenlinien der Mittelöffnung geben die wirtschaftlich günstigen Stellungen der zugehörigen zweiten Pfeiler und liefern auch die Kostenkleinstwerte  $k' = p_2 + t_2 + t_3$ .

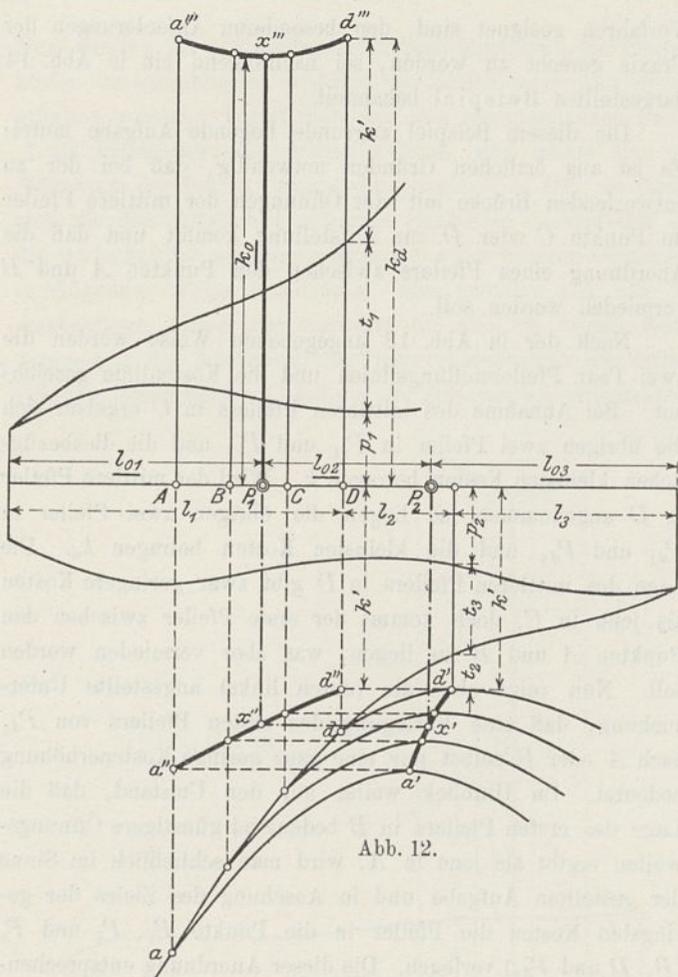


Abb. 12.

Werden diese Werte  $k'$  über der Tragwerkkostenlinie der ersten Öffnung zum Auftrag gebracht, so wird auf diese Weise die Linie  $a'' d''$  der kleinsten gesamten Kosten erhalten, deren Abstände von der wagerechten Achse gleich sind:

$$k = p_1 + t_1 + k', \text{ also } k = p_1 + p_2 + t_1 + t_2 + t_3.$$

Der tiefste Punkt  $x''$  dieser Linie gibt den Kostenkleinstwert  $k_0$  und die wirtschaftlich günstigste Lage des ersten Pfeilers in  $P_1$ . Es ist also noch die zugehörige wirtschaftlich günstigste Lage des zweiten Pfeilers zu bestimmen. Zu diesem Zwecke werden durch die Punkte  $a', b', c', d'$  usw. Wagerechte gelegt und die Schnittpunkte  $a'', b'', c'', d''$  usw. derselben mit den Lotrechten durch  $A, B, C, D$  usw. ermittelt. Werden die Punkte  $a', b', c', d'$  usw. einerseits und die Punkte  $a'', b'', c'', d''$  usw. andererseits miteinander verbunden, so geben die so erhaltenen beiden Linien ein Mittel zur Bestimmung des Punktes  $P_2$  an die Hand. Man ziehe eine Lotrechte durch  $P_1$  bis zum Schnittpunkt  $x''$  mit der Linie  $a'' d''$ , vom Punkt  $x''$  eine Wagerechte bis zum Schnittpunkt  $x'$  mit der Linie  $a' d'$  und von hier eine Lotrechte, so schneidet diese die wagerechte Achse in dem gesuchten Punkte  $P_2$ . Mit Hilfe der beiden Linien  $a'' d''$  und  $a' d'$  und des einfachen Linienzuges  $P_1 x'' x' P_2$  kann man also jederzeit zur Lage des einen Pfeilers  $P_1$  die zugehörige wirtschaftlich günstigste Lage  $P_2$  des anderen Pfeilers rasch finden. Die beiden Linien  $a'' d''$  und  $a' d'$ , die, wie später noch gezeigt wird, von besonderer Bedeutung sind, sollen daher als zugeordnete Pfeilerstellungslinien bezeichnet werden. Der Linienzug  $P_1 x'' x' P_2$ , der von einem Pfeilerpunkt über die zugeordneten Pfeilerstellungslinien zum anderen Pfeilerpunkt führt, heiße Pfeilerstellungslinienzug.

Die Höhe dieses Pfeilerstellungslinienzuges gibt jeweils die (kleinsten) Kosten ( $k' = p_2 + t_2 + t_3$ ) des zu suchenden Pfeilers mit den beiden anschließenden Tragwerken.

Das angegebene Verfahren ist das Gleiche, ob die Tragwerkkostenlinien der drei Öffnungen gleich sind oder nicht. Ebenso ist ohne weiteres einzusehen, daß dasselbe Ergebnis erreicht werden muß, wenn das Verfahren vom anderen Ende aus vorgenommen wird, welcher Umstand zur Überprüfung auf die Richtigkeit vorteilhaft benützt werden kann.

Hinsichtlich der etwa in Betracht zu ziehenden verschiedenen Pfeilerkostenlinien und Tragwerkkostenlinien gelten dieselben bei den früheren Fällen gemachten Bemerkungen.

Die Brückenanlage erhält vier Öffnungen.

Bezeichnet man die Kosten der drei Pfeiler mit  $p_1, p_2, p_3$  und die Kosten der vier Tragwerke mit  $t_1, t_2, t_3, t_4$ , so betragen im allgemeinen die in Frage kommenden Baukosten:

$$k = p_1 + p_2 + p_3 + t_1 + t_2 + t_3 + t_4.$$

Zunächst sei die Lösung der Sonderfälle besprochen.

Ist die Lage des mittelsten der drei Pfeiler von vornherein bestimmt, so ist für die ersten zwei und die letzten zwei Öffnungen die wirtschaftlich günstigste Lösung zu suchen. Es kann also die Aufgabe für zwei Öffnungen zweimal zur Anwendung gebracht und damit die Lösung bewirkt werden. Liegt der gegebene mittlere der drei Pfeiler außerdem in der Mitte, so ist die Aufgabe für zwei Öffnungen für die eine Hälfte mit symmetrisch verdoppelter Pfeilerkostenlinie anzuwenden. Gleiches gilt auch für den Fall, daß die Pfeilerkostenlinie symmetrisch ist, weil dann der mittlere der drei Pfeiler von selbst in die Mitte fallen muß.

Ist die Lage eines der beiden äußeren Pfeiler von vornherein gegeben, so ist die Aufgabe auf den Fall mit drei Öffnungen in einfacher Weise zurückzuführen.

Die Behandlung des allgemeinen Falles ist in Abb. 13 dargestellt und erläutert.

