





## Neubau des physiologischen Institutes der Universität Marburg.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 19 bis 23 im Atlas.)

Für das physiologische Institut der Universität Marburg wurde, abweichend von den seitherigen ähnlichen Anstalten, ein Bau errichtet, in welchem der Unterricht in der Physiologie nach der morphologischen, chemischen, physicalischen und rein physiologischen Seite möglichst gleichmäÙig gepflegt und anschaulich gestaltet werden kann. So ist der Bau nicht nur für den zeitigen Leiter des Institutes, dessen Forschungen auf den neueren Gebieten der Physiologie bahnbrechend geworden sind, sondern überhaupt den Anforderungen der Neuzeit entsprechend ausgerüstet, besonders aber Gelegenheit gegeben, die Studirenden selbst zu rein physiologischen und physiologisch-chemischen Arbeiten in größerer Zahl praktisch anzuleiten.

Als Bauplatz stand das südlich der Elisabethkirche, an der nach dem Deutschhaushofe führenden Straße belegene Grundstück zur Verfügung, auf welchem die kurz vorher infolge Uebersiedelung in einen umfangreichen Neubau verlassene alte medicinische Klinik mit ihrem Zubehör sich befand. Während der Bauausführung konnte nur ein Theil der alten Klinik, deren Umfassungsmauern Reste eines Hospitals der heil. Elisabeth sind, niedergelegt werden, während ihre stehenbleibenden Theile nochmals zur vorübergehenden Aufnahme von Räumen für das ebenfalls durch Neubau zu ersetzende pathologische Institut eingerichtet wurden.

Es sei hier gestattet, von diesem dem Abbruch geweihten Ueberbleibsel des 13. Jahrhunderts das Bemerkenswerthe einzuschalten, zumal wohl kaum an anderer Stelle seiner gedacht werden wird. Beim Abbruch des nördlichen Theiles wurden die als ursprünglich erkennbaren Reste des alten Hospitalles von den späteren Aenderungen und Zuthaten befreit, und es gelang, eine den früheren Zustand deutlich zeigende Ruine herauszubilden, die durch Aufmessung und Lichtbild-Aufnahme der Ueberlieferung erhalten wurde. Der Mittelbau und der südliche Flügel des alten Bauwerks bestehen zur Zeit noch und werden erst, nachdem für die jetzt darin befindlichen Wirtschaftsräume der nebenan liegenden chirurgischen Klinik Ersatz geschaffen worden ist, abgebrochen. Soweit aber bis jetzt erkennbar, bestand das alte Elisabethhospital aus einem rechteckigen Saalbau, der nur an der Westseite durch etwa 2,5 m über Fußboden hoch liegende, rundbogig geschlossene Fenster mit beiderseits abgeschrägten Leibungen erleuchtet war. Inmitten der Rückwand ist dem Saale ohne Trennung ein Capellenausbau angefügt, der mit drei Seiten des Achtecks geschlossen

ist und sieben Fenster besessen hat (Abb. 1 u. 2). Consolartige Auskragungen im Inneren daselbst, welche jedoch durch die späteren Einbauten völlig ihrer Profilirungen beraubt sind, und die Strebepeileranordnung lassen erkennen, daß diese Capelle gewölbt war, wogegen der Hauptraum mit Sicherheit als ungewölbt und mit gerader Balkendecke versehen angenommen werden darf. Beim Abbruch konnte außerdem nur noch die ehemalige Beschaffenheit des Putzes und der Färbung des Innenraumes

festgestellt werden. Der sehr dünne Putz haftete sehr fest auf dem Steine, war blaßrosa gefärbt und durch loth- und wagrecht eingerissene, weiß gemalte Fugen quaderartig eingetheilt. Den bemerkenswerthesten Theil bildet das Außere des Capellenausbau (Abb. 1). Auf gemeinschaftlichem Unterbau sitzen die kräftigen, mit doppeltem Sockelprofil (Abb. 3) versehenen Strebepeiler, auf welche bis zur Höhe der Gewölbeanfänger reichen und dort pultdachartig abgedeckt sind, während lisenenförmige Fortsetzungen bis dicht unter das Hauptgesims (Abb. 4) reichen und dort in Knäufen endigen. Das Hauptgesims ist augenscheinlich in seiner Lage erhalten. Die Fenster sind zur Zeit noch durch Einbauten verdeckt, doch ist durch Entfernung des Putzes bereits erkennbar, daß sie spitzbogig geschlossen und verhältnißmäßig tief herabgeführt waren. — Als zu diesem Hospital gehörig ist noch der unter dem

nördlichen Theile desselben befindliche Keller zu erwähnen. Er besteht aus zwei wenig spitzbogigen Kreuzgewölben von Bruchsteinen in Kalkmörtel, die durch einen halbkreisförmigen Gurtbogen aus Schnittsteinen getrennt sind. Zugänglich ist er durch eine auf der Ostseite kellerhalsartig vorgelegte, überwölbte Treppe, die wahrscheinlich erst in späterer Zeit derartig umgelegt wurde, daß sie vom Inneren des Gebäudes aus begangen werden konnte. Die Beleuchtung erfolgte durch zwei bedeutend über dem Gewölbescheitel und daher mit langem Lichtschacht nach dem Inneren versehene Fenster an der Nordseite. Um den einstigen Standort des alten Hospitalles zu kennzeichnen, soll dessen baulich wichtigster Theil, der Capellenausbau, von seinen späteren Zuthaten befreit, in den Gartenanlagen des neuen Institutes als Ruine erhalten werden.

Das physiologische Institut ist aus Rücksichten der Gewinnung eines guten Standpunktes für die Betrachtung der Elisabethkirche thunlichst an die Ostgrenze gerückt worden; der

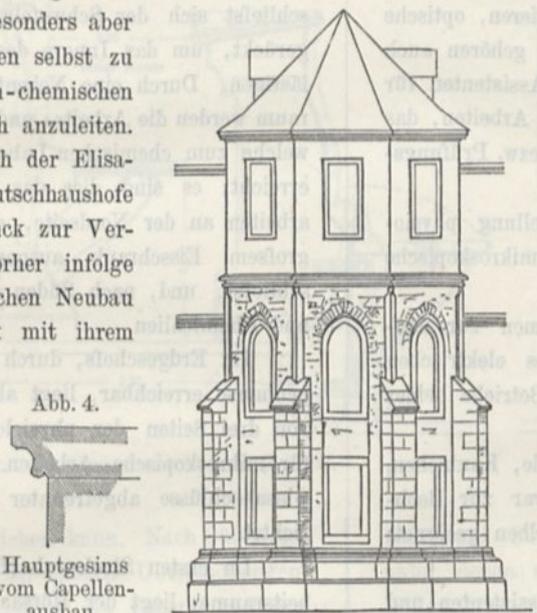
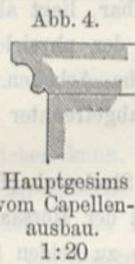


Abb. 1. Ansicht.



Hauptgesims vom Capellenausbau. 1:20

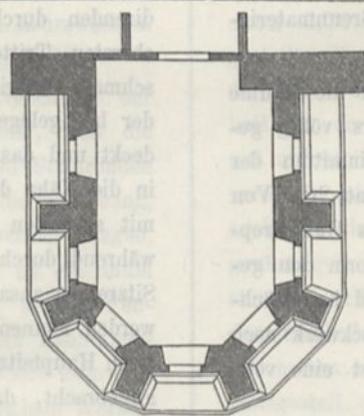
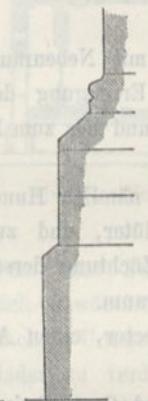


Abb. 2.

Grundriß des Capellenausbau.

Abb. 3.



Sockelgesims des Capellenausbau. 1:40

Nachbar wurde verpflichtet, bei späterer Bebauung seines Grundstückes den gleichen Abstand einzuhalten.

Dem Raumbedürfnis entsprechend waren zu beschaffen:

1. Arbeitsräume für die Studirenden, und zwar für die physiologisch-chemischen Arbeiten und für die rein physiologischen Arbeiten, mit den erforderlichen Nebenräumen für Apparate zu besonderen Arbeiten.

2. Ein Hörsaal für 100 Zuhörer, ausgestattet mit den erforderlichen Einrichtungen zur Vorführung der für den Unterricht nöthigen Experimente, auch auf physicalischem und chemischem Gebiete, dazu in unmittelbarer Verbindung ein Vorbereitungs- und Räume, in welchen die in der Vorlesung berührten Gegenstände und Versuche in einer Reihe von mikroskopischen und makroskopischen Darstellungen oder am lebenden Individuum vorgeführt werden.

3. Räume, welche hauptsächlich wissenschaftlichen Arbeiten dienen, besonders eingerichtet für Versuche an Thieren, optische Untersuchungen und für Gas-Analysen. Hierher gehören auch das Privat-Laboratorium des Directors und des Assistenten für chemische Arbeiten, der Raum für mikroskopische Arbeiten, das Arbeitszimmer des Directors und das Bibliothek- bzw. Prüfungszimmer.

4. Sammlungsräume zur übersichtlichen Aufstellung physiologischer und physicalischer Apparate, sowie für mikroskopische und chemische Präparate.

5. Eine mechanische Werkstatt mit Nebenräumen zur Aufstellung einer Centrifuge, der zur Erzeugung des elektrischen Lichtes dienenden Dynamomaschine und der zum Betriebe beider erforderlichen Gaskraftmaschine.

6. Stallungen für Versuchsthiere, nämlich Hunde, Kaninchen, Meerschweinchen, Vögel und Kaltblüter, und zwar zur Beobachtung operirter Thiere sowie zur Züchtung derselben geeignet; ferner ein Pflanzen- und Bakterienraum.

7. Dienstwohnungen für den Director, einen Assistenten und den Institutsdiener.

8. Endlich Räume für Aborte und Centralheizung, zur Aufbewahrung von Chemicalien, Glassachen, Säuren, Brennmaterialien sowie Eis und Futtermitteln für die Thiere.

Bei der Ausführung dies Programmes wurden die Räume des Institutes von der Dienstwohnung des Directors völlig geschieden und der Eingang für die Lehrräume inmitten der Hauptfront in der Deutschhausstrasse angeordnet (Blatt 20). Von diesem wird durch einen bescheidenen Vorraum das Haupttreppenhaus erreicht, dessen Umgänge in knappster Form den gesamten Verkehr im Gebäude ermöglichen. Es wird hauptsächlich durch Oberlicht erleuchtet und hat in jedem Stockwerk noch ein seitliches Fenster erhalten; seine Helligkeit ist eine vollkommene und das Licht ein sehr wohlthuendes.

Zu den Haupträumen des Instituts zählend, liegen die Säle für chemische und rein physiologische Arbeiten mit ihren wesentlichsten Nebenräumen im Erdgeschofs. Zunächst dem Eingange das chemische Laboratorium, seiner Einrichtung nach mehr ein Lehrsaal als ein Arbeitssaal für selbständige Arbeiten, daher auch die Anlage der großen, über die Mitte des Saales reichenden Arbeitstische und der erhöhte Platz für den Docenten. Die Fensterplätze mitgerechnet ist für 41 Studirende Platz geschaffen. Die Vertheilung der Gestelle für die zum allgemeinen Gebrauche bestimmten Reagentien und der Abdampfnischen ist derart, dafs sie von den Arbeitenden auf kürzestem

Wege erreicht werden können. Eine kleine Dunkelkammer dient zur alsbaldigen Anstellung spectralanalytischer Untersuchungen. Sie liegt im Rücken des Platzes für den Docenten, ihre diesem Platze zugekehrte Aufsenseite ist als schwarze Wandtafel ausgebildet. Ein zweiplätziger Arbeitstisch mit besonderen Reagentien dient für den allgemeinen Gebrauch. In nächster Nähe dieses Saales liegen einerseits die Zimmer für die feineren Waagen, für die Elementar-Analysen, der sog. „Glühraum“, anderseits ein Destillirzimmer, in welchem Dampfbad und Destillirapparat aufgestellt gefunden haben und wo Schmelz- und Glühoperationen vorgenommen werden. Der Raum dient gleichzeitig zur Aufbewahrung der Vorräthe von Lösungen für die Reagentien der chemischen Arbeitsplätze und als Spül- und Putzraum für den Diener. Ein großer Mittlestisch, reichlich mit Gas- und Wasserleitung versehen, zwei Fenstertische und eine Abdampfnische vervollständigen die Ausstattung. Daran schließt sich der Schwefelwasserstoffraum, thunlichst ins Freie gerückt, um das Innere des Gebäudes möglichst wenig zu belästigen. Durch eine Nebentreppe zwischen Waagen- und Glühraum werden die Arbeits- und Vorrathsräume im Keller (Blatt 21), welche zum chemischen Laboratorium in Beziehung stehen, leicht erreicht; es sind dies das Zimmer für Gas- und Quecksilberarbeiten an der Nordseite, dem sich das ruhig gelegene, mit großem Eisschrank ausgestattete Krystallisationszimmer anschließt, und, nach Süden gelegen, die Räume für Glassachen und Chemicalien.

Im Erdgeschofs, durch die beiden Gänge neben dem Treppenhaus erreichbar, liegt als östlicher Ausbau mit Beleuchtung von drei Seiten der physiologische Arbeitssaal mit 60 Plätzen für mikroskopische Arbeiten. Als Kleiderablage ist ein durch Glasabschlüsse abgetrennter Theil des Treppenumganges hergerichtet.

Im ersten Stockwerk (Blatt 21), über letztgenanntem Arbeitsraume, liegt der Hörsaal. Der Zugang der Hörer erfolgt durch die Gänge zu beiden Seiten der Treppe, der Gang durch das Vorbereitungs- und Zimmer ist für die Zeit des Eintritts der Studirenden durch starke Schnüre abgetrennt. In der Höhe des obersten Trittes der ansteigenden Sitzreihen zieht sich eine schmale Galerie beiderseits nach vorn, welche die Erreichbarkeit der hochgelegenen Fenster sichert, die Verdunkelungsvorrichtung deckt und das Herantreten der auf den hinteren Reihen Sitzenden in die Nähe des Katheders gelegentlich gestattet. 90 Klappsitze mit schmalen Tischen (Abb. 5 u. 6) sind zunächst ausreichend, während durch Stellung von Stühlen vor und hinter diesen festen Sitzreihen zusammen mehr als 100 Zuhörer bequem untergebracht werden können. Der Experimentirtisch befindet sich den mittleren Hauptsitzreihen gegenüber, hinter ihm sind die Wandtafeln angebracht, daneben kleinere schwarze Tafeln mit Schränkchen für Reagentien, darüber die Tafelung zum Anheften von Zeichnungen und dahinter eine sogenannte Nische für chemische Arbeiten, welche zugleich die unmittelbare Verbindung mit dem Vorbereitungs- und Zimmer herstellt.

An der Nordseite schließt sich dem Hörsaal das Demonstrationszimmer an, hier werden an der Fensterseite die bei der Vorlesung berührten Erscheinungen unter dem Mikroskop der Reihe nach aufgestellt, während an der Innenwand zeichnerische Darstellungen angeheftet und auf dem Wandtisch gröbere Demonstrationsgegenstände für den näheren Augenschein bereit liegen. Nach Süden, durch das Vorbereitungs- und Zimmer zugänglich,

liegt das Operationszimmer, auch zu Demonstrationen an operirten Thieren und zu Operationen für die Vorlesung dienend.

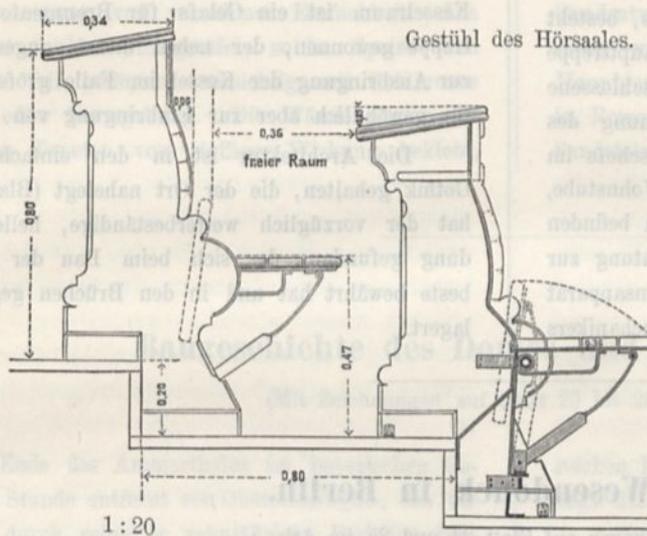
Zu den Räumen für wissenschaftliche Arbeiten ist aufser dem bereits oben erwähnten Gas- und Quecksilberzimmer auch das letztgenannte Operationszimmer in seiner eigentlichen Bedeutung zu zählen. Dafür ist es ausgestattet mit Kymographion, elektrischer Uhr, Multiplikator auf steinernem Kragstein und Steinplatte, überdies mit den nöthigen Möbeln für Operations-Instrumente usw. sowie mit einem Waschtische zu drei Schüsseln. Sodann nach Norden gelegen im ersten Stockwerke das Mikroskopirzimmer für Director und Assistenten, dessen ganze Fensterseite für mikroskopische Arbeiten hergerichtet ist. In demselben

ist auch ein kleiner chemischer Arbeitsplatz, eine Vorrichtung zur Auswässerung von Organen, außerdem ein Sammlungsschrank für mikroskopische Präparate und ein Schrank für gröbere anatomische Präparate untergebracht. Daneben folgt das Bibliothek- zugleich

Prüfungszimmer und das Arbeitszimmer des Directors, welches dieser auch

von seiner Wohnung aus leicht erreichen kann. Nach Süden im Erdgeschosse liegt noch ein Zimmer für optische Untersuchungen, welches mit Vorrichtung zur Verdunkelung der Fenster versehen ist. In ihm sind ein Spectralapparat, ein Spectrophotometer, ein Heliostat, ein Polarisationsapparat für Normalsichtige und ein solcher für Farbenblinde sowie ein Laryngoskop zu Lehrzwecken, wie zur wissenschaftlichen Benutzung ständig aufgestellt.

Die Sammlungsräume liegen im ersten Stock in der Nähe des Hörsaales und der Demonstrationsräume, weil die Sammlungen unter Führung des Docenten von den Studirenden besichtigt werden und die Apparate usw. für die Vorlesung, die Demonstrationen und Operationen benutzt zu werden pflegen. Für die bereits sehr reiche Instrumentensammlung ist ein Raum von 16,4 m Länge und 5,6 m Tiefe eingerichtet. An der Fensterseite befinden sich ein langer Tisch, auf dem Athmungsapparate stehen, darunter offene und verschließbare Schrankabtheilungen für veraltete Apparate von geschichtlichem Werthe, in der Mitte des Saales stehen Schränke nach Kundschem System (Strafsburg), in denen die Apparate allseitig sichtbar sind, an den Wänden lange Schrankreihen ähnlicher Herstellungsweise. Auch hat die werthvolle und reiche Sammlung der nach den eigenen Forschungen des Instituts-Directors angefertigten grossen zeichnerischen Darstellungen hier Aufnahme gefunden. In einem bescheidenen Raume neben dem Operationszimmer ist die chemische Sammlung in Schränken aufbewahrt, deren untere, durch Holzthüren verschlossene Abtheilungen für lichtempfindliche Chemicalien dienen, während die oberen Fächer Glathüren erhalten haben.



1: 20

Abb. 5. Seitenansicht und Schnitt.

Der Mechaniker des Institutes hat im Kellergeschosse neben dem Haupteingang eine Werkstatt mit reichlicher Ausstattung an Drehbänken, Schmiede- und Schlossereinrichtungen nebst allem Zubehör und Werkzeugen, auch für feinere Mechanik, erhalten. Er und seine Leute, die den ganzen Tag über hier anwesend sind, haben durch ein nach der Vorhalle angebrachtes Fenster den Instituts-Eingang zu überwachen und Auskunft zu geben, der Institutsdiener konnte hierzu wegen seiner vielseitigen Beschäftigung im ganzen Hause nicht herangezogen werden. In der Nähe der Werkstatt, und zwar unter dem Treppenhause, sind die Maschine für das elektrische Licht, die Centrifuge und die Gaskraftmaschine untergebracht und durch Glaswände vom übrigen Verkehr abgetrennt.

Ein Hauptwerth war auf die zweckentsprechende Anordnung der Thierstallungen zu legen. Sie finden ihren Platz in den nach Süden gelegenen Räumen des Mittelbaues und sind hauptsächlich mit Käfigen zur Beobachtung operirter Thiere ausgestattet.

Der Raum für Hunde hat an beiden Seiten besonders eingerichtete Einzel-

käfige auf 90 cm über Fußboden gelegenen Platten erhalten, unter denen sich gewöhnliche, aus Eisenstabwerk hergestellte Käfige für einfachere Untersuchungsfälle befinden. Er ist durch innere Fensterladen zu verdunkeln, um das Bellen der Hunde thunlichst zu verhüten. Im Nebenraume wurden für Kaninchen 0,70 m hohe Einfriedigungen aus Schmiedeeisen hergestellt, die beabsichtigten Holzeinbauten für das Unterkommen der Thiere in den einzelnen Abtheilungen und die für Einzelhaft an der Wand zu befestigenden Holzkästen, beide Arten mit aufschlagendem Deckbrett zum Herausnehmen der Thiere versehen, sind nicht ausgeführt worden, weil die Kaninchenzucht in das Nebengebäude verlegt werden konnte und nun geräumigere Behälter für die einzelnen Thiere zur Verfügung standen. Für Vögel sind einige Käfige um den Mittelpfeiler des Kaninchenraumes herum aufgestellt. Sie sind in zwei Geschossen, das untere etwa 0,30 m über Fußboden, aus Holzgestell gefertigt mit Eisenstäbchen und Blechkastenboden, letzterer zur Entfernung des Mistes zum Herausziehen eingerichtet. Zur Aufbewahrung der Frösche dient ein Theil der im Ausbau untergebrachten Behälter, im Sommer wird der größte Theil der Thiere in den im Freien angelegten Froschteich gebracht; zu Beobachtungen an Fröschen, Schildkröten usw. sind kleinere Abtheilungen bzw. besondere Kästen beschafft worden, auch sind hier für Süßwasser- und für Seewasserthiere Aquarien untergebracht, welchen das mit Luft reichlich gemischte Wasser durch geeignete Apparate dauernd zugeführt wird.

Die Züchtung und Beobachtung von Bakterien und die pflanzenphysiologischen Untersuchungen werden in den Räumen

des Dachgeschosses an der Südseite des Mittelbaues vorgenommen. Das Pflanzenzimmer hat eine kleine, durch eisernen Ofen hergestellte und an die Wasserleitung angeschlossene Warmwasserröhrenheizung, die auch das Warmbeet versorgt. Reichliche Beleuchtung ist durch die in die Dachfläche gelegten seitlichen Oberlichtfenster erzielt. In den Räumen des östlichen Giebels findet ein Kranker, der auf Stoffwechsel beobachtet wird, Unterkunft. Sofern ein solcher nicht vorhanden ist, werden die Räume als Zeichenzimmer benutzt, der Vorraum daselbst dient zur Aufstellung eines großen Athmungsapparates.

Dem Institutsgebäude ist westlich als gesonderter Gebäudetheil die Dienstwohnung des Directors angefügt worden. Die Wohnung des Assistenten hat keinen besonderen Eingang erhalten, sie liegt im Dachgeschosse des Institutsgebäudes, besteht aus Wohn- und Schlafzimmer und ist über die Haupttreppe und die gegen das Dachgeschosse feuersicher abgeschlossene Nebentreppe zugänglich. Dagegen besitzt die Wohnung des Dieners einen eigenen Zugang. Sie liegt im Kellergeschosse im östlichen Ausbau und besteht aus einer großen Wohnstube, zwei kleineren Stuben und Küche. An Nebenräumen befinden sich im Keller noch der Macerationsraum mit Vorrichtung zur Wässerung größerer Organe, Secirtisch und Diffusionsapparat und der Arbeitsraum, zumeist zur Verfügung des Mechanikers

für Vernickelungen usw., sodann aber auch zur Aufstellung des Bombenkastens für Glühversuche in zugeschmolzenen Röhren dienend. Beantragt sind vom Instituts-Director noch Räume für eine Gipsgießerei, eine Tischlerei und einen Taubenschlag, die im Dachgeschosse einzurichten sein würden. Aborte mit guter Beleuchtung und besonderer Lüftung sind für die Studirenden im Keller, für den Assistenten und die in den Räumen des Dachgeschosses sich aufhaltenden Personen dort, senkrecht über jenen, angelegt, das Abfallrohr dient zugleich zur Entlüftung der beiden im Keller aufgestellten Heidelberger Tonnen. Für die Heizung dient ein Raum neben der Dienerwohnung als Luftheizkammer und ein Raum neben der mechanischen Werkstatt zur Aufstellung der Niederdruck-Dampfkessel. Bei dem Kesselraum ist ein Gefäß für Brennmaterial unter der Freitreppe gewonnen, der neben diesem angeordnete Schacht dient zur Ausbringung der Kessel im Falle größerer Ausbesserungen, für gewöhnlich aber zur Einbringung von Brennmaterial.

Die Architektur ist in den einfachen Formen früherer Gothik gehalten, die der Ort nahelegt (Blatt 19). Als Material hat der vorzüglich wetterbeständige, helle Sandstein Verwendung gefunden, der sich beim Bau der Elisabethkirche aufs beste bewährt hat und in den Brüchen gegenüber der letzteren lagert.

(Schluß folgt.)

## Haus Wesendonck in Berlin.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 24 und 25 im Atlas.)

Bei Anlage der vornehmen Häuserviertel, die im letzten Jahrzehnt im Westen Berlins zwischen dem Königsplatze und den Zelten entstanden sind, ist das zwischen der Strafe In den Zelten und der Großen Quer-Allee nach dem Königsplatze zu belegene Eckgrundstück merkwürdig lange unbebaut geblieben. Wahrscheinlich hat der abgestumpfte spitze Winkel, unter dem sich beide Strafen schneiden, manchen Käufer abgeschreckt, und auch das Gefühl, etwas verborgen hinter Kroll zu sitzen, mag diesen und jenen zurückgehalten haben, sich hier sein Heimwesen zu gründen oder ein vermietbares Haus zu erbauen. Der letztere Grund ist Sache des Geschmacks und schwer mit Für oder Wider zu belegen; der Besitzer des Hauses, welches jetzt die Ecke einnimmt und auf Blatt 24 und 25 abgebildet ist, wird seinen Entschluß nicht bereuen, sich auf diesem vornehm zurückgezogenen und doch unmittelbar am großen Verkehre der Weltstadt belegenen Platze angekauft und hier in nächster Nähe des Sauerstoffbehälters Berlins, des Kühlung und Erholung spendenden Thiergartens, gebaut zu haben. Mehr leuchtet der erstangeführte Grund ein. Die Form des Eckgrundstückes konnte der Grundrißbildung nicht günstig sein und wird insbesondere bei der Behandlung der stumpfen Ecke und für die Lichtzufuhr nach den inneren Gebäudetheilen nicht unerhebliche Schwierigkeiten ergeben haben. Wie diese überwunden worden sind, lassen die Abbildungen erkennen. Den Versuch einer akademischen Lösung, die sich an den Ecken, insbesondere an der stumpfen, abgemüht haben würde, vielleicht ohne zu einem praktisch brauchbaren Ergebnisse zu kommen, hat der erfahrene Baumeister von der Hand gewiesen. Sein Hauptbestreben war, die Räume zweckmäßig und den Wünschen

des Bauherrn entsprechend zusammenzuordnen, und so entstand auf der stumpfen Ecke im oberen Hauptgeschosse die fast vollständige, im unteren Hauptgeschosse die gänzliche Trennung der beiderseitigen Raumgruppen. Die Trennung unten, durch den Anrichterraum, befremdet beim ersten Einblick. Sie wird aber von den Bewohnern aufs angenehmste empfunden, indem durch sie alle Speisegeräthe aus den Gesellschaftsräumen ferngehalten werden, und dem Gaste kommt sie kaum zum Bewußtsein, weil die Verbindung der sich ihm öffnenden Gemächer durch den Vorraum so gut und zwanglos bewirkt wird, daß er diesen in seiner behaglichen Ausstattung voll mit zu den Räumen, in denen er empfangen wird, rechnet. Geschickt zurückgehalten münden auf diesen Vorraum, dessen Oberlichtbeleuchtung am Tage freilich zu wünschen übrig läßt, die Nebenräume für den Dienst und eine sich über den Eingang von der äußeren Vorhalle her hinwegschwingende kreisrunde Treppe nach oben, die nur den Verkehr nach Schlaf- und Fremdenzimmern vermittelt. Abweichend von der sonst zumeist üblichen Anordnung liegt das Herrenzimmer ziemlich abseits vom Eingange. Aber auch das hat seinen guten Grund, denn an das „Allerheiligste“ des Hausherrn schließt sich sein engeres Reich, seine umfangreiche Gemäldesammlung an. Diese nimmt einen besonderen Gebäudetheil an der Großen Quer-Allee ein und besteht im unteren Geschosse aus fünf seitlich beleuchteten Cabinetten, im Obergeschosse aus drei größeren Oberlichtsälen. Eine in diesem Gebäudetheile liegende stattliche Treppe verknüpft beide Raumgruppen zu einer einheitlichen Sammlung und bildet die bevorzugtere Verbindung nach oben.

Im Obergeschosse liegen die Schlaf- und Fremdenzimmer wie der Plan erkennen läßt vertheilt, in den verbleibenden Zwickeln, Winkeln usw. der sehr geschickt und mit größter Raumaussnutzung durchgearbeiteten Grundrisse: Bäder, Dienerstuben, Ankleideräume, Aborte usw., besonders erwähnenswerth noch in nächster Nähe des Herrenzimmers ein türkisch eingerichtetes, für behagliche Zurückgezogenheit oder ein Geplauder im kleinsten Kreise bestimmtes Rauchzimmerchen.

Im Untergeschosse befinden sich die gesamten Wirthschaftsräume, die Pförtnerwohnung und einige Dienerstuben, in einem obersten Halbgchosse (s. den Schnitt) weitere Schlaf- und Fremdenzimmer sowie Räume für den weiblichen Dienst.

Die innere architektonische Ausstattung des Hauses ist wie seine Aufsenerscheinung von vornehmer Einfachheit. Die Decken zeigen theils dunkles Holzgetäfel, so im Speise- und Herrenzimmer, theils fein getönt, vorsichtig mit Goldbronce belebten Stuck von edler Formgebung. Die Wände sind meist mit ruhigen dunklen Tapeten von stoffiger Wirkung beklebt,

nur den Grund abgebend für die reichen Schätze an Gemälden und Kunstschätzen aller Art, die überall in reichster Fülle vertheilt den Räumen ihr Gepräge geben und den Geschmack der Besitzer bekunden. In der Gemäldesammlung sind mit richtigem Gefühl tiefes Braunroth und Schwarz als herrschende Farben für Bilderwand und Brüstungsetäfel gewählt. — Die gesamten Räume des Erdgeschosses und des ersten Stockwerkes werden durch Feuerluftheizung erwärmt; für die Wohn- und Gesellschaftsräume einerseits und für die Bildersammlung andererseits besteht je eine besondere Heizanlage mit drei bezw. zwei Oefen.

Die Kosten des in den Jahren 1885 und 1886 erbauten Hauses belaufen sich auf 392 600  $\mathcal{M}$ , d. i. 480  $\mathcal{M}$  für das Quadratmeter bebauter Grundfläche und 28,7  $\mathcal{M}$  für das Cubikmeter umbauten Raumes, die Höhe von Kellerfußboden bis Hauptgesims gemessen. Dabei konnten die Fronten leider nur in Romancement geputzt und nur an die Säulen der Vorbauten Sandstein gewendet werden.

## Baugeschichte des Domes und Klosters Ettal.

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

Am südlichen Ende des Ammerthales im bayerischen Gebirge, ungefähr eine Stunde entfernt von Oberammergau, das berühmt geworden ist durch seine in zehnjährigen Perioden wiederkehrenden Passionsspiele, liegt die ehemalige Benedictinerabtei Ettal, die ungeachtet ihres prächtigen Domes heutzutage fast vergessen ist. Dieser Dom ist ein kunstgeschichtlich wichtiges Bauwerk. Er war ursprünglich nicht der in blendendem Marmorschmuck und reicher Farbenpracht glänzende Kuppelbau, wie er jetzt im Stile des Rococo, nicht nach der gewöhnlichen Schablone dieser Zeit, sondern in gediegener Durchbildung mit höherem und feinerem Kunstgefühl ausgeführt ist, — sondern seine Gründung reicht zurück in die Zeit Kaiser Ludwigs des Bayern, in die beste Zeit des gothischen Stiles, und er war bezüglich seiner Grundrisanordnung als vieleckige gothische Centralkirche ein für jene Zeit einzig in seiner Art dastehendes Bauwerk; auch das zugehörige Kloster war in seiner bei der Stiftung ihm gegebenen Einrichtung eine eigenartige, wenn auch vielleicht nicht vereinzelt dastehende Schöpfung. Die nachfolgende Baugeschichte der Kirche und des Klosters Ettal ist auf Grund urkundlicher und geschichtlicher Nachrichten, sowie gewissenhafter Neuaufnahmen an Ort und Stelle abgefaßt. Für die Geschichte des Klosters selbst ist ein ziemlich reichhaltiges Material in der K. Staatsbibliothek und im K. Reichsarchiv, sowie in dem Archive des erzbischöflichen Ordinariats in München aufbewahrt, es fehlt aber leider in diesen Nachrichten jede eingehende Beschreibung der Architektur der ältesten Kirche; die Geschichtschreiber des Klosters hatten offenbar mehr Sinn für die Altäre und Reliquien, als für das Bauwerk selbst, und nur einer derselben, der Ettaler Benedictinerpater Ludwig Babenstuber, liefert eine ausführliche Beschreibung des Zustandes der Kirche zu Ende des 17. Jahrhunderts. Jedoch ermöglichen die noch vorhandenen, zwar theilweise äußerst schwer zugänglichen und nur bei gründlicher Durchforschung des Bauwerkes auffindbaren, aber zahl-

reichen Reste des ältesten Baues die eigenartige Schöpfung Ludwigs des Bayern mit voller Sicherheit wiederherzustellen.<sup>1)</sup>

Betrachten wir den Dom zunächst in seiner gegenwärtigen Gestalt, wie er nach dem großen Brande 1744 wiederhergestellt und im Jahre 1790 vollendet war und wie er in Aufsensicht, Grundrifs und Durchschnitt auf Blatt 26 und 27 dargestellt ist. Aus dem, vor der Sequestration i. J. 1803 auf allen vier Seiten von Klostergebäuden umgebenen westlichen Vorhofe, gegen den die breitgelagerte Hauptfront des Domes gerichtet ist, tritt man durch die schmucklose Vorhalle unmittelbar in die Rotunde — denn als solche spricht sich mit seiner jetzigen Architektur der ursprünglich zwölfeckige Centralbau aus. Der gewaltige Eindruck dieses 25,3 m im Durchmesser weiten, mit einer Kuppel<sup>2)</sup> überwölbten Rundbaues wird dadurch erhöht, daß ein Langschiff nicht vorgelegt ist. Man steht unmittelbar unter der Kuppel, die von dem ehemaligen Münchener Hofmaler Jacob Zeiller, gebürtig aus Reutte in Tirol, mit einem figurenreichen, das Leben der Heiligen aus dem Benedictinerorden darstellenden Frescogemälde geschmückt ist. Wenn auch die Kunstübung des Rococo sich in diesem mächtigen Gemälde keineswegs verleugnet, so gewährt seine Betrachtung in Bezug auf Farbenharmonie und Darstellung der zahlreichen Figuren im einzelnen volle Befriedigung auch für den, dem die Kunst jener Zeit weniger zusagt, denn das Gemälde ist durchaus in edlem Stile gehalten, und es finden sich an den Figuren nicht die verschrobenen und verschränkten Bewegungen, wie sie gerade damals bei Ideal-Dar-

1) Dieses gründliche Eingehen auf den Bau war mir und dem die Neuaufnahme besorgenden Architekten G. Holzinger nur durch die liebenswürdige Zuvorkommenheit des K. Pfarrers in Ettal, Herrn Schulinspector Daiser, und des Lehrers Herrn Bührlen möglich gemacht, die uns bei den Arbeiten in jeder Weise behülflich waren.

2) Die Kuppel hat 50,7 m Höhe vom Kirchenpflaster bis zum Scheitel der Laterne; die Höhe des ganzen Domes samt Knopf und Kreuz ist 65,4 m.

stellungen so beliebt waren. Dieses Kuppelgemälde ist mit jener unbedingten Beherrschung der Perspective durchgeführt, die wir im allgemeinen an den Deckengemälden der Meister des Rococo bewundern. Eine gemalte, etwas stark bewegte Architektur am Fusse des Gewölbes vermittelt den Uebergang in die körperliche Architektur der Wände. Diese, in zwei Geschosse getheilt, gliedert den Mauerkörper zwischen den Fenstern des oberen Wandtheiles und zwischen den unteren Blenden durch Pilasterstellungen, und ist oben in Gipsmarmor, unten in natürlichem Marmor aus der Umgebung Ettals ausgeführt und reich mit Stuckornamenten geziert. Die Stuckarbeiten sind von den Meistern Schmutzer<sup>1)</sup> und Uebelhör aus Wessobrunn, die sechs reich in Holz geschnittenen Altäre des Rundbaues zu beiden Seiten des Chorbogens in den Jahren 1757 bis 61 vom Kurfürstlichen Hofbildhauer Joh. Baptist Straub gefertigt.<sup>2)</sup> Die dem letzteren gezahlten Preise sind für die damalige Zeit bemerkenswerth. Er erhielt für den St. Benedictusaltar 600 Gulden, für den St. Corbiniansaltar samt der daneben aufgestellten Kanzel (die Kanzeldecke ist mit dem Erzengel Michael gekrönt) 850 Gulden, und für die vier anderen Altäre zusammen 1200 Gulden nebst 12 Ducaten „recompens“. Die Bilder dieser sechs Altäre wurden (nach Daisenberger) gefertigt: rechts vom Chor: 1. die Erscheinung Christi von Franz Hörmann, Hofmaler in Kempten; 2. St. Corbinian von Zeiller; 3. St. Katharina von Martin Knoller aus Steinach am Brenner;<sup>3)</sup> links vom Chor: 1. die Familie Christi von Knoller; 2. der sterbende Benedictus von Thomas Schäfler, Maler in Augsburg; 3. St. Sebastian von Knoller. Was für diese Bilder gezahlt wurde, findet sich nicht aufgezeichnet. Von wem die reichgeschnittenen vier Beichtstühle gefertigt sind, ist nicht zu ermitteln, der Arbeit nach sind sie nicht von dem Meister, der die Altäre fertigte, sie gingen wahrscheinlich aus derselben Hand hervor, von der die Orgelbrüstung hergestellt ist. Die Orgel selbst ist von dem Orgelbauer Joh. Georg Hertrich von Dirlewang, das Laubwerk des Orgelkastens von Simon Gantner aus Kleinkinzighofen.

Dem Eingangsportal gegenüber führt der Chorbogen in den länglichrunden Chor, der das alte Heiligthum des Domes, die 40 cm hohe Alabasterstatuette der Madonna mit dem Kinde, birgt. Dieses Madonnenbild gab Kaiser Ludwig den Anlaß zur Gründung des Klosters und stand von Anfang an in höchster Verehrung. Es stellt die sitzende Mutter Gottes dar, die mit der linken Hand das auf ihrem Knie stehende Christuskind hält und es anschaut, die rechte Hand hält den Mantel. Das Bild ist von einfacher und schlichter Erfindung und von sehr guter Arbeit, der Ausdruck der beiden Köpfe fein und edel, der Faltenwurf des Gewandes der Maria weich und in großen Formen gehalten; es wird als ein Werk der alten Pisaner Schule aus dem 13. Jahrhundert bezeichnet. Leider wurde es im 16. Jahrhundert durch eine Abtheilung Plünderer aus dem Heere Moritz'

1) Schmutzer war ein auch in weiteren Kreisen beschäftigter Meister. Er hatte den Klosterbau in Weingarten in Schwaben und den Kirchenbau in Garmisch (bei Partenkirchen) geleitet. (Daisenberger, Gesch. v. Oberammergau S. 99 und derselbe, ungedrucktes Manuscript über Ettal.)

2) Acten des erzbischöfl. Ordinariates in München.

3) Martin Knoller ist als Kirchenmaler bekannt durch seine Deckengemälde in der Klosterkirche in Volders bei Hall in Tirol und in Gries bei Botzen, auch wird er als Meister der Gemälde in mehreren Mailänder Palästen genannt. Als sein Geburtsort wurde bisher Reutte in Tirol angegeben, neueste Forschungen weisen nach, daß er aus Steinach war.

von Sachsen beschädigt; der Kopf und der rechte Arm des Kindes brachen ab und wurden später schlecht angesetzt. Die hohe Verehrung, in der dieses Madonnenbild von jeher stand, gab Veranlassung, daß die Stätte seiner Aufbewahrung, der Chor, im Anfang des vorigen Jahrhunderts gewissermaßen zu einer Capelle für sich ausgebildet wurde. Ihre Wände sind, wie die Kirche und gleichzeitig mit dieser nach dem Brande von 1744, oben mit Stuckmarmor von Franz Scheffler aus München, unten mit natürlichem Marmor bekleidet. Die Marmorarbeit des Hochaltars ist vom Steinmetzmeister Joseph Lindner aus Salzburg, das Altarblatt, die Himmelfahrt Mariä, von Knoller; von ihm rührt auch das Frescobild der Kuppel dieser Capelle her, das als Fortsetzung des Altarbildes die himmlische Glorie darstellt. Für Kuppelbild und Altarblatt erhielt Knoller laut Vertrag, den Abt Othmar 1784 abschloß, 800 Ducaten. Beide Gemälde waren 1786 vollendet. Außerdem lieferte der Hofstatuarius und Professor der Akademie in München, Roman Boos<sup>1)</sup> zehn Marmorreliefs an den Postamentfüllungen des marmornen Choraltaars. Boos erhielt für jedes dieser Reliefs 150 Gulden; sie waren 1790 vollendet, und es wurde in demselben Jahre das wunderthätige Marienbild feierlich auf den Hochaltar versetzt, nachdem es seit dem Brande 46 Jahre lang auf einem provisorischen Altare aufbewahrt worden war.