Nach der für den Fall mit drei Öffnungen angegebenen Weise wurden für die ersten zwei Öffnungen (in Abb. 13 links oben) und für die letzten zwei Öffnungen (in Abb. 13 rechts unten) die zugeordneten Pfeilerstellungslinien gezeichnet. Wird der mittlere Pfeiler in irgendeinem Punkt  $A, B, C, D$  usw. angenommen, so ist mit Hilfe der beiden Paare der Pfeilerstellungslinien und der beiden Pfeilerstellungslinienzüge die wirtschaftlich günstigste Lage der zugehörigen beiden äußeren Pfeiler sofort feststellbar, und die Höhen der Pfeilerstellungslinienzüge geben die (kleinsten) Kosten der ersten und der letzten zwei Tragwerke mit den dazwischenliegenden Pfeilern an. Es ist:

$$k' = p_1 + t_1 + t_2 \quad \text{und} \quad k'' = p_3 + t_3 + t_4.$$

Werden zu  $k'$  noch die Kosten  $k''$  und die Kosten  $p_2$  des mittleren Pfeilers dazugeschlagen, so werden die Kleinstwerte der gesamten Kosten erhalten:

$$k = k' + k'' + p_2 = p_1 + p_2 + p_3 + t_1 + t_2 + t_3 + t_4.$$

Der tiefste Punkt der so erhaltenen geringsten Kostenlinie ergibt den Kostenkleinstwert  $k_0$  und die wirtschaftlich günstigste Lage  $P_2$  des mittleren Pfeilers an. Mit Hilfe der zugeordneten Pfeilerstellungslinien werden nun in der bekannten Weise durch Ziehen der Pfeilerstellungslinienzüge die zugehörigen wirtschaftlich günstigsten Stellungen der

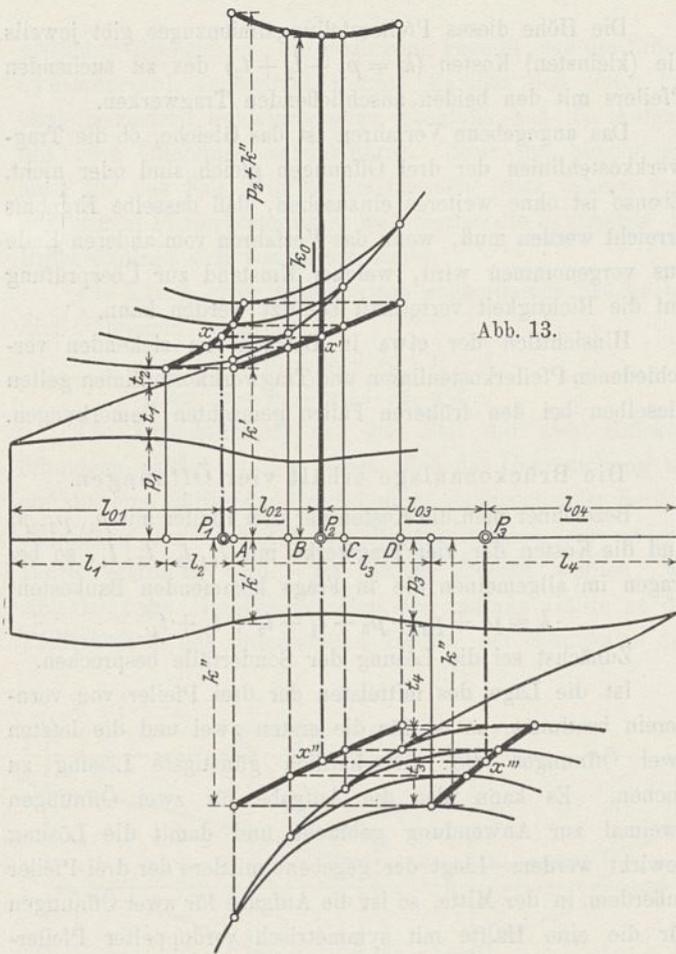


Abb. 13.

beiden äußeren Pfeiler in  $P_1$  und  $P_3$  ermittelt. Die wirtschaftlich günstigsten Stützweiten  $l_{01}, l_{02}, l_{03}$  und  $l_{04}$  sind damit gegeben.

Um einerseits die Bedeutung der zugeordneten Pfeilerstellungslinien entsprechend zu beleuchten und um andererseits zu zeigen, in welchem hohen Maße die hier entwickelten

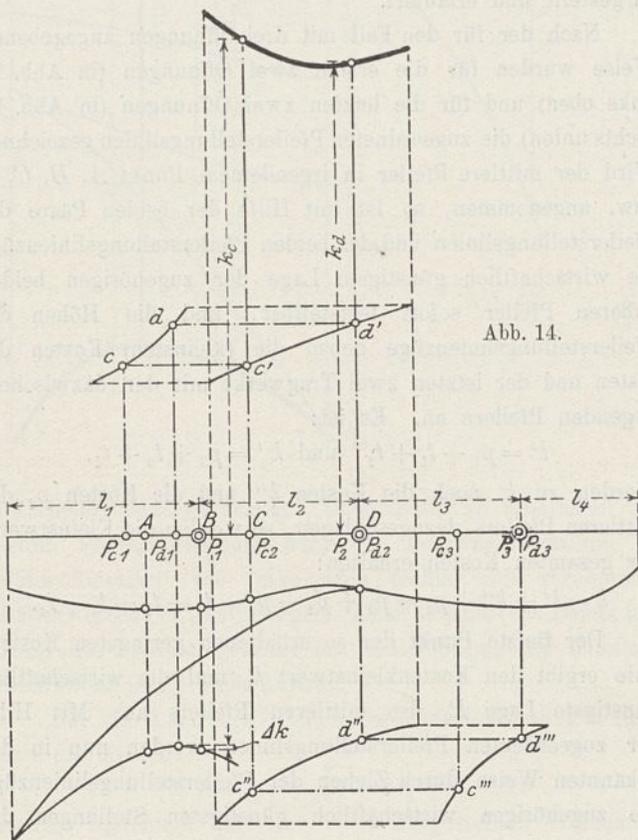


Abb. 14.

Verfahren geeignet sind, den besonderen Anforderungen der Praxis gerecht zu werden, sei nachfolgend ein in Abb. 14 dargestelltes Beispiel behandelt.

Die diesem Beispiel zugrunde liegende Aufgabe lautet: Es ist aus örtlichen Gründen notwendig, daß bei der zu entwerfenden Brücke mit vier Öffnungen der mittlere Pfeiler im Punkte  $C$  oder  $D$  zur Aufstellung kommt und daß die Anordnung eines Pfeilers zwischen den Punkten  $A$  und  $B$  vermieden werden soll.

Nach der in Abb. 13 angegebenen Weise werden die zwei Paar Pfeilerstellungslinien und die Kostenlinie gezeichnet. Bei Annahme des mittleren Pfeilers in  $C$  ergeben sich die übrigen zwei Pfeiler in  $P_{c1}$  und  $P_{c3}$  und die diesbezüglichen kleinsten Kosten betragen  $k_c$ . Wird der mittlere Pfeiler in  $D$  angenommen, so liegen die übrigen zwei Pfeiler in  $P_{d1}$  und  $P_{d3}$  und die kleinsten Kosten betragen  $k_d$ . Die Lage des mittleren Pfeilers in  $D$  gibt zwar geringere Kosten als jene in  $C$ , doch kommt der erste Pfeiler zwischen den Punkten  $A$  und  $B$  zu liegen, was aber vermieden werden soll. Nun zeigt aber die (unten links) angestellte Untersuchung, daß eine Verlegung des ersten Pfeilers von  $P_{d1}$  nach  $A$  oder  $B$  selbst nur eine ganz geringe Kostenerhöhung bedeutet. Im Hinblick weiter auf den Umstand, daß die Lage des ersten Pfeilers in  $B$  bedeutend günstigere Öffnungsweiten ergibt als jene in  $A$ , wird man schließlich im Sinne der gestellten Aufgabe und in Ansehung des Zieles der geringsten Kosten die Pfeiler in die Punkte  $P_1, P_2$  und  $P_3$  ( $B, D$  und  $P_{d3}$ ) verlegen. Die dieser Anordnung entsprechenden Kosten betragen:  $k = k_d + \Delta k$ .

Die Brückenanlage erhält fünf Öffnungen.

Die Sonderfälle, darin bestehend, daß einer oder mehrere der vier Pfeiler von vornherein festgelegt sind, lassen sich in einfacher Weise wieder auf die früheren Fälle zurückführen.

Hier sei nur der Sonderfall der verlangten symmetrischen Anordnung der Brückenanlage näher untersucht. Bei Erstreckung der Untersuchung nur auf die eine Brückenhälfte kommt man hier naturgemäß auf den Fall mit drei Öffnungen. Unter Hinweis auf den allgemeinen Fall mit drei Öffnungen und den Sonderfall mit drei Öffnungen, betreffend die symmetrische Anordnung, und unter Betrachtung der diesbezüglichen Abb. 12 und 10 wird es nicht schwer fallen, die in Abb. 15 durchgeführte Lösung der Aufgabe ohne besondere Erläuterungen zu verstehen.

Die Untersuchung des allgemeinen Falles ist in Abb. 16 dargestellt. — Die gesamten Kosten betragen bei fünf Öffnungen:

$$k = p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5.$$

Nach dem an früherer Stelle entwickelten Verfahren wurden zunächst mit Hilfe der Tragwerkkostenlinien der ersten und zweiten Öffnung die zugeordneten Pfeilerstellungslinien der beiden ersten Öffnungen (in Abb. 16 oben) und mit Hilfe der Tragwerkkostenlinien der vierten und fünften Öffnung die zugeordneten Pfeilerstellungslinien der beiden letzten Öffnungen (in Abb. 16 unten) bestimmt. Aus den Pfeilerstellungslinien können, wie bekannt, die Kosten der betreffenden beiden Tragwerke mit den dazwischenliegenden Pfeilern entnommen werden, also im vorliegenden Falle

$$\text{oben: } k' = p_1 + t_1 + t_2 \text{ und}$$

$$\text{unten: } k'' = p_4 + t_4 + t_5.$$

Nun werden zu den inneren Pfeilerstellungslinien die Pfeilerkosten dazugeschlagen, wodurch die Linien  $m'n'$  und  $m''n''$  erhalten werden. Denkt man sich den angenommenen Punkt  $A$  als Mittelpunkt der dritten Öffnung und wählt man als Stützweite der dritten Öffnung die Strecke  $l_3 = BC$ , so lassen sich die diesbezüglichen gesamten Baukosten im Hinblick auf die wirtschaftlich günstigste Anordnung der übrigen Öffnungen in folgender Weise bestimmen. Man zeichnet sich von der wagerechten Achse aus seitwärts (in Abb. 16 wegen Platzmangels in der Zeichnung) die Tragwerkkostenlinie der dritten Öffnung. Dann trägt man auf der der Stützweite  $l_3$  entsprechen-

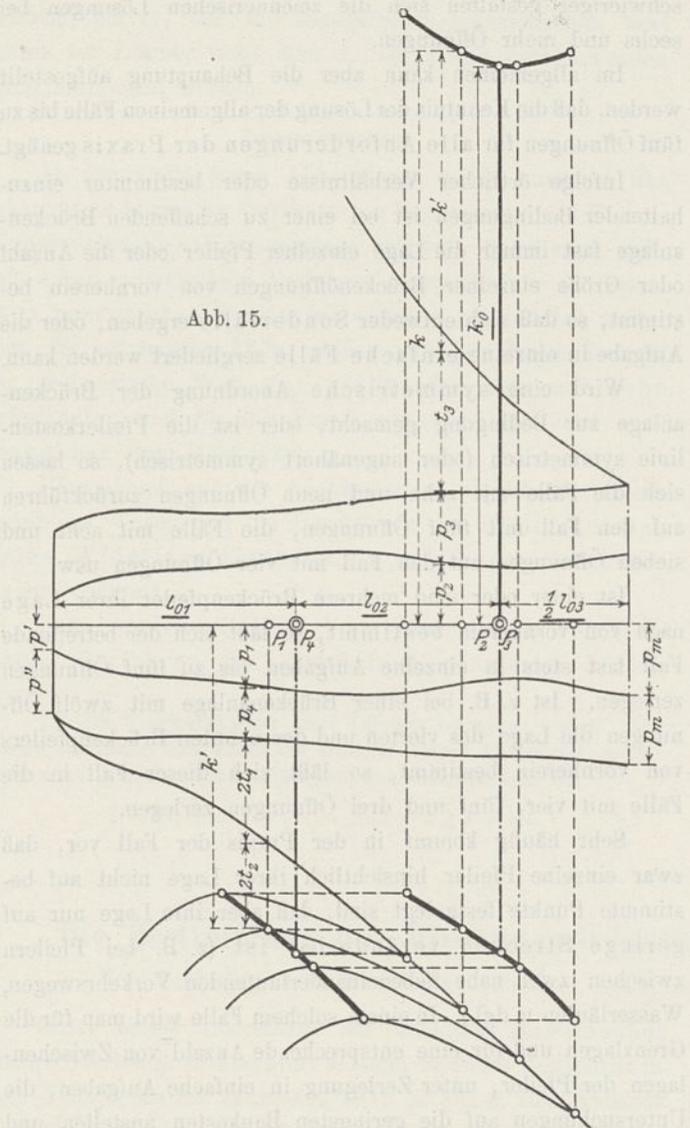


Abb. 15.

den Lotrechten über der Tragwerkkostenlinie die den Endpunkten  $B$  und  $C$  entsprechenden Abstände von den Linien  $m'n'$  und  $m''n''$ , die Werte  $(k' + p_2)$  und  $(k'' + p_3)$  auf und erhält den Punkt  $e$ . Der Abstand des Punktes  $e$  von der wagerechten Achse gibt die gesuchten kleinsten Kosten  $k$ . Es ist nach Abb. 16:

$$k = t_3 + (k' + p_2) + (k'' + p_3)$$

$$k = t_3 + (p_1 + t_1 + t_2 + p_2) + (p_4 + t_4 + t_5 + p_3)$$

$$k = p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5.$$

Werden nun für den Punkt  $A$  verschiedene Stützweiten angenommen und die diesen entsprechenden Kosten  $k$  (Punkte  $e$ ) ermittelt, so wird diesbezüglich seitwärts eine Linie (als geometrischer Ort der Punkte  $e$ ) gefunden, welche im Punkt  $a$  den tiefsten Punkt hat. Die diesem Punkt  $a$  entsprechenden Kosten, welche den Kleinstwert der Kosten der Brücke mit