Rings um den Dom wie um den Chor ist ein jetzt unzutreffend „Kreuzgang“ genannter zweigeschossiger Umgang gelegt. Durch die gegenwärtige bauliche Anordnung ist er gänzlich von dem Kirchenraume getrennt, es genügt deshalb ihn zunächst nur zu erwähnen; für die Bestimmung des früheren Zustandes der Kirche ist er von größter Wichtigkeit und muß deshalb bei der nachfolgenden älteren Baugeschichte noch eingehender betrachtet werden. Hinter dem Chor an der Ostseite, gleichfalls in der Hauptachse der Kirche, liegt die mit ganz besonderer Eleganz ausgeführte Sacristei, ein 25,3 m langer, 11,6 m breiter Raum, der durch starke Mauerpfeiler in zwei ungleich lange Theile getrennt ist. Der Anschluß der Sacristei an den Chor ist aus dem Grundrisse Blatt 26 noch ersichtlich. Diese Sacristei ist mit einem äußerst flachen Gewölbe überspannt, und der vordere, 14 m lange Theil wird in der Mitte von zwei gekuppelten Marmorsäulen gestützt. Das Gewölbe ist mit Stuckornamenten reich geziert und in einzelnen Feldern mit Bildern von J. Zeiller geschmückt. Bemerkenswerth in dem Raume sind mehrere Paramentenschränke mit schöner eingelegter Arbeit. Darüber liegt der ehemalige Betchor der Mönche, und im zweiten Obergeschosse der schöne, seit der Sequestration des Klosters aber vollständig leere Bibliotheksaal.

Die Westfront (Blatt 26) blieb unvollendet. Eine Wandsäulen- und Pfeilerarchitektur mit Nischenwerk dazwischen breitet sich flachgeschwungen zu beiden Seiten des Haupteinganges aus. An beiden Enden, in angemessener Entfernung von der hohen Kuppel, stehen zwei Thürme, von denen nur der nördliche, und zwar nur bis zum Krönungsgesims der ganzen Front, nach dem ursprünglichen Plane ausgebaut ist. Sein oberer Theil wurde später, wenig zu dem unteren Theile passend, hergestellt, er ist deshalb in der Zeichnung nur in Umrissen angegeben, der südliche ist bis zu gleicher Höhe mit der anstossenden

1) Von diesem sind auch die in Holz gearbeiteten Herculesfiguren unter den Arcaden des Hofgartens in München, sowie mehrere der Standbilder an der Front der Theatinerkirche in München gefertigt.

Frontarchitektur, d. h. bis zum Anfang der Pilastercapitelle gebracht. Diese und das darüber liegende Gebälk und Kranzgesims fehlen; in der Zeichnung ist das ganze Kranzgesims ergänzt. Hinter dem unvollendeten südlichen Thurme erhebt sich noch der alte viereckige Glockenthurm mit Satteldach und gekuppelten Spitzbogenfenstern. Solche Satteldach-Thürme finden sich im bayerischen Schwaben, in Oberbayern und auch außerhalb Bayerns jetzt noch in großer Zahl; aus romanischer Zeit stammend scheinen sie ehemals vorwiegend die Bedachung kleinerer und größerer Kirchthürme gebildet zu haben. Dieses Satteldach des Ettaler Thurmes stammt indessen aus neuerer Zeit, denn die Abbildung von Ettal bei Merian u. a. zeigt den Thurm mit einer kuppelartigen Eindeckung. Der Baustil dieser Frontanlage ist aus dem ersten Drittheil des vorigen Jahrhunderts, also älter als die Innenarchitektur des Domes; auf die näheren Zeitangaben kommen wir später zurück. Dem aufmerksamen Beobachter kann nicht entgehen, daß die ursprüngliche Bauanlage einer früheren Zeit als dem vorigen Jahrhundert angehört; über der barocken Front erheben sich Strebepfeiler, die bis zum Anfang der Kuppel emporsteigen und unten den seitenschiffartigen Umgang einschließen. Sie weisen trotz der im obersten Theile ihnen aufgedrängten Schweifungen auf die Zeit der Gothik hin, und betritt man den Umgang, so fallen sofort das gothische Kreuzgewölbe und der Spitzbogen in die Augen. Die Geschichte der Gründung des Klosters und der Kirche giebt den nöthigen Aufschluß. Die ziemlich zahlreich vorhandenen Mittheilungen über diese Gründung sind fast alle mit legendenhaften Ausschmückungen versehen; sieht man von ihnen ab, so ergibt sich der Anlaß zur Kloster-Gründung aus der nachfolgenden Erzählung.

Als Kaiser Ludwig in Rom war, um sich dort krönen zu lassen, und diese Krönung sich ziemlich lange hinauszog (Ludwig war damals schon von dem in Avignon residirenden Papste Johann XXII. in den Kirchenbann gethan), da sei er, so wird berichtet, in arge Geldnoth gerathen. Zu dem auch überdies um die Lage seiner deutschen Lande bekümmerten Kaiser sei eines Tages ein Mönch gekommen, der ihm versprochen habe, ihm, wenn er ihm folgen und Gott und seiner Mutter einen Dienst thun werde, sagen zu wollen, wie er seiner Sorgen ledig werden könne. Der Kaiser habe die Befolgung der Vorschriften des Mönches zugesagt und letzterer nunmehr von ihm verlangt, an einer in seinem Reiche belegenen, der Ampferang benannten Stätte ein Kloster zu erbauen. Nachdem der Kaiser das Gelübde dieser Gründung gethan, habe ihm der Mönch Hülfe in seiner Geldnoth versprochen und ihm ein Madonnenbild von Alabaster gegeben. Die versprochene Geldhülfe sei wirklich in kurzer Zeit gekommen und zwar durch einen welschen Adeligen, der Lehen vom Kaiser verlangte. Auf der Heimreise nach Partenkirchen gekommen, habe der Kaiser den Ampferang aufgesucht und befohlen, das Kloster an diesem Platze zu erbauen. (Die Legende erzählt, daß das Rofs des Kaisers bei einer großen Tanne dreimal auf die Kniee niederfiel und sich nicht wieder erheben wollte, was der Kaiser als ein Zeichen vom Himmel ansah, daß dies die Stelle sei, an der er das Kloster errichten solle.) — Der Kaiser stiftete nun hier eine Abtei des Benedictinerordens mit 20 Mönchen und setzte als Abt Friedrich den Heinersreuther ein. Der Hochaltar soll an der Stelle errichtet worden sein, wo die Tanne gestanden hatte, an der das Rofs des Kaisers niederfiel. Aufser dem Kloster

gründete er dort ein Stift für 13 Ritter mit ihren Frauen und 6 Wittwen. Das Kloster nannte er Ettal und überwies ihm reichliche Pfründen.<sup>1)</sup> Dieses Ritterstift ist eine bemerkenswerthe Einrichtung. Es waren strenge Vorschriften gegeben über die Lebensweise der Ritter, denen ein Meister vorgesetzt war sowie den Frauen eine Meisterin, die sie in ihrer Aufführung zu überwachen hatte. Alle mußten den Gottesdiensten bei Tag wie bei Nacht anwohnen, regelmäßig das Abendmahl empfangen, jede Frau durfte nur in Begleitung einer anderen auswärts gehen, der Bruch der ehelichen Treue wurde streng gestraft, und als höchster Grad der Strafe war Ausschließung aus der Gemeinschaft festgestellt. Auch der Meister war der Controle der Ritter unterstellt; zur Wahl der Meisterin waren nicht die Frauen, sondern der Meister zuständig. Jeder Ritter mit seiner Frau durfte einen Knecht, einen Diener und einen Heizer haben. Die Ritter sollten nur in blau und grau gekleidet gehen, die Frauen nur in blau.<sup>2)</sup>

Eine planmäßige Civilisirung dieser Gegend durch das neue Kloster läßt sich leicht erkennen. Der römische Mönch hatte seinen Platz wohlüberlegt ausgesucht. Nicht weit entfernt am Nordrande des Gebirges bestanden bereits die Klöster Rottenbuch (Reitenbuch) seit 1074, Steingaden seit 1147, Benedictbeuren seit 712, Schlehdorf seit 755, Wessobrunn seit 753, mit dem tiefer ins Gebirge vorgeschobenen Ettal eröffnete sich eine neue Etappe der damaligen Civilisirung des Landes.

Der Baumeister der Kirche ist nicht bekannt. Die Güter und Gerechtsame, die Ludwig dem Kloster schenkte, waren sehr bedeutend, sodaß es wohl bestehen konnte. Doch war es nicht lange im Besitze dieser Einkünfte. Kaiser Ludwig starb bekanntlich im Jahre 1347. Seine Söhne entzogen dem Kloster wieder einen großen Theil der Güter, sodaß es in Noth gerieth und das Ritterstift sich auflöste, ohne später in besseren Zeiten wieder ins Leben zu treten. Dazu kam noch, daß durch Mißwirthschaft des Abtes Jodocus, der 1355 seiner Würde entsetzt wurde, und durch schlechte und gewissenlose Handlungen von drei Verwesern, denen nach ihm die Verwaltung des Klosters übertragen war, dieses in seinem Vermögen derart geschädigt wurde, daß es nahe am Rande des Verderbens war, bis es endlich 1360 durch den klugen und kräftigen Abt Konrad Kammersbrucker wieder in besseren Stand kam; es erhielt dann auch wieder einen Theil seiner früheren Besitzungen und Rechte zurück. Abt Konrad erwirkte auf einer Reise nach Rom von Papst Urban V. die päpstliche Confirmation der Kirche und im Jahre 1370 (nach anderen 1373) fand die feierliche Einweihung derselben statt. Die Benediction der Kirche war schon früher vorgenommen worden; wann, ist nicht mehr nachweisbar, doch muß sie 1343 bereits vollzogen gewesen sein, da in diesem Jahre eine Jahrestagstiftung erwähnt wird. Weshalb die eigentliche Einweihung erst so spät nach der Bauvollendung vorgenommen wurde, ist nicht aufgeklärt, es mag wohl die feindselige Haltung der Päpste gegen den noch bei seinem Tode mit dem Kirchenbanne belegten Kaiser mit die Ursache gewesen sein.

Die erwähnten kräftigen Strebepfeiler, die den zwölfköpfigen Kuppelraum umgeben, sind die auffälligsten Zeichen vom gothischen Ursprunge des Baues. Zwischen diese Pfeiler legt sich

1) Die Stiftungsurkunde des Klosters s. bei Daisenberger Gesch. d. Dorfes Oberammergau, S. 21.

2) Die Stiftungsurkunde dieses Ritterstiftes s. bei Holland, Kaiser Ludwig d. Bayer u. sein Stift zu Ettal.

in zwei Geschossen der niedrige Umgang, über dessen Dach die hohen Kirchenfenster sich erheben. Dieser Umgang ist derjenige Bautheil, der für die Erkennung des früheren Bauzustandes von besonderer Bedeutung ist, ihm müssen wir uns deshalb zuwenden, während der eigentliche Dom, das innere Zwölfeck, außer Betracht gelassen werden kann, weil die Architektur des vorigen Jahrhunderts seine Wände vollständig bedeckt und einen älteren Zustand nicht mehr erkennen läßt.

Der Uebersichtlichkeit wegen ist zunächst festzustellen, was an gothischen Bautheilen jetzt noch vorhanden und, wenn auch theilweise mit Schwierigkeit, zugänglich oder nach Entfernung eines neuen, meist dick aufgetragenen Mörtelüberzuges noch deutlich erkennbar ist. Es sind dies:

1. die ganzen Umfassungsmauern des inneren Zwölfecks bis zum obersten gothischen Kranzgesims hinauf, welches an der Ostseite noch sichtbar und ungefähr 1,5 m unter dem jetzigen Kranzgesims der Kuppel gelegen ist (Blatt 28 Abb. 11);
2. die Strebepfeiler bis hinauf zu diesem gothischen Kranzgesims;
3. die äußere Umfassungsmauer des Umganges in seinen zwei Geschossen (nur im oberen Geschofs sind einige Vieleckfelder derselben in Backstein neu aufgeführt, wahrscheinlich nach dem Brande).

Mit Zuhülfenahme der Chronik des Klosters lassen sich auch die Veränderungen an dem Bau zeitlich feststellen, übereinstimmend mit den stilistischen Merkmalen. Die einzige noch vorhandene Chronik Ettals ist die auf Anordnung des Abtes Romuald von dem Ettaler Benedictinerpater Ludwig Babenstuber verfaßte, im Jahre 1694 gedruckte.<sup>1)</sup> Demselben stand noch das ganze später verbrannte urkundliche Material zu Gebote. Er erzählt die Gründung des Klosters, die wir oben in Kürze wiedergegeben haben, nennt die Aebte der Reihe nach und die für das Kloster wichtigen Begebenheiten. Von Baulichkeiten, die an dem 1332 gegründeten Dome vorgenommen wurden, findet sich aber erst unter dem Abte Stephan Precht, der von 1476 bis 1492 regierte, eine Erwähnung, und ebenso ist nirgend anderswo in den handschriftlichen und gedruckten Nachrichten über Ettal eine Notiz über irgend eine zwischen der Gründung und der Regierung dieses Abtes vorgenommene bauliche Aenderung zu entdecken. Babenstuber sagt, daß Abt Stephan Precht die Kirche mit einem auf einer einzigen Mittelsäule ruhenden Gewölbe versah.<sup>2)</sup> Von einem Um- oder Neubau der Kirche ist weder bei ihm noch bei anderen eine Andeutung zu finden. Wir haben also in der Zeit des gothischen Stiles nur den Neubau vom Jahre 1332 als erste Bauzeit und die Aufrichtung der Mittelsäule mit ihrem neuen Gewölbe zwischen 1476 u. 1492 als zweiten Bauabschnitt. Die aus diesen beiden Bauzeiten herrührenden Theile lassen sich an dem Mauerwerk leicht erkennen und unterscheiden. Dem ersten Bau gehören folgende Theile an: die aus graugrünen Sandsteinwerkstücken hergestellten Umfassungsmauern des inneren Polygons bis hinauf zu dem erwähnten, einfach und kräftig gebildeten Kranzgesims samt den Strebepfeilern, die zu beiden Seiten des Chores noch bis zu diesem Gesims erhalten sind, dann die Umfassungsmauern des Umganges bis zu dem jetzigen Dache desselben. Diese Mauern

legen sich zwischen die Strebepfeiler hinein, sodafs die Stirn dieser letzteren noch eine Abkantung der Polygon-Ecken bildet, wie dies aus dem Grundrisse auf Blatt 26 ersichtlich ist. Die Gewölbe im Erdgeschofs dieses Umganges sind einfache Kreuzgewölbe mit rundem Schlufsstein, deren Rippen, schlicht profilirt mit doppelter Kehle und Blättchen (Bl. 28 Abb. 10), sich in den Ecken wahrscheinlich verliefen; an den Wänden sind diese Gewölbe mit einem bis zum Fußboden hinablaufenden Profil eingefast (Bl. 28 Abb. 9). Die Fenster dieses Erdgeschosses waren dreitheilig und mit reichem Mafswerk versehen. In einem der Vieleckfelder ist dieses dreifache Fenster noch vollständig erhalten, wiewohl nach innen vermauert; es ist dies das dritte Feld der Südumfassung, vom Westportal aus gezählt, (Bl. 28 Abb. 1), das, gegen den alten Thurm gewendet, jetzt in einem ganz lichtlosen Winkel sich befindet und, durch diesen Umstand begünstigt, der Zerstörung oder wenigstens dem Putzüberzuge entgangen ist. Dafs auch in den anderen Feldern des Umganges solche dreifache Fenster vorhanden waren, ist hinter einem der Bogen der Barockfront noch zu sehen. Der Hintergrund dieses Bogenfeldes wird noch von der alten Mauer mit ihren gothischen Fensterbögen geschlossen. In den anderen Feldern wurde das Vorhandensein der Fenster durch Anschlagen des Mörtelüberzuges festgestellt. Das in Abb. 1 Bl. 28 dargestellte Mafswerk ist von reicher Zeichnung, wie sie auch anderwärts aus dem 14. Jahrhundert stammend, wenn auch nicht gerade sehr häufig zu finden ist. Die Leibssteine sind in regelrechtem Steinverbaude mit dem umgebenden Mauerwerke, und es läßt sich ein späteres Einsetzen derselben nicht feststellen, sodafs an der Ursprünglichkeit der Mafswerkfüllungen nicht zu zweifeln ist. Im nördlichen und südlichen Mittelfelde und in den entsprechenden Feldern der Kirchenhauptmauer sind noch die vermauerten Seiten-Eingangsthüren nachweisbar. Im Obergeschofs des Umganges sind in denselben beiden Feldern je zwei Fenster mit einer Thür dazwischen gewesen, durch welche letztere die Triforien mit den Klosterräumen in Verbindung standen, in den anderen Feldern dieses Geschosses befand sich wahrscheinlich überall nur ein Fenster, es läßt sich dies aber jetzt nicht mehr mit Sicherheit bestimmen. In einigen dieser Felder sind im obersten Theile der Wand einfach gefaste, unten spitz zulaufende Kragsteine vorhanden, deren Bestimmung sich jetzt nicht mehr ermitteln läßt.

Die Strebepfeiler sind hier im Obergeschofs eingezogen (Abb. 4 Blatt 28), sodafs zwischen der Außenwand und dem Strebepfeiler die Verbindung der Triforienabtheilungen unter sich hergestellt war. Diese Strebepfeiler stehen in vollkommen regelrechtem Mauerverbaude mit der inneren Kirchenwand, welche letztere die höchst eigenartigen Triforienfenster enthält, die in Abb. 1 dargestellt sind. Es hat nämlich jedes Feld auf der Seite nach dem Umgange zu einen ziemlich gedrückten, stark abgefasten Segmentbogen, dessen Wölbsteine auch mit dem übrigen Mauerwerke regelrecht verbunden sind. Dieser Segmentbogen ist jetzt in allen Feldern mit späterem Backsteinmauerwerk ausgefüllt, es wurde mir aber ermöglicht, dieses in einem Felde soweit zu entfernen, daß die vier Triforienschlitze, wie sie mit ihrem Steinschnitt hier eingezeichnet sind, genau bestimmt werden konnten. Diese Schlitze sind an den untersuchten Stellen auf der Seite gegen die Kirche zu mit blinden Spitzbögen, deren Profil eine mit Nase versehene Kehle ist, überdeckt. Ob diese Spitzbögen ursprünglich schon vorhanden waren, oder ob sie erst in dem zweiten Bauabschnitte umgear-

1) Fundatrix Ettalensis etc. historice curavit P. Ludovicus Babenstuber. Monachii 1694.

2) *Templum altissimo fornice, qui totus unicae columnae veluti centro ex peripheria artificiosissime imminet, concameravit.*

beitet wurden, läßt sich jetzt nicht mehr erkennen, da die spätere Stuckdecoration darüber gezogen ist und nur an einer Stelle, an der zufällig die Rückwand eines Seitenaltars vorliegt, die Untersuchung durch Tasten möglich war. Ich möchte aber glauben, daß der Spitzbogen spätere Zuthat ist, da auch eine unzweifelhaft später stattgefundene Erweiterung der Schlitz durch Abarbeiten der starken schiefsschartenartigen äußeren Abschrägung wohl erkennbar ist und der Spitzbogen mit dieser

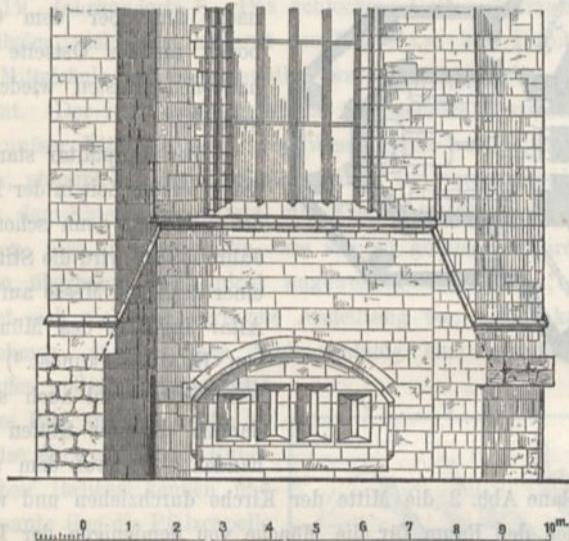


Abb. 1. Triforienfenster.

Erweiterung übereinstimmt. Diese Triforien hatten ursprünglich schon eine Holzdecke oder wahrscheinlicher ein offenes Dachgebälk. Es sind nämlich über dem Segmentbogen noch die Balkenlöcher der Hauptbalken und an den Seiten der Strebe Pfeiler die Pfettenlöcher für das Pultdach des Umganges vorhanden. Eine Einwölbung dieser Triforien, auf die man wohl aus den Kragsteinen schliessen möchte, war nicht vorhanden, die Wände zeigen keine Spur einer solchen.

Der zweite Strebe Pfeilerabsatz, der um wenig oberhalb der oben angeführten Pfettenlöcher endigt, ist mit einem einfachen gothischen Gesims abgeschlossen (Bl. 28 Abb. 12), welches sich an der Seite des Pfeilers hinaufzieht und wagerecht an der Kirchenwand herumläuft. Unmittelbar auf diesem Gurtgesims sitzen die gothischen, jetzt zugemauerten Fenster der Kirche auf, deren Profil in Abb. 7 und 8 Bl. 28 gegeben ist. Die eigenthümliche Bildung dieser Profile, namentlich von Abb. 8, gehört nicht der Mitte des 14. Jahrhunderts an, und in der That erweisen sich die unregelmäßig eingeflechten Gewändsteine (Abb. 1) als später eingemauert, auch die Steine der Fenstersohlbank mit dem Wasserschlag und dem hieran angearbeiteten Anfange der Fensterrippen sind nicht aus einem Stück mit dem Gurtgesims gearbeitet, sondern als keilförmige Stücke aufgesetzt. Diese Gewände und Rippen lassen sich bis unter das Pultdach hinauf verfolgen, oberhalb desselben bedeckt der Putz alles Alte bis zu der Sohlbank der jetzigen Fenster, in welchen die drei unteren wagerechten Eisenschienen noch den früheren gothischen Fenstern angehören. Die oberste dieser Schienen sitzt genau in der Höhe, in welcher muthmaßlich der Fensterbogen im zweiten Bauabschnitte begonnen haben muß.

Durch den vorstehend beschriebenen Befund ist unzweifelhaft festgestellt, daß in der zweiten Bauzeit die Kirchenfenster erweitert und im alten Mauerwerk weiter herunter geschlitz

wurden als die ursprünglichen Fenster waren, ferner aber auch, daß das sie umgebende Mauerwerk wirklich noch das der alten Kirchenumfangsmauer des ersten Bauabschnittes ist. Nach diesen Feststellungen ist der in Abb. 3 u. 4 Bl. 28 gegebene Plan des Domes gezeichnet, und es muß hier ausdrücklich wiederholt werden, daß kein Theil dieses Planes eine willkürliche Ergänzung ist mit Ausnahme des Gewölbes mit seinen Diensten und der Hauptschiffenster; die anderen Architekturtheile sind alle in den Wänden noch vorhanden und liegen theilweise offen da, theilweise sind sie durch Entfernen der späteren Vermauerung mit Back- oder Bruchsteinen jetzt aufgedeckt worden. Die oben angezogene Nachricht in Babenstubers Chronik, daß Abt Stephan Precht gegen Ende des 15. Jahrhunderts die Kirche mit einem auf einer einzigen Mittelsäule ruhenden Gewölbe schmückte, beweist nur, daß zu dieser Zeit die Mittelsäule errichtet und ein neues Gewölbe hergestellt worden ist, sie spricht aber nicht gegen ein früher vorhandenes einheitliches und den ganzen Raum überspannendes Gewölbe, wie dies Sighart in seiner bayerischen Kunstgeschichte voraussetzt, indem er für die älteste Zeit eine flache Holzdecke annimmt. Zweifellos ist, daß ein einheitliches Gewölbe von dem ersten Baumeister wenigstens beabsichtigt war, denn die mächtigen Strebe Pfeiler sind vollkommen ausreichend stark für ein solches angelegt, und es ist eine Verkenning der Baukunst der besten Zeit des gothischen Stiles, in welcher gerade die Construction in hohem Grade ausgebildet war, wenn man annehmen will, daß solche Strebe Pfeiler, die nachweisbar bis mindestens zum Hauptgesims hinauf geführt waren, bloß zur Sicherung der senkrechten Wände angelegt worden seien. Für das durch Steph. Precht hergestellte Gewölbe von der halben Spannweite sind sie viel zu stark. Man könnte also nur annehmen, daß Kaiser Ludwig bis zu seinem Tode den Bau im Gewölbe nicht mehr vollendete. Aber auch das ist nicht wahrscheinlich, denn seine Stiftung in Ettal war ihm offenbar eine Herzensangelegenheit. Er stattete urkundlich sein Kloster mit allen möglichen Pfründen und Gerechtsamen aus und überwies ihm eine große Zahl von Gütern; und da, wie oben erwähnt, die Kirche bereits 1343 benedicirt war, so hat die Voraussetzung keine Unwahrscheinlichkeit, daß die Kirche vollständig, d. h. samt dem Gewölbe noch bei Ludwigs Lebzeiten vollendet wurde. Was der böhmische König Karl (Kaiser Karl IV.) in Prag an seiner 23,70 m Durchmesser haltenden Karlskirche 30 Jahre später (im J. 1355; Einweihung 1377) ausführen konnte, war wohl auch dem Kaiser Ludwig in Ettal möglich.

Die Kirche hatte einen im halben Achteck geschlossenen Chor, der jetzt nicht mehr besteht. Seine Anordnung ist uns in einem Plane erhalten, den der Abt Othmar 1631 dem Kurfürsten Maximilian I. mit einer Bittschrift um einen neuen Choraltar überreichte, in welcher ausdrücklich gesagt ist, daß der Chor noch in demselben Zustande sei, wie er von Kaiser Ludwig erbaut war, der ihn zu seiner Begräbniscapelle bestimmt hatte. Der Plan ist in Abb. 2 im verkleinerten Maßstabe gegeben.<sup>1)</sup> Wenn er auch offenbar nicht von einem Baukündigen gezeichnet ist, sondern wahrscheinlich von einem der Klosterangehörigen, so giebt er doch ein klares Bild der ganzen Anordnung und trifft in denjenigen Maßen, welche jetzt noch nachgeprüft werden können, d. h. in der Stellung der beiden

1) Das Original befindet sich im Kreisarchive von Oberbayern.

noch vorhandenen Chorstrebe Pfeiler zunächst dem Chorbogen, vollständig zu. Es muß zugegeben werden, daß das Höhenverhältniß des Chores, wie er in Abb. 3 Bl. 28 und im Querschnitt Abb. 3 dargestellt ist, mit den Verhältnissen des Domes selbst nicht derart in Harmonie steht, wie man es von einem so durchdachten und mit Meisterschaft geplanten Bauwerke erwarten sollte: er erscheint etwas zu hochgestreckt; aber in den Gewölbwinkeln über dem neuen Chorbogen läßt sich der ehemalige in seinen noch vorhandenen Anfängen genau feststellen und ist nicht willkürlich eingezeichnet.

Im Aeußeren hat die ursprüngliche Kirche das auf späteren Abbildungen dargestellte Spitzdach jedenfalls gehabt. Die Fenster waren wahrscheinlich mit einer schmucklosen Wimperge ohne Maßwerk versehen, denn es ist über dem alten Chorbogen noch ein höher gelegener Constructionsbogen mit den Resten einer solchen Wimperge erhalten, deren Profil um den obersten Strebe Pfeilertheil sich fortsetzt. Man muß also annehmen, daß sie auch über den Kirchenfenstern in gleicher Weise vorhanden war. Ob die Strebe Pfeiler sich noch

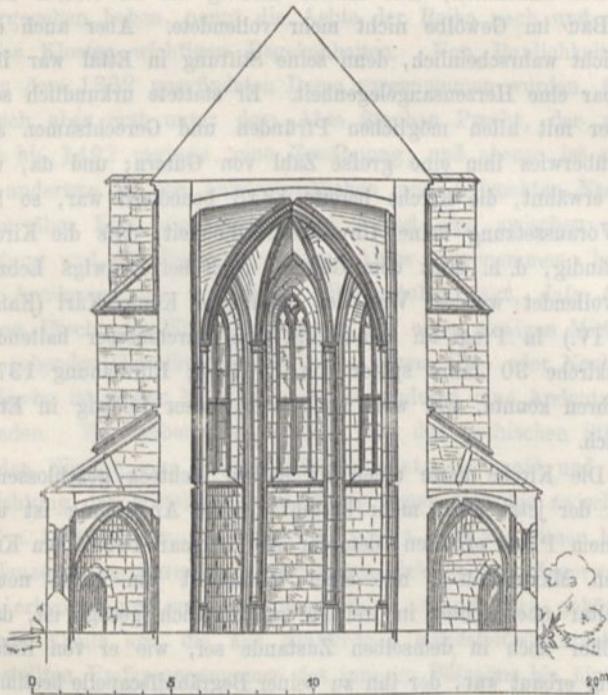


Abb. 3. Querschnitt durch den Chor.

über das Dach hinaus in einem fielenartigen Aufsatz fortsetzen, ist unbestimmbar; ich habe sie in der Wiederherstellung so gelassen, wie die beiden unverändert erhaltenen Pfeiler zu beiden Seiten des Chores jetzt noch stehen. Im ganzen war das Aeußere zweifellos höchst einfach und — außer in den Fenstern — ohne allen Schmuck von Maßwerk u. dergl., wie es dem rauhen

Gebirgsklima vollkommen angemessen war. Die Abb. 4 giebt die Ansicht des westlichen Vieleckfeldes mit dem Haupteingange. Der darüber gespannte freistehende Spitzbogen, der in späteren

Abbildungen als Segmentbogen vorhanden ist, läßt sich in den Pfeileransätzen jetzt noch nachweisen (Blatt 28 Abb. 13); das hier eingezeichnete Wimpergenprofil ist nach den über dem Chorbogen an der Ostseite vorhandenen Resten wiederhergestellt.

Der Hauptaltar stand in dieser ersten Zeit in der Mitte des Vielecks, denn schon im Jahre 1380 wird die Stiftung einer täglichen Messe auf dem Altar inmitten des Münsters von Ettal beurkundet.<sup>1)</sup> Es waren also wohl auch schon damals die vier Stufen vorhanden, die auf dem alten

Grundplane Abb. 2 die Mitte der Kirche durchziehen und wahrscheinlich den Raum für die Mönche von demjenigen der Laien

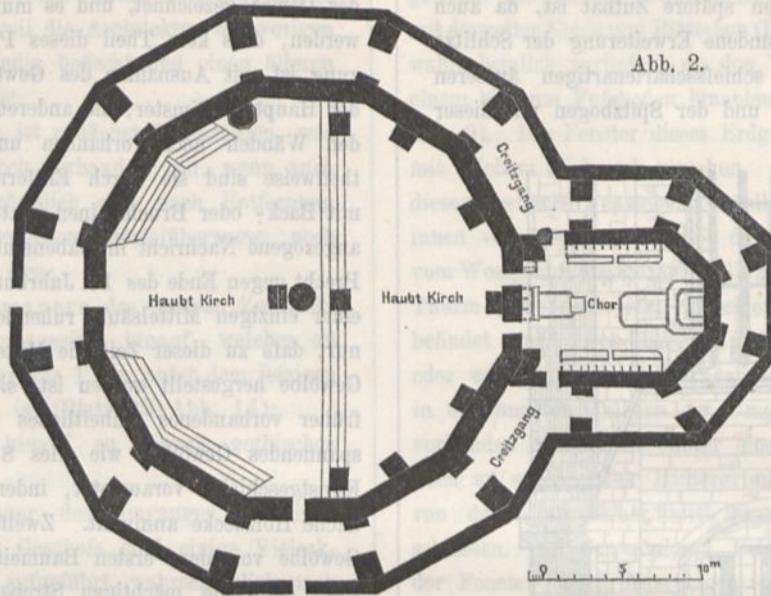


Abb. 2.

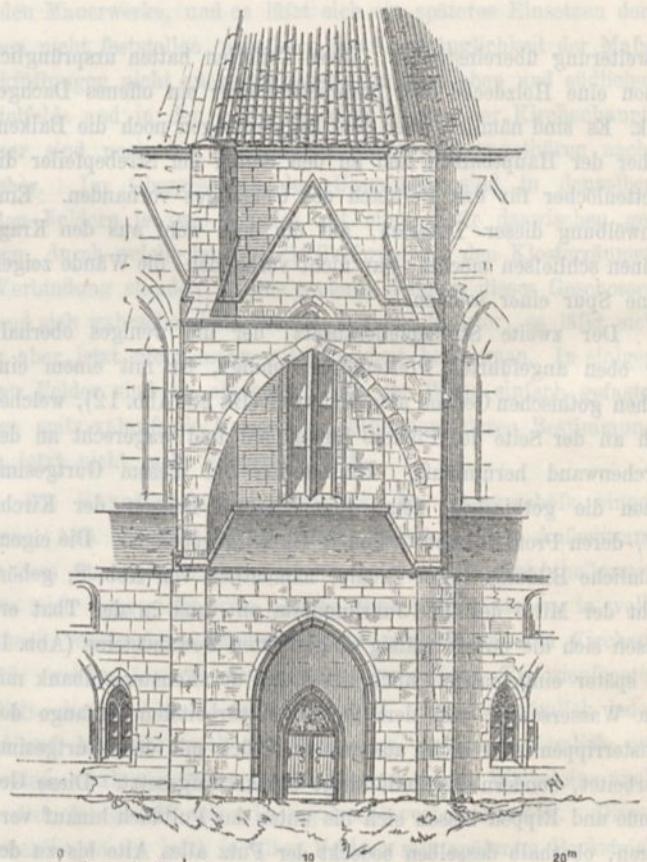


Abb. 4. Theil um den Haupteingang.

und der dem Stift angehörenden Ritter schieden.

Diese gothische Centralkirche, die bis jetzt noch nicht die genügende Beachtung gefunden hat, war damals ein ganz

1) Acten des erzbischöfl. Ordinariats München.

vereinzelt dastehendes Beispiel in Deutschland.<sup>1)</sup> Aus der romanischen Zeit sind ja diese Rundkirchen überall häufig zu finden, aus der rein gothischen Zeit ältere als die Ettaler Kirche nicht. Die obengenannte Karlskirche in Prag, ein achteckiger Centralbau, wurde erst 1355 gestiftet, sie ist nahezu von gleicher Größe, wie Ettal, dieses hat 25,3 m Durchmesser, jene 23,70 m. Eine angeblich in Kreisform von Bischof Ulrich auf dem der Ilzstadt gegenüber liegenden Ufer in Passau erbaute Kirche ist erst aus dem Jahre 1479 (abgebrochen im Anfang des 19. Jahrhunderts.<sup>2)</sup> Das achteckige Gottesackerkirchlein in Weilheim, nicht weit entfernt von Ettal, von 9 m Durchmesser, mit Mittelsäule und Sterngewölbe, wurde inschriftlich i. J. 1449 erbaut. Der im Aufbau gothische bedeutendste Centralbau, den wir außer Ettal besitzen, das Westpolygon von St. Gereon in Köln, stammt in seiner Grundrissanlage aus vorromanischer Zeit. Was den Kaiser veranlafte, die Kirche als Centralbau herzustellen, also in einer Form, wie sie bei gothischen Kirchen bis dahin überhaupt noch nicht angewendet worden war, darüber findet sich nicht die geringste Andeutung vor. Man kann nur annehmen, daß er dem Madonnenbilde eine geweihte Stätte schaffen wollte, in deren Mitte dieses Bild thronen sollte; er mußte die bedeutenden Rundkirchen Italiens kennen und es konnte ihm die Pfalzcapelle seines berühmten Vorgängers, Karls des Großen, in Aachen sehr wohl den Gedanken eingeben, ein ähnliches Bauwerk zu schaffen. Weit näher liegt wenigstens eine solche Annahme, als diejenige, es habe der Rundbau auf dem Tempelberg (Omaroschee) in Jerusalem zum Vorbild gedient, denn die unglückselige Leidenschaft der Kreuzzüge hatte sich zu Ludwigs Zeiten bereits abgekühlt.

Die oben beschriebene Gestalt der Kirche, wie sie nach den vorhandenen Ueberresten sicher bestanden hat, blieb, wie erwähnt, unverändert bis zum Ende des 15. Jahrhunderts. Bauliche Veränderungen oder Erneuerungen an den Klostergebäuden sind gewissenhaft verzeichnet, an der Kirche selbst keine bis zum Steph. Precht'schen Bau der Mittelsäule. Den Zustand der Kirche nach diesem Umbau giebt Babenstuber sehr ausführlich, jedoch mit dem Beiwerk einer inneren Restauration im Stile der Renaissance aus den Jahren 1654 bis 1657. Wir können uns aber wohl ein Bild derselben im zweiten Bauabschnitte machen, wenn wir beim Lesen der Beschreibung des Chronisten das dabei namhaft gemachte Beiwerk von korinthischen Capitellen, Guirlanden usw. hinwegdenken. Um nicht allzu ausführlich zu werden, kann ich diese Beschreibung nur im Auszuge wiedergeben. Babenstuber sagt, daß sich inmitten des zwölfeckigen Raumes eine 68 Fuß hohe Säule erhebt, über der sich zwölf Bogen, die das Gewölbe bilden, „wie Palmen in 12 Rippen auflösen“ und, ihrerseits wieder in andere Rippen

getheilt, von einzelnen Wandsäulchen aufgenommen werden. Die Wand zwischen diesen letzteren wird von hohen Fenstern ausgefüllt, unterhalb dieser Fenster läuft rings herum ein Mauerkrans bis zum Chor, darunter ist eine andere Reihe Säulen, zwischen denen die Altäre stehen. Gegenüber dem Chor im Osten liegt das Eingangsthor mit der Orgelempore, an deren beiden Seiten sich Oratorien anreihen, aus deren Fenstern der Prediger gehört und die heiligen Ceremonien gesehen werden können. Mitten vor dem Chor ist der Kreuzaltar mit dem gekreuzigten Christus, Maria und Johannes von Elfenbein, verfertigt unter Abt Roman (1675 bis 1697); an der Mittelsäule steht der Pfarraltar, an dem das Madonnenbild Kaiser Ludwigs zur Verehrung ausgestellt wird.

Diese Nachricht Babenstubers von der Errichtung einer Mittelsäule mit einem hohen Gewölbe bestätigt die aus den vorhandenen Resten der ältesten Bauperiode geschöpfte Ansicht, daß die erste Kirche ein einheitliches Gewölbe hatte. Eine weitere Veränderung ist nicht nachweisbar; die Wanddienste, welche für das erste Gewölbe vorhanden sein mußten — mag dieses zur Ausführung gekommen sein oder nicht — wurden für das neue Gewölbe, für welches die vorhandenen Strebepfeiler ein übermächtig starkes Widerlager boten, benutzt.

Für diese zweite Bauzeit habe ich den in Abb. 5 u. 6 Bl. 28 dargestellten Wiederherstellungsplan entworfen. Nachweisbar wurden die Kirchenfenster hierbei bis auf das Gurtgesims herab verlängert und verbreitert. Das Gepräge dieser Fensterprofile (Abb. 7, 8 Bl. 28) weist, wie erwähnt, auf spätgothische

Zeit hin; ich nehme an, daß auch dabei über den Triforien-schlitzten, die bei dieser Gelegenheit ihre noch sichtbare Erweiterung erhielten, die blinden Spitzbögen als Zierde angearbeitet wurden. Die Strebepfeiler mit den anschließenden Wandtheilen blieben unverändert und es hat also das Außere mit Ausnahme der vergrößerten, Fenster eine Aenderung nicht erlitten.