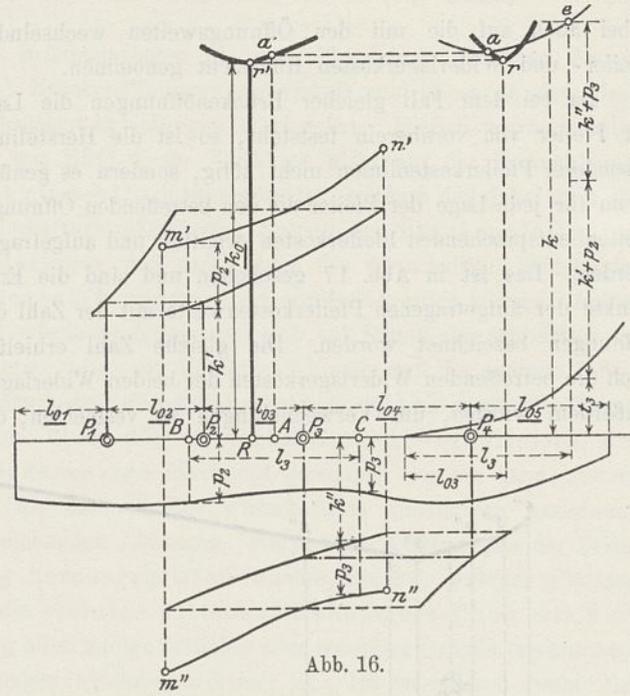


Abb. 16.

fünf Öffnungen für den Punkt  $A$  als Mittelpunkt der dritten Öffnung angeben, werden auch über dem Punkt  $A$  aufgetragen, wodurch der Punkt  $a'$  erhalten wird. Wird dasselbe Verfahren für andere (in der Nähe der Brückenmitte) gelegene Punkte durchgeführt, so ergeben die tiefsten Punkte der diesbezüglichen Linien verbunden zwei neue Linien, welche die tiefsten Punkte  $r$  und  $r'$  aufweisen. Der tiefste Punkt  $r$  begrenzt die wirtschaftlich günstigste Stützweite  $l_{03}$ . Der tiefste Punkt  $r'$  (der Kostenlinie) gibt die wirtschaftlich günstigste Lage des Mittelpunktes  $R$  der dritten Öffnung. Wird nun von diesem Punkt  $R$  aus nach beiden Seiten  $\frac{1}{2} l_{03}$  abgetragen, so werden die Pfeilerpunkte  $P_2$  und  $P_3$  erhalten. Die Bestimmung der Lage der Pfeilerpunkte  $P_1$  und  $P_4$  erfolgt dann mit Hilfe der zugeordneten Pfeilerstellungslinien in der bekannten Weise.

Die Brückenanlage erhält mehrere gleichgroße Öffnungen.

In vielen Fällen wird bei einer Brückenanlage die Anordnung gleichweiter Öffnungen und meistens auch gleichartiger Brückentragwerke zur Bedingung gemacht. Hierfür sprechen nebst verschiedenen örtlichen und sonstigen Gründen meistens schönheitliche Rücksichten, sowie technische und wirtschaftliche Beweggründe. In letzterer Hinsicht ist zu erwähnen, daß bei den Brücken mit eisernem Überbau durch die Herstellung vollständig gleicher Brückentragwerke bedeutend an Arbeit und Kosten gespart wird, wozu noch der Vorteil der Wiederverwendung der Aufstellungsgerüste kommt. Bei den massiven Brücken bildet allein die Wiederverwendung der teuren Lehr- oder Schalgerüste einen namhaften technischen und wirtschaftlichen Vorteil.

Ist in einem bestimmten Fall auch die Anzahl der Öffnungen von vornherein gegeben, so ist die Feststellung der Kosten für die verschiedenen Pfeiler- und Tragwerkausführungen eine einfache Zusammenzählung. In den meisten Fällen wird jedoch die Anzahl der Öffnungen von der Wirtschaftlichkeit der Brückenanlage abhängig gemacht werden. In Abb. 17 ist die zeichnerische Behandlung eines diesbezüglichen allgemeinen Falles zur Darstellung gebracht und ist



geradlinigen Verlauf der Tragwerkkostenlinie theoretisch die Kosten der Brückentragwerke stets ein fester Wert, unabhängig von der Zahl und Größe der Öffnungen.<sup>12)</sup> Die kleinsten Kosten werden daher für den Fall erzielt werden, bei welchem die Kosten der Brückenpfeiler einen Kleinstwert ergeben. Hieraus folgt weiter, daß bei kleinen Stützweiten mit nahezu geradlinigem Verlauf der Tragwerkkostenlinie die Pfeiler in den billigsten Lagen angeordnet werden müssen, oder mit anderen Worten gesagt, die tiefsten Punkte der Pfeilerkostenlinie geben die wirtschaftlich günstigsten Lagen der Pfeiler an.

Aus den vorangehenden Bemerkungen geht somit ausreichend hervor, daß die angegebenen zeichnerischen Verfahren zur Lösung wohl aller in der Praxis vorkommenden Fälle hinreichen werden.

#### Zusammenfassung.

In der vorliegenden Abhandlung wurde zunächst das bekannte rechnerische Verfahren zur Bestimmung des Kostenkleinstwertes einer Brückenanlage erörtert. Dabei ergab sich, daß dieses rechnerische Verfahren einerseits nur für einen ganz bestimmten Sonderfall Geltung hat und daß andererseits für allgemeine Fälle, selbst einfacher Beschaffenheit, der rechnerische Weg gar nicht oder aber nur sehr schwierig, und für die Praxis umständlich oder unbrauchbar zum Ziele führt.

Übergehend auf die zeichnerischen Verfahren, wurde zuerst das Wesen und die Herstellung der Pfeilerkostenlinien, Widerlagerkostenlinien und Tragwerkkostenlinien erläutert.

Dann wurden mit Hilfe dieser Linien neue zeichnerische Verfahren zur wirtschaftlich günstigsten Lösung

12) Die Tragwerkkosten einer Öffnung betragen:  $t = al$ . Die Kosten sämtlicher Tragwerke bei einer beliebigen Anzahl von  $n$  Öffnungen mit verschiedenen Öffnungsweiten belaufen sich auf:

$$T = al_1 + al_2 + \dots = \sum_1^n al = a \sum_1^n l = aL.$$

von Brückenanlagen für die allgemeinen Aufgaben bis zu fünf Brückenöffnungen entwickelt und diese an der Hand zahlreicher Abbildungen beschrieben. Hierbei wurde gezeigt, daß mit Hilfe dieser Verfahren nicht nur der Kostenkleinstwert eindeutig bestimmbar ist, sondern daß dabei auch die wirtschaftlich günstigsten Lagen der Brückenpfeiler und Widerlager und damit auch die wirtschaftlich günstigsten Brückenöffnungsweiten ermittelt werden können. Außerdem wurde nachgewiesen, daß auf Grund der schließlich erhaltenen Linie der (kleinsten) Kosten und der anderen Linien (zugeordnete Pfeilerstellungslinien u. dgl.) ein wertvoller Überblick über die wirtschaftlichen Verhältnisse der Brückenanlage überhaupt gewonnen werden kann, derart, daß für die von der wirtschaftlich günstigsten Anordnung abweichenden Lösungen jederzeit die Kosten aus der Zeichnung herausgegriffen werden können, welcher Umstand für die richtige wirtschaftliche Beurteilung und Wertung aller infolge örtlicher oder sonstiger Gründe erwünschten Lösungen besonders wertvoll ist. Im besonderen konnte der Nachweis erbracht werden, daß man auf Grund der angeführten zeichnerischen Lösungen in die Lage versetzt ist, die in der Praxis meist einander widerstrebenden, aber doch besonders anerstrebenswerten beiden Ziele, und zwar die schönheitliche Durchbildung der Brückenanlage durch geeignete Wahl der Zahl und Größe der Brückenöffnungen einerseits, mit der Wirtschaftlichkeit der Brückenanlage andererseits in befriedigenden Einklang zu bringen.

Schließlich wurde nachgewiesen, daß die angeführten Verfahren in der Regel zur Lösung aller der in der Praxis vorkommenden Fälle hinreichen, da infolge der von vornherein gegebenen Verhältnisse, insbesondere der aus örtlichen oder sonstigen Gründen von vornherein gegebenen Pfeilerstellungen, die betreffenden Aufgaben meistens auf vereinfachte Sonderfälle oder auf eine Anzahl vereinfachter Fälle zurückgeführt werden können.

## Die Bestimmung des Mischungsverhältnisses von erhärtetem Mörtel oder Beton.

Von Dipl.-Ing. J. v. Wrochem, Ständiger Assistent am Königl. Materialprüfungsamt Berlin-Lichterfelde.

Unter obiger Überschrift hat Dr.-Ing. H. Nitzsche, Königl. Oberlehrer in Frankfurt a. Main, in dieser Zeitschrift in Heft 4 bis 6 des 65. Jahrgangs 1915 S. 331 ff. eine Abhandlung veröffentlicht. Bei der Wichtigkeit derartiger Bestimmungen namentlich in Streitfällen seien einige Bemerkungen zu dieser Abhandlung gestattet. Vorher sei jedoch auf das Bestimmungsverfahren des Materialprüfungsamtes hingewiesen.<sup>1)</sup> Die Bestimmung des Mischungsverhältnisses wird dort im allgemeinen wie folgt vorgenommen:

#### A. Zementmörtel- und beton.

Angenommen es handelt sich um Kiesbeton. Zunächst wird durch Vorproben festgestellt, ob der Zuschlagstoff des Betons kohlen-sauren Kalk in Form von Kalksteintrümmern in größeren Mengen enthält. Ist dies nicht der Fall, so läßt

sich das Mischungsverhältnis in folgender Weise bestimmen: Etwa 3 kg oder mehr (je nach der Korngröße des Kiessandes oder der Kiesel) des getrockneten und zerkleinerten Betons werden mit verdünnter Salzsäure solange behandelt, bis das Bindemittel in Lösung gegangen ist. Der Säureauszug wird mit den abschlämmbaren Bestandteilen vom Sand- oder Kiesbestand abgegossen, absitzen gelassen und der Bodensatz von der beim Lösen des Zementes abgeschiedenen Kieselsäure durch Ausziehen mit verdünnter Natronlauge befreit und getrocknet. Wird das Gewicht des so erhaltenen Zuschlagstoffes und der abgeschlämmtten Anteile von dem Gewicht des angewandten Mörtels oder Betons abgezogen, so entspricht der Unterschied dem Gehalt des Materials an erhärtetem Zement. Sodann wird in einer kleinen, fein zerkleinerten guten Durchschnittsprobe des getrockneten Mörtels oder Betons, sowie in einer Durchschnittsprobe des abgeschiedenen Zuschlagstoffes der Glühverlust bestimmt und daraus der oben erhaltene Bindemittelgehalt auf den Gehalt an Zement im ursprünglichen, nicht erhärteten Zustande umgerechnet.

1) Vgl. H. Burchartz, Die Prüfung von abgebundenem (erhärtetem) Zementmörtel und -beton. Mitteil. des Mat.-Prüf.-Amtes 1906, S. 291 ff., und Ders., Die Bestimmung des Mischungsverhältnisses von abgebundenem (erhärtetem) Zementmörtel und -beton Ebenda 1912, S. 117 ff.

Beispiel: Es seien folgende Werte gefunden:

Kiessand . . . . .	68,2 vH.	$\left\{ \begin{array}{l} 69,2 \text{ vH. trockenes bzw.} \\ 72,0 \text{ vH. feuchtes Zu-} \\ \text{schlagmittel} \\ \text{(mit 4 vH. Wasserzusatz)} \end{array} \right.$
Abschlämmbare Bestandteile (Ton und feinsten Staubsand)	1 vH.	
Bindemittel (Zement) . . . . .	30,8 vH.	$\left\{ \begin{array}{l} \text{kohlensäure- und wasser-} \\ \text{frei 24 vH.} \end{array} \right.$

Hieraus berechnet sich das Mischungsverhältnis des kohlensäure- und wasserfreien Bindemittels zum feuchten Zuschlagstoff (mit 4 v. H. Wasserzusatz, siehe auch weiter unten)<sup>2)</sup> nach Gewichtsteilen zu 1:3. Nun werden aber in der Praxis die Stoffe bei der Mörtel- und Betonbereitung fast ausschließlich nach Raumteilen gemischt. Es muß daher, um den Verhältnissen der Praxis Rechnung zu tragen, das durch die Analyse gefundene Mischungsverhältnis nach Gewichtsteilen in ein solches nach Raumteilen umgerechnet werden. Zu dieser Berechnung benötigt man der Raumgewichte der Stoffe, die zur Herstellung des in Frage kommenden Mörtels oder Betons verwendet worden sind. Sind diese Raumgewichte, bekannt oder kann man sie nachträglich einwandfrei feststellen, so ist jene Umrechnung leicht und sicher durchzuführen.

Da man den Zement aber nicht mehr in dem Urzustande, in dem er verarbeitet worden ist, aus dem erhärteten Mörtel oder Beton wiedergewinnen kann, läßt sich sein Raumgewicht nachträglich nicht mehr ermitteln, wenn nicht noch Probenreste des unverarbeiteten Zements vorhanden sind. Dagegen läßt sich der Zuschlagstoff aus dem Mörtel oder Beton, soweit er in Salzsäure nicht löslich ist, wiedergewinnen, und sein Raumgewicht kann bestimmt werden, wobei allerdings noch zu berücksichtigen ist, daß man nicht den Feuchtigkeitsgehalt kennt, in welchem der Zuschlagstoff verarbeitet worden ist, und von dem bekanntlich das Ergebnis der Raumgewichtsbestimmung abhängig ist.