Hier muß noch der alte viereckige Glockenthurm besprochen werden, der an das dritte Feld südlich vom Westeingange angebaut ist. Daß derselbe bei der ersten Kirche nicht bestanden hat, beweist einestheils der alte Holzschnitt (Abb. 5), die älteste mir bekannte Abbildung von Ettal, auf dem er nicht vorhanden, anderentheils die Art seiner Ausführung. Denn während die ganze Kirche von Sandstein-Werkstücken aus einem Bruche des Ammerthales erbaut ist, hat er im Unterbau Nagelfluh- und darüber Backsteinmauerwerk; seine nordöstliche Ecke ist nicht mit dem Pfeilermauerwerk im Verband, sondern einfach angeschlossen, und es ragt dieselbe im Obergeschoß des Umganges etwas über dessen Mauerwerk hinein. Wir dürfen es also als sicher betrachten, daß er später und vielleicht gleichzeitig mit dem Umbau Stephan Prechts aufgeführt worden ist. Aus der gothischen Zeit ist er sicher, da die gekuppelten Fenster in seinem oberen Geschoße die gedrückten Spitzbögen haben. Der Stellung dieses Thurmes verdanken wir es, daß die schon öfter erwähnte einzige Fensterpartie des Umganges,

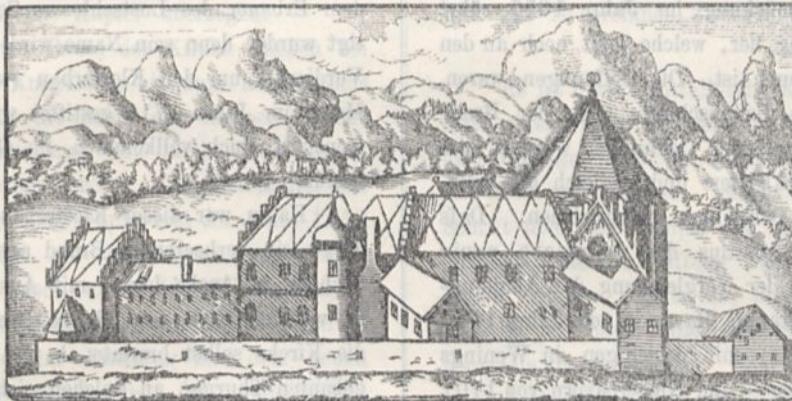


Abb. 5.

1) Im J. 1884 habe ich im Münchener Archit.- u. Ing.-Vereine auf sie aufmerksam gemacht und sie eingehend besprochen. — Adler weist auf sie im Centralbl. d. Bauverw. hin (1884 S. 56).

2) Buchinger, Gesch. d. Fürstenth. Passau, S. 174 ff.

die noch in ihrer ursprünglichen Schönheit vorhanden ist (Abb. 1 Bl. 28), nicht zerstört, sondern nur leicht mit Mauerwerk ausgefüllt worden ist.

Unter Abt Placidus Gall (1549 bis 66) wurden die Klostergebäude erneuert, doch fehlt jede Angabe, in welchem Umfange dies geschehen ist. Im Aeußeren umgebaut wurde die Kirche von Abt Ignatius im Jahre 1654, wobei wohl die Spitzbogenfenster und die Wimperge darüber verschwanden, und in dem darauf folgenden Jahre begann derselbe die Neuausschmückung des Innern, welche Arbeit 1657 vollendet wurde.<sup>1)</sup> Dafs dieser Bau nicht im Sinne der Gothik durchgeführt wurde, ist für diese Zeit wohl selbstverständlich, es ist die Ausschmückung, welche Babenstuber bei Abfassung seiner Chronik vor Augen hatte. Sie bestand in dem damals beliebten Ueberkleistern der gothischen Architektur mit Gipsstuck. In einer Handschrift von 1725<sup>2)</sup> ist diese Art der Ausschmückung, die in Altbayern in so vielen Kirchen vorgenommen wurde, durch den Bericht charakterisirt, dafs die Kirche von Jahr zu Jahr nach ihrer Gründung grofsartiger wurde und dafs das vorher kahle Innere später mit Gipsarbeit bekleidet und geschmückt wurde.

Von der inneren Ausschmückung im Jahre 1655 rührt jedenfalls die zweite Veränderung her, welche jetzt noch an den Triforienschlitzfenstern zu erkennen ist. Die Oeffnungen waren, wie oben erwähnt, im zweiten Bauabschnitte nach der Breite vergrößert worden; in diese erweiterten Oeffnungen wurden jetzt im Gipsmörtel Rundbögen eingekleistert und zugleich die spitzbogigen Blindfelder über den Oeffnungen zugestrichen. Dafs durch den Umbau des Abtes Ignatius das Aeußere wenig berührt wurde, ersehen wir aus der Vergleichung der Abbildungen von Ettal in Merians Topographia Bavariae vom Jahre 1644 (also vor dieser Wiederherstellung) mit derjenigen in Wenings Werk über die Rentämter von Ober- und Niederbayern von 1701 (also nach derselben). Beide Abbildungen der Kirche ebenso wie der Klostergebäude stimmen nahezu überein.

Im Jahre 1699 werden wieder Bauarbeiten verzeichnet, es waren aber nur Ausbesserungen am schadhafte Mauerwerk der Kirche durch Wessobrunner Gipsarbeiter, und ebenso beschränken sich die Ausbesserungen im Jahre 1701 auf Legung eines neuen Marmorpflasters. Der 1703 erschienene Churbayerische Atlas von A. W. Ertel stellt die Kirche noch ebenso dar, wie Merian und Wening, auch die Klostergebäude sind noch die gleichen, es war also bis dahin eine wesentliche Veränderung nicht vorgenommen worden.

Im Jahre 1710 wurde infolge der Stiftung des Herzogs Maximilian Philipp von Bayern eine Erziehungsanstalt für adelige Jünglinge mit dem Kloster verbunden,<sup>3)</sup> nachdem schon 1697 ein Gymnasium eingerichtet worden war. Zu diesem Zwecke wurde der Umbau der sämtlichen Klostergebäude begonnen, der so durchgreifend war, dafs sogar eine feierliche Grundsteinlegung der Gebäude vorgenommen wurde. Gleichzeitig erfolgte auch die Grundsteinlegung für die neue Front „vor der Kirche.“ Ein kleines Gedenkblatt, das nach dem Stil seiner Schrifcartouche

der Zeit von 1710 bis 20 angehört,<sup>4)</sup> zeigt die neuen Klostergebäude, aber die Kirche noch in ihrer früheren Gestalt mit dem hohen Spitzdach, jedoch mit dem bereits fertigen nördlichen Seitenthurm, es liegt auch keine Nachricht vor, dafs an dem Dome selbst infolge dieser umfassenden Bauten irgend eine Veränderung vorgenommen worden ist, aufser dafs die neue Front vorgesetzt wurde. Dennoch kann nur bei den damaligen Arbeiten zwischen 1710 und 1744 (dem Jahre des Brandes) der alte Chor abgebrochen und durch das jetzt noch stehende Oval ersetzt und die Sacristei angebaut worden sein, denn es sind in den an der Außenseite des Chores vorhandenen Balkenköpflöchern die Spuren von verkohltem Holz mit beruften Steinen und Mörtelbrocken noch vorhanden. Diese Mauer mufs also beim Brande bereits gestanden haben. Inwieweit dieser neue Chor damals fertig gestellt wurde und mit welchem Schmuck, bleibt unbestimmbar, und es steht nur fest, dafs der Hochaltar in dem Chore 1726 feierlich geweiht wurde.<sup>2)</sup>

Die neuen Klostergebäude wurden stückweise in Benutzung genommen, der ganze Bau des Klosters war aber erst 1739 vollendet. Es ist sehr wahrscheinlich, dafs der Plan zu diesem umfassenden Bau sowie zu der neuen Kirchenfront von Zuccali, dem Erbauer des Lustschlosses Schleifsheim bei München, gefertigt wurde, denn sein Name wird rühmend genannt wegen seiner Verdienste um den Klosterbau (wofür ihm auch eine jährliche Messe im Jahre 1716 gestiftet wurde).<sup>3)</sup> Der Stil der Kirchenfront ist auch vollkommen im Geiste der Zuccalischen Architektur.

Kaum war dieser Klosterbau vollendet, so brach im Jahre 1744 ein verheerender Brand aus, der das Kloster in wenigen Stunden in Asche legte, mit Ausnahme des nördlichen Flügels, in welchem sich das adelige Erziehungsinstitut befand. Auch die Kirche selbst brannte ab und erst an dem nördlichen, neugebauten Thurme, an welchen sich das Institut anschlofs, wurde dem Feuer Einhalt gethan. Da dieser Stock nunmehr für die Unterbringung der Mönche nöthig war, so wurde das Institut, das sich eines grofsen Rufes auch im Ausland erfreute, und in welchem nicht blofs klösterlicher Unterricht ertheilt, sondern auch Kriegskunst, Fechten und Reiten gelehrt wurde, aufgelöst, um später nicht mehr ins Leben zu treten. Ein namhafter Theil des Kirchenschatzes mit der ganzen Bibliothek wurde vom Feuer zerstört, doch konnten ein Theil der Urkunden und das Madonnenbild Kaiser Ludwigs gerettet werden. Obwohl der Wiederaufbau der Klostergebäude rasch begonnen wurde, so verflossen doch fast zehn Jahre bis zu ihrer baulichen Vollendung, denn erst im September 1753 wurde das neuhergestellte Convent bezogen.<sup>4)</sup> Der Dom erstand neu, jedoch langsamer als das Kloster, als Kuppelbau in der Gestalt, wie er eingangs beschrieben ist, aber auf den alten Umfassungsmauern der ersten Gründung. Die Mittel dazu wurden theilweise durch Sammlungen beschafft, welche Klosterangehörige in weitester Ausdehnung in verschiedenen Ländern zusammen brachten. Dafs selbst in den Städten den Rhein hinab, in Belgien, Sachsen usw. Interesse für das Kloster erweckt werden konnte, erklärt sich leicht dadurch, dafs in dem adeligen Collegium Söhne der ersten Familien aus allen Ländern, selbst aus Italien und Ungarn, er-

1) Selbstbiographie des Benedictinerpaters Ferd. Marpeck, Handschrift in der K. Staatsbibliothek.

2) Diarium des P. Engelbert Sartori in der Biblioth. des erzbischöfl. Ordinariats.

3) Deutinger, d. ält. Matrikeln d. Erzbisth. Freising, sowie Diarium d. Engelb. Seiberz z. J. 1711.

1) Seine Kupferplatte befindet sich beim Pfarramt Ettal.

2) Deutinger, d. älteren Matrikeln d. Erzbisth. Freising S. 170.

3) Diarium des E. Sartori zum J. 1716.

4) Calendarium des Klostercustos z. J. 1753, Manuscript.

zogen worden waren. Der Wiederaufbau des Klosters geschah wohl zweifellos in der Hauptsache nach dem Plane, wie es im Jahre 1710 u. f. umgebaut worden war, und es ist wahrscheinlich, daß die Mauern zum größten Theil wieder benutzt werden konnten. Die Abb. 2 auf Blatt 28 giebt den im Jahre 1745 angefertigten Grundriß der Gesamtanlage.<sup>1)</sup> Welche Beschädigungen die Kirche selbst beim Brande erlitt, ist nicht überliefert, doch waren sie sehr bedeutend, da man sich zur vollständigen inneren Neuausschmückung entschloß. Die geschwärzten Balkenlöcher in vielen Wänden und die Kohlentheile, die in denselben und in dem auf den Gewölben lagernden Schutt sich heute noch finden, bestätigen, daß der Brand auf allen Seiten wüthete. Jedenfalls war die Dachpyramide niedergebrannt und damit auch das Kirchengewölbe eingeschlagen oder doch arg beschädigt. Der Bau der Sacristei war 1747 soweit vollendet, daß Maler Zeiller die innere Ausschmückung mit den Deckengemälden beginnen konnte, und in demselben Jahre wurde die Weihe der neuen Glocken vollzogen (die alten waren beim Brande geschmolzen), sowie der Dachstuhl der Kuppel von Zimmermeister Johann Pföderle aufgebracht,<sup>2)</sup> ferner der Knopf und das mit Kupfer überzogene Kreuz vergoldet und nach der Benediction desselben aufgerichtet; 1748 wurde dann die Laterne mit Kupfer überzogen.

Die Hauptmauern des alten Baues der Kirche blieben bei dieser Umwandlung in einen Kuppeldom bis zum Kranzgesims hinauf stehen und wurden für die Basis der Kuppel, welche mit einem starken Eisenreif umspannt ist, durch einen Mauer-aufsatz und das neue Kranzgesims erhöht. Die Mittelsäule, auf der das alte Kirchengewölbe ruht, wurde erst im Jahre 1752 abgetragen und an ihrer Stelle ein Gnadentempel aufgerichtet. Ihre Grundmauern sind jetzt noch unter dem Kirchenpflaster vorhanden. Die Kirche war übrigens in diesem Jahre schon in Benutzung. Der Chor wurde im Einklang mit dem neuen Schmuck der Kirche wiederhergestellt und dabei mit einem verputzten Holzgewölbe überdeckt, welches Knollers Frescobild erhielt.

Nicht lange nach der gänzlichen Vollendung des Domes i. J. 1790 sollte das Kloster bestehen. Im Jahre 1803 erfolgte die Sequestration, die hier infolge des Brandes wohl weniger zu verschleudern vorfand, als in anderen Klöstern. An den Klösteräumen selbst war in ihrem inneren Ausbau noch manches zu vollenden und heute noch ist an der in ihren Abmessungen sehr stattlich angelegten Haupttreppe ersichtlich, wie mitten in der Arbeit der Stillstand eingetreten ist. Diese Treppe liegt im östlichen Ende des an den Chor anschließenden Flügels, welcher unten die Sacristei, darüber den Betsaal der Mönche und im zweiten Obergeschoß den Bibliotheksaal enthält; auch an diesem letzteren ist der jähe Abbruch der Vollendungsarbeiten ersichtlich, denn die Flügelthür, die in den scharf und gut geschnittenen Füllungen im Stile der Kaiserzeit gearbeitet ist, hat noch keinen Anstrich.

Die Klostergebäude wurden verkauft, die Kirche übernahm der Staat als Pfarrkirche, die prächtige Sacristei war anfangs in Privatbesitz übergegangen — ein charakteristisches Zeichen der damaligen kopflosen Verschleuderungswuth —, um die Dachunterhaltung zu sparen, wie der damalige Besitzer in einer

1) Das Original dieses Planes ist im K. Kreisarchiv in München aufbewahrt.

2) Das Modell dieses meisterhaft durchgeführten Dachstuhles ist in der Sammlung des histor. Vereins in München aufbewahrt.

Eingabe vom Jahre 1816 angeht, in welcher er die Vernachlässigung der Kunstwerke in der Sacristei beklagt, doch wurde diese, sowie der südlich anstoßende Flügel 1820 vom Staate zurückgekauft. König Ludwig I. sorgte in den Jahren 1827 bis 48 dafür, daß die vorher mit Schindeln eingedeckte Kuppel mit Kupfer gedeckt wurde, wodurch das große Kuppelgemälde Zeillers einen gediegenen Schutz erhielt, und unter König Maximilian II. wurde 1854 der früher mit einem unschönen stumpfen Pyramidendach versehene nördliche Thurm gleichfalls mit Kupfer eingedeckt. Die Front der Kirche blieb unvollendet, die Arbeiten an ihr scheinen sich bis zum Eintritt der Sequestration hingezogen zu haben; eine Anzahl fertig gearbeiteter Capitelle der Front liegen heute noch vor der Kirche und erwarten ihre Wiederverwendung, wenn einmal der Staat diesem hochbedeutenden Bauwerk wieder einige Beachtung schenken wird. Eine große Anzahl andere Architekturtheile, Consolen, Hauptgesimsfüllungen u. dergl., sind an allen möglichen Gebäuden Ettals in beliebiger Weise verwendet und vermauert und würden sich leicht wieder zusammentragen lassen, um die Front zu vollenden.

In nächster Umgebung des Domes standen noch vier kleinere Capellen, von welchen drei abgebrochen worden sind und eine zu profanen Zwecken dem Verkauf anheim fiel.

Es ist diese Centralkirche Kaiser Ludwig des Bayern infolge ihrer eigenartigen Bauweise in Verbindung gebracht worden mit der Gralsage, und der poetische Reiz dieses Zusammenhanges ist nicht zu leugnen. Schon Sulpiz Boisserée hat in einer Schrift über den Tempel des hl. Gral im Titrel<sup>1)</sup> darauf hingewiesen, wie die Stiftung Ludwigs mit ihren zwölf Rittern an diesen erinnere, und in der Schrift von Dr. Holland, „Kaiser Ludwig der Bayer und sein Stift zu Ettal“ ist dies später nochmals hervorgehoben. Es läßt sich wohl die Möglichkeit nicht bestreiten, daß Ludwig diese, im jungen Titrel in ganz außerordentlich phantastischer Weise lang ausgespinnene provençalische Sage bei der Gründung seines Klosters im Auge gehabt haben könne. Es muß aber hier festgestellt werden, daß die schwulstige Beschreibung des Graltempels mit unserem fein durchdachten gothischen Centralbau nicht die geringste Aehnlichkeit hat und daß die Gralritter in der Beschreibung ihrer Thätigkeit auch nicht entfernt mit den Mitgliedern des ascetisch organisirten Ritterstiftes verglichen werden können. Es besteht urkundlich auch nicht der allergeringste Anhalt dafür, daß dem Kaiser ein derartiger Gedanke vorschwebte, denn weder in der Stiftungsurkunde noch in anderen Urkunden und ebenso wenig in irgend welchen anderen gleichzeitigen oder späteren Schriften, welche von Ettal handeln, ist auch nur der entfernteste Bezug genommen auf den Graltempel und seine Ritter. Es mag daher jedem überlassen bleiben, eine Beziehung zwischen beiden sich vorzustellen. Der Ettaler Dom bleibt auch ohne Hereinziehung dieser Sage immer ein für die Geschichte der Kunst wichtiges und sehr beachtenswerthes Bauwerk, und seine Bedeutung für die Baukunst des Mittelalters wird durch das Hereinziehen des mythischen Grals um gar nichts erhöht. In seiner jetzigen Gestalt als mächtiger Kuppeldom, in der Einsamkeit eines grofsartigen Gebirgsthalles gelegen, wirkt er überwältigend auf den Besucher.

Georg Friedrich Seidel.

1) Abhandl. d. K. B. Akademie der Wissensch. Bd. I Jahrg. 1835.

## Die Kirche San Lorenzo in Mailand.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 29 bis 35 im Atlas.)

Aus der langen Kette von Denkmälern, welche die Baugeschichte kennt, hebt sich eine geringere Zahl von solchen heraus, welche vermöge ihrer Mustergiltigkeit einen bestimmten Einfluß auf die späteren geübt haben. Aus diesem Grunde hat man sie als „Schöpfungsbauten“ bezeichnet, und da unser Verständniß der Baugeschichte durch die Kenntniß dieser Denkmäler wesentlich bedingt ist, so wird eine gewissenhafte Untersuchung derselben für den, welcher über Kunstgeschichte forscht, eine der ersten Aufgaben bleiben. Ein solcher „Schöpfungsbau“ ist die Kirche San Lorenzo in Mailand, deren hohe künstlerische Vollendung zwar bisher allseitig gewürdigt, deren geschichtliche Stellung aber noch niemals mit Sicherheit dargelegt worden ist. Der Grund dieser

Erscheinung ist einerseits in dem Mangel an Baunachrichten zu suchen, andererseits wird die Prüfung des vorhandenen Gebäudes dadurch erschwert, daß die Kirche umfassend erneuert und durch zahlreiche Anbauten verdeckt worden ist.

Die im Volke lebende Ueberlieferung, welcher sich sämtliche älteren Geschichtschreiber Mailands anschließen, setzt den Ursprung der S. Lorenzkirche in die römische Kaiserzeit zurück. Die gleiche Meinung sprach auch Luigi Cagnola, der bekannte Schöpfer des Friedensbogens in Mailand, aus, welcher die Kirche nebst den umliegenden alten Bauwerken aufnahm und mit einigen Zusätzen als die „Herculischen Thermen“ in Zeichnung wiederherstellte.<sup>1)</sup>

Gründlicher drang zuerst ein deutscher Architekt, Karl Friedrich von Wiebeking, in die eigenartige Baugeschichte

der Kirche ein.<sup>1)</sup> Seine Prüfung nur soweit ausdehnend, als es einem Reisenden möglich ist, der seine Aufmerksamkeit nicht auf ein einzelnes Denkmal beschränken kann, hat er doch das Verdienst, die Baugeschichte von San Lorenzo in den Grundzügen zum ersten Male so dargelegt zu haben, wie sie durch eine eingehende Untersuchung bestätigt wird. Er bezeichnete San Lorenzo als „eine der ältesten in Italien im neugriechischen Stil erbauten Kirchen“ und erkannte auch, daß die Kuppel bereits im 12. Jahrhundert eine Erneuerung erfahren hätte, durch welche aber die Hauptanlage ebensowenig wie durch den

Neubau des 16. Jahrhunderts beeinflusst worden wäre. Er veröffentlichte seine Mittheilung im Jahre 1823; doch scheint dieselbe völlig unbeachtet geblieben zu sein, indem die Aufmerksamkeit für die mittelalterliche, besonders für die altchristliche und byzantinische Kunst damals noch wenig entwickelt war. Erst nachdem Ferdinand von Quast nach einer im Jahre 1839 unternommenen Reise durch Italien von neuem auf die kunstgeschichtliche Bedeutung unserer Kirche gewiesen hatte,<sup>2)</sup> hat diese eine allgemeine Beachtung erlangt und ein Austausch verschiedener Meinungen über das Alter der Kirche stattgefunden.

Ohne auf Wiebeking Bezug zu nehmen, decken sich die Ergebnisse der Untersuchungen v. Quasts doch mit dessen Ausführungen. Insbesondere betonte v. Quast die enge Verwandtschaft des ursprünglichen Baues mit den byzantinischen Centralkirchen, welche auf gleichzeitige Entstehung, vielleicht sogar auf unmittelbare Nachahmung zurückzuführen sei, jedenfalls aber einen von Anfang an christlichen Bau kundthue. Er be-

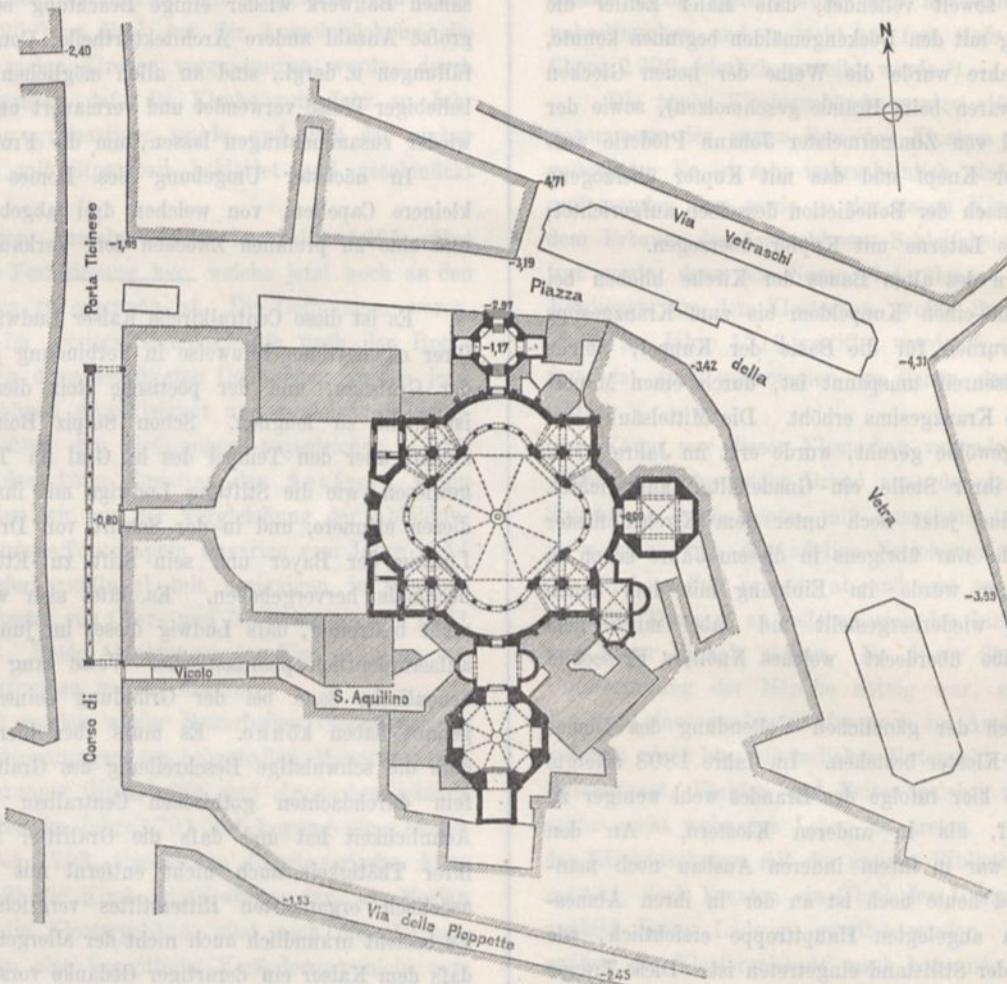


Abb. 1. Lageplan.

10 5 0 10 20 30 40 50m

1) Eine Veröffentlichung seiner Aufnahme befindet sich in der Sammlung „Disegni degli edifizî più celebri di Milano“, Bd. IV, welche, zur Zeit im Besitze des Städtischen Archivs von S. Carpoforo in Mailand, auch unter dem Namen ihrer früheren Eigenthümer Bianconi, Litta und Vallardi bekannt ist; ferner auch in dem Werke: Delle Antichità longobardico-milanesi illustrate con dissertazioni dai monachi della congregazione cisterciense in Lombardia. Bd. I. Mailand, 1798. 8°.

1) K. F. v. Wiebeking, Theoretisch-praktische bürgerliche Baukunde durch Geschichte und Beschreibung der merkwürdigsten Baudenkmale und ihrer genauen Abbildungen bereichert. München, 4°. 1821 bis 24. Bd. II, S. 192.

2) F. v. Quast, Die altchristlichen Bauwerke von Ravenna. Berlin, 1842. Fol. S. 33 und Taf. VIII, 8°.

gleitete seine Mittheilung mit einer Skizze des Grundrisses. — Gegen seine Ansicht erklärte sich Franz Mertens in Berlin.<sup>1)</sup> Ihm genügten die ansehnlichen antiken Reste, welche in und bei der Kirche vorhanden sind, sowie die volkstümliche Ueberlieferung, um in der Anlage der Kirche einen antiken Badesaal mit Umgebung zu erkennen. In seinen bekannten Schriften über die Entwicklung der mittelalterlichen Baukunst<sup>2)</sup> hat Mertens wiederholt auf die Wichtigkeit der S. Lorenzkirche für die Ausbildung der romanischen Baukunst hingewiesen, seine Ansichten aber niemals weiter ausgeführt. — Eingehendere Untersuchungen stellte Heinrich Hübsch aus Karlsruhe an, indem er nicht allein das Bauwerk vermaß, sondern auch die erhaltenen Nachrichten aus dem Mittelalter und dem 16. Jahrhundert zur Benutzung heranzog.<sup>3)</sup> Er gelangte zu einem Ergebnisse, welches völlig verschieden von den Ansichten der bisher genannten Architekten ausfiel. Ein glühender Bewunderer der ältesten christlichen Kunst und von Vorurtheilen wohl nicht frei, glaubte Hübsch in dem 1573 eingestürzten Bau den ursprünglichen zu erkennen und dessen Entstehung in der Zeit des heil. Ambrosius oder wenig später annehmen zu müssen. Die Beeinflussung durch einen älteren römischen Bau wie die Erneuerung der Kuppel während des Mittelalters bestritt er entschieden. Die Zeichnungen, welche Hübsch veröffentlichte, geben eine gewagte Wiederherstellung der ursprünglichen Gestalt der Kirche, lassen aber leider über den thatsächlichen Bestand des heutigen Gebäudes im unklaren. — Die Annahmen Hübschs fanden lebhaften Widerspruch bei Franz Kugler.<sup>4)</sup> Wie Mertens, so hielt Kugler den Urbau für römisch und zwar für einen Theil des kaiserlichen Palastes, welcher nach der Uebersiedlung des Hofes nach Ravenna zur christlichen Kirche geweiht und im Mittelalter umfassend erneuert worden sei. Es kam zwischen Hübsch und Kugler zu einem langen und hartnäckigen Streite. Doch wurde die Ansicht des ersteren bald die allgemein verbreitete in Deutschland und in den bedeutendsten Lehrbüchern der Kunstgeschichte wiederholt ausgesprochen. Diejenige Kuglers vermochte nur vereinzelte Anhänger zu gewinnen, jedoch zählt sie unter diesen die gewichtige Autorität des Professors Jakob Burckhardt in Basel.<sup>5)</sup>

Unterdessen hatte man auch außerhalb Deutschlands den kunstgeschichtlichen Werth von San Lorenzo erkannt. Zunächst trat James Fergusson der Meinung Wiebekings und v. Quasts bei.<sup>6)</sup> — In Italien scheint man keine Kenntniss von den Arbeiten der nördlichen Nachbarn genommen zu haben. In Mailand selbst blieb die Ansicht von dem römischen Ursprunge der Kirche die maßgebende, bis im Jahre 1862 der kürzlich verstorbene Professor Celeste Clericetti an der Hand einiger

Untersuchung darlegte, daß San Lorenzo durchaus in christlicher Zeit entstanden sein müsse.<sup>1)</sup> Er wies nach, wie die Kirche allerdings auf der Stelle eines untergegangenen römischen Bauwerks, aber doch als christlicher Neubau errichtet sein müsse, und vermuthete, daß die Gründung um die Mitte des 5. Jahrhunderts erfolgt sei. Die Kuppel des ursprünglichen Baues hätte sich über sphärischen Zwickeln erhoben, während die von Martino Bassi gemeldeten bogenförmigen Auskragungen einer Erneuerung des 11. oder 12. Jahrhunderts angehören müßten. Den Untersuchungen Clericetti folgte Professor F. de Dartein in Paris.<sup>2)</sup> Doch nahm er die Herkunft nicht so frühe an wie Clericetti, sondern glaubte, daß der Neubau erst im 6. Jahrhundert muthmaßlich nach dem Vorbilde der Sophienkirche in Constantinopel stattgefunden hätte. Er fügte seiner Studie eine gute Aufnahme vom Grundrisse des Erdgeschosses der Kirche und der drei ältesten benachbarten Capellen bei. — Die gleiche Annahme vertrat der ebenfalls jüngst verstorbene Professor Giuseppe Mongery in Mailand.<sup>3)</sup>

Unterdessen war man in Deutschland an den Untersuchungen Hübschs zweifelnd geworden. Ueberzeugte man sich zwar, daß eine Erneuerung während des Mittelalters erfolgt sein müsse, so gingen doch die Meinungen inbetreff des Urbaues wieder auseinander. Dehio und v. Bezold<sup>4)</sup> führten die Anlage der vier Nischen auf römische Motive zurück, sodafs mindestens der Grundriß von einem älteren heidnischen Bau übernommen sei. Oskar Mothes<sup>5)</sup> bemühte sich, den Beweis zu bringen, daß der heil. Ambrosius die Kirche gegründet habe, neuerdings schloß sich jedoch A. v. Essenwein<sup>6)</sup> den Untersuchungen de Darteins an.

Zur Zeit stehen sich somit die Ansichten bedeutender Gewährsmänner einander gegenüber, ohne daß derjenige, welcher sie prüft, imstande wäre, die eine als giltig anzunehmen, die andere als falsch zu verwerfen. Erschöpfende Untersuchungen, die sich auf eine genaue Aufnahme des vorhandenen Baues und eine gewissenhafte Zusammenstellung der erhaltenen Nachrichten gründen, sind bisher von keiner Seite gemacht worden. So glaubte denn der Senat der Königlichen technischen Hochschule in Berlin einer wichtigen Frage der Kunstwissenschaft wesentlich näher zu kommen, indem er den ihm im Jahre 1885 zur Verfügung gestellten Betrag der Louis Boissonnet-Stiftung für die Aufnahme und Untersuchung der Kirche San Lorenzo in Mailand verwandte. Mit Genehmigung Seiner Excellenz des Herrn Cultusministers wurde die Aufgabe dem Unterzeichneten übertragen.

1) Celeste Clericetti, Ricerche sull' architettura religiosa in Lombardia dal secolo V all' XI, im Politecnico di Milano, Bd. XIV, Mailand, 1862. 8°. S. 148 ff. — Der Anspruch, den Clericetti in der Milano Tecnica dal 1859 al 1884, Mailand, 1885. 8°. S. 50 erhebt, zuerst den christlichen Ursprung von San Lorenzo nachgewiesen zu haben, ist nach der obigen Darlegung hinfällig.

2) F. de Dartein, Étude sur l'architecture lombarde et sur les origines de l'architecture romano-byzantine. Paris, 1865 bis 82. Fol. und 4°.

3) G. Mongery, L'arte in Milano. Mailand, 1872. 8°.

4) Dehio und v. Bezold, Die kirchliche Baukunst des Abendlandes. Stuttgart, 1884. Fol. und 8°. S. 49 ff.

5) O. Mothes, Die Baukunst des Mittelalters in Italien. Jena, 1884. 4°. S. 141 ff.

6) A. v. Essenwein, Die Ausgänge der klassischen Baukunst und ihre Fortsetzung im ost-römischen Reiche. Darmstadt, 1886. 8°. S. 65 und 116.

1) Gerhards Archäologische Zeitung. Berlin, 1846. S. 389.

2) F. Mertens, Die Baukunst des Mittelalters. Berlin, 1850. 8°. S. 62 bis 63 und S. 94. — Derselbe, Denkmal-Karte des Abendlandes. Berlin, 1872. S. 20 und 41.

3) Deutsches Kunstblatt von Fr. Eggert. Berlin, 1854. S. 415 ff. und 1855. S. 177 ff. — H. Hübsch, Die altchristlichen Kirchen nach den Baudenkmalen und älteren Beschreibungen. Karlsruhe, 1862. Fol. Französisch. Paris, 1866. — Man vergleiche auch die ausführliche, von L. Lohde verfaßte Besprechung dieses Werkes in Erbkams Zeitschrift für Bauwesen. Berlin, 1860 und 1862.

4) Deutsches Kunstblatt. 1854, S. 442 ff. und 1855, S. 228 ff.

5) J. Burckhardt, Geschichte der Renaissance in Italien. Stuttgart, 1878. 8°. S. 98. — Derselbe, Der Cicerone. 5. Aufl. Leipzig, 1884. 8°. Bd. II, S. 15.

6) James Fergusson, Illustrated handbook of architecture. London, 1855. 8°. Bd. II, S. 513.

## A. Die Kirche San Lorenzo.

### I. Geschichte des Bauwerks.<sup>1)</sup>

Mailand, seit dem Beginn unserer Zeitrechnung nächst Rom die bedeutendste Stadt Italiens, wurde durch die Theilung des römischen Weltreichs unter Diocletian im Jahre 293 der Sitz seines Mitregenten Maximian. Von den Denkmälern, welche die Stadt während der Römerzeit schmückten, insbesondere von solchen, die Maximian, durch die Baulust seines Oberkaisers getrieben, erstehen liefs, sind jedoch nur geringe Reste auf uns gekommen. Sodann besitzen wir nur eine glaubwürdige Schriftquelle, welche uns über die bedeutendsten Denkmäler Mailands gegen den Ausgang der römischen Herrschaft Kenntnifs giebt, ein Epigramm des heidnischen Dichters Ausonius.<sup>2)</sup> Die Worte desselben:

*Et regio Herculei celebris sub honore lavaeri*

wurden bereits von den älteren mailändischen Geschichtschreibern<sup>3)</sup> auf einen Bau des Kaisers Maximian an Stelle der heutigen S. Lorenzkirche bezogen. Bekannt ist, wie das Verhältnifs des Oberkaisers zum Unterkaiser durch die Beinamen „Jovius“ und „Herculeus“ bezeichnet wurde; es lag somit nahe, an einen Tempel des als Hercules vergötterten Kaisers selbst zu denken, welchem sich, vielleicht in unmittelbarem Zusammenhange, eine gröfsere Thermenanlage anschlofs. Sind wir nun über die Lage der übrigen von Ausonius erwähnten Denkmäler hinreichend unterrichtet, und steht auch das Vorhandensein eines grofsartigen Bauwerks der späteren römischen Zeit auf dem Standorte von San Lorenzo aufser Frage, so ist es doch durch nichts gerechtfertigt, die erhaltenen Reste desselben auf einen Bau Maximians zu beziehen. Eine so späte Entstehung lassen diese jedenfalls nicht mehr zu, und damit wird jene Stelle des Ausonius für die Zwecke dieser Arbeit werthlos.

Durch den bekannten Mailänder Duldungs-Erlafs vom Jahre 313 wurde die christliche Religion der heidnischen gleichgestellt; bald erlangte sie völlig die Oberhand über die letztere. Auf dem bischöflichen Stuhle Mailands safs von 374 bis 397

1) Folgendes sind die bedeutendsten Schriftwerke, welche diesem Abschnitte zu Grunde gelegt wurden:

Acta Ecclesiae Mediolanensis. Mailand, 1844 bis 46. 4°.

Acta Sanctorum. Antwerpen, 1643 ff. Fol.

Giorgio Giulini, Memorie spettanti alla storia, al governo ed alla descrizione della Città e della Campagna di Milano ne' secoli bassi. Mailand, 1760 ff. 4°.

D. P. Gratiolius, De praeclaris Mediolani aedificiis, quae Aenobarbi cladem antecesserunt. Mailand, 1735. 4°.

Historiae Patriae Monumenta edita jussu Regis Caroli Alberti. Turin, 1836 bis 73. Fol.

S. Latuada, Descrizione di Milano. Mailand, 1737. 8°. Bd. III. Monumenta Germaniae historica. Hannover, 1826 ff. Fol.

L. A. Muratorius, Rerum Italicarum Scriptores. Mailand, 1723 ff. Fol.

B. Oltrocchi, Ecclesiae Mediolanensis historia. Mailand, 1795. 4°.

C. Torre, Il ritratto di Milano. Mailand, 1674. 8°.

Cav. Carlo de' Rosmini, Dell' istoria di Milano. Mailand, 1820. 4°.

Eine Geschichte und Beschreibung des Bauwerks giebt auch die Schrift des Mailänder Priesters P. Rotta, San Lorenzo (Sulle sette basiliche stazionali di Milano, IV). Mailand, 1882. 8°.

2) Mon. Germ. hist. D. Magni Ausonii opuscula. Berlin, 1883, S. 98. Ordo urbium nobilium.

3) Galvaneus Flamma, Manipulus florum, um 1330 verfaßt; bei Muratori, Rer. Ital. Bd. XI. — G. Merula († 1494), Antiquitates Vicecomitum. Mailand, 1629. Fol. — Tristanus Calchus, Mediolanensis historiae patriae libri XX, um 1500 verfaßt. Mailand, 1627. Fol. — Andreas Alciatus (1492 bis 1550), Rerum patriae Mediolanensis libri IV. Mailand, 1625. 8°.

der heil. Ambrosius. Ueber die Kirchenbauten, welche bereits vor ihm vorhanden waren, sowie über diejenigen, welche unter ihm ausgeführt wurden, sind wir sehr gut unterrichtet. San Lorenzo wird unter denselben nicht genannt. Wir können nur vermuthen, das Ambrosius, der die anfangs an bestimmte Orte gebundene Verehrung der einzelnen Heiligen zu allgemeiner Bedeutung erhob, auch den Tag des römischen S. Lorenz gefeiert habe.<sup>1)</sup>

Erst mit der Beisetzung des Bischofs Eusebius in San Lorenzo haben wir die erste beglaubigte Erwähnung unseres Gotteshauses; Eusebius starb im Jahre 465.<sup>2)</sup> Da ein Neubau bis zu diesem Zeitpunkte hin nicht nachgewiesen ist, so wird es durchaus glaubwürdig, dafs man das vorhandene römische Bauwerk, sei es ganz, sei es nur zu einem Theile, zur Kirche eingerichtet habe. Ist diese Annahme richtig, so darf man sich wohl bezüglich jenes Bauwerks den Schlufs erlauben, dafs dasselbe zuvor bereits in irgend welcher Art zu Cultuszwecken gedient hatte. Die Benutzung eines öffentlichen Profanbaues als Kirche würde von der christlichen Geistlichkeit schwerlich gestattet worden sein; vielmehr wählte diese überall, wo die Möglichkeit gegeben war, die heidnischen Cultusstätten zur Anlage von Gotteshäusern.

Die staatlichen Verhältnisse waren während des ganzen 5. Jahrhunderts sehr stürmische. Bereits in den ersten Jahren desselben hatten die Kaiser ihren Sitz aus dem durch die germanischen Einfälle gefährdeten Mailand nach dem sicherer scheinenden Ravenna verlegt. Im Jahre 452 wurde Mailand von Attilas Hunnen gestürmt. 476 machte der Heruler Odoaker dem weströmischen Reiche ein Ende. 489 fiel Theodorich, König

1) Puricellus, Vitae S. Laurentii Littae. Mailand, 1653. 8°. S. 267.

S. Lorenz aus Rom, dessen Festtag, der 10. August, alljährlich in der Kirche gefeiert wird, war Erzdiakon unter Papst Sixtus II. Nachdem dieser im Jahre 258 den Martertod erlitten hatte, starb S. Lorenz wenige Tage später den bekannten Tod auf dem Kohlenroste. Der heil. Hippolytus, ein römischer Befehlshaber, welcher sich vom heil. Lorenz im Gefängnisse hatte taufen lassen, endete gleichfalls als Märtyrer.

O. Mothes, erw. Werk, S. 142, behauptet, San Lorenzo wäre von Ambrosius im Jahre 385 geweiht worden, indem er die von der Kaiserin Justina für die Arianer verlangte „*basilica nova, hoc est intramurana, quae major est*“ (S. Ambrosii Ep. XX, 1) auf unser Bauwerk deutet. Doch lag dieses außerhalb der Mauern, wie die meisten Kirchen der Stadt. S. 70 bezieht Mothes dieselbe Stelle richtig auf den Dom. — Auch die Angaben, welche Mothes bezüglich der Geschichte von San Aquilino und San Sisto aufstellt, entbehren jeder Begründung.

Nach de Dartein, erw. Werk, hätte Ambrosius den heidnischen Bau von San Lorenzo in eine Kirche umgewandelt. Diese Mittheilung ist der im Jahre 1550 verfaßten Handschrift des Franciscus Castellus entnommen, welche sich im erzbischöflichen Archive in Mailand befindet; sie ermangelt jedoch der Quellenangabe und ist lediglich als Erfindung zu betrachten. Ebenso wenig Glauben verdient die unverbürgte Nachricht von Ripamontius, Hist. Eccl. Mediol. Mailand, 1617, VI, S. 386, nach welcher Bischof Venerius (399 bis 408) die in der Kirche gelagerten Gothen durch eine Procession vertrieben haben soll. Mehr Anspruch auf Wahrscheinlichkeit hat die Annahme von Oltrocchi, erw. Werk, Buch I, Kap. III, 4 bis 7, welcher die Gründung von San Lorenzo dem Bischof Martinianus (423 bis 432) auf Grund eines dunklen Epigramms des Ennodius zuschreibt.

2) Mon. Germ. hist. Bd. 10 Catalogus archiepiscoporum Mediolanensium. — Hübsch entnahm aus dieser Reihe irrtümlich das Jahr der Stuhlbesteigung für dasjenige der Beisetzung; andere schrieben seinen Fehler nach. — Desgleichen beruht die Angabe Hübschs, dafs 451 ein Bischof in der Kirche geweiht worden sei, auf einer mißverstandenen Stelle von Gratiolius, erw. Werk, S. 67. Diese ist dahin zu berichtigen, dafs die Kirche schon vor dem Jahre 449, in welchem Eusebius den bischöflichen Stuhl bestieg, — 451 ist eine fehlerhafte Angabe von Gratiolius — bestanden haben kann, falls man der zweifelhaften Erzählung von einer Wunderthat des heil. Lorenz Glauben zu schenken geneigt ist.

der Ostgothen, in Italien ein, besetzte Mailand und entthronte Odoaker. Obgleich Theodorichs Herrschaft segensreich wirkte, so wurde doch unter seinen unruhigen Nachfolgern das gothische Joch den Mailändern verhaßt. Nicht wenig trug zu dem Zwiste der religiöse Gegensatz bei, indem die Gothen dem arianischen, die Mailänder dem orthodoxen Bekenntnisse anhängen. Als der Gothenstamm in langen Kämpfen von den Byzantinern befehdet wurde, neigten sich daher die Mailänder seinen Feinden zu, die Vergangenheit, Glauben und Bildung mit ihnen theilten. Im Jahre 538 empörten sie sich gegen ihre Beherrscher und vertrieben, durch Justinians Feldherrn Belisar unterstützt, die gothische Besatzung. Doch schon im folgenden Jahre gewannen die Gothen mit Hilfe der Burgunder die Stadt nach einer furchtbaren Zerstörung zurück. Der ihnen als Arianern feindlich gesinnte Bischof Datius mußte im Jahre 545 Mailand verlassen; er rettete sich zu Justinian nach Constantinopel, woselbst er bis zu seinem 552 erfolgten Tode blieb.<sup>1)</sup> Sein Nachfolger Vitalis nahm seinen Wohnsitz wieder in Mailand, starb aber bereits 555. Inzwischen waren die letzten Reste der gothischen Herrschaft durch Narses vernichtet und die Ruhe auf der bedrängten Halbinsel wieder hergestellt worden. Mailand gelangte jetzt unter byzantinische Herrschaft. Der bischöfliche Stuhl blieb seit dem Tode des Vitalis aus nicht bekannten Gründen unbesetzt. Von 566 bis 568 nahm ihn Auxanus ein, nach dessen Tode Honoratus folgte. Dem Wohlwollen des Narses hatte Mailand seine Wiederherstellung aus den Trümmern zu verdanken.<sup>2)</sup>

Fehlen uns auch die schriftlichen Beläge, so sind wir doch sicher, daß die Herrschaft der Griechen nicht allein die Wiederherstellung des Friedens bedeutete. Mit ihr wurde die byzantinische Cultur nach Italien übertragen, und wie früher Rom in Sachen des Geschmacks als maßgebend gegolten hatte, so richteten sich jetzt alle Blicke auf Constantinopel, die prächtige Hauptstadt des neugriechischen Kaiserreiches, als Sitz der Bildung.<sup>3)</sup>

Wie weiterhin auszuführen sein wird, ist aus technischen Gründen während des 6. Jahrhunderts ein Neubau von San Lorenzo anzunehmen, welcher unter dem Eindrucke der großartigen byzantinischen Centralkirchen entstand. Nichts liegt näher, als diesen Neubau in die Zeit zu setzen, da die Byzantiner thatsächlich die Herrschaft über Mailand inne hatten. Die bedeutendsten Centralkirchen der byzantinischen Baukunst waren damals vollendet. Im Jahre 526 war der Bau von S. Vitale in Ravenna begonnen worden, dessen Anlage und Durchbildung, wenn auch unter gothischer Herrschaft ausgeführt, vollkommen byzantinisch sind; 547 wurde die Kirche geweiht. 527 war S. Sergius und Bacchus in Constantinopel, 532 die Sophienkirche daselbst begonnen und die letztere bereits 537

vollendet worden. Ihre im Jahre 559 eingestürzte Kuppel wurde bis 563 wiederhergestellt. Die Sophienkirche, die vornehmste Schöpfung der neugriechischen Kunst, bildete den Schauplatz der größten und heiligsten Staatshandlungen des oströmischen Reiches; sie war die Hauptkirche des Patriarchats von Constantinopel und genoß in dieser bevorzugten Stellung einen Weltruhm.<sup>1)</sup>

Werden nun die Schäden, welche San Lorenzo bei der Zerstörung Mailands durch die Gothen erlitt, nicht grade so ernster Art gewesen sein, daß eine Erneuerung des Gebäudes nothwendig wurde, so ist es doch sehr wohl denkbar, daß die Mailänder Geistlichkeit, des Friedens sich wieder erfreuend, einen Neubau nach dem Vorbilde jener Kirchen wünschte. Wie sie mit der Geistlichkeit von Constantinopel verbunden war in der Eifersucht auf das römische Patriarchat, so hatte der Exarch Narses jedenfalls Grund, ihre Absichten zu fördern und dem Neubau seine Theilnahme zu schenken.<sup>2)</sup>

Mit dem Entwurfe wurde vermuthlich einer der ersten Baukünstler aus Byzanz oder Ravenna betraut; sicher wird derselbe die Sophienkirche aus eigener Anschauung gekannt haben, wengleich uns sein Name wohl für immer verloren gegangen sein wird. Daß Justinian selbst bei der Stiftung theilhaftig gewesen wäre, etwa in der Absicht, ein Denkmal als Wahrzeichen seiner Macht hinzustellen, ist durch den Umstand ausgeschlossen, daß Procopius in seinem 558 bis 559 verfaßten Buche von den Bauwerken des Kaisers<sup>3)</sup> San Lorenzo in Mailand, wie überhaupt Beispiele auf italienischem Boden nicht erwähnt. San Lorenzo entstand unter demselben byzantinischen Einflusse wie die Denkmäler von Ravenna, wo seit dem Beginn des 5. Jahrhunderts griechische Künstler thätig waren.<sup>4)</sup>

Die Herrschaft der Byzantiner über Mailand war aber nicht von Dauer. Schon 568 brachen die Longobarden unter Alboin in Italien ein und brachten binnen kurzem fast das ganze Land in ihre Gewalt. 569 wurde Mailand von ihnen besetzt.<sup>5)</sup> Bischof Honoratus floh nach Genua, welches nicht nur ihm und seiner Geistlichkeit gastliche Aufnahme gewährte, sondern auch bis zum Jahre 645 der Sitz seiner Nachfolger blieb.

Der Bau von San Lorenzo muß aus diesem Grunde noch unter der byzantinischen Herrschaft vollendet worden sein. Da man ihn bald nach 552 begonnen haben kann, so genügt für seine Fertigstellung der Zeitraum bis 569 vollständig.

1) Noch Paul Warnefried, der bekannte Geschichtschreiber der Longobarden, sagt von ihr Hist. Longob. I, 25: *Cujus opus adeo cuncta aedificia excellit, ut in totis terrarum spatiis huic simile non possit inveniri.* Vergl. Mon. Germ. hist. Scriptores rerum Longob. et Ital. Hannover, 1878.

2) Paul Warnefried, Hist. Longob. II, 3 nennt Narses „in recuperandis basilicis satis studiosus.“

3) F. Dahn, Procopius von Caesarea. Berlin, 1865. 8°. S. 38.

4) Zwei urkundliche Beispiele aus dem 5. und 6. Jahrhundert über die Thätigkeit byzantinischer Künstler in Unteritalien und in Ravenna sind beigebracht von E. Müntz, Études sur l'histoire de la peinture et de l'icôgraphie chrétiennes. Paris, 1882. 8°. S. 41 und Ch. Bayet, Histoire de la peinture et de la sculpture chrétiennes en Orient avant la querelle des iconoclastes. Paris, 1879. 8°. S. 117.

5) Andere Orte hielten sich länger. Aus den nächstfolgenden Jahren sind in der Nachbarschaft Mailands einige Inschriften erhalten, welche als seltene Zeugnisse der byzantinischen Oberhoheit merkwürdig sind; so aus den Jahren 571 und 572 in Lenno am Comer See vergl. J. Allegranza, De sepulcris christianis usw. in Insubria austriaca. Mailand, 1773. 4°. S. 18 und C. Cantù, Storia della Città e della Diocesi di Como. Florenz, 1856. 8°. Bd. I, S. 81; ferner aus dem Jahre 577 in Lodi vecchio vergl. C. Vignati, Codice diplomatico laudense. Mailand, 1879. 8°. Bd. I, S. XLI.

1) Acta SS. Januar Bd. I, S. 967 ff.

2) Ein urkundlicher Nachweis für diese Thatsache findet sich in der Chronik des Bischofs Marius von Avenches bei Lausanne, welche die Zeit von 455 bis 581 umfaßt und als zeitgenössischer Bericht besonders werthvoll erscheint. Unter dem Jahre 568 meldet der Verfasser: *Hoc anno Narses . . . Mediolanum vel reliquas civitates, quas Gothi destruxerant, laudabiliter reparatas, de ipsa Italia a supra-scripto Augusto remotus est.* Vergl. Mémoires et documents publiés par la Société d'Histoire de la Suisse romande. Bd. XIII, S. 39. Lausanne, 1853. 8°.

3) Ueber die Tragweite des byzantinischen Einflusses auf die Bau- und Bildhauerkunst Italiens nach der Eroberung durch die Griechen vergl. de Dartein, erw. Werk. I, S. 31 ff.

Außerdem beweist das Beispiel der Sophienkirche, daß man zu jener Zeit auch rasch zu bauen verstand. Damals sah die S. Lorenzkirche ihre glänzendste Zeit. Die Schönheit des Innenraumes trat reiner hervor als gegenwärtig und wurde durch eine kostbare Ausstattung noch gehoben. Rings um die Kirche lagen die Capellen der Märtyrer S. Genesius, S. Hippolytus und S. Sixtus, welche den centralen Gedanken im kleinen wiederholten.

Verschiedene Beschreibungen des ursprünglichen Zustandes der Kirche wie ihrer weiteren Schicksale sind uns erhalten. Aus der Zeit des Königs Luitprand (713 bis 744) und des Bischofs Theodorus (721 bis 736) besitzen wir eine rhythmische Lobpreisung Mailands von einem unbekanntem Verfasser.<sup>1)</sup>

Nachdem dieser die gewaltigen Befestigungen der Stadt gerühmt, wendet er sich sofort dazu, San Lorenzo zu preisen, welches, innen mit Mosaiken und Steintäfelungen, außen mit Kupferdächern geschmückt und von Thürmen bekrönt, alle anderen Kirchen der Stadt übertreffe.

*Gloriose sacris micat ornata ecclesiis,*

*Ex quibus alma est Laurenti intus alavanis*

*Lapidibus, auroque tecta, edita in turribus.*

Im weiteren giebt der Verfasser statt einer Aufzählung der Kirchen eine solche der zahlreichen in Mailand ruhenden Heiligen. Bemerkt zu werden verdient, daß unter ihnen keiner derjenigen sich findet, deren Namen unsere Kirche und ihre umliegenden Capellen tragen.

Ein halbes Jahrtausend bewahrte die S. Lorenzkirche ihre ursprüngliche Gestalt, bis im Jahre 1071 unter einem die ganze Stadt verheerenden Brande auch sie zu leiden hatte. Arnulf, ein Urenkel des Bruders des Erzbischofs Arnulf I., hat als Zeitgenosse dieses Unglück miterlebt und meldet uns klagend:<sup>2)</sup> „*Sed quod est omni dampno deterius, plures sanctorum sunt crematae basilicae in urbe et extra. Sanctus ipse Laurentius vivae carnis olim cruciatus incendio, iterum se flammis permisit exuri; cujus speciosissima omnium adeo fuit ecclesia, ut relatu difficile videatur, quae fuerint lignorum lapidumque sculpturae eorumque altrinsecus compaginatae iuncturae, quae suis columnae cum basibus, tribunalia quoque per gyrum, ac desuper tegens universa musivum. O Templum, cui nullum in mundo simile!*“ Unter den Arbeiten in Holz und Stein sind vermuthlich die kleineren gottesdienstlichen Bauwerke, wie Altar, Kanzel, Lesepult usw. und die sie umgebenden Schranken zu verstehen. Diese besonders werden vom Feuer zerstört worden sein. Immerhin mußte aber auch der Zustand der Kuppel gefahrdrohend geworden sein, da Bischof Benzo von Alba in Piemont Kaiser Heinrich IV. um die Rettung des schwer heimgesuchten Bauwerks anrief, welches nicht allein als die herrlichste Raumschöpfung der Welt, sondern auch als eine Gründung der Galla Placidia erhalten zu werden verdiente.<sup>3)</sup>

*Galla quidem Romanorum nobilis patricia*

*Condidit Mediolani celsa hedificia,*

*Ubi est nostri levitae celebris notixia.*

*Numquid est in toto mundo aula tam mirabilis,*

1) Muratori, erw. Werk, II, 2. S. 989.

2) Mon. Germ. hist. Bd. 10. Arnolfi gesta archiepiscoporum Mediolanensium III, 24.

3) Mon. Germ. hist. Bd. 13. Benzonis Episcopi Albensis ad Henricum IV. Imperatorem libri VII. S. 680 ff.

*Porphireticis extracta cum aureis laminis,*

*Ut Laurentii levitae et beati martyris?*

*In penuriae ruina Laurentius volvitur:*

*Si per te, cesar auguste, a pressura tollitur,*

*Omnis nexu qui te stringit, per levitam solvitur.*

Weitere Unglücksfälle von San Lorenzo während des 11. und 12. Jahrhunderts finden sich in zwei alten mailändischen Kalendern, welche vor Ablauf des 13. Jahrhunderts zusammengestellt sind. Der eine derselben, welcher sich auf der Ambrosianischen Bibliothek befindet, enthält die Angaben:

*Martii III. Non. MLXX. Ecclesia S. Laurentii combusta est.*

*Augusti Prid. Non. MCXIX. combusta est Ecclesia Sancti Laurentii Majoris ab igne de Porta Zobia.*<sup>1)</sup>

Der andere, welcher nach seinem früheren Besitzer als „Calendarium Sitionianum“ von Muratori bezeichnet worden ist, meldet:

*Prid. Non. Augusti Anno Domini MCXXIV. combusta est Ecclesia S. Laurentii ab igne de Porta Romana.*

*VI. Kal. Novembris Anno Domini MCIII. cecidit Ecclesia S. Laurentii.*<sup>2)</sup>

Der in das Jahr 1070 gesetzte Brand ist muthmaßlich derselbe, den Arnulf unter dem Jahre 1071 meldet; vielleicht gilt ein gleiches für die Brände von 1119 und 1124.

Von größerer Wichtigkeit für die Zwecke dieser Arbeit ist jedoch die Angabe des Einsturzes der Kirche im Jahre 1103, für welche leider keine weiteren schriftlichen Beläge vorhanden sind. Mag nun auch die Angabe des Datums keine ganz richtige sein, so kann doch die Mittheilung eines so außerordentlichen Ereignisses füglich nicht auf Irrthum beruhen, um so weniger, als sie durch die technische Untersuchung bestätigt wird. Muthmaßlich waren bei dem großen Brande im Jahre 1071 die Säulen der Umgänge in ihrer Festigkeit geschädigt worden, sodaß sie im Beginn des folgenden Jahrhunderts den Einsturz der Kuppel verursachten. Den Wiederaufbau muß man, wie die verschiedentlich vorgefundenen Reste bezeugen, nicht lange hinausgeschoben haben. San Lorenzo lag, wie die meisten Kirchen der Stadt, außerhalb der römischen Mauern, welche damals noch in Benutzung waren. Während der Kämpfe mit Kaiser Friedrich Rothbart legte man einen neuen größeren Befestigungsring an, durch den die genannten Gotteshäuser zur Stadt gezogen wurden. Daß San Lorenzo, welches unmittelbar hinter dem neuen Tessiner Thore lag, während der Belagerung durch Kaiser Friedrich erheblichen Schaden genommen, ist nicht bekannt.<sup>3)</sup> Die Kirche blieb auch unversehrt während der bekannten Zerstörung Mailands im März 1162, da der Kaiser die Kirchen und die Häuser seiner Anhänger von der Vernichtung ausnahm.

Ueber die weitere Baugeschichte von San Lorenzo während des Mittelalters fehlen uns alle Nachrichten.<sup>4)</sup>

1) Muratori, erw. Werk. I, 2. S. 235/6. — Porta Giove oder Giovia, im Volksmund Porta Zobia genannt, stand auf der Stelle des gegenwärtigen Kastells.

2) Muratori, erw. Werk. II, 2. S. 1035.

3) Eine Erwähnung der Kirche aus dem Jahre 1161 siehe Historia rerum Laudensium Ottonis et Acerbi Morenae tempore Federici Aenobarbi; Muratori, erw. Werk, VI. S. 1096.

4) Das Staatsarchiv in Mailand enthält zwar eine große Zahl alter Pergamente San Lorenzo betreffend, deren frühestes aus dem Jahre 1108 stammt. Dürften auch Fachmänner diese Handschriften

Der abermalige Einsturz und die Erneuerung während der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts liefern uns die ersten sicheren Nachrichten über die Baugeschichte von San Lorenzo. Am 5. Juni 1573 nachmittags 6 Uhr stürzte die Kuppel der Kirche ein, wie der Ferraresische Gesandte Tommaso Zerbinati seinem Herzog noch an demselben Tage meldete.<sup>1)</sup> Die im Chore singenden Geistlichen konnten, durch herabfallende Steinstücke rechtzeitig gewarnt, gerade noch Zeit gewinnen, das heilige Sacrament zu ergreifen und sich aus der Kirche zu flüchten. Erzbischof S. Karl Borromäus befahl sofort die Wiederherstellung, welche nach einer bei Latuada mitgetheilten alten Inschrift am 20. April 1574 begonnen wurde. Die Bauleitung lag anfangs in den Händen des Baumeisters Giovanni Cuoco, wurde aber diesem, da er sich der Aufgabe als nicht gewachsen zeigte, sehr bald abgenommen und dem Martino Bassi übertragen.<sup>2)</sup> Bassi hatte bis dahin zwar noch nicht einer so bedeutenden Bauausführung vorgestanden, erwies sich jedoch bei dem Neubau von San Lorenzo als einer der gewandtesten Techniker seiner Zeit.<sup>3)</sup> Da die meist aus freiwilligen Spenden bestrittenen Mittel nicht gerade reichlich flossen, so konnte das Unternehmen nur langsam gefördert werden und war Bassi gezwungen, das Vorhandene möglichst wieder zu benutzen. Nachdem S. Karl im Jahre 1584 gestorben war, wurde unter seinem Nachfolger Gaspare Visconti der Bau sogar gänzlich eingestellt. Man war bis zur Ausführung des inneren Hauptgesimses gelangt. Da machten sich gegen den von Bassi geplanten Neubau verschiedene Bedenken geltend, zu deren Prüfung vom Erzbischofe am 8. März 1589 ein besonderer Ausschufs eingesetzt wurde.<sup>4)</sup> Man zweifelte, ob die Pfeiler und die Thürme, in der alten Stärke belassen, die Last und den Schub der gewaltigen Kuppel aushalten würden, ob ferner die von Bassi gewählte Zwickellösung genügende Sicherheit abgeben würde, da es doch den Regeln der Alten widerspräche, eine Kuppel in der Ecke über einem Bogen aufsetzen zu lassen, und solche Bauweise nur von den „Barbaren“ geübt worden sei. Dem Entwürfe Bassis entgegen, die Kuppel nur aus einer Laterne im Scheitel zu beleuchten, wünschte man noch Fenster im Fußkranze. Sogar die Stärke der Kuppel, ihre zweckmäßige Gestalt, ob halbkreisförmig,

mit besserem Erfolge durchsehen, als ich imstande war, so konnte ich doch keine baulich bemerkenswerthen Mittheilungen auffinden. Ich darf hinzufügen, daß der verehrliche Priester Don Baruffaldi, welcher zur Zeit mit einer Veröffentlichung der Geschichte der Preposti von San Lorenzo beschäftigt ist und die genannten Pergamente ebenfalls studirt hat, zu einem gleichen Ergebnisse gelangt ist.

1) Der Brief befindet sich auf dem Archive in Modena; eine Abschrift wurde durch Herrn T. Sandonini 1882 dem Staatsarchive in Mailand mitgetheilt. Nach diesem von einem Augenzeugen gegebenen Datum ist die Angabe bei Latuada zu berichtigen.

2) Dispareri in materia d'architettura e prospettiva di Martino Bassi, architetto milanese, coll'aggiunta degli scritti del medesimo intorno all'insigne Tempio di San Lorenzo Maggiore di Milano. Dati da F. B. Ferrari. Mailand, 1771. 4°.

3) Martino Bassi wurde in Seregno nahe Mailand im Jahre 1540 oder 1542 geboren. Gleich gewandt im Hochbau wie im Wasserbau, war er in seiner Thätigkeit auf Mailand und dessen Umgebung beschränkt. 1568 oder 1569 wurde er zum „Ingegnere del Comune“ ernannt. Seine bedeutendsten Arbeiten sind die Vollendung der von Galeazzo Alessi begonnenen Kirchen San Vittore in Corso und Sta Maria presso San Celso. Er bekämpfte die Entwürfe des Pellegrini für die Front und die Unterkirche des Domes und wurde 1587 an Stelle Pellegrinis zum Dom-Baumeister ernannt. Doch hinderte ihn die Unschlüssigkeit des Erzbischofs Gaspare Visconti, hier wie bei der Erneuerung von San Lorenzo den Bau thatkräftig zu fördern.

4) Urkunde im Mailänder Staatsarchive.

schwach oder stark spitzbogig, machte der Ausschufs zum Gegenstande seiner Untersuchungen, sodafs Bassi, der umsonst auf Beschleunigung drängte, fürchten mußte, man hege Mißtrauen zu seinem Können. Er antwortete auf die verschiedenen Bedenken in einem vom 5. Juni 1590 ausgefertigten Schreiben. Er theilt in diesem zunächst eine für uns hochwichtige Beschreibung des untergegangenen Baues mit: „Der alte eingestürzte Tempel war von derselben Gestalt, welche man jetzt wieder aufführt, und erhob sich auf denselben Grundmauern, die nicht verändert worden sind. Die acht Pfeiler waren noch nicht mit Lisenen oder Vorsprüngen versehen und theils aus Haustein, theils aus Ziegeln hergestellt, die mit einander verbundenen Gurtbögen und Gewölbe der vier Nischen aus denselben Stoffen. Die aus Ziegeln bestehende Kuppel wurde getragen von den erwähnten vier Gurtbögen und in den Ecken von mehreren kleinen Bögen, welche über einander in der Weise vorkragten, wie man noch jene der S. Ambrosiuskirche sieht. Bei allem diesen fiel der Bau nicht ein, weder weil die ausgekragten Bögen, noch weil die großen Gurtbögen zu schwach waren; sondern allein deshalb stürzte er, weil die Gewölbe der Nischen mit den vier großen Bögen zusammenhängend ausgeführt waren und von den Säulchen der oberen Umgänge getragen wurden; und da die Zeit die Capitelle der Säulchen des über der Thür befindlichen Umganges angegriffen und verdorben und man dieselben nicht durch neue ersetzt hatte, wie empfohlen worden war, so zogen sie, als sie endlich nachgaben, sowohl das Gewölbe und den Bogen als verbundene Dinge mit sich, wie auch die Kuppel, welche darüber ruhte. Diese liefs jedoch alle Pfeiler, einen Theil der seitlichen Gewölbe und das ganze Gewölbe und den Bogen der Nische über dem Altare aufrecht stehen, welche alle mit dem Brechisen zerstört worden sind, nachdem man sie lange Zeit nach dem genannten Einsturze stehen gelassen hatte.“<sup>1)</sup> Er giebt sodann die Geschichte des Neubaus. Da der verstorbene Erzbischof keine Abweichungen von dem alten Grundrisse gestatten wollte, so habe er, Bassi, betreffend den Aufriß verschiedene Vorschläge beigebracht. Er habe Entwürfe gefertigt, nach welchen die alte Anordnung von fünf Zwischenweiten in einer jeden Nische beibehalten, andere, nach welchen an ihrer Stelle nur drei eingeführt werden sollten; er habe der Kirche eine würdige Vorhalle wie einen Umbau der

1) Dispareri, S. 95 ff. Da das genannte Werk nur in wenigen Bibliotheken vorhanden, die Beschreibung des untergegangenen Baues aber für die Wiederherstellung besonders werthvoll ist, so sei zugleich der Wortlaut des Urtextes beigelegt. „Il vecchio Tempio di San Lorenzo, che rovinò era dell' istessa forma, che si va rifacendo, era sopra gli stessi fondamenti, i quali non si sono alterati; aveva gli otto pilastri senza aggiunta di lesene, o risalti, e fatti parte di ceppo, e parte di cotto, gli arconi, e le volte de' quattro semicircoli fatti unitamente, e delle stesse materie, la cupola di pietre cotte sostenuta dagli accennati quattro arconi, e negli angoli da molti Archetti l' uno sopra l' altro, che sporgevano in aria uno più dell' altro, nel modo che si veggono ancora quelli della Chiesa di San Ambrogio; e che con tutto ciò non cadde nè per debolexxa de' suddetti archetti in aria, nè per debolexxa degli arconi grandi; ma solo rovinò, perchè le volte dei semicircoli furono fabbricate unitamente, e conteste assieme con i quattro arconi, al sostentamento delle quali vi erano le colonnette delle logge superiori; ed avendo il tempo corroso e consumato i capitelli delle colonnette della loggia sopra la porta, i quali, per non essersì provveduto, come fu avvertito, finalmente cadendo tirarono appresso e la volta, e l' arcone come cose unite, e la cupola, che vi appoggiava sopra: la quale lassò però in piedi tutt' i pilastri, parte delle due volte laterali, e tutta la volta, ed arcone del semicircolo sopra l' altare, i quali tutti si sono disfatti a forza di scarpelli dopo l' essersì lasciati in piedi molto tempo dopo la suddetta rovina.“

Thürme zgedacht und empfohlen, der Kuppel acht gleiche Seiten zu geben.<sup>1)</sup> Obwohl nun die Einzelheiten von S. Karl festgestellt und genehmigt, auch theilweis schon ausgeführt worden seien, halte man doch nunmehr den Bau zurück. Im übrigen aber vertheidigte Bassi seinen Entwurf und wies die Bedenken des Ausschusses ab.

Man legte nunmehr die Zeichnungen Bassis zur Beurtheilung drei Baumeistern vor, von denen der eine — dessen Name nicht genannt wird — allerdings ein ungünstiges Gutachten abgab, die beiden anderen, Ambrogio Alziati und Vincenzo Seregno,<sup>2)</sup> jedoch um so vortheilhafter sich aussprachen. Da die Pfeiler gänzlich aus Haustein hergestellt und durch Vorlagen verstärkt, und je zwei benachbarte Pfeiler in der Emporenhöhe durch Bögen verspreizt worden seien, so billigten sie durchaus die Pläne Bassis, wofern nur die Kuppel ausreichend verankert würde; sie waren sogar damit einverstanden, dafs die Kuppel mit einer einzigen Oeffnung im Scheitel beleuchtet werden sollte. Sie lobten Bassi und empfahlen, von jeder Aenderung seines Entwurfes abzustehen. In einem Briefe vom 13. August 1590 ersuchte Bassi den Ausschufs, auf Grund jenes Gutachtens, den Bau nach seinen Plänen wieder aufnehmen zu dürfen. Die letzteren erhielten am 22. März 1591 die Genehmigung des Erzbischofs; doch wurde bestimmt, dafs die Kuppel spitzbogig werden und — dem Urtheile von Alziati und Seregno entgegen — acht Fenster im Fufskranze erhalten sollte.<sup>3)</sup>

So sah sich denn Bassi nach jahrelangem Streiten und Verhandeln endlich in der Lage, seinen Entwurf, wenn auch durch die Bedenken anderer beeinflusst, ausführen zu können. Doch sollte ihm die Freude über die Vollendung seines Gebäudes nicht zu Theil werden, indem ein plötzlicher Tod ihn seinem Schaffen entriß. Kurz vor dem 28. September 1591 mufs er verschieden sein, da er unter diesem Tage in den Annalen des Domes,<sup>4)</sup> dessen Bauleitung seit vier Jahren ihm ebenfalls oblag, als gestorben erwähnt und ein gewisser Lelio Buzzi an seiner Stelle eingesetzt wird.

1) *Feci . . . più d' un disegno dell' alzato della Chiesa; poichè della pianta non si volevano per niun modo partire, alcuno de' quali fu per empire, ed ornare gli angoli verso i campanili, per dividere i semicircoli in tre campi soli, per fare un vestibulo di colonnati innanzi la porta; ed altri per lasciare i cinque campi, che si sono eseguiti, per aggiungere le lesene, che gli si veggono, per far un portico innanzi alle porte, com' è principiato, e finalmente per fare la cupola di otto faccie eguali.*

2) Ambrogio Alziati wurde vom Statthalter Fernando Gonzaga beschäftigt und soll beim Bau des Palazzo Simonetta vor Porta Tenaglia in Mailand thätig gewesen sein. — Vincenzo Seregno, 1509 geboren, ist bekannt durch den Bau des Palazzo Giureconsulti auf der Piazza dei Mercanti in Mailand; er machte auch den ersten Entwurf zur Front des Domes. Von Pius IV. für den Bau der S. Peterskirche nach Rom berufen, zog er vor in Mailand zu bleiben, wo er am 12. Januar 1594 starb.

3) Genauer wird die Linie der Kuppel als „di terzo acuto“ bezeichnet. Die Ausdrücke „di terzo, di quarto acuto“, welche in den Verhandlungen zur Bestimmung von Spitzbögen wiederkehrend gebraucht werden, sind in der heutigen technischen Sprache nicht mehr üblich; ihr Sinn scheint überhaupt verloren gegangen zu sein. Die Erklärung des Dizionario tecnico dell' architetto e dell' ingegnere compilato dal Collegio degli Architetti ed Ingegneri di Firenze, Florenz, 1883, 4<sup>o</sup>, sowie diejenige, welche J. Durm, Zeitschrift für Bauwesen 1887, S. 357 versucht hat, geben auch keine Deutung des „terzo acuto“, welche der thatsächlichen Ausführung der Kuppel entspräche. Möglich ist es daher, dafs die Kuppellinie nach Bassis Tode noch einmal geändert wurde.

4) *Annali della fabbrica del Duomo di Milano dall' origine fino al presente. Pubblicati dalla sua Amministrazione. Mailand, 1877 bis 1885. Fol.*

Die Weiterführung des Baues wurde mit geringem Eifer betrieben. Wie eine lateinische Inschrift auf der Rückseite des Hauptaltars angiebt, fand die Wiedereinweihung der Kirche erst durch Erzbischof Friedrich Borromäus im Jahre 1626 statt.<sup>1)</sup>

## II. Beschreibung des gegenwärtigen Gebäudes.

Der Kern des Grundrisses bildet ein Quadrat von 24 m Seitenlänge, aus welchem durch Abstumpfung der Ecken ein unregelmäßiges Achteck entstanden ist. Seine vier längeren Seiten sind durch Nischen erweitert, die im Grundrisse flachbogig gestaltet und mit Halbkuppeln überdeckt sind. Rings um den auf diese Weise gebildeten Mittelraum läuft eine Empore. Ueber den vier kurzen Seiten wird durch die von Bassi ausgeführten Zwickel der Uebergang zu dem regelmäßigen Achteck hergestellt, über welchem eine Walmkuppel sich aufbaut. Zwischen den erwähnten Nischen stehen, die Ecken des Gebäudes überragend, vier quadratische Thürme.

Betrachten wir zunächst die vier Nischen, welche ein besonderes Kennzeichen des Baues abgeben. Sie sind paarweis verschieden gebildet. Die östliche und die westliche enthalten im unteren Geschosse je vier toscanische Säulen, im oberen je vier kleinere ionische; die Zwischenweiten der ersteren sind mit wagerechten Architraven, die der letzteren mit Rundbögen überdeckt. Dagegen zeigen die nördliche und die südliche Nische unten je vier achteckige Pfeiler, oben dagegen rechteckige Pfeiler mit vorgelegter ionischer Ante, beide Ordnungen mit Rundbögen überwölbt. Die erwähnten toscanischen Säulen sowie ihre Schlußpfeiler stehen in der westlichen Nische mit dem Ablauf des Schaftes auf dem Fufsboden, in der östlichen Nische sind ihre Zwischenweiten dem neueren Altarbau zu Liebe geschlossen und liegt dem Ablaufe des Schaftes noch ein roh bearbeitetes Stück Sarizzo unter.<sup>2)</sup>

Die achteckigen Pfeiler, welche sich sofort für älter als der Bassische Neubau bekunden, haben einen niedrigen Fufs,

1) Das städtische Archiv in Mailand besitzt unter der bereits erwähnten Sammlung „Disegni degli edifizii più celebri di Milano“, Bd. IV mehrere Handzeichnungen, welche muthmaßlich für den Neubau von San Lorenzo gefertigt wurden. Unter diesen mögen einige Grundrisse von Martino Bassi gezeichnet sein. Andere Blätter sind der Handschrift nach dem Pellegrino Pellegrini beizulegen, sei es dafs er dieselben in irgend welchem Auftrage, sei es dafs er sie aus eignen Antriebe gefertigt hatte. Sie beweisen, wie auch dieser Künstler es für durchaus erforderlich hielt, den Mittelraum achteckig umzubilden. Besondere Aufmerksamkeit verdient unter Pellegrinis Zeichnungen ein Schnitt, welcher die gegenwärtige Gestalt der Kirche in den Hauptzügen wiederholt; doch sind statt der Säulen in beiden Geschossen der Umgänge gegliederte Pfeiler gezeichnet; die Zwickel sind sphärisch, die runde kassetirte Kuppel spitzbogig gestaltet und allein aus einer Laterne beleuchtet. Auch befindet sich hier der von einem unbekanntem Verfasser gefertigte Entwurf zur Laterne, der in der Ausführung ein wenig abgeändert wurde.

2) Auf Blatt 31 und 32, woselbst der Blick eigentlich gegen die östliche Nische gerichtet ist, ist der Altarbau fortgelassen und die Anordnung der westlichen Nische dargestellt. — Ueber die in San Lorenzo verwendeten natürlichen Baustoffe sei folgendes bemerkt: Der Sarizzo (Sarizzo ghiandone), eine Art Granit mit eingesprenkten groben Krystallen von Feldspat und Quarz, findet sich in erratischen Blöcken in der Brianza, hat aber zur Zeit seine frühere Bedeutung als Baustoff verloren. Unter Puddinga oder Ceppo versteht man sehr feste Conglomerate von Kiesel, die durch ein kalkiges Mittel verbunden sind, und unterscheidet je nach dem Kerne einen mittleren und groben Schlag, „ceppo gentile, mezzano und grosso“. Der Stein entspricht geologisch der Nagelfluhe auf der Nordseite der Alpen und kommt in Menge in den Vorbergen der lombardischen Alpen vor. In alter wie in neuer Zeit wird er zu allerhand Bauzwecken in Mailand verwendet. Der in der Kirche verwendete weifse Marmor ist fast sämtlich aus den Brüchen von Musso am Comer See bezogen. — Im übrigen vergleiche über die Baustoffe Mailands Milano Tecnica, Le particolarità edilizie.

welcher wie der Schaft aus Granit besteht. Ihre toscanischen Stuck-Capitelle sind neuerer Herkunft. Das untere Drittel der Schäfte zeigt noch eine alte im Zickzack geführte Scharrierung. Um die anfänglich nicht verjüngten Schäfte in Uebereinstimmung mit den neu aufgestellten Säulen zu bringen, liefs ihnen Bassi, wie es scheint, die fehlende Verjüngung abarbeiten. Ausserdem zeigt der erste östliche Pfeiler der gegen San Aquilino gerichteten Nische im Schaft eingearbeitete Flachreliefe (Abb. 2), von denen drei je ein rohes, phantastisches Thier und das vierte ein Flechtband darstellen. Wenn dieselben auch, besonders die höher befindlichen, durch die spätere Ueberarbeitung sehr gelitten haben, so lassen die Umrisse doch noch vollauf die Aehnlichkeit mit anderen lombardischen Sculpturen des romanischen Zeitalters erkennen. Bemerkenswert zu werden verdient, dafs die beiden seitlichen Halbpfeiler, welche in der nördlichen Nische vorhanden sind, in der südlichen fehlen; doch sind die lichten Abstände der Pfeiler in jeder Nische nahezu gleich. Die Rundbögen über den achteckigen Pfeilern haben ein merkwürdiges Profil (Abb. 3), welches in Nachahmung des mittelalterlichen entstanden sein mag. Die Umgänge der Nischen sind in beiden Geschossen mit schmucklosen barocken Tonnengewölben überdeckt.

Die acht Pfeiler, welche die Nischen begrenzen, haben auf ihrer Rückseite Vorlagen für Gurtbögen, die nach denjenigen Stellen der Umfassungsmauern geschlagen sind, wo diese aus der Kreislinie in die gerade übergehen. Jene Vorlagen wurden samt den Pfeilern von Bassi in Haustein erneuert und haben theils rechteckigen, theils kreisrunden Querschnitt. In allen Fällen, wo sie den letzteren zeigen, stehen sie bald auf Basen, bald aber auf umgestülpten korinthischen Capitellen (Abb. 4, siehe umstehend). Letztere sind zweifellos römischen Ursprungs und mögen erst im 12. Jahrhundert ihre gegenwärtige Lage erhalten haben. Man hat aus ihrer unteren Blattrihe ein Anknüpfungsglied gearbeitet, um den Durchmesser zu verringern. Die erwähnten Basen zeigen verschiedene Profile. Wie sie aus demselben weissen Marmor wie die Capitelle bestehen, so beweisen die Abmessungen und die an einer Basis (s. XII) noch deutlich erhaltenen Reste, dafs sie alle aus Capitellen von der gleichen Gestalt wie die erhaltenen gearbeitet sind. Vielleicht geschah solches erst im 16. oder 17. Jahrhundert, als man an der widersinnigen Verwendung der Capitelle Anstofs nahm. Die Basen wie die Capitelle ruhen sämtlich auf unregelmässig bearbeiteten viereckigen Sockeln aus Puddinga und Sarizzo.

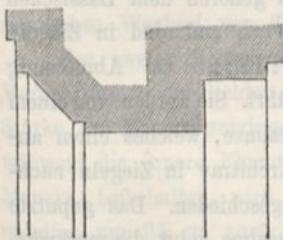


Abb. 3.

Bogen über den Granitpfeilern in San Lorenzo.

Mehr noch als das Innere belehrt das Aeufssere über die verschiedenen stattgehabten Erneuerungen. Die zur Zeit dreigeschossigen Ansichten der Nischen wurden ehemals durch vier Strebepfeiler in fünf Joche geschieden. Von den flachbogigen Fenstern wird ein grosser Theil, namentlich im Erdgeschoss durch die vorgesetzten jüngeren Bauten dem Anblicke entzogen, und die Beurtheilung des Mauerwerks wird leider durch den die Flächen bedeckenden theils alten, theils neuen Putz erschwert; doch läfst sich wahrnehmen, dafs nur das Erdgeschoss noch wesentliche Reste enthält, welche älter sind als der

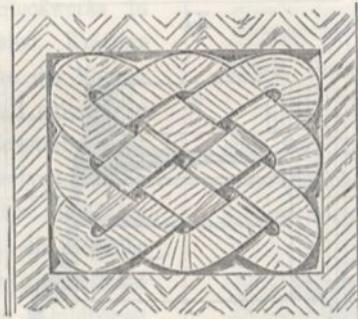
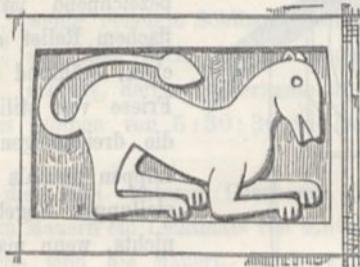
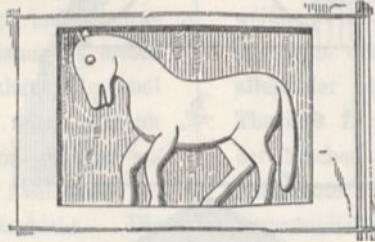


Abb. 2.  
Reliefe von einem Granitpfeiler  
in San Lorenzo.  
1:10.