Im Materialprüfungsamt wird bei der Umrechnung des Mischungsverhältnisses nach Raumteilen wie folgt verfahren: Als Raumgewicht für das Bindemittel wird, falls es sich um Zementmörtel oder -beton handelt, das für Portlandzement festgelegte<sup>3)</sup> Raumgewicht von 1400 kg für 1 cbm oder 1,4 kg für 1 l zugrunde gelegt. Als Raumgewicht des bei der Analyse gewonnenen Zuschlagstoffes wird das mittlere Gewicht eines Liters des mit 4 vH. Wasser angefeuchteten Sand-, Kies- usw. Materials<sup>4)</sup> in die Rechnung eingesetzt. Ist beispielsweise wie oben das Verhältnis der Bestandteile eines Betons nach Gewichtsteilen auf rd. 24 Zement:72 Kiessand, also auf 1:3 festgestellt, so berechnet sich — unter der Annahme, daß das Raumgewicht des Kiessandes zu 1,60 kg/l gefunden sei —, das Verhältnis der Stoffe nach Raumteilen auf

$$\frac{24}{1,40} : \frac{72}{1,60} = 1:2,6.$$

2) Ein geringer, praktisch zu vernachlässigender Fehler liegt nur darin, daß die Zuschlagstoffe meist Spuren von in Säure löslichen Bestandteilen enthalten und daher die Mischung vielleicht um ein geringes zu fett gefunden wird; das Ergebnis wird also etwas zugunsten des Betonherstellers ausfallen.

3) Nach früheren ministeriellen Bestimmungen für die Vorbereitung, Ausführung und Prüfung von Bauten aus Stampfbeton ist zur Umrechnung von Raumteilen auf Gewichtsteile das Durchschnittsgewicht des Portlandzementes mit 1400 kg für 1 cbm anzunehmen.

4) Bestimmt wird das Raumgewicht des mit 4 vH. Wasser angefeuchteten Zuschlagstoffes eingelaufen und eingerüttelt, aus den beiden Werten wird das arithmetische Mittel gebildet.

Die Bestimmung des auf vorbeschriebene Weise ermittelten Mischungsverhältnisses ist nach langjähriger Erfahrung als ausreichend genau zu bezeichnen. Sie ist jedoch nur durchführbar, wenn der Zuschlagstoff keine in Säure löslichen Bestandteile enthält.

Nun enthalten aber die zur Mörtel- und Betonbereitung verwendeten Zuschlagstoffe (Sand, Kies und Steinschlag) sehr häufig entweder kohlensauren Kalk in Form von Kalksand oder Kalksteintrümmern oder, wie z. B. Schlackensand und verschiedene Gesteinsarten (Bimssand, Vulkansand, Basaltgrus usw.), sonstige in Säure lösliche Bestandteile, die auch im Zement enthalten sind (lösliche Kieselsäure, Eisenoxyd und Tonerde). Bei Vorhandensein solcher (in Säure löslicher) Bestandteile im Zuschlagstoff gehen diese durch die Behandlung mit Salzsäure neben dem Bindemittel in Lösung, man würde also bei Vernachlässigung dieser Stoffe eine fettere Mischung (mehr Bindemittel) finden, als tatsächlich angewendet worden ist. Zweckmäßig wird, falls durch die Vorprobe die Löslichkeit des Zuschlagstoffes oder eines Teiles desselben festgestellt wird, von dem Versuch, das Mischungsverhältnis zu ermitteln, Abstand genommen. In solchen Fällen, in denen die Ausführung der Bestimmung, wenn auch nur annäherungsweise, dringend erwünscht ist, kann man sich bei Abwesenheit von löslicher Kieselsäure im Zuschlag damit helfen, den Gehalt des Mörtels oder Betons an löslicher Kieselsäure zu ermitteln und mit Hilfe dieses Kieselsäuregehaltes unter Zugrundelegung des Durchschnittsgehaltes normaler Portlandzemente an Kieselsäure<sup>5)</sup> den Gehalt des Betons an Zement berechnen, wobei der Glühverlust des abgebundenen Zements mit 20 vH. in Ansatz gebracht wird. Selbst bei diesem Notbehelf wird erfahrungsgemäß der Höchstfehler kaum größer als  $\frac{1}{2}$  Gewichtsteil. Die Umrechnung in Raumteile ist hierbei natürlich nur dann möglich, wenn das Raumgewicht des Kiessandes einwandfrei bekannt ist.

#### B. Kalkmörtel.

Ähnlich wie bei der Bestimmung der Zusammensetzung von Zementmörtel und -beton liegen die Verhältnisse bei Kalkmörtel. Auch für diesen läßt sich der Gehalt an Bindemittel (Kalk, Kalkhydrat) nur unter der Voraussetzung ermitteln, daß der Sand keine in Säure löslichen Bestandteile enthält; aber selbst wenn dies nicht der Fall ist, treten bei der Berechnung des Mischungsverhältnisses die gleichen Schwierigkeiten ein, wie bei Zementmörtel oder Betonmischungen. Vorausgesetzt, daß der Zuschlagstoff (Sand) keine in Säure löslichen Bestandteile enthält, läßt sich das Verhältnis von Kalk zu Sand nach Gewichtsteilen mit genügender Genauigkeit bestimmen; die Umrechnung dieses Verhältnisses nach Raumteilen ist jedoch unzuverlässig. Dieser Berechnung wird als Einheitsgewicht für den Kalk (Kalkteig) der Wert 1,3 kg — dies Litergewicht hat durchschnittlich Kalkteig mit etwa 50 vH. Wassergehalt — und für den Sand das arithmetische Mittel aus den Litergewichten des eingelaufenen und eingerüttelten Stoffes mit 4 vH. Wasserzusatz zugrunde gelegt.

5) Angenommen wird ein Kieselsäuregehalt von 22 vH. Der Kieselsäuregehalt deutscher Portlandzemente schwankt zwischen 18,45 und 24,8 vH. (siehe H. Burchartz, Die Eigenschaften von Portlandzementen usw. Mitt. d. Mat.-Prüf.-A. 1915, S. 67, nach den neuesten Mitteil. d. Labor. d. Ver. d. deutschen Portlandzementfabrikanten).

Sieht man von dem Ausnahmefall der Errechnung des Mischungsverhältnisses aus dem Gehalt des Mörtels oder Betons an löslicher Kieselsäure ab, so bietet das Verfahren des Materialprüfungsamtes in allen Einzelheiten Gewähr für ausreichende Genauigkeit, wie durch planmäßige ausgeführte Kontrollprüfungen festgestellt worden ist.<sup>6)</sup> Unmittelbar führt es zur Feststellung des Glühverlustes, des Gehalts an in Säure unlöslichen Bestandteilen (Kies, Sand und Ton) sowie des Raumgewichts dieser Bestandteile, mittelbar benutzt es als gegebene Größen den Wert 1,40 für das Raumgewicht des Zements und den Wert 1,30 für das Raumgewicht von Kalkteig mit 50 vH. Wassergehalt, vorausgesetzt, daß Luftkalk vorliegt. Diese Annahme — Raumgewicht 1,4 für Zement und 1,3 für Kalkteig — ist keineswegs willkürlich, sie deckt sich vielmehr so hinreichend mit der Wirklichkeit, daß die Genauigkeit der Berechnung durch Einsetzen dieser Werte nicht merkbar leidet.