Durchmesser gleich 2,30 m für die neueren Flachbogen-Fenster noch Raum läfst, und haben über dem 30 cm hohen Bogen eine flach gelegte Deckschicht, welche nicht aus der Mauerflucht tritt. Von den 90 cm breiten, doch nur 65 cm weit vorspringenden Strebepfeilern sind an jeder der beiden genannten Nischen nur die beiden äusseren durch alle Geschosse erhalten. Mit der östlichen Nische gleichzeitig fand, wie noch zu zeigen sein wird, der Bau der heutigen Capelle S. Ippolito statt und gab wohl den Anlaß, dafs die vier äusseren Joche dieser Nische zu Gunsten des mittleren in ihrer Breite etwas verkleinert wurden.

Das Erdgeschoss der dritten nach ausen sich zeigenden Nische, der nördlichen, gehört einer mittelalterlichen Erneuerung an. Die Ausführung des Mauerwerks, welches niemals mit Putz verkleidet war,<sup>1)</sup> ist bei weitem regelmässiger als die der eben betrachteten Theile. Die Ziegelschichten liegen annähernd

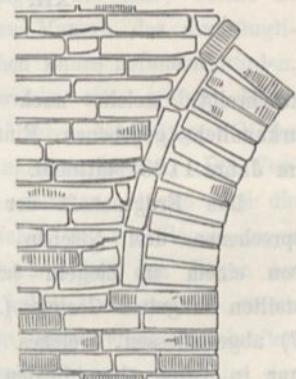
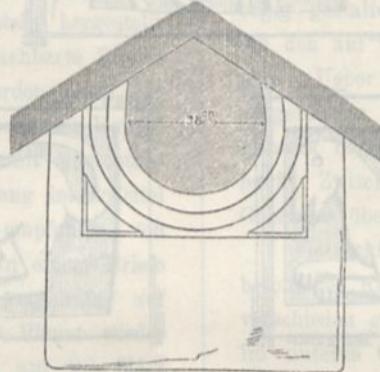
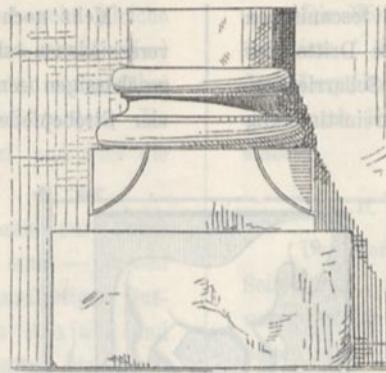


Abb. 5. Von den Fenstern des byzantinischen Baues. 1:30.

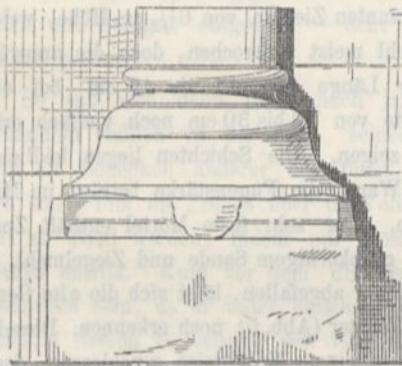
1) Vielfach erkennt man noch, dafs die Fugen mit der Kelle nachgestrichen waren.

in der Wage, indem die Fugenstärke beinahe durchgehend 1,7 cm beträgt. Ein einheitliches Steinmafs ist jedoch nicht festzustellen; die hellroth gebrannten Ziegel sind meist 7 cm hoch, ihre Abmessungen nach der Länge und Breite schwanken zwischen 13 und 32 cm. Ebensovienig ist ein bestimmter Wechsel zwischen Bindern und Läufern zu erkennen. Die vier Strebepeiler sind sämtlich erhalten. Die beiden mittleren zeigen die gleichen Abmessungen wie die bereits genannten Beispiele. Die beiden äußeren sind aber nach dem Wiederaufbau verstärkt worden; bei einer Breite von 1,10 m springt der östliche Strebepeiler um das gleiche Mafs vor die Mauerflucht vor, der westliche sogar um 1,30 m.

Die Fenster sind gegenwärtig vermauert, sie sind kleiner als diejenigen des ursprünglichen Baues. Das westliche Fenster (Abb. 6), welches die alte Gestalt noch theilweis erkennen läfst, zeigt eine schräge Leibung und einen rechteckigen Absatz; nach innen mag



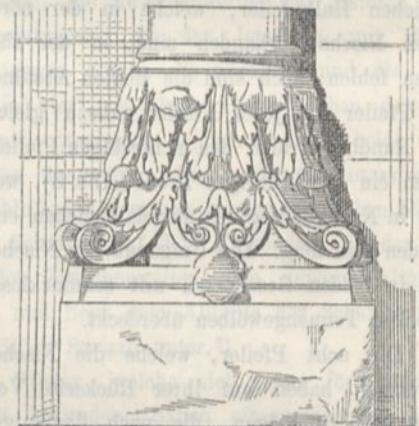
XI.



XII.



XIII.



XIV.

10 5 0 5 10<sup>m</sup>

Abb. 4. Basen von Gewölbediensten in San Lorenzo.

zuschreibt, welche nach dem urkundlich gegebenen Einsturz im Jahre 1103 stattfand.

Das Erdgeschofs der besprochenen drei Nischen wird von einem in Ziegeln hergestellten Kragstein-Gesimse (Abb. 7) abgeschlossen, welches aber nur in vereinzelt Resten erhalten ist. Da oberhalb desselben nirgend Mauerwerk des Urbaues, unterhalb aber vielfach solches des mittelalterlichen Baues sich erkennen läfst, so muß das Gesims mit diesem entstanden sein. Ein besonderer Formstein, eine flache Schräge ist nur für die Abdeckung benutzt. Die Ziegel des Gesimses sind meist 45 und 30 cm lang, scheinen aber nicht von einem älteren Bau entnommen, sondern, um weniger Fugen zu erhalten, der älteren Abmessung nachgebildet

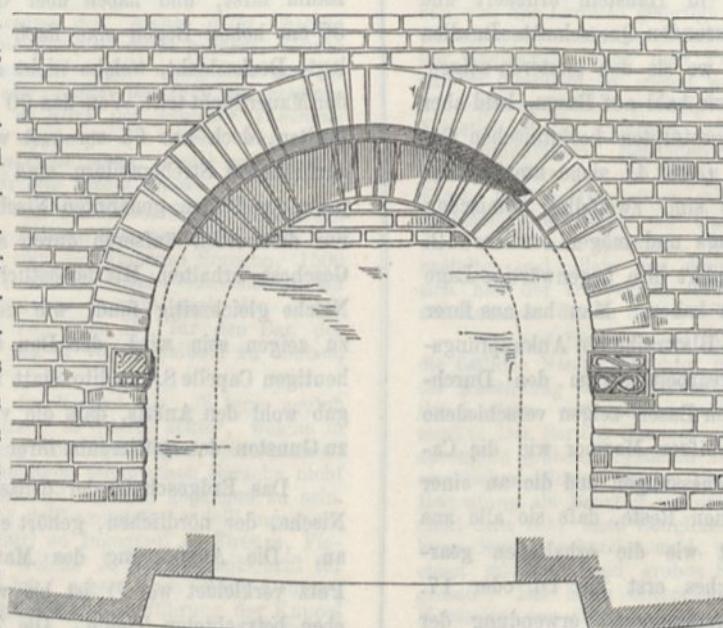


Abb. 6. Fenster der nördlichen Nische. 1:30.

wohl eine zweite Schräge folgen. In den Bögen wechseln Keilstücke aus Kalkstein mit Ziegeln. Der äußere Bogen ruht auf zwei unsymmetrischen Kämpfersteinen (Blatt 33, Nr. IX u. X), welche jeder aus einer verzierten Platte und Schräge darunter bestehen. Eben dieselbe schlichte Gestalt kehrt an sämtlichen Kämpfergesimsen wieder, welche, dem romanischen Neubau angehörend, sich in der Kirche, besonders in den Thürmen noch vorfinden. Alle sind in jener eigenen Art verziert, welche für die lombardischen Sculpturen bis zur Mitte des 12. Jahrhunderts bezeichnend ist; die Ornamente sind mit flachem Relief aus der Fläche herausgestochen, während die Bandverschlingungen und Friese von stilisirten Blättern, denen auch die dreikantigen Vertiefungen der einzelnen Lappen niemals fehlen, die beliebtesten Darstellungen abgeben. So widerspricht denn nichts, wenn man das Erdgeschofs der nördlichen Nische jener Erneuerung der Kirche

zu sein. Die beiden oberen Geschosse gehören dem Bassischen Neubau an und sind in Ziegeln von 6:17:25 cm Abmessung ausgeführt. Sie werden von einem Bandgesimse, welches einen antiken Architrav in Ziegeln nachahmt, geschieden. Das geputzte Hauptgesims zeigt die merkwürdige Anordnung einer Hängeplatte über einer grossen Hohlkehle.

Untersuchen wir nunmehr die vier Thürme. Sie enthalten Bestandtheile aus verschiedenen Zeitabschnitten des Mittelalters, sind aber von solchen der Neuzeit durchaus frei, indem der ihnen im 16. Jahrhundert zuge dachte Umbau nicht zur Ausführung gelangte. Da der südöstliche Thurm, welcher auf den beigegebenen Tafeln mit *D* bezeichnet ist, von den übrigen

mit *A*, *B* und *C* bezeichneten infolge einer gründlichen Erneuerung sich wesentlich unterscheidet, so mögen die drei letzteren zunächst betrachtet werden. Das Erdgeschoss sowie das erste Stockwerk derselben müssen ihrer Mauerart wegen dem Urbau angehören. Das Erdgeschoss war einstmal von Rundbogen-Fenstern durchbrochen, welche den im Erdgeschoße der Nischen befindlichen nach Ausführung, Höhenlage und Abmessungen genau entsprechen. Die Rundbogen-Fenster des ersten

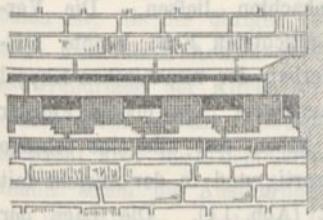


Abb. 7. Gurtgesims der Nischen und des Thurmes *D*. 1:30.

Stockwerks sind kleiner als jene; auch sie haben einen 30 cm breiten Bogen und darüber — mit nur einer Ausnahme — eine flache Deckschicht. Die Leibung ist einfach gerade; die wenig geneigte Sohlbank besteht aus einer flach gelegten Ziegelschicht, deren Vorderkante über

die Mauerflucht tritt und aus Steinen von 6:30:30 cm hergestellt ist.

Im Grundrisse bilden die zwei unteren Geschosse ein Quadrat, dessen 1,20 m starke Mauern ein Lichtmaß von 4,60 m frei lassen. Gegen die Kirche sind die Mauern durch weite Bögen geöffnet, welche innerhalb des ersten Stockwerks in neuerer Zeit unschöner Weise verschlossen worden sind. Kräftige 0,65 m ausladende Strebepfeiler treten in der Stärke der Mauern vor die Ansichten der Thürme, während die zwei an einer Ecke befindlichen zu einem besonderen quadratischen Eckstrebepfeiler sich vereinigen. Muthmaßlich waren beide Geschosse von Anfang her mit Kreuzgewölben bedeckt. Beim Neubau des 12. Jahrhunderts blieben die Umfassungsmauern erhalten, die Gewölbe wurden jedoch erneuert. Man ließ rechtwinklig ausgeklinkte Kämpfersteine in die Ecken ein, wölbte über ihnen Schildbögen und zwischen diesen scharfkantige Kreuzgewölbe mit erhöhtem Scheitel (vgl. Blatt 33). Dieselben sind im Erdgeschoße noch erhalten; doch wurden die Kämpfersteine im 16. Jahrhundert abgeschlagen. Reste derselben (Blatt 33, Nr. VII) sind unter dem heutigen Putze oberhalb des barocken Gesimses verborgen. Im ersten Stockwerke finden sich nur noch im Glockenthurm (*A*) vier Kämpfersteine (Blatt 33, Nr. I u. II) und die Schildbögen vor, welche, vom Putze nicht bedeckt, den bekannten mittelalterlichen Wechsel von Ziegeln und Haustein-Keilen zeigen.

Das zweite Stockwerk der Thürme *A*, *B* und *C* zeigt eine Vergrößerung der lichten Weite von 4,60 m auf 4,85 m. Die Stärke der Mauern verringert sich nämlich auf 1 bis 0,95 m, und während die innere Flucht der beiden der Kuppel abgewandten Mauern beibehalten wird, springt diejenige der beiden zugewandten um 25 cm zurück. Zugleich bilden auch die Strebepfeiler einen bedeutenden Absatz. Wenn auch die Mauern im dritten und vierten Stockwerke noch schwächer werden, so bleibt doch die lichte innere Weite die gleiche wie im zweiten Stockwerke. Jede Seite des letzteren ist von einem Rundbogen-Fenster von 0,80 m Durchmesser durchbrochen. Diejenigen Fenster, welche in den beiden inneren Mauern angebracht sind, sind aus der Mitte der Mauern nach außen hin verschoben und befinden sich heute unterhalb der Dächer, welche die benachbarten Nischen bedecken. Neben ihnen bemerkt man in der nach der Kuppel gelegenen Ecke tiefer befindliche alte Oeffnungen, welche wie die erwähnten Fenster jetzt zwar geschlossen oder verunstaltet sind, ehemals aber nur den Zweck gehabt haben können, ein Betreten des Dachraumes der Nischen

zu gestatten. Diese Thatsachen leiten zu dem Schlusse, daß das oberste Geschosse der Nischen nur eine Zuthat des Bassi sein könne und daß die alte Dachfläche derselben tiefer gelegen haben müsse. Gleichzeitig bieten sie ein Mittel, jene alte Dachfläche annähernd zu bestimmen. Den späteren Ursprung des obersten Geschosses der Nischen bestätigen aber noch einige weitere Umstände. Die heutigen Nischendächer durchschneiden die Reste der Ziegelgesimse, welche das zweite Stockwerk nicht allein der alten Thürme, sondern auch des später erneuerten Thurmes *D* abschließen. Sodann sind die Umfassungsmauern der Nischen im Dachgeschoße von allen Thürmen durch eine senkrechte Fuge getrennt und laufen sogar gegen Reste des ursprünglichen Putzes an, welcher auf den Ansichten der Thürme *A*, *B* und *C* noch haftet.

Der Thurm *B* steht nur noch bis zum Beginn des dritten Stockwerks. Besser erhalten sind *A* und *C*. Ueber dem zweiten und dritten Stockwerk des Thurmes *C* bemerkt man Ueberreste von alten Ziegelgesimsen (Abb. 8). Ihre Ausladung wird durch

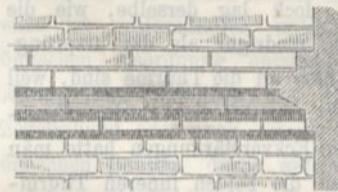


Abb. 8. Gurtgesims vom Thurme *C*. 1:30.

Schrägsteine bewirkt, eine Abwässerung ist nicht vorgesehen; die Steine messen wieder meist 45 und 30 cm. Das vierte Stockwerk endete mit einem zerstörtem Bogenfries (Abb. 9), sodas

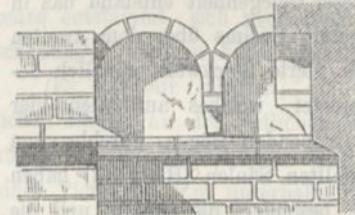


Abb. 9. Bogenfries vom Thurme *C*. 1:30.

der Thurm *C* uns jedenfalls ein vollständiges Bild der alten Gestalt der Thürme gewährt. Jedoch war diese keineswegs dem ursprünglichen Bau der Kirche eigen; denn die drei oberen Geschosse verrathen so bestimmte Unterschiede gegen die beiden unteren, daß eine Erhöhung in späterer Zeit angenommen werden muß. Zwar finden sich unter den Ziegeln der oberen Geschosse viele solche, welche die gleichen Abmessungen zeigen wie jene, welche in den Mauern des ursprünglichen Baues gefunden wurden, doch sind auch andere vorhanden, welche eine größere Dicke bis zu 10 cm besitzen, und bald kürzere, bald längere Maße nach den beiden anderen Ausdehnungen aufweisen. Die Verwendung des Ziegelmehls wird oben seltener, ebenso sind die Fugen oben stärker als unten, erreichen in den Bögen sogar die Steindicke. Die Deckschicht, welche über den Bögen der unteren Geschosse bemerkt wurde, kehrt oben nur in einem einzigen Beispiele wieder. Vergleicht man ferner die breiten Fenster der beiden unteren Geschosse mit den schmalen der oberen und beachtet man schliesslich die merkwürdigen inneren und äußeren Absätze der Umfassungsmauern sowie diejenigen der Strebepfeiler oberhalb des zweiten Stockwerks, so kann man nicht umhin, von dieser Stelle an eine spätere Bauzeit anzunehmen. San Lorenzo besaß daher im Anfange noch keine Thürme; die Eckbauten wurden von demselben Hauptgesimse wie die Nischen abgeschlossen.<sup>1)</sup>

1) Nach Hübsch soll der älteste Bau die Thürme bereits drei Geschosse hoch gehabt haben. Allein seine Aufnahmen weichen erheblich vom Thatbestande ab und übergehen gerade die hervorgehobenen Unterschiede zwischen den beiden unteren und den drei oberen Geschossen. Sodann ist zwischen dem zweiten und dritten Stockwerke der alten Thürme auch nicht der geringste Unterschied zu bemerken, welcher die Annahme verschiedener Bauzeiten recht-

Die Thürme werden zum ersten male in der oben erwähnten Lobpreisung Mailands aus der ersten Hälfte des 8. Jahrhunderts genannt. Zu jener Zeit oder wenig früher mögen sie entstanden sein. Die späteren Geschosse der Thürme *A*, *B* und *C* zeigen im Innern eine lisenenartige Verstärkung der gegen die Kuppel gerichteten Ecke. Diese Verstärkung steht auf den inneren Mauerabsätzen oberhalb des ersten Stockwerks und ist mit den Umfassungsmauern zugleich ausgeführt. Auf der Außenseite der genannten Ecke zeigt Thurm *C* oberhalb des gegenwärtigen Kirchendaches die 1,10 m breiten Bruchstücke zweier zerstörter Mauern (vgl. Blatt 30), welche sich über dem im Grundrisse angelegten mittleren Quadrate erheben mußten. Gleiche Reste zeigt auch der Thurm *B*, soweit er erhalten ist; dieselben waren auch am Thurm *A* vorhanden, sind aber dasselbst im 12. Jahrhundert überblendet worden. Die zerstörten Mauern gehörten einem Unterbau der ursprünglichen Kuppel an, welcher die quadratische Gestalt des Grundrisses nach außen sichtbar machte. Einen gleichen Unterbau wird auch die romanische Kuppel gehabt haben, doch lag derselbe, wie die Beobachtung am Thurm *A* lehrt, niedriger als der ursprüngliche Unterbau, und seine Anschlüsse an die Thürme sind, weil durch barockes Mauerwerk verdeckt, heute nicht mehr erkennbar. Die genannten lisenenartigen Eckverstärkungen hatte man wohl in der Absicht angelegt, um die beiden inneren Thurmmauern, die durch den vorhandenen Unterbau der ursprünglichen Kuppel getrennt waren, mit einander besser in Verband zu bringen.

Der Einsturz der Kuppel im Jahre 1103 zog auch die Thürme in Mitleidenschaft. Die oberen Geschosse von *A* mußten stark ausgebessert werden; bei dieser Gelegenheit entstand das in spärlichen Resten erhaltene Kragstein-Gesims über dem zweiten Stockwerke. Dagegen wurde das vierte Stockwerk gänzlich beseitigt und durch ein neues ersetzt, welches auf allen vier Seiten von je drei auf Säulen ruhenden Bögen durchbrochen wird. Die aus Puddinga hergestellten Säulen (Blatt 33) haben im Laufe der Zeit sehr gelitten, besonders die Schäfte und die Basen. Doch ist die Gestalt dieser letzteren noch erkennbar, ein attischer Fuß mit Eckblättern. In besserem Zustande sind die Capitelle, welche verschiedene einfache Gestalten der romanischen Art, darunter die im 11. und 12. Jahrhundert beliebte Würfelform, darbieten. Durch weit ausladende Kämpfersteine

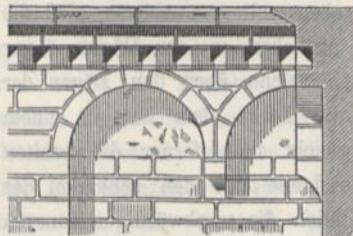


Abb. 10. Bogenfries vom Thurm *A*. 1:30.

wird der Uebergang auf die Mauerstärke bewirkt. Ein Bogenfries (Abb. 10) schließt auch diesen Thurm ab. Eine völlige Erneuerung hingegen erfuhr der südöstliche Thurm *D*.<sup>1)</sup> Wenn man die Anlage der übrigen Thürme nicht wesentlich abwich, so wurde doch das Einzelne ziemlich verschieden gestaltet. Das Erdgeschoss wurde ohne Fenster gelassen, die Fenster des ersten Stockwerks erhielten eine einfache abgestufte Leibung. Das Kreuzgewölbe des Erdgeschosses ist zwar mit barockem Stuck überzogen. Im ersten Stockwerke

fertigen könnte. Gegen Hübsch spricht auch die Verwandtschaft der Thürme mit anderen in Mailand, besonders demjenigen bei S. Satiro, welcher dem 9. Jahrhundert angehören dürfte.

1) Im Diagonalschnitt enthalten auf Blatt 32.

finden sich aber noch Reste der Schildbögen und ihrer Kämpfersteine, welche aus verschiedenen Mustern zusammengesetzt, theilweise aber auch unvollendet geblieben sind, während die beiden Gurtbögen in der Leibung ähnliche Kämpfergesimse tragen, die mit den eben genannten in gleicher Höhe liegen. Die Stärke der Umfassungsmauern verringert sich in den oberen Geschossen nicht unbedeutend, ohne aber jene merkwürdigen Absätze über dem ersten Stockwerke zu zeigen; welche die anderen Thürme beobachten ließen. Die Verstärkung der gegen die Kuppel gerichteten Ecke konnte fortgelassen werden, da man den Unterbau der romanischen Kuppel mit dem Thurm *D* gleichzeitig ausführte. Die oberen Fenster sind außerordentlich schmal und haben fast alle eine schräge innere Leibung; einige sind schlitzartig und in der Ansicht mit besonderen Formsteinen überdeckt (Abb. 11). Die Lage der

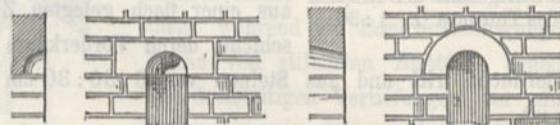


Abb. 11. Schlitzfenster an den Thürmen *A* und *D*. 1:30.

Fenster des zweiten Stockwerks ergibt, daß man die Höhenlage der ursprünglichen Nischendächer bei dem Neubau des 12. Jahrhunderts annähernd beibehalten haben muß. Die Oeffnungen, welche die anderen Thürme behufs Zutritts zum Dachraum besitzen, wurden im Thurm *D* auffallender Weise fortgelassen. Ueber jedem der drei unteren Geschosse liegt ein Kragstein-Gesims von der beschriebenen Art (Abb. 7); das dritte Stockwerk endet mit einem Bogenfries, während das vierte in seinem oberen Theile zerstört ist. Doch besitzt dasselbe noch den ansehnlichen Ueberrest eines Strebebogens, welcher in diagonalen Richtung gegen die Kuppel geführt war (Blatt 32). Derselbe ist 70 cm breit, ruht auf zwei Granit-Kragsteinen und ist auch mit dem Thurm gleichzeitig ausgeführt. Ein entsprechender, doch weniger bedeutender Rest findet sich auch am Thurm *A*. Am Thurm *C* dagegen, welcher den Einsturz der ursprünglichen Kuppel überdauert hatte, nahm man eine Ausnischung der Ecke vor und brachte den Strebebogen innerhalb derselben an. Da nun die Kuppel in der Richtung der Strebepfeiler niemals einen besonderen Schub ausgeübt haben kann, so bedeuten dieselben wenig mehr als ein ängstliches Schutzmittel zur Sicherung der Kuppel.

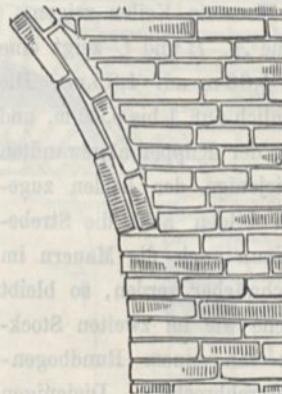


Abb. 12. Von den alten Eingängen der Hauptfront. 1:30.

Die Eingangs-Front enthält in der Mitte die Bruchstücke einer von Bassi begonnenen Vorhalle. Dagegen gehören die beiden seitlichen Theile (Blatt 33) noch zum ursprünglichen Bau. Innerhalb jedes derselben bemerkt man eine im Halbkreise überwölbte flache Nische, welche die Achse und die Kämpferhöhe mit den das Erdgeschoss der Thürme durchbrechenden Gurtbögen gemeinsam hat, trotzdem die Durchmesser der letzteren gegen die der Nischen verschieden sind. Beide Nischen sind in einer vom gewöhnlichen Gebrauche abweichenden Art überwölbt. Oberhalb des Bogenanfangs kragen zunächst mehrere wagerechte Schichten über einander vor; der Bogen selber ist durch zwei über einander gelegte Flachsichten von 30 cm langen Ziegeln ersetzt (Abb. 12). Die Thür, welche

durch die Rückwand jeder Nische in die Kirche führt, wird von einem Halbkreisbogen mit aufgelegter Deckschicht überspannt. Leider sind diese alten Eingänge in der Neuzeit verunstaltet worden. Der obere, jedes Schmuckes entbehrende Theil der Front ist ganz jungen Ursprungs. Ueber ihm wird das Dachgeschofs der westlichen der vier großen Nischen frei.

Die Front steht nicht senkrecht zur Hauptachse von San Lorenzo, eine Unregelmäßigkeit, welche umsomehr zu beachten ist, als die übrigen zur Kirche gehörigen alten Bauten genau nach deren Achsen gerichtet sind und die Abmessungen des Grundrisses der Kirche nur um wenige Centimeter von der geometrischen Gestalt abweichen. Nichtsdestoweniger scheint die Front aber noch dem ersten christlichen Bau anzugehören. Stimmt schon die Ausführung ihrer alten Stücke mit dieser Annahme überein, so deutet der Umstand, daß die Strebepfeiler auf der Westseite der Thürme *A* und *B* fortgelassen sind, jedenfalls an, wie von Beginn her an dieser Stelle ein besonderer Eingangsbau beabsichtigt war. Die Treppen zur Empore mögen schon in alter Zeit an dem heutigen Orte gelegen haben. Irgend welche Reste eines Atriums, welches vor der Front sich erstreckt haben könnte, sind nicht zu bemerken.

Die Kuppel erhebt sich nach einer steilen spitzbogigen Linie, deren Gestalt ich nur angenähert ermitteln konnte. Sie wird von einer hölzernen Schutzkuppel bedeckt und empfängt ihr Licht aus acht großen Fenstern im Fußkranze und einer Laterne im Scheitel. Die unschöne Linie der flachen Schutzkuppel und die in mittelmäßigen Baustoffen ausgeführte Trommel mit ihren bedeutungslosen Eckvasen mahnen den Beschauer bereits von fern, wie man das herrliche Gebäude entwürdigt hat.

Es bleibt zu untersuchen, ob aus dem Mauerwerk des ältesten Baues sich Schlüsse auf die Zeit seiner Entstehung gewinnen lassen. In Mailand selbst finden wir — unweit San Lorenzo — Beispiele eines gleichen Mauerwerkes an den unteren Theilen zweier sehr alten Thürme wieder, nämlich am sogenannten Thurme des Anspertus hinter San Maurizio und an dem im Jahre 1882 am Carrobbio entdeckten Thurme.<sup>1)</sup> Dieselben erheben sich auf der Linie der ehemaligen römischen Befestigungen; der erste gehört sehr wahrscheinlich demjenigen Theile derselben an, durch welchen Kaiser Maximian die Stadt erweiterte. Die von bedeutenden Gelehrten Mailands getheilte Ansicht schreibt die erwähnten Thürme einer Erneuerung der Mauern zu, welche bald nach dem Ende der Gothenkriege stattfand. Da die Ziegel, ganz wie diejenigen der ältesten Theile von San Lorenzo, ihre ursprünglichen Abmessungen nur selten erhalten zeigen, so liegt die Vermuthung nahe, daß sie abgebrochenen Bauten entnommen seien, welche hingegen nicht gut einer anderen als der römischen Zeit entstammen können. In der That läßt es sich erweisen, daß die Abmessung der betrachteten Ziegel während der römischen Zeit in Oberitalien allgemein üblich gewesen war. Sie entspricht dem sogenannten „lydischen Ziegel“ des Vitruv, welcher nach der Länge und nach der Breite  $1\frac{1}{2}$  bzw. 1 Fuß, d. h. 44,4 bzw. 29,6 cm mafs.<sup>2)</sup> Dergleichen Ziegeln begegnet man nicht allein an

ungewissen Bauresten, welche in den oberitalienischen Großstädten nicht selten gefunden und für römischen Ursprungs gehalten werden, sondern auch an beglaubigten römischen Denkmälern, wie dem Amphitheater in Verona, dem Tempel in Brescia und dem römischen Stadthore in Turin.<sup>1)</sup>

Kennzeichnend für den ursprünglichen Bau von San Lorenzo erschien die Anordnung einer flachen Deckschicht über jedem Bogen. Dieses Motiv läßt sich an nicht wenigen römischen Bauwerken beobachten, so, vereinzelt, bereits in Pompeji und Bajae, ferner an den Resten vom Palaste des Pudens in Rom und vom Kaiserpalaste in Trier, indem die Deckschicht bald bündig mit der Mauerflucht liegt, bald aus derselben heraustritt. In Nachahmung dieser Beispiele kehrt das Motiv an christlichen Bauwerken wieder, so an S<sup>ta</sup> Pudenziana in Rom, S. Apollinare nuovo in Ravenna und S. Pantaleon in Köln; es wird deshalb an San Lorenzo ebenfalls von irgend einem römischen Vorbilde entlehnt sein. Auch die merkwürdige Ausführung der beiden Bögen in der Eingangsfront von San Lorenzo ist muthmaßlich unter dem Eindrucke einer gleichen römischen Anordnung entstanden; denn das Auskleiden der Leibung von Gewölben und Bögen mit einer flach gelegten Ziegelschicht oder auch zweien ist eine bekannte Eigenart der römischen Bauten, durch welche eine Vereinfachung des Lehrgerüsts ermöglicht wurde.<sup>2)</sup>

Können nun aus später darzulegenden Gründen die Reste des ursprünglichen Baues von San Lorenzo nicht mehr der römischen Zeit angehören, so beweist die Benutzung der römischen Ziegel wie auch das Festhalten an gewissen echt römischen Constructionen, daß jenes christliche Zeitalter, welchem San Lorenzo entstammt, sich noch nicht zu weit von den antiken Anschauungen entfernt haben konnte.

Es war mir möglich, die Grundmauern dieses christlichen Baues an der östlichen Nische wie am Thurme *C* von aufsen her zu untersuchen. Die letzteren verfolgte ich bis zu einer Tiefe von 5 m unterhalb des Fußbodens der Kirche, ohne Spuren der Benutzung älteren Mauerwerks finden zu können.

zu Griechenland, so irrt er; die Ziegel der römischen Bauten in Mittel- und Unteritalien zeigen niemals die erwähnten Abmessungen.

1) Dieses Thor, welches zumeist unter dem Namen Palazzo delle due torri oder Porta Palatina bekannt ist, lag auf der über Pavia und Bologna nach Rom führenden Straße und dürfte daher ursprünglich Porta Romana geheissen haben. In den Abmessungen und der Anlage entspricht es etwa den römischen Stadthores in Trier und Nîmes; mit dem letzteren hat es auch die Anordnung von vier Durchgängen gemeinsam. Vergl. C. Promis, Storia dell' antica Torino Julia Augusta Taurinorum. Turin, 1869. 8°. S. 199 ff. und Tafel I bis III. Es muß überraschen, daß, den gewissenhaften Untersuchungen von Promis gegenüber, die mit höchst dilettantischen Gründen vertretene Ansicht von G. Cordero, Dell' italiana architettura durante la dominazione longobarda. Brescia, 1829. 8°. S. 283 ff., das Bauwerk gehöre der longobardischen Herrschaft an, in Deutschland seit F. Osten so weite Verbreitung hat finden können; was neuerdings O. Mothes, erw. Werk S. 297 zur Vertheidigung von Cordero beigebracht hat, ist theils unzutreffend oder beruht sogar auf irrthümlichen Voraussetzungen. Von den mehrfach vorhandenen Abbildungen sind allein diejenigen von Promis richtig und vollständig. — Während die aus Verona und Brescia genannten Beispiele in Gufsmauerwerk ausgeführt sind, welches in regelmäßigen Abständen von Ziegellagen durchschnitten wird, so besitzt das in gleicher Weise hergestellte Mauerwerk des Thores in Turin und der daselbst noch erhaltenen Reste der römischen Befestigungen eine Ziegelverblendung, welche in ihrer vollendeten Technik, wenn auch nicht in den Abmessungen der Ziegel selber, derjenigen verschiedener in der Campagna bei Rom bekannter Grabmäler der Kaiserzeit — die sogenannten Tempel des Deus ridiculus und des Bacchus nahe der Via Appia, Sedia del diavolo an der Via Nomentana, andere an der Via Latina — durchaus entspricht.

2) A. Choisy, L'art de bâtir chez les Romains. Paris, 1873. Fol. S. 60 ff.

1) Milano Tecnica. S. 24 ff. und S. 40 ff.

2) Vitruv, Baukunst II, 3, und aus diesem entlehnt: Plinius Secundus, Naturgeschichte XXXV, 49. Wenn die Angabe Vitruvs betreffend den „lydischen Ziegel“ — id est quo nostri utuntur — auf einen Gebrauch desselben in Oberitalien, der Heimath Vitruvs (Verona), zu deuten ist, so würde sie richtig sein. Denkt aber der Verfasser, wie es den Anschein hat, an ganz Italien im Gegensatz

Es ergab sich, dafs die beiden genannten Stücke der Grundmauern durchaus übereinstimmen. Sie sind so breit angelegt, dafs die Strebe Pfeiler auf ihnen ohne besondere Vorlagen Platz finden, und bestehen aus etwa  $\frac{1}{2}$  m hohen und bis  $1\frac{1}{2}$  m langen Blöcken feiner oder grober Puddinga, deren Unregelmäßigkeiten, namentlich in den Stofsfugen, durch Stein- oder Ziegelstücke gefüllt sind. Die Gleiche liegt 70 cm unter dem heutigen Fußboden der Kirche, d. h. auch unterhalb des byzantinischen und

des mittelalterlichen, doch 50 cm oberhalb des römischen Fußbodens.<sup>1)</sup>

Diese Merkmale deuten ebensowohl auf eine gleichzeitige Ausführung mit der Obermauer, wie sie der Annahme eines römischen Ursprungs entgegen stehen. Die Untersuchung der mit San Lorenzo zugleich ausgeführten Capelle San Ippolito wird diese Bemerkung bestätigen. (Schluß folgt.)

1) Vergl. unten.

## Die Strafsenbrücke über die Norder-Elbe bei Hamburg.

Erbaut in den Jahren 1884 bis 1887

von dem Ingenieurwesen der Bau-Deputation des Hamburgischen Staates.

(Oberingenieur F. Andreas Meyer.)

Nach amtlichen Quellen dargestellt

von den bauleitenden Ingenieuren

**C. O. Gleim,**

Abtheilungs-Ingenieur in Hamburg,

und

**H. Engels,**

jetzt Professor an der technischen Hochschule in Braunschweig.

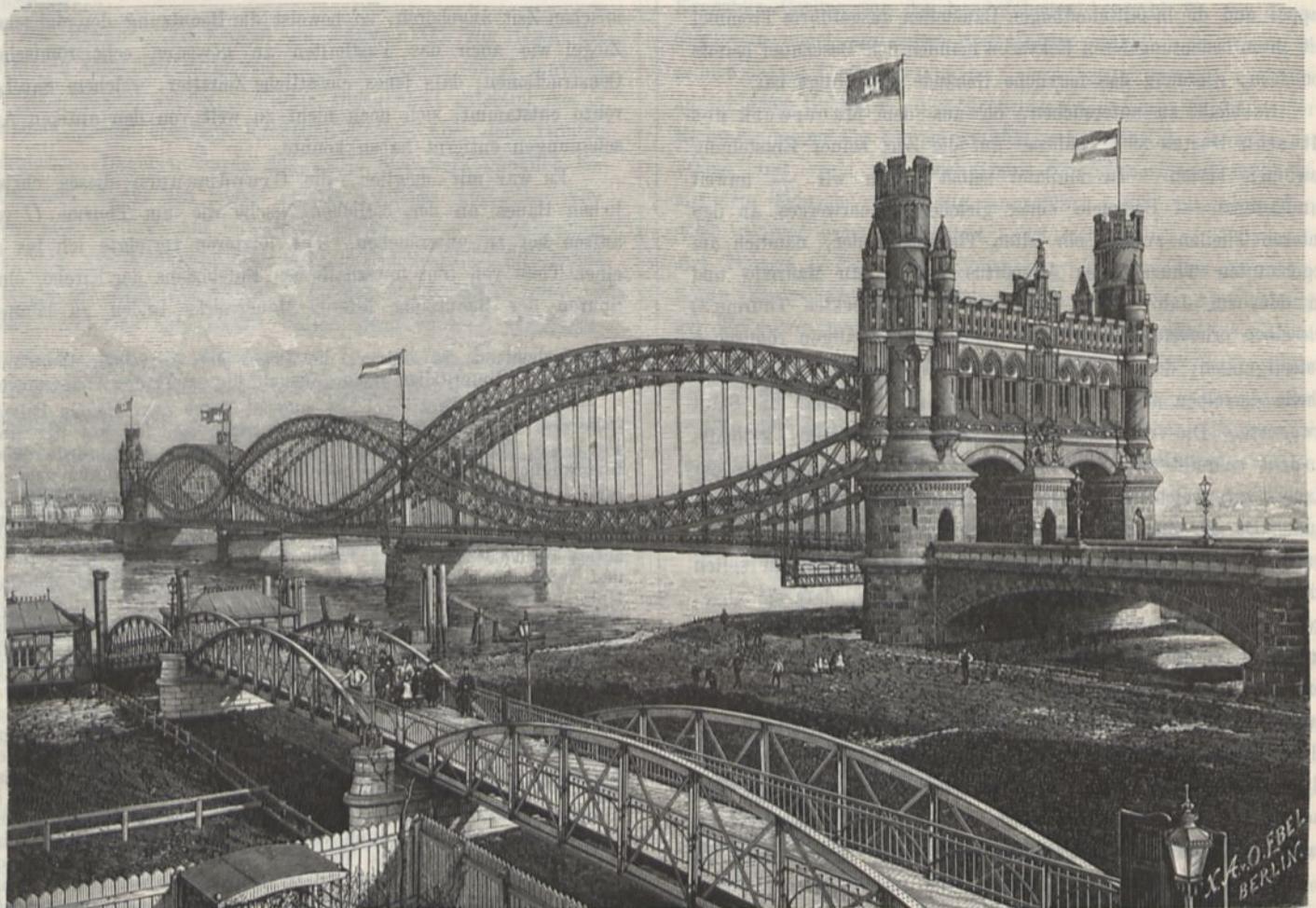
(Mit Zeichnungen auf Blatt 36 bis 44 im Atlas.)

### A. Der Entwurf.

#### I. Einleitung.

Der Zollanschluß Hamburgs machte die theilweise Verlegung der Harburger Landstrafse erforderlich, welche die zwi-

(vergl. den Lageplan auf Bl. 38, Abb. 1). Behufs Herbeiführung einer thunlichst kurzen Verbindung zwischen den zollinländischen Flächen an beiden Seiten der Norder-Elbe mußte das Freihafengebiet möglichst nahe an seiner Ostgrenze umgangen und die



schen der Norder- und Süder-Elbe belegene Insel Wilhelmsburg durchschneidet und mit dem nördlichen Elbufer bezw. dem Hamburgischen Strafsennetze vermittelt einer die Norder-Elbe bei der Gasanstalt Grasbrook übersetzenden Dampffähre verbunden war

neue Strafsen oberhalb der das Freihafengebiet nach Osten begrenzenden Eisenbahnbrücke über die Norder-Elbe geführt werden. Dieses bedingte die aus dem Lageplane ersichtliche Abzweigung der Harburger Landstrafse nach Osten mit Unterführung unter

der Venlo-Hamburger Eisenbahn bis etwa 400 m östlich von derselben, von wo ab sich die neue Strafsen nach Norden wendet, um, etwa 244 m oberhalb der Eisenbahnbrücke, mittels zweier neuen Strafsenbrücken über die Norder-Elbe und den Oberhafen-Canal die vorerwähnte Verbindung herzustellen.

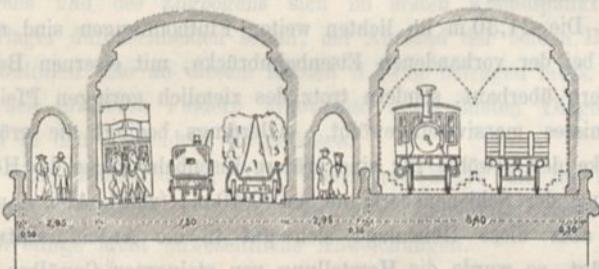
Die Führung der Linie über die Theilungsspitze zwischen der Norder-Elbe und dem Oberhafen-Canal war durch die Rücksicht auf den vorhandenen Rangirbahnhof der Venlo-Hamburger Bahn gegeben und bot zugleich Gelegenheit, eine zwischen beiden Brücken unter rechtem Winkel abzweigende Strafsen mit einem Gefälle von 1 : 48,5 unter den Hauptgeleisen der Venlo-Hamburger Bahn hindurch in das Freihafengebiet nach den neuen Anlagen am Baakenhafen zu führen.

Die Beibehaltung einer Dampffähre im Zuge der neuen Strafsen war durch die zu erwartende und bereits eingetretene erhebliche Verkehrssteigerung sowie durch die Nähe der Eisenbahn-Elbbrücken-Pfeiler ausgeschlossen; sie konnte umsoweniger in Frage kommen, als die neuen Verhältnisse unabweislich die Anlage eines neuen zollinländischen Stadttheiles südlich der Elbe, auf der Kleinen Veddel, geboten.

**2. Hauptabmessungen. Wahl des Systems.**

Da das Bedürfnis einer Verbesserung und Erweiterung der Verbindung zwischen den links- und rechtselbischen Bahn- bzw. Strafsenanlagen für die Zukunft vorauszusehen war, ist von vornherein eine spätere Verbreiterung der Brücke ins Auge ge-

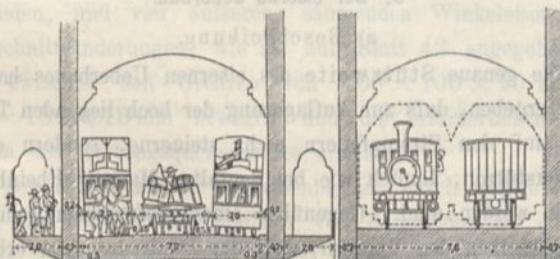
Abb. a.



Schnitt durch die Fluthbrücke. 1:300.

faßt, zu welchem Zwecke die sämtlichen Pfeiler in der zur späteren Anfügung von zwei Eisenbahngeleisen oder einer Fahr-

Abb. b.



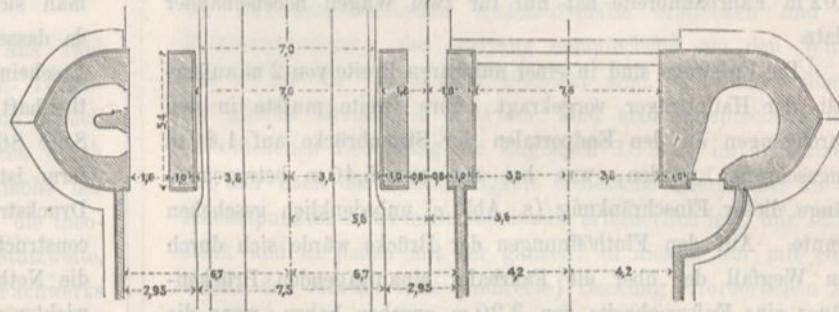
Schnitt durch den Ueberbau der Stromöffnungen. 1:300.

strafsen erforderlichen Länge ausgeführt, auch die Fluthöffnungen in der ganzen entsprechenden Breite eingewölbt worden sind, während der eiserne Ueberbau der Stromöffnungen nur für die zunächst erforderliche Strafsenbrücke hergestellt ist.

Nach vorstehender Abbildung b beträgt die Breite der Fahrstrafsen zwischen den Kantsteinen auf dem eisernen Ueberbau und in den Portalen 7 m. Wo aber die Fahrstrafsen durch

die lothrechten Wände der Eisenconstruction und die Brückenportale von den Fußwegen getrennt wird, ist auf jeder Seite ein Kantsteinabsatz von 0,30 m Breite angeordnet, sodafs sich auf diesen Theilen der Brücke eine lediglich dem Fahrverkehr dienende lichte Breite von 7,60 m zwischen den begrenzenden Seitenwänden ergibt. Diese stimmt genau mit der für eine zweigeleisige Eisenbahn bemessenen Breite der später daneben

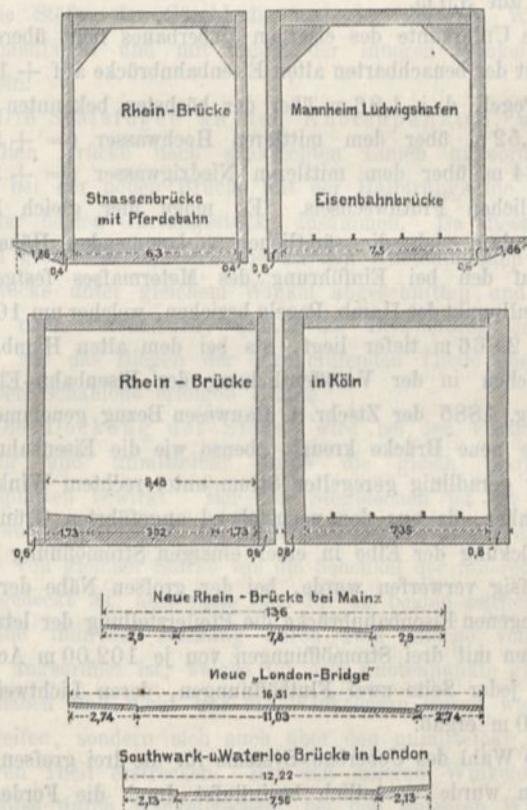
Abb. c.



Grundriß eines Portalpfeilers. 1:300.

zu legenden Brücke überein, was nebenbei der architektonischen Ausbildung der Brückenportale sehr zu gute kam. Die gewählte Fahrbahnbreite reicht (s. Abb. a und b) für drei gewöhnliche Fuhrwerke nebeneinander aus und läßt auch bei der angelegten

Abb. d—h.



Darstellung der Breitenverhältnisse anderer Brücken zum Vergleich mit denjenigen der neuen Elbbrücke bei Hamburg. 1:300.

zweigeleisigen Pferdebahn noch das Ausweichen eines Wagens mit der breitesten nach der Hamburgischen Strafsenordnung erlaubten Ladung von 2,5 m zwischen zwei sich kreuzenden Pferdebahnwagen zu. Die Fahrordnung auf der Brücke wird nach der Einführung des Pferdebahnbetriebes dahin zu regeln sein, daß alle Fuhrwerke einschließlic der Pferdebahnwagen sich auf den beiden Seitenspurten nach beiden Fahrrichtungen bewe-

gen, und die mittlere Spur für das Ausweichen langsamer Fuhrwerke, welche von Pferdebahnwagen überholt werden, oder das seitliche Ueberholen der Lastwagen durch leichteres Fuhrwerk frei bleibt. Dafs die lichte Breite von 7,60 m auch für einen lebhaften Verkehr genügt, beweisen die in den umstehenden Abbildungen (*d* bis *h*) dargestellten Breiten anderer Brücken. Die wohl belebteste Brücke der Welt, die London Bridge, hat nur 11,03 m Breite der Fahrstrafse. Die Kölner Rheinbrücke mit 5,02 m Fahrbahnbreite hat nur für zwei Wagen nebeneinander Platz.

Die Fußwege sind in einer nutzbaren Breite von 2 m aufserhalb der Hauptträger vorgekragt. Ihre Breite mußte in den Durchgängen an den Endportalen der Strombrücke auf 1,60 m eingeschränkt werden, was bei der nur 5,40 m betragenden Länge dieser Einschränkung (s. Abb. *c*) unbedenklich geschehen konnte. Auf den Fluthöffnungen der Brücke würde sich durch den Wegfall der über die Fahrbahn hinaufragenden Brückenträger eine Fußwegbreite von 3,20 m ergeben haben, wenn die Fahrbahn mit 7 m Weite zwischen den Kantsteinen durchgeführt worden wäre. Es erschien jedoch angemessen, die Kantsteine hier, wo sie den Fußwegverkehr begrenzen, um 0,25 m von dem sehr nahe belegenen Pferdebahngleise abzurücken, so dafs hier die aus Abb. *a* ersichtlichen Abmessungen vorhanden sind. In den anschließenden, 17 m breiten Strafsen verbreitert sich das Pflaster von 7,5 m auf 10 m, die Fußwegbreite von 2,95 m auf 3,5 m.

Die Unterkante des eisernen Ueberbaues liegt übereinstimmend mit der benachbarten alten Eisenbahnbrücke auf + 10,60 m Hamb. Pegel, d. i. 1,86 m über der höchsten bekannten Sturmfluth, 5,52 m über dem mittleren Hochwasser (= + 5,08 m) und 7,34 m über dem mittleren Niedrigwasser (= + 3,26 m) des täglichen Fluthwechsels. Es möge hier gleich bemerkt werden, dafs sich die sämtlichen vorkommenden Höhenzahlen stets auf den bei Einführung des Metermafses festgestellten neuen Nullpunkt des Hamb. Pegels beziehen, welcher um 10 Hamb. Fufs = 2,866 m tiefer liegt, als bei dem alten Hamb. Pegel, auf welchen in der Veröffentlichung der Eisenbahn-Elbbrücke im Jahrg. 1885 der Ztschr. f. Bauwesen Bezug genommen ist.

Die neue Brücke kreuzt, ebenso wie die Eisenbahnbrücke, den hier geradlinig geregelten Strom unter rechtem Winkel. Es wurde daher, da aus den nachstehend angeführten Gründen die Ueberbrückung der Elbe in einer einzigen Stromöffnung als unzweckmäfsig verworfen wurde, bei der grofsen Nähe der unterhalb belegenen Eisenbahnbrücke die Pfeilerstellung der letzteren<sup>1)</sup> beibehalten mit drei Stromöffnungen von je 102,00 m Achsweite und auf jeder Seite zwei Fluthöffnungen, deren Lichtweite sich zu 21,30 m ergab.

Die Wahl des Ueberbau-Systems für die drei grofsen Stromöffnungen wurde wesentlich beeinflusst durch die Forderungen, dafs die neue Brücke wegen ihrer Lage in unmittelbarer Nähe der Stadt nicht nur eine gefällige Erscheinung darbieten, sondern auch mit der durch Lohse-Träger überbauten benachbarten Eisenbahnbrücke in gutem Einklange stehen mußte. Die Anordnung von Bogenträgern unter der Fahrbahn war durch die Höhenverhältnisse ausgeschlossen, da bei der erreichbaren Höhenlage der Fahrbahn noch eine erhebliche unzulässige Beschränkung des Hochwasserprofils durch die eintauchenden Bögen

und damit eine Gefährdung der letzteren bei Eisgang usw. stattgefunden haben würde. Eine Hängebrücke, welche bei Weglassung von Strompfeilern etwa 300 m Spannweite erhalten hätte, würde schon als Strafsenbrücke verhältnismäfsig zu theuer und vollends für eine spätere Eisenbahnbrücke constructiv unvortheilhaft ausgefallen sein. Es kam hiernach nur noch die Anordnung eines Ueberbau-Systems mit oberhalb der Fahrbahn liegenden Trägern in Frage. Unter diesen Umständen entschied man sich für die Beibehaltung des Lohse'schen Trägersystems, da dasselbe den vorerwähnten Forderungen durch seine gefällige Erscheinung am besten genügt und zugleich ökonomisch vortheilhaft ist, wie im Jahrg. 1885 der Ztschr. f. Bauw. auf Seite 86 bis 87 nachgewiesen. Die Oekonomie dieser Trägerform ist im wesentlichen darin begründet, dafs dieselbe keine Druckstreben von grofser Länge enthält, wie sie in der Wandconstruction von Balkenfachwerkträgern vorkommen und durch die Nothwendigkeit einer Aussteifung gegen Zerknicken zu Gewichtszunahmen führen, wobei zugleich die ökonomische Grenze für eine Steigerung der Trägerhöhe früher als bei dem Lohse'schen Träger erreicht wird. Derselbe Umstand trägt auch durch die Abwesenheit der sonst bei Trägern von dieser Spannweite üblichen Querabsteifungen nahe über dem lichten Durchfahrtsraume wesentlich zur leichten Erscheinung des Brückenüberbaues bei. Die Hauptlinien des Eisenwerks treten bei dem Lohse'schen Träger klar hervor, und wo eine Häufung der Stäbe eintritt, wie in dem Fachwerk der beiden Bögen, wirken dieselben nicht verwirrend, sondern nehmen durch ihre systematische Regelmäfsigkeit eine musterartige Erscheinung an, was für das gefällige Aussehen einer Eisenconstruction von grofser Bedeutung ist.

Die 21,30 m im lichten weiten Fluthöffnungen sind nicht, wie bei der vorhandenen Eisenbahnbrücke, mit eisernen Bogenträgern überbaut, sondern trotz des ziemlich geringen Pfeilverhältnisses massiv eingewölbt. Allerdings bedingt die gröfsere Stärke der Gewölbe für eine spätere Eisenbahnbrücke die Höherlegung der Schienenoberkante um 0,40 m, (vergl. Abb. *a* u. *b*). Da aber diese Höhenlage sich gut in die Anschlußentwürfe einfügt, so wurde die Herstellung von steinernen Gewölben umsomehr eisernen Bogenträgern vorgezogen, als erstere dem Bauwerke einen seiner Gröfse und Bestimmung würdigeren, monumentaleren Charakter verleihen.

### 3. Der eiserne Ueberbau.

#### a) Beschreibung.

Die genaue Stützweite des eisernen Ueberbaues hat sich daraus ergeben, dafs zur Auflagerung der hoch liegenden Trägerenden auf den Strompfeilern nicht steinerne, sondern eiserne Auflagerstützen, ähnlich wie bei der alten Mainzer Rheinbrücke, gewählt worden sind. Gegenüber einer Aufmauerung in Stein boten dieselben den Vortheil, dafs der Pfeilerunterbau erheblich schmaler und kürzer gestaltet werden konnte, und die geradlinige Durchführung der Fußwege ohne Einschränkung über den Strompfeilern ermöglicht wurde.

Durch diese Abweichung von der Bauweise der benachbarten Eisenbahnbrücke ist bei gleicher Pfeilerachsweite (102,00 m) die Stützweite der Träger von 99,18 m auf 101,00 m vergrößert worden, indem die Auflagermitten auf den Strompfeilern, der geringeren Breite der eisernen Auflagerstützen entsprechend, auf 1,00 m zusammengedrückt sind.

1) Vergl. Jahrgang 1885 d. Ztschr. f. Bauwesen, S. 82 u. 83.

Auf den Portalpfeilern sind die Träger auf den weiterhin zu besprechenden steinernen Portalaufbauten gelagert und belasten die Pfeiler im Abstände von nur 0,50 m von der Achse.

Die Stützweite der Träger ist in die gleiche Zahl von Feldern wie bei der alten Brücke eingetheilt, nämlich 24 mittlere Felder zu 3,85 m und 2 Endfelder zu 4,30 m (bei der alten Brücke 3,76 m und 4,39 m). In den Höhenverhältnissen stimmen beide Brücken bis auf kleine, in den Abrundungen nach Metermafs beruhende Abweichungen überein.

Der Lohse'sche Träger besteht bekanntlich aus zwei übereinanderliegenden congruenten Bögen, — einem Druckbogen und einem Zugbogen —, von denen jeder als ein in sich steifer Fachwerkbogenträger ausgebildet ist, und welche durch Zugstangen mit einander verbunden sind. Die Pfeilhöhe der Bogenmittellinie beträgt im vorliegenden Falle 8,65 m, die theoretische Trägerhöhe also 17,30 m oder 1:5,84 der Stützweite, während in jedem Bogen die beiden Gurtungen des Fachwerks einen überall gleichbleibenden lothrechten Abstand von 3,10 m erhalten haben. Die Gurtungen sind nicht stetig gekrümmt, sondern bilden ein Vieleck; und zwar ist ihr Verlauf, abgesehen von den beiderseitigen Endfeldern, im Interesse der bequemeren Ausführung so bestimmt worden, dafs in jedem Knotenpunkte die Richtungsänderung ein genau gleiches Mafs erhielt, welches sich zu  $1^{\circ} 26' 42''$  ergab. Die Ordinaten des auf diese Weise bestimmten Vielecks weichen übrigens von denjenigen einer durch die beiden äufseren und den mittelsten Punkt gelegten Parabel nur sehr wenig — höchstens bis 28 mm — ab. Die Endfelder, welche von dem angegebenen Gesetze abweichen, sind dadurch bestimmt, dafs die inneren Gurtungen des Druckbogens und des Zugbogens sich im ersten Knotenpunkt vom Auflager durchschneiden sollen, der Abstand der beiden Bogenmittellinien also an diesem Knoten 3,10 m betragen mufs. Die in den mittleren Feldern kreuzweise angeordneten Diagonalen sind in den Endfeldern fortgelassen.

Die Ausbildung der Verbandstheile ist im allgemeinen derjenigen der alten Brücke nachgebildet, zeigt aber doch einige nicht unwesentliche Abweichungen.

Der Querschnitt der Bogengurtungen besteht, abgesehen von den Unregelmäßigkeiten der Endfelder, aus zwei Verticalblechen von  $500 \times 14$  mm, zwei gleichfalls lothrechten „Zwischenblechen“ von  $260 \times 14$  mm und einem wagerechten Stegblech von  $420 \times 14$  mm, sowie vier inneren, zur Verbindung dienenden, und vier äufseren, säumenden Winkeleisen, deren Querschnittsänderungen, wie sie auf Blatt 42 angegeben sind, sich zwischen den Grenzen von  $100 \times 100 \times 10$  mm und  $130 \times 130 \times 16$  mm bewegen und die erforderlichen Abstufungen des Gurtungsquerschnittes erzielen.

Die Einfügung der Zwischenbleche, durch welche sich die Form des Gurtungsquerschnittes von derjenigen bei der alten Brücke unterscheidet, und welche durch die erforderliche gröfsere Querschnittsfläche erleichtert ist, verfolgt den Zweck, an den Knotenpunkten die Anordnung ungekröpfter Anschlussbleche und Gurtungswinkeleisen zu ermöglichen, wie denn überhaupt, mit einer geringfügigen Ausnahme beim Anschluß der Fußwegconsolen, die Kröpfung von Eisentheilen bei dem ganzen Ueberbau vermieden worden ist. Die „Zwischenbleche“ des Gurtungsquerschnittes sind in der Gegend der Knotenpunkte unterbrochen, um den in gleicher Stärke hergestellten Anschlussplatten Platz zu machen, welche nunmehr auch (abweichend von

der alten Brücke) aus einem Stück für den Anschluß der Verticalen und Diagonalen des Bogenfachwerks einerseits, und der Verbindungsstangen der beiden Bögen, bzw. der Hängegitter der Fahrbahn andererseits hergestellt werden konnten. Damit die Zwischenbleche nicht als Futterstücke, sondern als nutzbare Theile des Gurtungsquerschnittes wirken, sind die Stöße derselben von aufsen durch Blechlaschen gedeckt, welche sich ohne Unterbrechung über beide Stöße des Zwischenbleches und der zwischengeschobenen Anschlußplatte erstrecken und der Richtungsänderung der Gurtung entsprechend um den Winkel von  $1^{\circ} 26' 42''$  hochkantig geknickt sind. Sie haben überall die gleiche Breite von 230 mm, sind aber entsprechend ihrer verschiedenen Bedeutung im Zugbogen 18 mm, im Druckbogen (wo der nach der Knickfestigkeit bemessene Querschnitt an den Knotenpunkten nicht mehr vollständig erforderlich ist), nur 12 mm stark und in jenem mit der ganzen, in diesem nur mit einem Theile der für die volle (indirecte) Deckung erforderlichen Zahl von Nieten angeschlossen.

Im übrigen wird bezüglich der Vertheilung der Stöße in den Bogengurtungen, welche sämtlich an die Knotenpunkte verlegt sind, auf Blatt 42 Bezug genommen. Während die Verticalbleche und Zwischenbleche in jedem Knotenpunkte gestofsen sind, reichen die Stegbleche und die Winkeleisen über je zwei Felder und sind an dem zwischenliegenden Knotenpunkt um den bekannten Winkel geknickt, wobei die Stöße der Stegbleche und der äufseren Winkeleisen zusammenfallen und mit denen der inneren Winkeleisen abwechseln.

Die Stofsfugen an den Knotenpunkten, welche bei der alten Brücke nach senkrechten Linien angeordnet sind, fallen bei der neuen Brücke mit der Halbierungslinie des Winkels der beiden Gurtungsstücke zusammen. Da dieser Winkel überall gleich bleibt, sind alle an den Knotenpunkten gestofsenen Stücke unter gleichem Winkel abgeschnitten und nur der Länge nach verschieden, sodafs die Bearbeitung der Enden ebenso wie das Biegen der durchlaufenden Theile überall nach derselben Schablone erfolgen konnte.

Die Deckung der Stöße wird bei den Verticalblechen einseitig und unmittelbar durch die gleich starken Anschlußplatten bewirkt. Bei den Stegblechen ist die Deckung eine zweiseitige, indem der mittlere Theil der Breite durch zwei Bleche von gleicher Stärke wie die Schenkel der inneren Winkeleisen gedeckt ist, außerdem aber für die beiden seitlichen Streifen eine indirecte Deckung durch zwei Bleche von 10 mm Stärke angeordnet ist, welche für alle Knotenpunkte gleiche Gestalt haben und nicht nur die Winkeleisen soweit wie möglich übergreifen, sondern sich auch über den unmittelbar gedeckten mittleren Theil erstrecken. Bei den inneren Winkeleisen sind die Stöße durch Winkellaschen, bei den äufseren Winkeleisen dagegen für jeden Schenkel getrennt durch Flacheisen-Laschen gedeckt. An denjenigen Stößen, wo Winkeleisen von verschiedener Stärke zusammentreffen, ist die an das stärkere Winkeleisen sich anlegende Fläche der Lasche um den Unterschied der beiden Winkeleisenstärken abgearbeitet.

Bei Anordnung der Nietstellung ist möglichst auf Gleichförmigkeit gesehen. Die einander entsprechenden Niete sind nicht, wie bei der alten Elbbrücke, senkrecht übereinander, sondern durchweg in eine zu dem betreffenden Gurtstück normale Ebene gestellt. Und zwar hat die Normalebene durch die der Stofsfuge

zunächst sitzenden Niete überall einen Abstand, in der Gurtungsachse gemessen, von 45 mm vom Knickpunkte, und es folgt sodann bis zum Ende der Zwischenblech-Laschen eine gleichbleibende Niettheilung von 80 mm, sodafs die Nietstellung bis hierhin an allen Knotenpunkten nach derselben Schablone angeordnet ist. Für den mittleren Theil eines Gurtungsfeldes, in welchem die Niete nur noch die Bedeutung von Heftnieten haben und dementsprechend nach einem etwa  $2\frac{1}{2}$ -fachen Theilungsmafs angeordnet sind, ist an jedem Ende, an die regelmäfsige Nietstellung des Knotenpunktes anschliessend, eine Uebergangstheilung eingefügt, welche es ermöglichte, der übrig bleibenden Strecke eine gleichmäfsige Theilung nach ganzen Millimetern zu geben. Die Anschlusniete haben durchweg einen Durchmesser von 26 mm, die Heftniete dagegen von 23 mm erhalten.

Die Verticalen der Bogenfachwerke bestehen mit Ausnahme der Endverticalen sämtlich aus je vier durch ein einfaches Gitterwerk von Flachstäben verbundenen ungleichschenkligen Winkeleisen, welche mit ihren breiten Schenkeln an die Anschlusbleche der Gurtungen angeschlossen sind. Im Zugbogen sind die Winkeleisen etwas stärker und die Flacheisen des Gitterwerks etwas breiter als im Druckbogen. Von einer Abstufung der Querschnitte innerhalb eines und desselben Bogens ist dagegen Abstand genommen, sodafs, da auch die Längen überall gleich sind, die Verticalen jedes Bogens unter sich genau gleich sind.

Die kreuzweise angeordneten Diagonalen des Bogenfachwerks bestehen aus T-Eisen, deren Querschnitte nach Mafs-gabe der schematischen Darstellung auf Blatt 42 abgestuft sind. In den Kreuzungspunkten sind sie durch zwei mit etwas Spielraum eingesetzte Schrauben verbunden.

Die Verbindungsstangen zwischen Druck- und Zugbogen haben den aus Blatt 42 ersichtlichen, überall gleich bleibenden I-Querschnitt und sind in der auf Blatt 43 verdeutlichten Weise an die Bogengurtungen angeschlossen. In den mittleren Feldern sind sie der grossen Länge wegen einmal in der Mitte mit zweiseitiger Verlaschung des Steges gestossen.

Die Zusammensetzung der Endfelder ist im wesentlichen derjenigen der alten Brücke nachgebildet; jedoch ist anstatt des dort durch Kröpfungen vermittelten Ueberganges die Auseinanderziehung der verticalen Gurtungstheile im Druckbogen behufs Ermöglichung der Ueberschneidungen hier auf eine ganze Felderlänge erstreckt worden, indem das Stegblech sich von Knotenpunkt 2 bis 1 trapezförmig von seiner gewöhnlichen Breite von 420 mm auf 476 mm verbreitert. Und zwar ist der Gleichförmigkeit halber diese Auseinanderziehung auch für die äufsere Gurtung des Druckbogens schon in dem genannten Felde angeordnet. Ausserdem ist in demselben Felde die innere Gurtung des Zugbogens in der aus der Zeichnung auf Blatt 42 ersichtlichen Weise in drei Paare vertical stehender Bleche übergeführt, von denen die beiden mittleren 12 mm, die äufseren je 14 mm stark sind. Da die letzteren in den sonst von den Verticalblechen und Zwischenblechen eingenommenen Ebenen liegen, also bei 420 mm lichtem Abstand ein Aufsenmafs von 476 mm haben, können die durch die Verbreiterung des Stegbleches auf dieses Mafs auseinander gezogenen verticalen Seitentheile der inneren Druckbogengurtung an der Kreuzung im Knotenpunkt 1 aufserhalb der Zugbogengurtung in normaler Weise durchgeführt werden, wobei jedes der beiden Zwischenbleche, wie sonst, durch eine Anschlusplatte unterbrochen ist.

Das Stegblech der Druckgurtung hat an der Kreuzung behufs Durchführung der drei verticalen Blechpaare der Zuggurtung beiderseits Einkerbungen und in der Mitte einen Schlitz erhalten, indem Ersatz für diese Schwächung durch vier Winkeleisen geschaffen ist, welche zugleich das durchlaufende Stegblech mit dem mittleren Blechpaare verbinden. — Was die Anschlüsse im Knotenpunkte O betrifft, so besteht die End- oder Auflagerverticale aus zwölf ungleichschenkligen Winkeleisen, deren breite Schenkel in die Richtung der Gurtungen fallen, und welche in Gruppen von je vier die Gurtungen beider Bögen in drei getrennten Theilen zwischen sich fassen. Um eine solche Vereinigung der Gurtungen zu ermöglichen, sind sie sämtlich in der für die innere Gurtung des Zugbogens bereits erwähnten Weise umgestaltet, indem alle Winkeleisen sowie das Stegblech durch paarweise angeordnete Verticalbleche ersetzt sind. Diese Verticalbleche haben bei allen vier Gurtungen zur Erzielung der erforderlichen Anschlusniete eine kräftige Verbreiterung nach der Endverticale hin erfahren. In der Endverticale sind die Schenkel der Winkeleisen, welche die Gurtungsplatten zwischen sich fassen, auf der zwischenliegenden Strecke nicht fest, sondern durch Stehbolzen, die abstehenden Schenkel dagegen durch zwischengelegte Blechstreifen verbunden, in welche auf einer Seite die Anschlusplatten der Endquerversteifung eingeschaltet sind. Die Winkeleisen setzen sich nach unten derart fort, dafs sie mit Hülfe der zwischengelegten Futterstücke in der Werkstatt zu einem Ganzen verbunden und so an der unteren, auf die Auflager sich aufsetzenden Fläche behobelt werden konnten, wobei Sorge getragen war, dafs die Anschlusbleche der mittleren Gurtungstheile schon vorher eingemietet werden konnten, ehe die äufseren Winkeleisen der Endverticale angebracht wurden.

Eine Querversteifung der Hauptträger konnte nur zwischen den hochliegenden Druckbögen angeordnet werden und ist ebenso wie bei der alten Elbbrücke für die beiden Gurtungen in zwei getrennt durchlaufenden Verbänden durchgeführt, welche lediglich über den Auflagern durch senkrecht stehende Kreuze verbunden sind. Auch sind die Quersteifen, abgesehen von den etwas veränderten Anschlüssen und der nach der Halbierungslinie des Polygonwinkels geneigten Stellung, sonst in gleicher Weise wie dort als vergitterte Stäbe ausgebildet und auf ein Drittel ihrer Länge durch Winkeleisen gefast, welche über die ganze Spannweite durchlaufen und den doppelten Zweck haben, den Quergittern die nöthige Seitensteifigkeit zu geben und den Diagonalen des Querverbandes eine Unterstützung zu verschaffen (vergl. Blatt 43). Eine Abstufung in den Querschnitten dieser Quersteifen ist nur dadurch bewirkt, dafs zwei verschiedene Winkeleisenprofile zur Verwendung gekommen sind, während die Endsteifen über den Auflagern nach Blatt 42 abweichend gestaltet sind. Die Diagonalen der Querverbände sind von  $70 \times 10$  mm bis  $140 \times 12$  mm abgestuft.

Die Auflager der Hauptträger sind so angeordnet, dafs auf den Portalpfeilern nur feste, auf dem nördlichen Strompfeiler nur bewegliche, und auf dem südlichen Strompfeiler einerseits bewegliche, andererseits feste Auflager vorhanden sind. Die aus den Zeichnungen auf Blatt 42 u. 44 ersichtlichen Sattelstücke und der zwischen denselben genau eingepafste Cylinder bestehen aus geschmiedetem Gufsstahl und sind für alle Auflager gleich hergestellt. Auf die abgehobelte Oberfläche des oberen Sattelstückes setzt sich die gleichfalls gehobelte Endfläche der Endverticale mit einer zwischengelegten 3 mm starken Kupfer-

platte, wobei zur seitlichen Festhaltung zwei Pafskeile angebracht sind. Das untere Sattelstück überträgt den Auflagerdruck durch sechs Stahlkeile auf den gußeisernen Auflagerstuhl, welcher bei den verschiedenen Auflagern verschieden gestaltet ist.

Bei den Auflagerstühlen der Portalpfeiler wird der Druck, den sechs Keilen entsprechend, durch sechs Rippen von 40 mm Stärke, welche durch eine 50 mm starke Querrippe verbunden sind, vermöge ihrer verschiedenen Neigung möglichst gleichmäßig auf die Grundplatte von 1600 mm  $\times$  1300 mm vertheilt, welche das Cementbett mit 23 kg/qcm belastet. Das Cementbett ist nicht durch Untergießen des Auflagerstuhles mit flüssigem Cement hergestellt, da bei diesem Verfahren erfahrungsgemäß viele Lücken durch eingeschlossene Luftblasen entstehen. Da andererseits das Verlegen der Auflagerstühle in ein frisches Mörtelbett, welches an sich wohl die beste Ausführungsweise sein würde, bei größeren Stücken schwer mit dem erforderlichen Grade von Genauigkeit ausgeführt werden kann, so ist hier das Verfahren gewählt worden, den mit geringem Sandzusatz hergestellten Cementmörtel glatt abzugleichen, was im frischen Zustande durch Abstreichen mit einem eisernen Richtscheit bewirkt wurde, und die gehobelte Unterfläche des Lagerstuhles auf das inzwischen erhärtete Mörtelbett zu stellen, wobei noch zur Ausgleichung etwaiger ganz geringer Unebenheiten eine 3 mm starke Bleiplatte dazwischen gelegt wurde.

Die Auflagerstühle der festen Auflager über dem Strompfeiler unterscheiden sich von den vorstehend beschriebenen nur in den geringeren Abmessungen der Grundplatte, welche hier eine Größe von 940 mm  $\times$  1000 mm hat, und der um 80 mm geringeren Höhe. Der Lagerstuhl setzt sich nicht unmittelbar auf die eiserne Auflagerstütze auf, sondern es ist zwischen ihm und der letzteren eine 100 mm starke Platte aus Stahlgufs eingeschaltet, deren Oberfläche zur Aufnahme des Lagerstuhls abgehobelt ist, während in die Unterfläche Nuten zur Auflagerung auf die Rippen der Auflagerstütze eingehobelt sind.

Die beweglichen Auflager der Strompfeiler unterscheiden sich von den festen dadurch, daß die 250 mm hohen Auflagerstelzen zwischen den entsprechend niedriger gestalteten Lagerstuhl und die stählerne Unterlagsplatte eingeschaltet sind. Die Stelzen, deren fünf in Abständen von 150 mm vorhanden sind, haben eine Länge von 1000 mm und bestehen aus geschmiedetem Gufsstahl. Die mittelste derselben hat an beiden Enden eine in Zahnücken des Auflagerstuhles und der Unterlagsplatte eingreifende Verzahnung erhalten, während die richtige Lage der übrigen Stelzen durch zwei an jeder Stirnfläche der sämtlichen Stelzen mit Zapfen angeschraubte Flacheisen hergestellt ist. Unter Annahme von Temperaturschwankungen zwischen  $-25^{\circ}$  und  $+35^{\circ}$  C ist auf eine Längenänderung von 72 mm gerechnet.

Die Auflagerstützen der Strompfeiler sind auf Blatt 44 dargestellt. Auf jeder Seite der Fahrbahn befindet sich eine Stütze, welche für die beiden Auflager zweier benachbarten Spannweiten dient und einen doppeltkastenförmigen Querschnitt mit inneren Absteifungsrahmen hat. In der äußeren, unter 1:90 geneigten Seitenfläche sind Oeffnungen zum Besteigen der Stütze angebracht, welche durch aufgeschraubte Blechstreifen von 6 mm Stärke geschlossen sind. Bei Ausbildung des Kopfes und des Fufses der Stütze ist davon ausgegangen, eine möglichst gleichförmig vertheilte Berührungfläche der Stütze mit den Auf-

lagerplatten, bezw. der unteren Grundplatte zu erzielen. Demgemäß ist neben den drei nach der ganzen Länge der Stütze durchlaufenden Querrippen und den beiden äußeren Längsrippen am Kopfende noch eine mittlere Längsrippe eingeschaltet, während am Fufsende die drei Querrippen sowie zwei weitere zwischen denselben eingeschaltete Querrippen sich nach unten stark trapezförmig verbreitern. Eine weitere Vergrößerung der Berührungflächen ist sowohl oben wie unten durch Blechauffutterungen an sämtlichen zur Auflagerung kommenden Rippen bewirkt. Durch die Anordnung der Stöße war es ermöglicht, sowohl den Kopf wie den Fuß in der Werkstatt zusammenzunieten und so im Ganzen zur Bearbeitung der Endflächen auf die Hobelmaschine zu bringen. Am Kopfende sind die beiden gegenüberstehenden Stützen eines Pfeilers durch kräftige, zu einem Fachwerk von vier Feldern zusammengesetzte Querverbindungen gegeneinander abgesteift. An den Fufsenden haben sie eine weitere Verbindung durch zwei Querträger, auf welche bei Besprechung der Fahrbahn zurückgekommen wird. Jede Stütze steht auf einer Grundplatte aus Stahlgufs von 2500 mm  $\times$  2600 mm, welche bei 135 mm Stärke nach oben rippenartige Auflagerstreifen für den Stützenfuß mit dazwischenliegenden rinnenförmigen Aussparungen zeigt. Die Platte ist oben und unten behobelt und liegt mit einer 8 mm starken Zwischenlage von Blei auf dem Cementbett, welches in gleicher Weise wie bei den Auflagern der Portalpfeiler hergestellt ist. Zur Ausrichtung der Stütze bei der Montirung sind zwei Pafskeile mit entsprechenden Nuten in der Mitte der äußeren Querrippen des Fufses angebracht.

Das Fahrhangerippe ist an den Hauptträgern durch Hängegitter aufgehängt, welche zugleich die Aufgabe haben, den auf den Zugbogen treffenden Winddruck, welcher wegen des Durchfahrtsprofils nicht wie beim Druckbogen durch Querverstrebungen aufgenommen werden kann, nach der Fahrbahn zu übertragen. Dieselben sind daher, wie aus Blatt 43 ersichtlich, aus je vier durch doppeltes Gitterwerk von Flachstäben verbundenen Winkeleisen hergestellt, welche oben an die Anschlußbleche der äußeren Zugbogengurtung vernietet sind und am unteren Ende die Stegbleche der Querträger zwischen sich fassen. Eine Abstufung ist bei den Winkeleisen zwischen den beiden Profilen 90  $\times$  90  $\times$  10 mm und 90  $\times$  90  $\times$  12 mm gemacht worden. — Die Querträger sind in ihrem mittleren Theile zwischen ihren Aufhängungspunkten als Blechträger, in den äußeren Vorkragungen der Fußwege als offenes Fachwerk ausgebildet, welches die Durchführung von Rohrleitungen u. dgl. gestattet. Von den Längsträgern der Fahrbahn, welche zwischen die Querträger eingefügt sind, bestehen diejenigen unter der eigentlichen Fahrstraße aus gewalzten I-Balken; und zwar sind die beiden mittleren, welche, wie weiterhin erläutert wird, auf die schwersten Lasten berechnet sind, nach dem deutschen Normalprofil No. 38, die auf beiden Seiten folgenden nach Profil No. 32 hergestellt. Die an der Grenze zwischen Fahrweg und Fußweg liegenden Längsträger dagegen sind den Verschiedenheiten der Abdeckung gemäß unsymmetrisch aus Winkeleisen und einem lothrechten Stegblech zusammengenietet und ohne Vermittlung der Querträger an die Hängegitter angeschlossen. Schließlich sind noch die Enden der Fußwegconsolen durch Längsträger von gewalztem, 260 mm hohem C-Profil verbunden. Die Abdeckung ist unter dem aus Pflaster auf Betonunterlage hergestellten Fahrwege aus Hängblechen hergestellt, welche in

der zwischen den Flanschen der Längsträger verbleibenden Breite von 1420 mm eine nach unten gerichtete Wölbung von 142 mm haben und in den mittleren drei Feldern 8 mm, in den beiden seitlichen Feldern 6 mm stark sind. Die von den belasteten Hängeblechen ausgeübte Horizontalkraft wird durch quer gelegte Flacheisen aufgenommen, welche in etwa ein Drittel der Feldertheilung angeordnet sind und bei ihrer Einbettung in den Beton der Fahrbahn die Druckwirkung ohne Gefahr des seitlichen Ausbiegens aufnehmen können. Für die Fußwege ist die Abdeckung durch quer gelegte Belageisen vom deutschen Normalprofil No. 7 $\frac{1}{2}$  (75 mm hoch) hergestellt. An denselben sowie den an die äußeren Längsträger angeschraubten Geländerschuh ist ein lothrechtes Blech befestigt, welches oben mit einem Winkel-eisen gesäumt ist und den äußeren Abschluss des Fußwegbelages bildet. Das untere Ende der Hängegitter ist nicht einbetonirt, sondern durch eine 8 mm starke Blechumhüllung abgeschlossen.

Der Querverband der Fahrbahn ist der Höhe nach so angeordnet, daß seine Kreuzbänder, welche von 120  $\times$  10 mm bis 270  $\times$  15 mm abgestuft sind, die unteren Flanschen der mittleren I-Längsträger berühren und an denselben mit Schrauben aufgehängt sind, wodurch sie in annähernd der halben Höhe der als Querstreifen des Horizontalverbandes dienenden Querträger angreifen. Es sind für diesen Verband besondere „Windgurtungen“ angeordnet, welche an den Außenseiten der Hängegitter durchlaufen und in der erforderlichen Abstufung der Querschnitte aus Blechen und Winkel-eisen zusammengesetzt sind.

Der Anschluß der Fahrbahn an die Pfeiler ist bei den Portalpfeilern, wo keine Verschiebungen durch Temperatureinwirkungen auftreten, so gestaltet, daß die etwas niedriger als sonst gehaltenen Längsträger einzeln auf dem Mauerwerk gelagert sind, und an deren Enden quer zum Fahrweg eine Aufmauerung anschließt, welche der Form der Hängebleche entsprechend muldenförmig abgeglichen ist und so eine ununterbrochene Durchführung der normalen Fahrbahndecke gestattet. Der Horizontalverband ist im letzten Brückenfelde in zwei unregelmäßige Kreuze aufgelöst, mit einer unter den Längsträgern durchgeführten Endquersteife, die so kurz gehalten ist, daß sie zwischen das beiderseitige Portalmauerwerk durch Vermittlung gußeiserner Stühle mit Keilen eingespannt werden konnte.

Bei den Strompfeilern ist nur der Anschluß eines beweglichen Brückenendes bemerkenswerth. Hier sind die Enden der in normalen Profilen durchgeführten Längsträger auf Consolen gelagert, welche an dem Querträger der Auflagerstützen angebracht sind. Der Horizontalverband hat im letzten Brückenfelde ein normales Kreuz, jedoch ohne eine Endquersteife, indem die Enden beider „Windgurtungen“ getrennt gegen consolartig an den Auflagerstützen vorgekragte Gußkörper mit Gleitflächen, welche eine Verschiebung nach der Längsrichtung der Brücke gestatten, anliegen. Die Hängebleche der Fahrbahn tragen an ihrem Ende ein lothrechtes Abschlussblech, auf welchem eine doppelte, in der Oberfläche geriffelte und genau der Wölbung der Fahrbahn folgende Blechlage befestigt ist. Der vordere überstehende Rand dieser Gleitbleche legt sich auf einen Gußkörper, welcher auf den Querträger zwischen den Auflagerstützen angebracht ist. In den Fußwegen erfolgt der Uebergang auf ganz ähnliche Weise, abgesehen davon, daß statt des letzterwähnten Gußkörpers der lange Schenkel eines ungleichseitigen Winkel-eisens zur Auflage der Gleitbleche dient.