Unberücksichtigt bleibt bei dem Verfahren des Amtes die Möglichkeit, daß das Bindemittel in Salzsäure unlösliche Bestandteile in irgend wie beträchtlicher Menge enthält. Liegt dieser Fall vor, so wird das Mischungsverhältnis allerdings etwas zu mager gefunden. Der dadurch entstehende Fehler ist aber praktisch so belanglos, daß er vernachlässigt werden kann. Das soll an einem Beispiel gezeigt werden: Es handele sich um einen Zementbeton vom Mischungsverhältnis 1:10 in Raumteilen, das Raumgewicht des feuchten Kieses (mit 4 vH. Wasserzusatz) betrage 1,8, der Gehalt des verwandten Portlandzementes an in Salzsäure unlöslichen Bestandteilen betrage 6 vH. (eine übrigens ganz unmöglich hohe Zahl, trotzdem aber von Herrn Dr.-Ing. Nitzsche verschiedenen Berechnungen zugrunde gelegt), der Glühverlust des Betons 1,8 vH., so würde sich folgende Rechnung ergeben:

a) wenn von dem in Salzsäure unlöslichen Rückstand eine dem Gehalt von 6 vH. unlöslichem Rückstand in Zement entsprechende Menge abgezogen wird:	b) wenn der gesamte in Salzsäure unlösliche Rückstand fälschlich als aus dem Zuschlagstoff darstellend angesehen wird:
Rückstand . . . 90,8 vH.	Rückstand . . . 91,3 vH.
Glühverlust . . . 1,8 vH.	Glühverlust . . . 1,8 vH.
92,6 vH.	93,1 vH.
Bindemittel demnach . . . 7,4 vH.	Bindemittel demnach . . . 6,9 vH.
100,0 vH.	100,0 vH.
Auf 90,8 vH. Rückstand kommen 3,6 vH. Feuchtigkeit hinzu (4 vH.)	Auf 91,3 vH. Rückstand kommen 3,7 vH. Feuchtigkeit hinzu
zus. 94,4 vH.	zus. 95,0 vH.
Mischungsverhältnis in Gewichtsteilen:	Mischungsverhältnis in Gewichtsteilen:
Bindemittel, kohlen säure- und wasserfrei: feuchtem Kies-sand, also:	Bindemittel, kohlen säure- und wasserfrei: feuchtem Kies-sand, also:
7,4 : 94,4 = 1 : 12,8.	6,9 : 95,0 = 1 : 13,8.
In Raumteilen:	In Raumteilen:
$\frac{1}{1,4} : \frac{12,8}{1,8} = 1 : 10,0.$	$\frac{1}{1,4} : \frac{13,8}{1,8} = 1 : 10,7.$

Also selbst bei einem so unmöglich hohen Wert wie 6 vH. Unlösliches im Portlandzement beträgt der Fehler beim

6) H. Burchartz, Die Bestimmung des Mischungsverhältnisses von abgebundenem Zementmörtel und -beton. Mitt. d. Mat.-Prüf.-Amtes 1912, S. 117 ff.

Mischungsverhältnis 1:10 nur 0,7 Raumteil. Da bei den meisten Portlandzementen der Gehalt an Unlöslichem unter 0,5 vH. bleibt und nur in wenigen Fällen 1 vH. und mehr beträgt,<sup>7)</sup> eine Höhe von 6 vH. aber höchstens bei den hinsichtlich des unlöslichen Rückstandes an der Spitze stehenden sog. Naturzementen und anderen zur Herstellung von Beton kaum in Frage kommenden Bindemitteln<sup>8)</sup> zu finden ist, so fällt der durch Vernachlässigung jenes Bestandteiles entstehende Fehler tatsächlich kaum in die Wagschale.

Wie steht es nun demgegenüber mit den Grundlagen, auf denen das von Herrn Dr.-Ing. Nitzsche angegebene Verfahren beruht?

1. Ist zu seiner Ausführung die genaue Kenntnis einer Reihe von Eigenschaften sowohl der Zuschlagstoffe als auch der Bindemittel erforderlich.

2. Bildet insbesondere der Gehalt des Bindemittels an in Salzsäure unlöslichen Bestandteilen die Grundlage für die Berechnung des Mischungsverhältnisses.

Zu 1. Die Bestimmung des Mischungsverhältnisses erweist sich in den meisten Fällen erst mehr oder weniger lange Zeit nach Fertigstellung der fraglichen Bauten als notwendig. Selten sind dann noch in einwandfreier Weise die verwendeten Einzelstoffe (Bindemittel und Zuschlagstoffe) zu erlangen. Ist es zweifellos durchaus wünschenswert, neben dem Mörtel oder Beton seine Bestandteile im Zustande vor der Verarbeitung zur Prüfung heranziehen zu können, so beruht die Stärke des Verfahrens, wie es im Materialprüfungsamt (und wohl überhaupt an allen hierfür maßgebenden Prüfungsstellen) ausgeübt wird, gerade darin, daß man ohne Hinzuziehung der unverarbeiteten Bindemittel und Zuschlagstoffe auskommt. Will und kann man mit Herrn Dr.-Ing. Nitzsche nur dann an die Prüfung herangehen, wenn man alle verwendeten Baustoffe zur Hand oder sich wenigstens in einwandfreier Weise von ihren in Frage kommenden Eigenschaften unterrichtet hat, so wird man sicherlich in der weitaus überwiegenden Zahl der Fälle auf die Ausführung der Prüfung verzichten müssen.

Zu 2. Aber gesetzt auch den Fall, alle Vorbedingungen, die für das von Herrn Dr.-Ing. Nitzsche beschriebene Verfahren gestellt werden, wären erfüllt, so erscheint es außerordentlich bedenklich, den Gehalt des Bindemittels an in Salzsäure unlöslichen Bestandteilen als eine der Grundlagen für die Berechnung des Mischungsverhältnisses zu wählen. Wie bedenklich — namentlich auch in ungeübter Hand — gerade dieser wesentliche Teil des von Herrn Dr.-Ing. Nitzsche geschilderten Verfahrens ist, dafür mögen seine eigenen Ausführungen als Beispiel dienen.

Auf S. 334 seiner Abhandlung beschreibt der Verfasser unter IV. den „Rechnungsgang im allgemeinen“ und bietet dabei folgendes einfache Beispiel: „Es sei ein Stück Kiesbeton von 9000 g Trockengewicht vorgelegt, dessen Mischungsverhältnis aus folgenden Angaben zu ermitteln ist: Der Kiessand hat ein Raumgewicht von 1,64 im trocknen und 1,68 im verwendungsfeuchten Zustand; er enthält 6,8 Gewichtsteile an Abschlämbarem und 1,7 Gewichtsteile

7) H. Burchartz, Die Eigenschaften von Portlandzementen usw. Mitt. d. Mat.-Pr.-Amtes 1915, S. 63/64 u. S. 67.

8) Ebenda S. 66.