#### b) Statische Berechnung.

Für die Annahme der Verkehrslasten kam in Betracht, daß nach der Hamburgischen Strafsenordnung Fuhrwerke mit einem Gewicht von mehr als 6000 kg nur mit besonderer jedemaliger Genehmigung der Polizeibehörde auf den öffentlichen Strafsen verkehren dürfen und gegebenen Falles einen bestimmten Weg genau vorgeschrieben erhalten. Als schwerstes in dieser Weise zuzulassendes Fuhrwerk, auf welches bei den neueren städtischen Brücken gerechnet wird, gilt ein solches von 18000 kg, auf vier Räder mit einem Achsenabstand von 4 m und einer Spurweite von 1,4 m gleichmäßig vertheilt. In der Erwägung, daß ein solches Fuhrwerk sich meistens nur langsam bewegen werde, und dabei der Verkehr auf den zu beiden Seiten der Fahrbahn liegenden Pferdebahngeleisen der Brücke nicht gestört werden dürfe, ist die Verweisung der ausnahmsweise schweren Fuhrwerke auf die Mitte der Fahrbahn ins Auge gefaßt. Um daneben etwaigen Abweichungen von der jetzt geltenden Strafsenordnung Rechnung zu tragen, ist bei Berechnung der Brücke neben einem einzelnen Fuhrwerk der angegebenen schwersten Gattung noch ein gleichzeitiger Verkehr von mittelschweren Fuhrwerken bis zum Gewicht von 10000 kg bei 3,5 m Achsenabstand und gleichfalls 1,4 m Spurweite zu Grunde gelegt. Der neben, bzw. hinter diesen Wagen in ihrer jeweiligen ungünstigsten Stellung verbleibende Raum ist bei Berechnung der Fahrbahn mit einer gleichförmig vertheilten Belastung durch Menschengedränge im Gewicht von 450 kg/qm bedeckt angenommen. Bei Berechnung der einzelnen Theile der Fußwege ist sogar von einer stellenweise bis zu 560 kg/qm gesteigerten Verkehrslast ausgegangen.

Während für die Fahrbahn diese Häufung ungewöhnlich schwerer Einzellasten zu Grunde gelegt ist, hat die Berechnung der Hauptträger unter Annahme gleichförmig vertheilter, entsprechend geringerer Verkehrslasten stattgefunden. Als äußerster zu berücksichtigender Fall wurde angenommen, daß die ganze Fahrbahn der Brücke durch drei geschlossene Reihen von Fuhrwerken bedeckt sei, und zwar in den beiden äußeren Reihen mit leichteren Wagen von 6000 kg (dem äußersten Maß nach der Strafsenordnung) und in der mittleren Reihe mit schwereren Fuhrwerken von 10000 kg, unterbrochen von einem vereinzelt Fuhrwerk von 18000 kg. Es ergab sich, daß die Wirkung dieser Lasten annähernd derjenigen einer gleichmäßigen Belastung von 350 kg/qm auf die 7,0 m breite Pflasterbahn entsprach; und da dieses zugleich die Belastung ist, welche für einen in Bewegung befindlichen Menschenstrom anzunehmen sein dürfte, ist dieselbe für den Streifen zwischen den Hauptträgern bei der Berechnung zu Grunde gelegt. Für die Fußwege dagegen, auf welchen bei Schaustellungen, wie Regattas u. dgl., leicht ein stehendes Menschengedränge vorkommen kann, ist die höhere Belastungsannahme von 450 kg/qm in Rechnung gezogen. Dabei ist die Berechnung für den ungünstigsten Fall aufgestellt, daß der auf der Seite des fraglichen Trägers liegende, außen vorgekragte Fußweg voll belastet ist, während der gegenüber liegende Träger ganz unbelastet ist.

Aus vorstehenden Annahmen ergibt sich für einen Hauptträger die Verkehrslast zu

$$\frac{8,30}{2} \times 350 + 2,35 \times 450 \times \left(1 + \frac{2,35}{2 \times 8,30}\right) = 2660 \text{ kg/m.}$$

Es dürfte von Interesse sein, bei dieser Gelegenheit die auf einen Hauptträger entfallenden Lasten für die beiden Elbbrücken einander gegenüber zu stellen. Es beträgt:

	bei der Eisenbahnbrücke	bei der Strafsenbrücke
die Verkehrslast . . . . .	3185 kg,	2660 kg auf 1 m,
das Gewicht der Fahrbahn einschl.		
der Hängegitter . . . . .	1335 kg,	4710 kg „
desgl. des Hauptträgers einschl.		
der oberen Querversteifung .	2180 kg,	2530 kg „
Gesamtbelastung eines Trägers .	6700 kg,	9900 kg auf 1 m.

Es ist ersichtlich, daß die Verkehrslast sich für die Strafsenbrücke auf etwa  $\frac{5}{6}$  derjenigen bei der Eisenbahnbrücke beläuft, daß aber die Fahrbahn etwa  $3\frac{1}{2}$  mal so schwer ausgeführt, und dadurch eine wesentlich größere Gesamtbelastung hervorgerufen ist. Es war das Bestreben, die Fahrbahn in solcher Güte herzustellen, daß sie weitgehenden Ansprüchen auch für die Zukunft genügt. Obschon leichtere Fahrbahndecken ausfindig zu machen waren, wollte man doch für den Fall, daß dieselben sich im Gebrauche nicht bewährten, oder später einmal andere Ansprüche an die Fahrbahndecke gestellt werden sollten, nicht die Lage herbeiführen, daß etwa wünschenswerthe Verbesserungen sich durch zu geringe Tragfähigkeit der eisernen Ueberbauten verböten. Andererseits bot die Anordnung einer schweren Fahrbahn von vornherein den Vortheil, daß der Einfluß der Stosswirkungen des Verkehrs wesentlich gemildert wird, und eine Beschränkung in der gewöhnlichen Gangart der Fuhrwerke auf der Brücke unterbleiben konnte.

Die zulässige Beanspruchung des Walzeisens ist nach der Launhardt-Weyrauch'schen Formel zu

$$\left(1 + \frac{\text{Min. } P}{2 \text{ Max. } P}\right) \times 700 \text{ kg/qcm}$$

angenommen, wobei für gedrückte Stäbe mit Rücksicht auf Zerknickungsgefahr ein Querschnittszuschlag nach der Grashof'schen Formel gemacht ist. Für die Beanspruchung der Niete gegen Abscheren ist der  $\frac{4}{3}$  fache, für den Druck in der Nietleitung der  $1\frac{1}{3}$  fache Werth der Zugbeanspruchung angenommen.

Da bei der neuen Elbbrücke in weit höherem Grade als bei der alten das Eigengewicht über die Verkehrslast überwiegt, ergeben sich nach den neueren Anschauungen über die zulässige Beanspruchung weit höhere Zahlen, als bei der alten Brücke zu Grunde gelegt sind — beispielsweise bei den Bogengurtungen im Durchschnitt 920 kg gegen 730 kg/qcm —, und es erklärt sich hieraus, daß, während die Gesamtbelastungen nach obiger Zusammenstellung im Verhältniß von 1:1,48 stehen, die Gewichte der Hauptträger sich wie 1:1,16 verhalten.

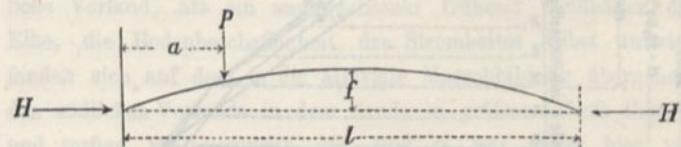
Der Winddruck ist bei belasteter Brücke zu 150 kg/qm, bei unbelasteter Brücke zu 280 kg/qm auf die unmittelbar getroffene Fläche in Rechnung gestellt. Dabei ist aufser der Ansichtsfläche des dem Winde zugekehrten Trägers auch diejenige des gegenüberliegenden Trägers, welcher bei den großen Durchbrechungen der Trägerwände und dem bedeutenden Abstände derselben einen beträchtlichen Winddruck erfahren muß, mit dem halben Werthe berücksichtigt. Bei der außerordentlich hohen Annahme für den Winddruck, welcher wahrscheinlich nie in dieser Höhe auftreten wird, schien es zulässig, diejenigen Theile des Ueberbaues, welche ausschließlich durch die Einwirkung des Windes beansprucht werden, bis 1400 kg/qcm anzustrengen.

Was die Ausführung der statischen Berechnung betrifft, so dürften hier nur bezüglich der Hauptträger einige Mittheilungen am Platze sein.

Zunächst ist, wie bei der Eisenbahn-Elbbrücke, von der Annahme ausgegangen, daß alle Lasten sich zur Hälfte auf Zugbogen und Druckbogen vertheilen, und auf dieser Grundlage sind die beiden Bögen als getrennte Bogenträger berechnet und die Zeichnungen für die Verdingung bearbeitet worden. Sodann hat aber vor der Ausführung eine Abänderung einiger Theile auf Grund anderweitiger theoretischer Ermittlungen stattgefunden.

Da bei Bogenträgern die Annahme einer einzigen Lastscheide derart, daß der eine Theil der Spannweite belastet, der andere unbelastet ist, nicht für alle Theile die ungünstigsten Lastwirkungen ergibt, vielmehr eine Laststrecke zwischen zwei unbelasteten Strecken oder umgekehrt zu ungünstigeren Wirkungen führt, ist von einzelnen Knotenpunktlasten ausgegangen, für jede derselben die Einwirkung auf sämtliche einzelnen Stäbe ermittelt, und bei jedem Stabe die Summe der positiven sowie der negativen Spannungen getrennt gezogen, um so das Maximum und das Minimum der auftretenden Spannungen zu erhalten.

Für die Bestimmung des Horizontalschubes eines Bogenträgers durften an den Kämpfern Gelenke angenommen werden, da thatsächlich Kipplager vorhanden sind und bei der congruenten Gestalt des Zug- und Druckbogens und der vorausgesetzten gleichen Belastung derselben die elastische Veränderung des Neigungswinkels am Kämpfer für beide Bögen gleich wird, sodafs die gelenkartige Drehbarkeit nicht durch die feste Verbindung der Bögen unter einander gestört ist. Dagegen war die Annahme eines Scheitelgelenkes unzulässig; bei den angenommenen Einzellasten würden für die mittleren Felder größere Abweichungen von den richtigen Zahlenwerthen aufgetreten sein, als sie sich bei der für die Berechnung der alten Elbbrücke gemachten Annahme einer zusammenhängenden, von einem Widerlager ausgehenden Laststrecke zeigen (vergl. Zeitschrift für Bauw. 1885, S. 181). Es ist jedoch an Stelle der genaueren, aber verwickelten Formeln, welche aus den elastischen Verbiegungen für den Bogen ohne Scheitelgelenk abgeleitet sind, eine sehr bequeme Näherungsformel von Müller-Breslau verwandt worden. Es dürfte nicht uninteressant sein, nachstehend die Zahlenwerthe, welche sich nach den verschiedenen in Betracht kommenden Formeln im vorliegenden Falle ergeben, vergleichend zusammenzustellen, wobei die Bezeichnungen der nachstehenden Abbildung gelten.



1. Für den Bogen mit drei Gelenken ist  $H = P \cdot \frac{a}{2f}$ .

2. Für den Bogen mit zwei Gelenken ergeben sich auf Grund der elastischen Verbiegungen, aber ohne Berücksichtigung der Verkürzung der Bogenachse folgende Näherungsformeln:

a) aus der Sternberg'schen Formel für die Berechnung der alten Coblenzer Rheinbrücke (mitgetheilt in Hartwich's „Erweiterungsbauten der Rheinischen Eisenbahn“, Abth. I, S. 18, Formel 9) abgeleitet für eine Einzellast:

$$H = P \cdot \frac{2a \left[ 140 \left( \frac{l}{2} \right)^3 + 56 \frac{l}{2} f^2 \right] - 4a^3 \left[ 35 \frac{l}{2} + \frac{70 f^2}{\left( \frac{l}{2} \right)} \right] + 5a^4 \left[ 7 + \frac{70 f^2}{\left( \frac{l}{2} \right)^2} \right] - 168 \frac{a^5 f^2}{\left( \frac{l}{2} \right)^3} + 28 \frac{a^6 f^2}{\left( \frac{l}{2} \right)^4}}{\frac{l}{2} \cdot f \cdot \left[ 448 \left( \frac{l}{2} \right)^2 + 128 f^2 \right]}$$

b) aus Winkler's „Elasticitäts- und Festigkeitslehre“, S. 309, Formel 139:

$$H = P \cdot \frac{5a \cdot (l-a) \cdot (l^2 + la - a^2)}{8 l^3 f}$$

3. Gleichfalls für den Bogen mit zwei Gelenken sind unter Berücksichtigung der Achsenverkürzung folgende Formeln entwickelt:

a) von Fränkel im „Civil-Ingenieur“ 1867, S. 57:

$$H = P \cdot \frac{5a \cdot (l-a) \cdot (l^2 + la - a^2)}{8 l^3 f \left[ 1 + \frac{15 I}{8 F f^2} \right]}$$

b) von Müller-Breslau in seiner „Theorie und Berechnung eiserner Bogenbrücken“, S. 24, Formel 46:

$$H = P \cdot \frac{5a \cdot (l-a) \cdot (l^2 + la - a^2) - \frac{15 I a \cdot (l-a) \cdot (l^2 - 8 f^2)}{F \cdot f \cdot l^3 \cdot (l^2 + 4 f^2)}}{8 l^3 f + \frac{15 I (l^2 - 4 f^2) (l^2 - 8 f^2)}{8 F \cdot l^2 f^2 (l^2 + 4 f^2)}}$$

Hierin bedeutet I das Trägheitsmoment und F den Querschnitt des Bogenträgers.

4. Als Vermittlung zwischen den vorstehend unter 2. und 3. aufgeführten Formeln hat Müller-Breslau in seinem angeführten Werke, S. 31, die Formel 50 angegeben:

$$H = P \frac{3a(l-a)}{4fl}$$

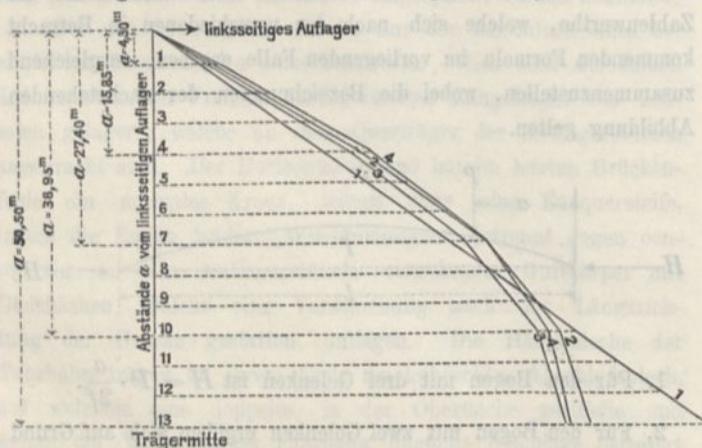
Werden in diese Formeln die Werthe

$$l = 101,00 \text{ m}; f = 8,65 \text{ m}; \frac{I}{F} = \frac{(3,10 \text{ m})^2}{4}$$

eingesetzt, so ergeben sich folgende Werthe für  $\frac{H}{P}$ :

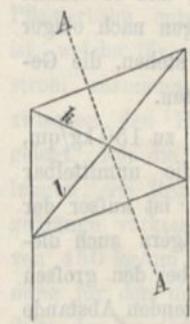
	1. Bogen mit drei Gelenken	2. Bogen mit zwei Gelenken ohne Achsenverkürzung		3. Bogen mit zwei Gelenken mit Achsenverkürzung		4. Näherungsformel von Müller-Breslau
		a) nach Sternberg	b) nach Winkler	a) nach Fränkel	b) nach Müller-Breslau	
Knotenpunkt 1; a = 4,30 m . . .	0,2486	0,3106	0,3096	0,2920	0,2924	0,3570
„ 4; a = 15,85 m . . .	0,9162	1,0953	1,0933	1,0312	1,0330	1,1586
„ 7; a = 27,40 m . . .	1,5838	1,7284	1,7279	1,6298	1,6331	1,7312
„ 10; a = 38,95 m . . .	2,2514	2,1367	2,1387	2,0172	2,0215	2,0748
„ 13; a = 50,50 m . . .	2,9191	2,2775	2,2805	2,1510	2,1557	2,1893

Es zeigt sich, daß die Zahlenwerthe nach den Formeln 2a) und 2b) einerseits, und 3a) und 3b) andererseits außerordentlich genau unter sich übereinstimmen. Die Formeln unter 3. sind die genaueren, aber unbequemer, während die nachstehende bildliche Darstellung lehrt, daß die bequeme Näherungsformel unter 4. nur geringe, praktisch zu vernachlässigende Abweichungen für Fälle wie den vorliegenden ergibt.



Nach Ermittlung des Horizontalschubes bietet der bei Berechnung der Bogenträger eingeschlagene Gang nur noch insofern allgemeineres Interesse, als es sich um die Vertheilung der Spannungen auf die beiden Diagonalen eines Feldes handelt. Bei der Eisenbahn-Elbbrücke ist für die Berechnung der Gurten angenommen, daß jedes der beiden Systeme von Dia-

gonalen die Hälfte der Belastungen aufnimmt, während die Querschnitte der Diagonalen selbst so bemessen sind, daß bei jeder vorkommenden Belastung die auf Zug wirkende Diagonale allein genügt. Bei der neuen Brücke ist der Versuch gemacht, die wirklich eintretende Vertheilung der Spannungen auf die beiden Diagonalen auf Grund der elastischen Längenänderungen zu ermitteln. Zunächst ist eine von Müller-Breslau in seiner „Theorie und Berechnung der eisernen Bogenbrücken“ angegebene Näherungsformel benutzt. Hiernach ist, wenn in einem Felde die



Länge der kürzeren Diagonale mit k, diejenige der längeren Diagonale mit l, und die zugehörigen Spannungen mit K und L bezeichnet werden, die Beziehung anzunehmen:

$$\frac{K}{L} = \frac{l^2}{k^2}$$

Da außerdem für einen senkrecht zu den Gurten durch den Kreuzungspunkt der Diagonalen geführten Schnitt AA die in dieser Schnittfläche wirkende Scherkraft sich aus den äußeren Kräften berechnen läßt und gleich der Summe der parallel zu dieser Schnittfläche wirkenden Componenten von K und L sein muß, ist es klar, daß diese Kräfte selbst aus diesen zwei Gleichungen zu ermitteln sind. — Auf dieser Grundlage sind die Diagonalen für die Verdingungszeichnungen entworfen, haben aber nachher Abänderungen auf Grund der weiterhin zu erwähnenden Untersuchungen erfahren.

Gegen die bisher gemachte, dem Gedanken des Lohse'schen Trägers zu Grunde liegende Annahme, daß der Zugbogen und Druckbogen sich je zur Hälfte in die auftretenden Lasten theilen, läßt sich nun der theoretische Einwand erheben, daß dann beide Bögen bei ihrer congruenten Form und durchschnittlich gleichen Querschnitten auch gleiche Durchbiegungen annehmen müßten, in Wirklichkeit aber der Zugbogen eine um so viel größere Durchbiegung erfahren muß, wie die Verlängerung der Verbindungsstangen beträgt, also auch einen entsprechend größeren Theil der Belastung erhält. Daß dieser Umstand jedoch praktisch von keiner erheblichen Bedeutung ist, lehrt folgende Ueberlegung. Da die Horizontalschübe der beiden Bögen sich unter allen Umständen an dem auf Rollen liegenden Auflager ausgleichen, kann der auf den unteren Bogen entfallende Ueberschufs an Last diesen nicht mehr als Bogenträger, sondern im wesentlichen nur als Balkenträger beanspruchen. Es ist aber klar, daß derselbe bei seiner Stützweite von 101 m und der geringen Höhe von 3,10 m als Balkenträger schon durch Aufnahme eines sehr kleinen Theiles der Last um das Maß durchgebogen wird, welches der Verlängerung der Verbindungsstangen durch die Hälfte der übrigen Last entspricht; um so mehr, als den Verbindungsstangen mit Rücksicht auf diesen Umstand ein über das sonstige Bedürfnis hinaus gehender Querschnitt gegeben ist. Wenn vollends in Betracht gezogen wird, daß der Zugbogen bei dieser Aufnahme der Mehrbelastung das Bestreben erhält, seine Sehne zu verkürzen und dadurch den nach oben gekrümmten, von der Mehrbelastung nicht getroffenen Druckbogen noch mehr nach oben zu krümmen, so kann sich für das Maß dieser Mehrbelastung nur ein sehr geringer Theil der Gesamtlast ergeben. Eine für die Verhältnisse der Eisenbahnbrücke bei voller Belastung angestellte überschlägliche Berechnung, welche als Vorarbeit bei Entwerfung der neuen Brücke vorgenommen ist, ergab, daß der auf den Zugbogen entfallende Ueberschufs nur auf 4 bis 7 pCt. der Lasten zu schätzen war.

Wesentlich anders gestaltet sich freilich die Sache, wenn die Einwirkung einzelner Knotenpunktlasten in Betracht kommt. Es ist offenbar nicht möglich, daß die Verbindungsstange des belasteten Knotenpunktes annähernd 50 pCt. der Last überträgt, und der betreffende Knotenpunkt des Zugbogens, welcher der Verlängerung der Verbindungsstange folgen muß, allein die entsprechend größere Durchbiegung annimmt, während die benachbarten Verbindungsstangen gar keine Spannung erfahren. Vielmehr müssen bei Einwirkung einer Einzellast mehrere benachbarte Verbindungsstangen (theoretisch sogar sämtliche Verbindungsstangen) in Mitleidenschaft gerathen. Die Ermittlung dieser Lastvertheilung ist nachträglich unter Voraussetzung eines für beide Bögen gleichen mittleren Trägheitsmomentes in der Weise erfolgt, daß die bei Einwirkung der Einzellast auf irgend einen Knotenpunkt des Zugbogens in den einzelnen Verbindungsstangen auftretenden — zunächst unbekanntes — Spannungen für den Zugbogen als aufwärts, für den Druckbogen als abwärts wirkende Belastungen eingeführt und die hiernach als Functionen dieser unbekanntes Spannungen sich ergebenden Unterschiede in den Durchbiegungen der beiden Bögen für jeden Knotenpunkt gleich der elastischen Längenänderung der betreffenden Verbindungsstange gesetzt wurden.

Als Durchschnittsergebnis dieser umfangreichen Untersuchung mag hier in runden Zahlen mitgetheilt werden, daß

bei Einzellasten im mittleren Theile der Spannweite die Verbindungsstange des betreffenden Knotenpunktes nicht 50 pCt. der Last, sondern nur 10 pCt. überträgt, und je vier Verbindungsstangen zu beiden Seiten mit einer Abstufung von 8, 6, 4 und 2 pCt. theilhaftig sind. Diese große Abweichung von den ursprünglich gemachten Annahmen schwächt sich natürlich ab, wenn es sich um die gleichzeitige Belastung einer Mehrzahl benachbarter Knotenpunkte handelt, wie es thatsächlich für alle Verbandstheile maßgebend ist. Bei voller Belastung schwanken die Zahlen für die Spannungen der Verbindungsstangen zwischen 45 und 50 pCt. einer Knotenpunktlast.

Da die Querschnitte der Bogengurtungen vorwiegend von der vollen Belastung abhängig sind, war hiernach für dieselben eine nachträgliche Abänderung nicht erforderlich. Für die Diagonalen dagegen mußten einige Abänderungen eingeführt werden, da offenbar das Diagonalsystem des Zugbogens durch die Vertheilung einer Einzellast auf mehrere Verbindungsstangen stärker beansprucht, dasjenige des Druckbogens entsprechend entlastet wird. Dabei ist zugleich die richtigere Vertheilung der Spannungen auf die beiden Diagonalen eines Bogenfeldes nach der von Mohr im Jahrg. 1874 der Zeitschr. d. Architekten- u. Ingenieur-Vereins zu Hannover angegebenen Methode erfolgt, welche eine wenigstens annähernde Kenntniss der Querschnitte voraussetzt. Bei Bestimmung der Querschnitte für die T-förmigen Diagonalen wurde außerdem der einseitige Anschluß derselben an die Anschlußbleche berücksichtigt und die hieraus sich ergebende Biegungsspannung neben der Axialspannung in Rechnung gezogen.

#### 4. Die Pfeiler und deren Gründung.

##### a) Allgemeines.

Wenn auch bei Gelegenheit des Baues der Eisenbahnbrücke durch Bohrungen und die Bauausführung selbst die Beschaffenheit des benachbarten Baugrundes ermittelt, und anzunehmen war, daß bei den vorliegenden geologischen Verhältnissen 250 m von der alten Baustelle derselbe Baugrund sich vorfinden müsse, so hielt man es bei der Wichtigkeit des Bauwerks doch für nothwendig, sich über die Natur des Baugrundes durch neue Bohrungen an den einzelnen Pfeilerbaustellen Gewissheit zu verschaffen. Diese Bohrungen ergaben die aus Blatt 36 u. 37, Abbildung 3, ersichtlichen Aufschlüsse, d. h. im allgemeinen Sand, welcher in den oberen Schichten durch geringe Beimengungen von Lehm und Holzüberresten verunreinigt war und mit der Tiefe an Reinheit und Korngröße zunahm. Während das nördliche Vorland, als ein angewachsener früherer Sandhäger der Elbe, die Bodenbeschaffenheit des Strombettes selbst aufwies, fanden sich auf dem in die alluviale Marschbildung übergehenden südlichen Vorlande in dem Sande in größerer Tiefe thonige und torfige Einlagerungen vor, und es war daher hier von vornherein geboten, den festen, rein sandigen Baugrund durch einzurammende Grundpfähle zu erreichen. Für die sämtlichen übrigen Pfeiler, d. h. die Strompfeiler und die nördlichen Landpfeiler, würde es jedoch, falls es sich nur darum gehandelt hätte, mit den Gründungen bis auf den festen tragfähigen Baugrund hinabzugehen, bei der vorkommenden größten Beanspruchung des letzteren von 4 kg/qcm und der verhältnißmäßig geringen Tiefe bis zum festen Baugrund vielleicht genügt haben, unmittelbar auf letzteren einen von Pfahl- bzw. Spundwänden umschlossenen Betonkörper unter Fortlassung von

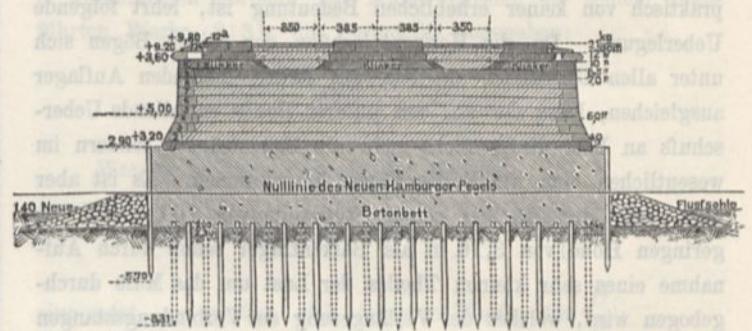
Grundpfählen zu schütten. Es wurde aber der Vorsicht halber auch hinsichtlich dieser Pfeiler für geboten erachtet, unter den Betonkörpern noch Grundpfähle anzuordnen, um so unter gleichzeitiger Verdichtung des Baugrundes der Möglichkeit Rechnung zu tragen, daß durch Elementarereignisse, wie Eisstopfungen usw., tiefe Auskolkungen des feinsandigen Flußbettes und des niedrigen Ufergeländes und damit eine Freilegung der Fundamentkörper herbeigeführt werden könnte. Bei Fortlassung der Grundpfähle würde die alsdann erforderlich gewesene Tieferführung der Betonkörper nebst Umschließungswänden — insbesondere bei den Strompfeilern — bei etwa gleichem Kostenaufwande eine weniger gute Sicherung der Gründung geboten haben.

#### b) Die Strompfeiler. (Bl. 38.)

Dem Vorstehenden gemäß, und wie aus Bl. 38 ersichtlich, besteht der Grundbau der beiden Strompfeiler aus einem Betonkörper, welcher durch eine ungespundete, 26 cm starke Pfahlwand eingefasst ist und auf der durch 30 cm starke Grundpfähle verdichteten Baugrubensohle ruht. Der Beton besteht aus je 1 Raumtheil Trafs, Kalk und Sand und 4 Raumtheilen Granit-schotter.

Beim südlichen Strompfeiler ist — dem Verlaufe des Stromstrichs entsprechend — die Baugrube etwas tiefer, auf — 2,60 m, beim nördlichen Strompfeiler auf — 2,30 m ausgebagert. Die Oberflächen der Betonkörper liegen auf + 2,90 m, also 0,36 m unter mittlerem N. W. Man hätte allerdings unbedenklich den Betonkörper bis zur Höhe des letzteren führen können und würde damit den Vortheil erreicht haben, das Mauerwerk unter gänzlicher Ersparung von Fangedämmen und Wasserschöpfen in Tidearbeit ausführen zu können. Da es aber bei der sehr knapp bemessenen Bauzeit darauf ankam, die Pfeiler in kürzester Frist herzustellen, so hätte man auch bei der höheren Lage des Betonbettes, um sich bei der Ausführung des Mauerwerks von den Aufsenwasserständen unabhängig zu machen, einen für den gewöhnlichen Fluthwechsel ausreichenden Fangedamm anordnen müssen. Da letzterer somit doch unter allen Umständen erforderlich wurde, so hielt man es für zweckmäßiger, mit dem Betonbett um obiges Maß unter dem mittleren N. W. zu bleiben, da bei der häufigen Unterschreitung des letzteren Wasserstandes die alsdann zu Tage tretenden Grundkörper einen unschönen Anblick gewährt haben, auch wegen ihrer höheren Lage den Beschädigungen durch Eisgang usw. mehr ausgesetzt gewesen sein würden. Das auf dem Betonkörper sich aufsetzende Mauerwerk besteht im Innern aus Ziegelmauerwerk in Cementmörtel 1:3, welches an den beiden Längsseiten mit Grönaer Kalksteinen (Rogenstein) in hammerrechter Bearbeitung, an den Vorköpfen mit Quadern aus rheinischer Basaltlava verkleidet ist. Aus letzterem Gestein bestehen auch die Abdeckungsplatten sowie die Kern- und Auflagersteine für die eisernen Stützen des eisernen Ueberbaues. Unter den Auflagern ist, der durch die Vertheilung nach unten abnehmenden Beanspruchung entsprechend, nach Maßgabe der nachstehenden Abbildung ein Uebergang von den Kernquadern durch Klinkermauerwerk aus Bockhorner Klinkern in Cementmörtel 1:1, bezw. 1:2 auf das gewöhnliche Ziegelmauerwerk angeordnet. Die Grönaer Verblendsteine sind 29 cm hoch, in einer Schicht abwechselnd als Läufer mit 40 cm Tiefe und Binder mit 65 cm Tiefe, in Cementmörtel 1:2 verlegt. Die Vorkopfquadern sind 59 cm hoch, so daß sie einschließend der Lagerfuge das Maß

von 60 cm erreichen, welches mit zwei Verblendsteinschichten bezw. zehn Ziegelschichten des zur Verwendung gekommenen kleinen sogen. Elbformats ( $21 \times 10 \times 5$  cm) auskommt. Diese Verhältnisse sind — was hier vorweg allgemein bemerkt werden möge — bei sämtlichen Pfeilern durchgeführt worden. Die Schichthöhe von 60 cm war zugleich darauf berechnet, daß in denjenigen Theilen der Fluthbrücken und Portale, für welche das in Hamburg weniger gebräuchliche deutsche Normalziegelformat mit Rücksicht auf die Verblendziegel gewählt wurde, acht Ziegelschichten auf eine Quaderschicht auskamen.



Vorstehende Abbildung zeigt zugleich die Beanspruchung des Mauerwerks in den unteren Schichten (von 7 bis 4 kg/qcm abnehmend), sowie des Betons (4 kg/qcm) und des Baugrundes (3,6 kg/qcm) und rechtfertigt durch diese Zahlen die im Vergleich zu deutschen Vorbildern außerordentlich geringen Abmessungen der Strompfeiler. Die Verbreiterung des Pfeilers nach unten ist nicht, wie sonst meist üblich, durch einzelne vorspringende Absätze, sondern durch eine ebene, kräftig geneigte Aufsenfläche hergestellt; nur unten ist ein kleiner Absatz mit lothrechter Begrenzung zur bequemeren Aufmauerung auf der unregelmäßigen Oberfläche des Betonbettes angeordnet.

Zum Schutze gegen Unterspülung sind die Baggergruben der Strompfeiler durch einen Steinwurf aus Elbsandsteinen ausgefüllt, dessen Oberfläche nur wenig über die Höhe der Flußsohle reicht.

#### c) Die Portalpfeiler. (Bl. 39.)

Die Portalpfeiler haben die dreifache Aufgabe zu erfüllen:

1. die auf + 18,80 m liegenden Auflager der eisernen Ueberbauten der Strombrücke und ihrer zukünftigen Verbreiterung aufzunehmen und zugleich eine bequeme Besichtigung derselben zu ermöglichen, wobei für die Durchführung der Fahrstraße eine Lichtöffnung von 7,60 m, für die beiden Fußwege desgl. von je 1,60 m, sowie für eine zukünftige zweigeleisige Eisenbahn 7,60 m Weite offen zu halten waren;
2. den Fluthgewölben als Endwiderlager zu dienen; und
3. als Endpfeiler der großen Stromöffnungen einen angemessenen architektonischen Abschluss gegen diese zu bilden.

Die Betonfundamente sind, wie bei den Strompfeilern, durch 26 cm starke Kantpfähle umschlossen. Der Beton ist jedoch hier, und ebenso bei den anderen Vorlandpfeilern, bis nahe zur Höhe des Geländes hinauf geführt. Da zur Aufführung des Mauerwerks wegen der später zu erwähnenden Umdeichung der Baugruben keine Fangedämme nothwendig waren, so ist das Betonbett im allgemeinen nur wenig breiter als das darauf gesetzte Pfeilermauerwerk. Es ist jedoch wegen der einseitigen Wirkung der Fluthgewölbe auf die Portalpfeiler unsymmetrisch nach der Wasserseite verbreitert; auch sind die Grundpfähle an

der Wasserseite, der hier stattfindenden größeren Druckbeanspruchung entsprechend, enger gestellt, als an der Landseite. (Vergl. Bl. 39, Abb. 1 u. 4.)

Die beiden ersten obengenannten Bedingungen ergeben die aus Bl. 39 ersichtliche bauliche Gestaltung des Portalunterbaues. Oberhalb des als Gewölbwiderlager wirkenden unteren Theiles sind drei einzelne Stützkörper aufgeführt, welche wasserseitig durch eine durchlaufende, die Ueberschüttung der Gewölbe stützende Längsmauer verbunden sind. In den Vorköpfen befinden sich besteigbare Aussparungen, deren Verwerthung zur Abwässerung weiterhin erläutert wird.

Da die Mitten der Auflager 8,30 m voneinander liegen, die lichten Durchfahrtsweiten im Portal aber je 7,60 m betragen, so sind die Auflagermitten nur um 0,35 m von den Aufsflächen der steinernen Stützpfiler entfernt. Durch die aus Bl. 39, Abb. 7 ersichtliche Auskragung der Stützpfiler und die Verbindung der letzteren durch flache Kreisbogengewölbe, welche in halber Breite durch die Portalaufbauten belastet sind, wird jedoch an den beiden Endstützen der lothrechte Auflagerdruck infolge der hier einseitig wirkenden Gewölbeschübe von der Kante abgelenkt.

Bei der Mittelstütze heben sich die beiderseitigen Horizontalschübe der Portalgewölbe auf; und da die Gewichte der Portalconstruction, welche in Bezug auf die Vorderansicht symmetrisch wirken, der Größe nach überwiegen, ergibt sich bei allen Belastungsfällen eine günstige Druckvertheilung. Die Gewichte betragen nämlich:

1. für den Stützpfiler . . . . .	240 t,
2. für die beiderseitigen Gewölbhälften zusammen . . . . .	60 t,
3. für den Aufbau über dem Stützpfiler . . . . .	170 t,
4. für den Aufbau über den beiderseitigen Gewölbhälften zusammen . . . . .	200 t,
im ganzen also, symmetrisch vertheilt, . . . . .	670 t;
dagegen für ein Auflager des Eisenüberbaues bei der Strafsenbrücke:	
ohne Verkehrslast . . . . .	359 t,
mit Verkehrslast . . . . .	485 t,
und bei der späteren Verbreiterung, unter Annahme ihrer Ausbildung als Eisenbahnbrücke:	
ohne Verkehrslast . . . . .	172 t,
mit Verkehrslast . . . . .	333 t.

Am ungünstigsten stellt sich die einseitige Belastung des Stützpfilers, wenn die Strafsenbrücke voll belastet wird, während der Ueberbau der Verbreiterung noch nicht vorhanden ist. Da die Schwerlinie der Auflagerlast 0,35 m von der Aufsseite, also 0,15 m von der Mitte eines Stützenfußes fällt, und die Mitten beider Stützenfüße 2,60 m auseinander liegen, ergibt sich, wenn für jeden der beiden Stützenfüße die Lage der Widerstandskraft in der Mitte angenommen wird, für den einen derselben eine Belastung von  $485 \times \frac{2,75}{2,60} = 514$  t, für den andern eine Entlastung von  $485 \times \frac{0,15}{2,60} = 29$  t, sodafs der erstere eine Last von  $\frac{670}{2} + 514 = 849$  t, der letztere  $\frac{670}{2} - 29 = 306$  t erhält. — In der Querrichtung des Pfeilers fällt die Schwerlinie der oben unter 1) und 2) angeführten Lasten von 300 t genau in die Achse, während die Lasten

unter 3) und 4) mit 370 t an einem Hebelsarm von 1,07 m landseitig, die Auflagerlast von 485 t an einem Hebelsarm von 0,50 m stromseitig wirkt, sodafs sich für die Resultirende der Abstand von der Achse zu  $\frac{300 \times 0 + 370 \times 1,07 - 485 \times 0,50}{1155}$

= 0,13 m nach der Landseite ergibt. (Diese an sich schon geringfügige Abweichung aus der Mitte des 5,40 m breiten Steinkörpers wird später beim Hinzutreten des Ueberbaues der zweiten Brücke vollends verschwinden.) Die größte Beanspruchung im unteren Theile des einen Stützenfußes berechnet sich, unter Berücksichtigung der einseitigen Druckwirkung, zu

$$\frac{849000}{540 \times 100} \times \left(1 + \frac{6 \times 13}{540}\right) = 18,0 \frac{\text{kg}}{\text{qcm}}.$$

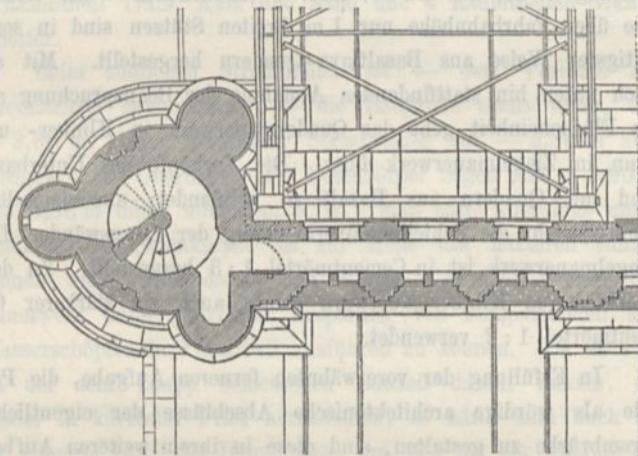
Ohne die Verkehrslast auf der Strafsenbrücke ergibt die entsprechende Rechnung 16,3 kg/qcm. Es treten also Beanspruchungen auf, welche für gutes Quadermauerwerk bescheiden sind.

Diesen Beanspruchungen entsprechend ist die Materialvertheilung in der aus Bl. 39, Abb. 7 ersichtlichen Weise erfolgt. Die über Fahrbahnhöhe nur 1 m breiten Stützen sind in sorgfältigster Weise aus Basaltlava-Quadern hergestellt. Mit der nach unten hin stattfindenden Abnahme der Beanspruchung auf die Flächeneinheit geht das Quadermauerwerk in Klinker- und dann in Ziegelmauerwerk über. Die Vorköpfe des Unterbaues sind mit Quadern aus Basaltlava verblendet; aus demselben Stein besteht die Schichtsteinverblendung der Längswände. Das Ziegelmauerwerk ist in Cementmörtel 1:3 hergestellt. Zu dem druckfesteren Klinkermauerwerk wurde auch ein stärkerer Cementmörtel 1:2 verwendet.

In Erfüllung der vorerwähnten ferneren Aufgabe, die Portale als würdige architektonische Abschlüsse der eigentlichen Strombrücke zu gestalten, sind diese in ihrem weiteren Aufbau, der Bedeutung der Brücke als des einzigen städtischen Verkehrsweges Hamburgs über die Elbe Rechnung tragend, in den heimathlichen Formen der alten Backsteinthore der Mark, Mecklenburgs, Lübecks usw. als reine Backsteinbauten ausgebildet. (Vergl. Bl. 41.)