Salzsäurelösliches, beides auf trocknen ursprünglichen Kiessand bezogen. Das Bindemittel ist Portlandzement, von dem festgestellt wurde (!), daß der erhärtete Stoff in Salzsäure 6,3 Gewichtsteile, bezogen auf losen Zement von 1,35 Raumgewicht, an abschlämmbaren Rückständen hinterläßt. Nach völligem Zerfall (Anmerk.: Wie lange das bei etwa „faustgroßen“ Betonstücken dauern soll, wird nicht gesagt) der 9000 g Beton wurde der Gesamtrückstand gewaschen, d. h. das Abschlämmbare vom reinen Kiessand getrennt; an trockenem, reinem Kiessand fanden sich 7714 g, an getrockneter Schlämme 756 g. In letzterer ist sowohl das vom ursprünglichen Kiessand Abschlämmbare wie der Zementrückstand enthalten. Da von der zur Herstellung von 9000 g Beton verwendeten Kiesmenge 1,7 vH. in Lösung gegangen und 6,8 vH. abgeschlämmt worden sind, so muß diese ursprüngliche Kiesmenge betragen haben:

$$\frac{7714}{1 - \frac{6,8 + 1,7}{100}} = \frac{7714}{0,915} = 8431 \text{ g.}$$

Hieraus entstammen  $\frac{8431 \cdot 6,8}{100} = 573,3$  g Schlämme, die im gesamten abgeschlämmt Rückstände stecken. Der Unterschied  $756 - 573,3 = 182,7$  g stellt also das aus dem Zement Zurückgebliebene dar. Da 100 g lose zur Verwendung gebrachter Zement 6,3 g Rückstand erzeugen, so müssen  $\frac{182,7 \cdot 100}{6,3} = 2900$  g loser Zement vom Raumgewicht 1,35 verwendet worden sein; das sind  $\frac{2900}{1,35} = 2148$  ccm.

Die verwendete Menge an verwendungsfeuchtem Kies hat betragen:

$$\frac{8431 \cdot (1 + 1,68 - 1,64)}{1,68} = \frac{8431 \cdot 1,04}{1,68} = \frac{8768}{1,68} = 5219 \text{ ccm.}$$

Das Mischungsverhältnis nach Raumteilen war also:

$$1 : m = 2148 : 5219 = 1 : 2,4''.$$

Hier ist nun ein großes Mißgeschick unterlaufen, das offenbar z. T. auf die unvollständige Lösung des Zements in der Salzsäure zurückzuführen ist, denn anders läßt sich der gemachte Fehler nicht erklären. Wäre genügend zerkleinert worden, so wäre die als „Schlämme“ bezeichnete Menge zweifellos kleiner geworden, und der Herr Verfasser wäre nicht in die Lage gekommen, aus der Gesamtschlämme (756 g) und dem zum Kiessand gehörigen Anteil der Schlämme (573,3 g) noch einen Unterschied von 182,7 g zu errechnen, der nun unbedingt die in Salzsäure unlöslichen Bestandteile des Zements darstellen muß. Glücklicherweise hat der fragliche „Portlandzement“ über 6 vH. solcher Anteile. Je geringer dieser Wert nämlich gewesen wäre, um so höher wäre der errechnete Zementgehalt des Betons über die angegebenen 2900 g hinausgewachsen. Setzt man z. B. nur den gewöhnlichen Höchstgehalt der Portlandzemente an Unlöslichem in die Rechnung ein, so errechnet sich eine Zementmenge von  $\frac{182,7 \cdot 100}{0,5} = 36540$  glosem Zement. Die wirkliche Kies- und Schlammemenge mit 8431 g als richtig angenommen, würde sich alsdann die Gleichung ergeben:

8431 g Kies und Abschlämmbares aus dem Kies + 36540 g loser Zement + gebundenes Wasser und gebundene Kohlensäure = 9000 g.

Dadurch, daß der Gehalt an Unlöslichem — wahrscheinlich nicht ganz richtig — mit 6 vH. ermittelt und also in

Rechnung gestellt ist, ermäßigt sich die „Unstimmigkeit“ auf folgende „Gleichung“:

$$\frac{8431 \text{ g Kiesanteile} + 2900 \text{ g loser Zement}}{\text{zusammen schon } 11331 \text{ g}}$$

zusammen schon 11331 g

$$+ \text{Wasser und Kohlensäure} = 9000 \text{ g.}$$

So kommt es denn, daß ein Beton, der auf 9000 g 8431 g Kiesbestandteile = 93,7 vH. trocken oder  $93,7 \cdot 1,04 = 97,4$  vH. verwendungsfeucht enthält, denen als Bindemittel also nur noch 6,3 vH. erhärteter oder etwa 5 vH. unerhärteter Zement gegenüberstehen, ein vom Herrn Verfasser errechnetes Mischungsverhältnis von 1:2,4 in Raumteilen erhält, das in Wahrheit etwa folgendermaßen aussehen müßte:

$$\text{In Gewichtsteilen} \quad . . . . . 5,0 : 97,4 = 1 : 19,5,$$

$$\text{in Raumteilen} \quad . . . . . \frac{1}{1,35} : \frac{19,5}{1,68} = 1 : 15,7,$$

also 1:15,7 statt 1:2,4!

Schlagender kann die vom Herrn Verfasser selbst hervorgehobene „Empfindlichkeit“ des Verfahrens nicht bewiesen werden. Gewiß ist anzuerkennen, daß man auch auf diesem Wege bei großer Übung und sorgfältiger Arbeit zu brauchbaren Ergebnissen gelangen kann. Indessen verbietet die Fülle notwendiger Voraussetzungen, deren jede die „Empfindlichkeit“ zu beeinflussen vermag, allgemeine Anwendung. Die durch Herrn Dr.-Ing. Nitzsche neu herzugetragenen Gedankengänge werden den mit der Ausführung derartiger Arbeiten betrauten Prüfungsstellen deshalb wohl kaum Anlaß bieten, von dem bisher verfolgten Wege abzuweichen, bei dem man mit der auf das notwendigste beschränkten Zahl von Werten auskommt. Anscheinend sind dem Herrn Verfasser die einschlägigen Schriften unbekannt geblieben; sonst hätte er wenigstens auf diese Bezug nehmen und erkennen müssen, daß das bestehende Verfahren zur Bestimmung des Mischungsverhältnisses von erhärtetem Mörtel und Beton erprobt und zuverlässig ist.

Zu der Arbeit des Herrn Dipl.-Ing. J. v. Wrochem bemerke ich kurz folgendes:

1. Ich gebe unumwunden zu, daß das von Herrn v. Wrochem mitgeteilte Verfahren, das mir in den Einzelheiten nicht bekannt war, einfacher als das meine ist.

2. Ich gebe zu, daß ein Mangel meines Verfahrens darin zu erblicken ist, daß die Eigenschaften der Betonrohstoffe genau bekannt sein müssen. Aber das ist gegenüber Annahmen eine verständliche Forderung, die u. U. zur Lösbarkeit der Aufgabe führt, auch wenn die Zuschlagstoffe kalkhaltig sind.

3. Ich erblicke einen Mangel bzw. eine Quelle für Unsicherheiten auch in dem von Herrn v. Wrochem geschilderten Verfahren darin, daß über die Rohstoffeigenschaften gewisse Annahmen gemacht werden müssen.

4. Ich habe anfänglich Mißerfolge mit meinen Versuchen gehabt, habe aber durch Sorgfalt und Übung erreicht, daß ich mich auf die Ergebnisse bei erfüllten Bedingungen verlassen kann, was Herr v. Wrochem anerkennt.

5. Aus dem Umstande, daß auch vom Königl. Materialprüfungsamt unter Umständen, wenn die Rohstoffe nicht mitgeprüft werden können, entsprechende Anträge abgelehnt werden mußten, ist auf die Schwierigkeit der Frage im allgemeinen zu schließen.

Dr. Nitzsche.