Der Versuch, den Portalbauten der modernen eisernen Strafsenbrücke eine solche gemüthliche nationale Kunstform zu geben, begründet sich darauf, dafs diese Brückenthore ebenso wie jene alten malerischen Stadthore die Eingangsstrafse in die Stadt weithin sichtbar überwölben. Bei Eisenbahnbrücken nimmt der in geschlossenen Wagen übergeführte Menschenstrom die Portalbauten kaum wahr. Hier aber handelt es sich um eine belebte, in ihrem beiderseitigen Verlaufe zur Bebauung bestimmte städtische Zugangsstrafse. Somit liegen diese Portalbauten mitten im städtischen Strafsenverkehr und können von Fahrenden und Gehenden in Mufse betrachtet werden. Es erscheint als eine Pflicht des entwerfenden Ingenieurs, da, wo es ohne Schaden für den praktischen Zweck der Anlage geschehen kann, die Erscheinung derselben durch Anschluß an altbewährte Kunstformen so behaglich wie möglich zu gestalten. So ist denn auch bei der Ausbildung des gesamten Brückenbauwerks, wie z. B. der Gewölbe, der steinernen und eisernen Geländer, der Candelaber und Flaggenmaste, durchweg auf eine entsprechende stilistische Ausbildung und auf Einklang der Erscheinung unter Wahrung der eigenartigen Technik für die verschiedenartigen Baustoffe Werth gelegt worden.

Bei den Portalbauten ist der Uebergang aus der schwarzgrauen Basaltlava des Unterbaues in den rothbraun verblendeten Ziegelaufbau durch den warm getönten, rothbraun geäderten gelben Portasandstein (von der Porta Westphalica) bewirkt worden. Die beiden Hauptportalthürme sind durchweg mit Granitreppen versehen und durch zwei auf  $+22\text{ m}$  und  $+28,3\text{ m}$  liegende Galerien, von denen die untere überwölbt und die obere offen zwischen den Zinnen des Mittelbaues angeordnet ist, miteinander verbunden. Sowohl von der unteren Galerie als auch unmittelbar von den Thurmtreppen aus sind die Auflager des eisernen Ueberbaues zugänglich. Da die aus bestem schwedischem Granit hergestellten Treppen in den Portalthürmen bis oben hin durchgeführt sind, so wurde von einem oberen Abschluss der letzteren durch Dachluken u. dergl. Abstand genommen; der Austritt erfolgt in bequemer Weise durch ein freiliegendes Treppenstück nach dem oben hergestellten Aussichtsplatze, sodafs zwar Regen und Schnee auf diesen obersten Theil der Treppe gelangen, von hier aber durch besonders angelegte Entwässerungsröhren unschädlich abgeführt werden.



Wagerechter Schnitt durch den halben Portalbau in Höhe von Ord.  $+24,0$ . 1:200.

Jeder Hauptportalthurm ist durch drei Seitenthürmchen belebt, deren nach einem gleichseitigen Dreieck erfolgte Grundrisanordnung (vergl. vorst. Abb.) die Vorbeiführung der äusseren Tragwand des Eisenwerks noch eben gestattete.

Der Backsteinaufbau ist aus Ziegeln des deutschen Normalformats aufgeführt. Die Verblend-, Profil- und Formziegel sowie die glasierten Thonfriese wurden von den Siegersdorfer Werken in Schlesien geliefert. Die Zinnen sind mit grün glasierten Hohlziegeln (Mönche und Nonnen) abgedeckt. Im Gegensatz zu allem übrigen Mauerwerk sind die Portalaufbauten nicht in Cementmörtel, sondern in Trafmörtel im Mischungsverhältniss von 1 Raumtheil Trafs zu 2 Raumtheilen Wasserkalk zu 3 Raumtheilen Sand hergestellt, da bei ungefähr gleichen Preisen dieser beiden Mörtelarten die Trafmörtelfugen einen wärmeren Ton haben, als die aus Cementmörtel, und das Mauerwerk weniger beschmutzen. Einen besonderen architektonischen Schmuck haben die Portale erhalten durch die rund  $4\text{ m}$  hohen, in Portasandstein ausgearbeiteten Hamburger Wappen über den landseitigen Mittelbauten. Der Backsteinaufbau ist unten durch einen aus farbig glasierten Thonplatten hergestellten Fries abgeschlossen, welcher zwischen Wasserblumenornamenten die Wappen der zehn Städte zeigt, die im Jahre 1603 neben Hamburg noch als selbständige Schifffahrts- und Handelsstädte des Hansabundes

zusammen hielten. Es sind dies die Städte Braunschweig, Bremen, Greifswald, Lübeck, Lüneburg, Magdeburg, Rostock, Stettin, Stralsund und Wismar. Der giebelartige Mittelbau trägt auf einem schmiedeeisernen Bekrönungsgitter eine aus Kupfer getriebene Mäwe als Boten des Seewindes. Die reiche Architektur der Portale wird in wirksamster Weise durch die verwendeten glasierten Ziegel belebt. Man hätte wohl Bedenken gehabt, bei diesen, den Witterungseinflüssen so sehr ausgesetzten Bauwerken glasierte Verblendziegel zu verwenden, wenn sich nicht die altbewährte Glasurtechnik der sechshundertjährigen Stendaler Bauwerke in den schlesischen Werken wieder erprobt hätte. Die Siegersdorfer Werke haben sich für die Haltbarkeit ihrer Erzeugnisse zu einer zehnjährigen Gewährleistung verpflichtet.

#### d) Die Fluthpfeiler. (Bl. 39.)

Bezüglich der Gründung der Fluthpfeiler ist hier nur hervorzuheben, dafs die Betonkörper nicht — wie bei den Strom- und Portalpfeilern — mit einer ungespundeten Pfahlwand, sondern, ihrer geschützteren Lage entsprechend, mit  $12\text{ cm}$  starken, aber gespundeten Wänden umschlossen sind. Im übrigen bietet die constructive Gestaltung der Pfeiler keinen Anlass zu besonderen Bemerkungen. Der Kern der Pfeiler besteht aus Ziegelmauerwerk in Cementmörtel  $1:3$ , welches an den Längsseiten mit Schichtsteinen aus Basaltlava, an den Vorköpfen mit Quadern aus demselben Stein verkleidet ist. Die Ausbildung der Gewölbeanschlüsse wird nachstehend bei den Fluthgewölben besprochen.

#### e) Die Widerlagspfeiler. (Bl. 39.)

Bei den Widerlagspfeilern ruhen die ebenfalls von  $12\text{ cm}$  starken Spundwänden umschlossenen Betonkörper auf Grundpfählen, welche, einer guten Vertheilung des Gewölbedruckes entsprechend, nach hinten zu mit wachsender Neigung angeordnet sind. Bemerkenswerth ist der aus Abb. 4 ersichtliche, ausserordentlich geringe Materialaufwand der Pfeilerkörper, indem diese als Fortsetzung des Gewölbes mit schrägen, senkrecht zur Druckrichtung gerichteten Ziegelschichten angeordnet sind. Letztere greifen mit Verzahnung in die Betonfundamente ein. Für die Flügel, welche an der Westseite wegen der Strafsenabzweigungen in Viertelkreisform, an der Ostseite als gerade Stirnflügel ausgebildet sind, war eine Gründung auf Betonklötzen ohne Grundpfähle ausreichend. Die Betonbetten sind (Abb. 11) in abgesteifter Baugrube geschüttet worden. Verwendung der Baustoffe wie bei den Fluthpfeilern.

#### 5. Die Fluthgewölbe. (Bl. 39.)

Die durch die örtlichen Verhältnisse gegebene Höhenlage der Fahrbahnen einerseits und die Rücksicht auf die Gröfse der Durchflußöffnung bei H. W. andererseits machten es wünschenswerth, die Leibungsscheitel mit Rücksicht auf die sich ergebende Gewölbstärke nicht höher als  $+10,10\text{ m}$  und die Kämpfer nicht tiefer als  $+6,90\text{ m}$  zu legen. Nach den unter Zugrundelegung der Elasticitätslehre der Tonnengewölbe von Müller-Breslau geführten rechnerischen und zeichnerischen Untersuchungen stellte sich die Nothwendigkeit heraus, die Wölbungslinie als Korbogen aus drei Mittelpunkten darzustellen. Demnach haben die Gewölbe die aus Abb. 4 ersichtliche Form mit  $21,30\text{ m}$  lichter Weite und  $3,20\text{ m}$  Pfeilhöhe erhalten. Bei der Untersuchung flacherer Kreisbogengewölbe kam die Drucklinie der unteren

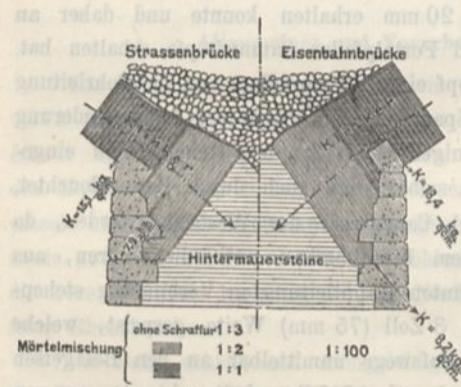
Kämpferkante zu nahe, sodafs die hier auftretende grösste Pressung die als zulässig festgesetzte von 20 kg/qcm nicht unerheblich überstieg. Versuche, unter Beibehaltung eines flachen Kreisbogengewölbes die Drucklinie am Kämpfer dadurch mehr nach dem Innern des Gewölbes zu verlegen, dafs die Belastung der Gewölbzwickel durch die Anordnung von sogen. Capellengewölben vermindert wurde, ergaben auch noch keine standfesten Gewölbe. Erst durch Hinunterziehen der seitlichen Gewölbetheile unter Anwendung kleinerer Halbmesser als für den mittleren Gewölbetheil gelang es, die Drucklinie soweit von der Leibungskante am Kämpfer zu entfernen, dafs die hier auftretende grösste Pressung bei der Strafsenbrücke 15 kg/qcm, bei der Eisenbahnbrücke 18 kg/qcm beträgt.

Die Gewölbe sind aus Bockhorner Klinkern — welche bei den von der Königlichen Prüfungstation in Berlin auf Veranlassung der Bauverwaltung vorgenommenen Untersuchungen eine Zerdrückungsfestigkeit von über 800 kg/qcm zeigten — in Cementmörtel 1:1 hergestellt und in den Stirnen mit Quadern aus Basaltlava verblendet.

Die Gewölbestärken betragen:

1. bei der Strafsenbrücke  
am Kämpfer 94 cm (4 Klinker Stärken),  
im Scheitel 82 cm (3 1/2 Klinker Stärken),
2. bei der Eisenbahnbrücke  
am Kämpfer 130 cm (5 1/2 Klinker Stärken),  
im Scheitel 106 cm (4 1/2 Klinker Stärken).

Die Uebergänge aus einer Gewölbstärke in die andere erfolgen nicht absatzweise, sondern sind allmählich vermittelt. Der Uebergang aus dem Gewölbe in das Pfeilermauerwerk der



Anlage der Kämpfer am Fluthpfeiler.

Fluthpfeiler ist nach beistehender Abbildung in der Weise ausgeführt, dafs die geeigneten Gewölbeschichten über die Kämpferfugen hinaus unter gleichzeitiger Verbreiterung in den Pfeilern fortgesetzt sind, sodafs die Pressungen auf die Flächeneinheit allmählich abnehmen. Letzterer Abnahme entsprechend, ist zunächst der Mörtel magerer, 1:2, genommen worden. Dort, wo das wagerecht geschichtete, in Cementmörtel 1:3 hergestellte Ziegelmauerwerk der Pfeiler beginnt, beträgt der Druck nur noch 7 kg/qcm.

Die mit Cementputz versehenen Gewölberücken sind ausserdem noch in sorgfältigster Weise mit einem stark in Asphalt getränkten, sehr schmiegsamen Hanfgewebe — von dem Verfertiger A. F. Malchow in Leopoldshall „Tectolith“ genannt — abgedeckt. Das Tectolith ist an den Stirnmauern 0,30 m hoch geführt und hier in 1 cm weite und 3 cm tiefe Fugen sorgfältig verkittet worden.

Die Gewölbe sind mit reinem Sandboden hinterfüllt. Nur die Zwickel am Portal- und Fluthpfeiler, welche Wassersäcke bilden, sind unten mit etwa faustgrofsen Klinker- und Ziegelbrocken ausgefüllt, sodafs das durchsickernde Wasser auf seinem Wege bis zu den Entwässerungscanälen von etwa beigemengten

fremden Körpern befreit wird. Infolge dieser Anordnung konnte von der Verwendung besonderer gusseiserner Hauben vor den Canaleinmündungen, wie sie meist üblich sind, abgesehen werden.

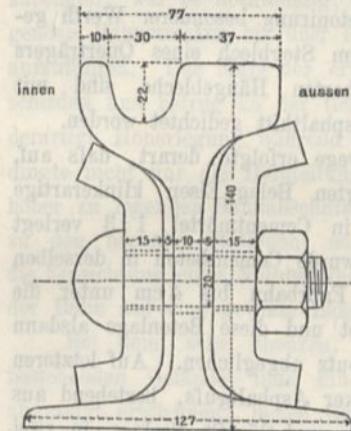
Die Gewölbe entwässern nach allen drei Pfeilern hin. Während die Form des Widerlagspfeilers als Fortsetzung des Gewölberückens besondere Entwässerungseinrichtungen überflüssig machte, wird das Wasser beim Portal- und Fluthpfeiler durch kleine im Mauerwerk ausgesparte Canäle nach lothrecht abfallenden Schächten in den Pfeilervorköpfen und von diesen in frostfreier Tiefe vermittelt wagerechter Canälchen in das Erdreich abgeleitet. (Vergl. Bl. 39, Abb. 8 bis 10.) Die Schächte sind 80 cm im Geviert grofs und mit eisernen Leitern versehen, sodafs es leicht ist, jederzeit sich von der Wirksamkeit der Entwässerungsanlagen durch den Augenschein zu überzeugen und etwaige Verstopfungen zu beseitigen.

Die Stirnmauern sind mit Siegersdorfer rothbraunen Verblendziegeln verblendet. Um den Fluthbrücken neben der grofsen Strombrücke, insbesondere neben den gewaltigen Portalen, eine architektonische Wirkung zu wahren, sind die Stirnmauern mit äufserst kräftigen, weit vorladenden Gesimsen aus Basaltlava abgedeckt, auf welchen das in den einfachsten Formen, aber sehr massig gehaltene Geländer — Sockel sowie Deckplatten aus rothem norwegischem Granit, Zwischenglied aus Basaltlava — sich aufsetzt.

6. Die Fahrbahn nebst Fußwegen.

a) auf dem eisernen Ueberbau.

Es darf vorweg bemerkt werden, dafs in die Fahrbahn zwei Pferdebahngleise in 5 m Abstand der Geleismitten mit Phönix-Schiene der Strafsenbahn. 1,436 m Spurweite eingelegt sind. Die zur Verwendung gekommenen Schienen sind Stahlschienen mit eingewalzter Spurrinne nach dem sogen. Phönix-Profil von 33,5 kg auf 1 m. Die anfangs gehegte Absicht, die Fahrbahn in Holzpflaster herzustellen, wurde in Hinblick auf das mehrfach in Hamburg bei andauerndem nassen Wetter beobachtete starke Quellen des Holzes, wodurch bedeutende Seitendrucke entstehen, zu Gunsten des Steinpflasters aufgegeben.



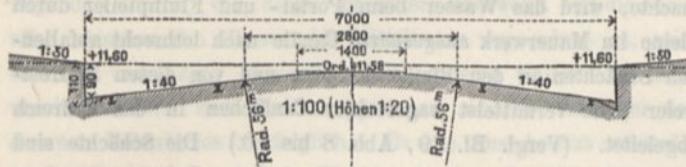
Gewicht für ein Geleis auf 9 m Schienenlänge

18 m Schienen zu 33,5 kg . . . . .	603 kg,
4 Laschen zu 7 kg . . . . .	28 kg,
8 Laschenbolzen mit Muttern zu 0,4 kg . . . . .	3 kg,
zusammen 634 kg.	

Demgemäfs ist die Fahrbahn in den umstehend ersichtlichen Querneigungsverhältnissen mit 10 cm hohen, 20 cm langen und 14 cm breiten Granitsteinen abgepflastert. Zu dem Ende ist auf die Hängebleche ein aus 4 1/2 Theilen Kies, 2 Theilen Sand und 1 Theil Cement bestehendes Betonbett aufgebracht und durchweg bis 14 cm unter Pflasteroberkante abgeglichen. Der Zwischenraum von 4 cm zwischen Betonbett und Pflasterunterkante ist mit Pflastergrand ausgefüllt, um ein weicheres, die Stöße der Fuhrwerke vermindern des Zwischenmittel zu schaffen. Die Pflastersteine unmittelbar neben den Pferdebahnschienen sind in einen mit Steinbrocken ausgezwickten Cementmörtel verlegt worden. Behufs gleichmäfsiger Auflagerung der

Pferdebahnschienen ist unter deren Fuß der Beton etwas niedriger gehalten und nachträglich mit einer 1 bis 2 cm starken Mörtelschicht abgeglichen worden. Die seitlichen Unterschneidungen des Schienenprofils wurden mit Ziegelstücken (Brocken

Neigungsverhältnisse der Fahrbahn und der Fußwege  
1. auf dem eisernen Ueberbau.



2. auf den Fluthbrücken.



von Dachpfannen) in Cementmörtel ausgefüllt. Die Pflastersteinfugen sind mit einer Mischung von Asphalt und Theer vergossen worden.

Auf Anstrich der vom Beton berührten Eisentheile — Quer- und Längsträger sowie Hängebleche — ist Verzicht geleistet worden; im Gegentheil ist eine thunlichste Berührung der Eisentheile mit dem Cement befördert. Die Berührung der Eisentheile mit einzelnen, nicht mit Cement umhüllten Kieselsteinen ist dagegen nach den bei Revision der Verankerungen americanischer Hängebrücken gemachten Erfahrungen, welche bei solchen Berührungen Rostbildung gezeigt haben, vermieden worden. Da sich die zu diesem Zwecke in Aussicht genommene Anbringung eines Rapp-Putzes vor Beginn der Betonirung nur schwer hätte durchführen lassen, so wurde auf die gute Umhüllung aller Steine bei der Betonirung besonderer Werth gelegt. Die Fugen zwischen dem Stegblech eines Querträgers und den Rändern der benachbarten Hängebleche sind mit getheerten Wergzöpfen, bezw. Asphaltkitt gedichtet worden.

Die Herstellung der Fußwege erfolgte derart, daß auf, bezw. zwischen die quer gelegten Belag-Eisen klinkerartige Steine von normalem Format in Cementmörtel 1:3 verlegt wurden. Auf dieser Unterlage wurde Cementbeton in derselben Zusammensetzung wie bei der Fahrbahn bis 4 cm unter die planmäßige Oberfläche geschüttet und diese Betonlage alsdann mit einem 1 cm starken Cementputz abgeglichen. Auf letzteren wurde schließlich ein 3 cm starker Asphaltguß, bestehend aus 65 pCt. Asphalt, 10 pCt. Goudron und 25 pCt. Seekies, in zwei Lagen aufgebracht.

Fahrbahn und Fußwege entwässern nach den in Abständen von drei Felderlängen oder 11,55 m angeordneten gußeisernen Entwässerungskästen, indem die Kantsteinabsätze von 9 cm Höhe auf 11 cm zunehmen. Dies ergibt ein Längsgefälle des Rinnsteines von rund 1:275.

Die schmiedeeisernen Geländer, welche die aus Bl. 43 ersichtliche Ausbildung erhalten haben, sind durch die beim eisernen Ueberbau bereits erwähnten gußeisernen Schuhe an den Fußwegconsolen und in der Mitte jedes Feldes befestigt.

#### b) auf den Fluthbrücken.

Die Fahrbahn ist hier mit denselben Querneigungsverhältnissen angelegt wie auf dem eisernen Ueberbau und unterscheidet sich auch bezüglich ihrer baulichen Ausbildung im wesentlichen nicht von der vorbesprochenen. Das hier aus 4 Raumtheilen

Schotter, 3 Theilen Sand, 1 Theil Cement hergestellte Betonbett ist unten wagerecht abgeglichen und ruht unmittelbar auf der Sandschüttung der Gewölbe. Den Wölbungsverhältnissen der Fahrbahn entsprechend ist dasselbe in der Mitte 23 cm und an den Enden, d. h. unter den Kantsteinen der Fußwege, 15 cm stark. Die Pflastersteinfugen sind hier mit Cementmörtel ausgegossen worden. Auch hier sind die Pferdebahnschienen vollständig in die Pflasterung eingemauert. Die durch 36 cm breite Granitkantsteine eingefassten Fußwege sind mit rund 6 cm starken Yorkshire-Sandsteinplatten abgedeckt.

Die Rinnsteine auf den Fluthöffnungen liegen auf den Gewölbescheiteln 10 cm, an den Pfeilern 13 cm unter dem Kantstein, einem Gefälle von 1:400 entsprechend. An dem Endwiderlager entwässern dieselben nach den im Gefälle liegenden anschließenden Strafen, bei den Fluth- und Portalpfeilern dagegen in die unter 5. erwähnten Abfallschächte in den westlichen Vorköpfen. Zu letzterem Zwecke sind zu beiden Seiten der Fahrbahn zwischen den Kantsteinen, und zwar in der Achse des Fluthpfeilers, sowie dicht landseitig vor dem Portalpfeiler, gußeiserne Entwässerungskästen mit Schlammfängen angebracht und je zwei einander gegenüberliegende Entwässerungskästen durch ein gemeinsames 20 cm weites Thonrohr mit dem Abfall-schacht verbunden.

#### 7. Beleuchtungs- und sonstige Anlagen.

Unter dem östlichen Fußweg der Brücke ist ein 16 zölliges (400 cm) Hauptgasrohr zur Verbindung der Veddel mit dem städtischen Gaswerke verlegt, welches bei dem innerhalb der Fußwegconsolen der Stromöffnungen vorhandenen Raume nur ein Längsgefälle von 20 mm erhalten konnte und daher an jedem Strompfeiler und Portalpfeiler Sammeltöpfe erhalten hat. Zwischen den Sammeltöpfen eines Strompfeilers und die Rohrleitung einer anschließenden Spannweite ist wegen der Längenänderung der Brücke ein S-förmiges Rohrstück mit Kniegelenken eingeschaltet. Die Brücke selbst wird auch durch Gas erleuchtet, und die Laternen und Candelaber der Westseite werden, da Querleitungen unter dem Eisenüberbau unthunlich waren, aus einer mit der vorerwähnten Hauptleitung in Verbindung stehenden Nebenleitung von 3 Zoll (75 mm) Weite gespeist, welche unter dem westlichen Fußwege unmittelbar an den Belageisen aufgehängt ist und genügendes Gefälle erhalten konnte, um von der Mitte der Brücke nach den an beiden Portalpfeilern angebrachten Sammeltöpfen zu entwässern. Bei der Beweglichkeit der Aufhängungsbügel konnte von besonderen Maßnahmen zur Ausgleichung der Längenänderungen Abstand genommen werden.

Behufs Beleuchtung der Fahrbahn auf den Stromöffnungen sind zu beiden Seiten derselben an den Knotenpunkten 3, 8 und 13 des eisernen Ueberbaues, also in Entfernungen von 19,25 m, Laternen in 4,50 m Höhe auf schmiedeeisernen Candelaberarmen an den Brückenträgern angebracht. (Vergl. Bl. 43, Abb. 1.) Die Fußwege auf den Stromöffnungen werden durch in die Geländer eingeschaltete 3 m hohe schmiedeeiserne Candelaber, welche an den gleichen Knotenpunkten wie die vorerwähnten Laternen liegen, beleuchtet. Die Anbringung dieser größeren Zahl von einfachen Gasflammen statt einer kleineren Zahl von entsprechend stärkeren Lichtquellen war durch die Rücksicht auf die Schlag-schatten der Eisentheile geboten. Die Beleuchtung der Fluthbrücken erfolgt durch je vier, über den Gewölbescheiteln auf den daselbst befindlichen Geländerpfeilern aufgestellte schmiede-

eiserne Candelaber mit größeren, vierflamigen Laternen. Die Anbringung von Laternen an dem Mauerwerk der Portale erschien unzweckmäßig, da sie die gleichzeitige Erleuchtung der Durchgänge und der beiden Stirnseiten eines Portales erschwerte.

Außer den Gasleitungen ist noch unter dem östlichen Fußwege ein schmiedeeiserner Kasten mit Telegraphenkabeln und unter dem westlichen Fußwege eine Feuerelegraphenleitung angebracht, und es ist in den westlichen Fußwegconsolen noch der Raum zur späteren Durchführung eines Wasserrohres von 600 mm äußerem Durchmesser frei gehalten.

Zum Schutze der Brücke gegen Blitzschläge sind folgende Vorkehrungen getroffen. Die auf den Hauptportalthürmen befindlichen hohlen eisernen Fahnenstangen dienen gleichzeitig zum Auffangen etwaiger Blitzschläge. An den Fuß jeder Stange ist die 2 cm starke, aus einem Drahtseil bestehende Leitung angeschlossen, welche in derselben Höhe die Thurmwand durchsetzt und sodann an der Aufsenseite des Thurmes, und zwar an der Wasserseite, heruntergeführt ist. Beim westlichen Thurm ist diese Leitung mit der benachbarten westlichen Auflagerstütze des eisernen Brückenträgers in Verbindung gebracht, während die Leitung des weiter von dem Eisenwerk entfernten Ostthurmes weiter bis zum Erdboden abwärts geführt ist

und hier mit einer 0,50 qm großen Erdplatte in Verbindung steht. Außerdem ist die letztere Leitung unmittelbar über den Sandsteinschichten des Portals durch eine wagerechte Zweigleitung mit der Oststütze des Eisenüberbaues in Verbindung gebracht. Der Mittelbau des Portals ist durch eine besondere Leitung geschützt, welche von der Strebe des schmiedeeisernen Bekrönungsgitters ausgeht und bis zur Oststütze des Brückenüberbaues führt. Bei der Anlage dieser Blitzableiter ist vorausgesetzt, daß die durch die besprochenen Leitungen und das Eisenwerk selbst etwa aufgenommene Elektrizität sich über das letztere vertheilt und durch die vorhandenen Gas- und sonstigen Leitungen dem Erdreich zugeführt wird. Jeder Strompfeiler ist schließlic noch durch eine Leitung geschützt, welche mit dem östlichen Stützenauflager in Verbindung steht und zu einer 1,0 × 0,5 m großen Platte führt, die vermittelst Bolzen auf der Betonoberfläche (+ 2,90 m) befestigt ist.

Der oberhalb der Eisenbahnbrücke befindliche schwimmende Mastenkrahn der Eisenbahn-Verwaltung<sup>1)</sup> ist durch einen hamburgischerseits oberhalb der neuen Brücke am rechten Ufer unmittelbar stromaufwärts von der Einmündung des Oberhafen-Canals hergestellten festen Mastenkrahn ersetzt worden.

(Schluß folgt.)

## Die Höherlegung der unter Hochwasser liegenden Strecke der Bahnlinie Troisdorf-Niederlahnstein und die Anlage des zweiten Geleises derselben.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 45 bis 47 im Atlas.)

### Allgemeines und Vorarbeiten.

Die genannte Bahnlinie wurde in den Jahren 1868 bis 1871 von der vormaligen Rheinischen Eisenbahn-Gesellschaft erbaut und im Sommer 1871 eröffnet. Die Verbindung mit den Bahnlinien der linken Rheinseite erfolgte zwischen Obercassel und Bonn durch kurze Zweigbahnen mit Rheintraject sowie zwischen Ehrenbreitstein und Coblenz durch Anschluß an die bereits für die Richtung Coblenz-Niederlahnstein vorhandene feste Rheinbrücke.

Die Bahn erhielt auf zweigeleisigem Unterbau vorab nur ein Betriebsgeleis. Für ihre Höhenlage ist im allgemeinen der Hochwasserstand des Jahres 1867 maßgebend gewesen, obgleich derselbe von denen früherer Jahre erheblich übertroffen wurde. Beim Entwurf wurde ferner auf ein thunliches Anschmiegen der Linie an die wellenförmige Gestaltung des Geländes insbesondere in der Nähe der Ortschaften Bedacht genommen. Entscheidend hierfür waren die geringeren Baukosten und zugleich der Umstand, daß die Hochwasser sich gewöhnlich schnell wieder verlaufen, also länger andauernde Betriebsstörungen nicht zu befürchten waren. Allein schon durch den wenig höheren Wasserstand des Jahres 1876 wurde der Verkehr auf mehreren Theilstrecken zuerst auf die Dauer von neun Tagen und bald nachher infolge neuen Steigens des Wassers auf weitere sechs Tage unterbrochen, wogegen die beiden großen Hochwasser zu Ende des Jahres 1882 und Anfang des Jahres 1883 eine vollständige Betriebseinstellung auf der Strecke Obercassel-Ehrenbreitstein und zwar vom 26. November bis 2. December 1882 und vom 28. December 1882 bis 9. Januar 1883 verursachten. Hierdurch sind die öffentlichen und örtlichen Interessen aufs schwerste geschädigt worden. Um der Wiederkehr solcher in ihren Folgen nicht zu übersehenden Ereignisse vor-

zubeugen, war es nothwendig, die der Ueberfluthung unterliegenden Bahnstrecken bis über den Hochwasserspiegel des Rheins aufzuführen. Das Maß der erforderlichen Aufhöhung war verschieden und betrug an der tiefstliegenden Stelle 2,85 m. Eine derartige Höherlegung während des gewöhnlichen Betriebes bedingte nicht nur die Herstellung des zweiten Geleises auf den höher zu legenden Bahnabschnitten und beiderseits derselben bis zu den nächsten Stationen, sondern bei Vallendar auch noch die Einrichtung eines Nothbahnhofs und die zeitweilige Verlegung der Bahn auf eine gewisse Länge.

Bei dem sehr theuren, größtentheils aus Weinbergen bestehenden Gelände liefs eine vergleichende Berechnung es angezeigt erscheinen, neuen Grunderwerb thunlichst zu vermeiden, die Erhöhung der Bahnlinie vielmehr, soweit angängig, auf der vorhandenen Grundfläche vorzunehmen. Da die Böschungen bis zur Hochwasserlinie abzupflastern waren, so bedurfte es in den meisten Fällen nur einer etwas steileren Anlage und Verstärkung des Pflasters, um mit dem vorhandenen Bahneigenthum auszukommen.

Eine weitere Aufgabe war, die verlorenen Gefälle der Bahnkrone bei Gelegenheit der Erhöhung möglichst zu beseitigen. Zugleich mußte dafür gesorgt werden, daß die Vorfluthverhältnisse bei Entleerung der durch die Bahnerhöhung entstehenden Polder genügend gewahrt wurden, was durch Anlage neuer und Erweiterung bestehender Durchlässe erreicht wurde. Dabei wurde daran festgehalten, daß die Geschwindigkeit des beim Sinken des Rheins aus den Poldern abfließenden Wassers 2 m in der Secunde nicht überschreiten sollte.

Der hiernach aufgestellte Plan erhielt nach vorhergegangener landespolizeilicher Prüfung durch Ministerial-Erlaß vom

1) S. Jahrgang 1885 der Ztschr. f. Bauwesen, S. 83.

3. Mai 1884 die Genehmigung, jedoch mit der Aenderung, daß die Bahn an den Städten Linz und Vallendar vorbei anstatt auf der ursprünglich geplanten Dammschüttung auf Bogenstellungen geführt werde.

Die gesamte Bausumme einschließlich der Kosten für Herstellung des zweiten Geleises wurde auf 5 000 000 *M* festgesetzt.

Die Strecke Troisdorf-Niederlahnstein hat eine Gesamtlänge von 75,3 km. Hiervon bedurften insgesamt 19 km und darunter auch die Bahnhöfe Unkel, Linz, Rheinbrohl, Leutesdorf und Vallendar mehr oder minder einer Erhöhung.

An wichtigen baulichen Anlagen sind hervorzuheben: die eisernen Ueberbrückungen der Sieg (sechs Oeffnungen zu je 31,4 m) und des Wiedbaches (eine Oeffnung zu 25,74 m) sowie die gewölbten Viaducte bei Linz, 471 m lang, und bei Vallendar, 779 m lang.

Die zur Anlage des zweiten Geleises und zur Erhöhung des Bahngleises nöthigen Auftragsmassen betragen einschließlich des Bettungsmaterials rund 410 000 cbm und die Gesamtzahl der umzubauenden bzw. neu anzulegenden Brücken und Durchlässe belief sich auf 104.

#### Bauausführung.

Zunächst wurde auf denjenigen Strecken, auf welchen die Bahnkrone gar nicht oder nur wenig zu erhöhen war, das zweite Geleis zur Ausführung gebracht, um dem inzwischen erheblich gesteigerten Verkehre Rechnung tragen zu können. Es waren dies die Theilstrecken Troisdorf-Friedrich-Wilhelmshütte, Beuel-Obercassel, Honnef-Unkel, Neuwied-Engers-Bendorf und Ehrenbreitstein-Horchheim. Als Schüttungsmaterial fand im allgemeinen nur Rheinkies Verwendung, weil dieses Material durch Baggerung leicht zu beschaffen war und den großen Vortheil bot, daß das zu erhöhende Geleis unmittelbar nach dem Aufbringen des Auffüllungsmaterials sogleich wieder gestopft und betriebsfähig gemacht werden konnte. Die Baggerung des Kieses erfolgte an zwei, in den zu erhöhenden Strecken gelegenen Stellen und zwar bei Wallen oberhalb Linz und bei Vallendar, wo zur Aufstellung der Kieszüge einstweilige Geleise zum Rheinufer hinabgeführt wurden.

Mit den Kiesmassen wurde zunächst die eine Dammhälfte soweit erhöht, wie das Normalprofil des freien Raumes solches für das Betriebsgeleis zuließ. Wurde auf diese Weise die planmäßige Höhe nicht erreicht, so wurde das Betriebsgeleis in den Pausen zwischen den Zügen, auch vielfach des Nachts, gehoben und alsdann mit Erhöhung der andern Hälfte des Bahndammes fortgefahren, bis die planmäßige Höhe erreicht war. War eine Aufhöhung in besonders hohem Maße erforderlich, so wurde stufenförmig, nicht selten mit Anbringung verlorener trockener Stützmauern (Steinpackungen) gebaut und der Betrieb abwechselnd über das eine und das andere Geleis geführt.

Mit den Auffüllungsarbeiten Hand in Hand ging der Neu- bzw. Umbau der Brücken, Durchlässe und Stützmauern, sowie die Bekleidung der Dammböschungen mit kräftigem Steinpflaster. Zu diesen Bauten wurden je nach der Oertlichkeit in der Nähe gebrochene Grauwackensteine oder Basaltsäulen verwendet. Der Mörtel wurde aus Beckumer Wasserkalk (in nassen Grundmauern unter Zusatz von Trafs) und Rheinsand hergestellt, der beim Sieben des gebaggerten Kieses gewonnen wurde.

Die Anlage für die Kiesgewinnung bei Vallendar (ähnlich derjenigen bei Wallen) ist auf Blatt 46 in Abb. 1, 2 und 5

dargestellt. Dieselbe bestand bereits seit dem Jahre 1883 und diente zuerst zur Gewinnung von Bettungskies für den Bau der in Engers anschließenden Westerwaldbahn. Der Kies wurde an der Moselmündung gebaggert, mittels kleiner Dampfer und Kiesnachen, welche 50 cbm Kies faßten, nach der Verladestelle gefahren, durch ein Hebewerk in kleine Bauwagen auf erhöhtem Gerüst gehoben und von diesen in die normalspurigen Kieswagen gekippt. Sandiges Material lief vorher über Siebe und wurde, da es rein und scharfkantig, zu Pflaster- und Mauer-sand verwendet. Das Hebewerk hob in der Stunde bis zu 70 cbm.

Die Empfangs- und Nebengebäude auf den höhergelegten Bahnhöfen Unkel, Linz und Leutesdorf blieben unverändert; nur vermitteln jetzt Treppen den Verkehr mit den erhöhten Bahnsteigen. Die am Empfangsgebäude in Vallendar ausgeführten Aenderungen sollen unten näher beschrieben werden.

Der Locomotivschuppen in Linz wurde durch Höherbrechen der Thoröffnungen und Erhöhung der Senk- und Löschruben betriebsfähig erhalten. Die Güterschuppen in Linz und Vallendar blieben erhalten; die in das Normalprofil des anliegenden Geleises einschneidenden Theile der überstehenden Dächer wurden entfernt und durch flache auf Consolen ruhende Zinkdächer ersetzt. In gleicher Weise wurde mit dem überstehenden Dache an der Fahrstraße verfahren.

#### Bahnhof Vallendar.

Dieser Bahnhof, dessen ursprünglichen Zustand Abb. 1 auf Blatt 46 veranschaulicht, liegt inmitten einer nahezu 5 km langen Erhöhungsstrecke. Zur Erzielung der hochwasserfreien Lage war eine Aufhöhung von 2,1 m nöthig. Letztere durch allmähliches Aufstopfen der Geleise bei vollem Betriebe auszuführen, wie dies bei den anderen Bahnhöfen geschehen, erwies sich als unthunlich. Es wurde daher, da die Eisenbahnverwaltung sich im Besitze von ausreichender Grundfläche befand, vorgezogen, einen Nothbahnhof neben dem bestehenden anzulegen.

Um den oberen Kopf der vorläufigen Bahnhofsgleise unmittelbar an das vorhandene Streckengeleis anzuschließen, wäre es nöthig gewesen, den Viaduct zunächst in halber Breite auszuführen. Allein die schwierige Gründung desselben liefs davon absehen und führte zu einer vorübergehenden Verlegung des Streckengeleises auf die ganze Länge des Viaductes.

Die zuerst geplante Führung des einstweiligen Betriebsgeleises über das städtische Rheinwerft und verschiedene Lagerplätze daselbst für die Dauer des Bahnviaductbaues scheiterte an den hohen Entschädigungsforderungen, die für die örtliche Erschwerniß des hier bedeutenden Werftverkehrs erhoben wurden. Dagegen gelang es durch das Entgegenkommen der Provinzialverwaltung und durch vorübergehende Enteignung des erforderlichen Streifens einer städtischen Straße, die Geleisverlegung an der Landseite des Viaductes auf dem Strafsenrande entlang zu führen und das Geleis mittels eines starken Schwellenzaunes von der Straße abzuschneiden.

Die Aufhöhung des Bahnhofes begann erst nach Inbetriebsetzung des Nothbahnhofes unter Benutzung des rheinaufwärts abgedungenen, nach und nach verschwenkten Geleises unter allmählicher Hebung desselben sowie des Stranges von der Kiesladestelle bis zum rheinabwärts liegenden Bahnhofskopfe. Das einstweilige Betriebsgeleis durchschnitt die Bahnlinie am oberen Bahnhofsende in der ursprünglichen tiefen Lage. Die hierdurch entstandene Lücke wurde während der Hebung des Bahnhofes und der Ausführung des Viaductbaues durch beiderseitige Stütz-

mauern geschützt und nach Vollendung der Bauarbeiten bezw. vor der Ueberleitung des Betriebes auf das erhöhte Geleis mittels bereit gehaltener Kiesmassen innerhalb einiger Nachtstunden ohne nennenswerthe Beeinträchtigung des Betriebes ausgefüllt. Nunmehr erfolgte die Fertigstellung des dem gesteigerten Verkehrs der Strecke entsprechend erweiterten Bahnhofes, wie ihn Abb. 2 auf Blatt 46 zeigt.

Das Empfangsgebäude in Vallendar (vergl. die Grundrisse auf Blatt 45 und den Schnitt auf Blatt 46 Abb. 4) lag mit seinem Fußboden 0,59 m, mit der Kellersohle sogar 3,26 m unter der Hochwassermarken des Jahres 1882. Die Schienenoberkante des neuen Bahnhofegeleises wurde 0,82 m über diese Hochwassermarken gelegt. Um dem Fußboden des Erdgeschosses eine hochwasserfreie Lage zu geben, wurden die Kellergewölbe 0,8 m höher gelegt, wodurch die lichte Höhe des Erdgeschosses auf das Maß von 3,9 m sich verringerte. Die Kellersohle erhielt durch eine Hebung um 1 m eine solche Höhenlage, daß sie nun über hohem Mittelwasser liegt. Am Obergeschosse wurde nichts geändert, am Erdgeschosse sind dagegen Thür- und Fenstersimse entsprechend erhöht worden. Die Höhe der Fußbodenlage des Empfangsgebäudes bedingte, daß der Bahnsteig eine Steigung nach dem Geleis hin erhielt und daß er von den verschiedenen Räumen außerdem durch Stufen zugänglich gemacht wurde.

Das auf dem Bahnsteig abfließende Tagewasser wird durch einen vor dem Gebäude angelegten gemauerten und durch geschlitzte eiserne Platten abgedeckten Canal abgeführt.

#### Viaduct bei Vallendar.

(Blatt 46 und 47.)

Der in Ziegelsteinen gewölbte 779 m lange Viaduct bei Vallendar ist fast ganz auf dem Boden des alten Bahnkörpers erbaut. Wegen der räumlich äußerst beschränkten Baustelle war die Bauausführung sehr schwierig und wegen des aufrecht zu erhaltenden Bahnbetriebes sehr verantwortlich. Das dicht neben der Viaductstrecke belegene einstweilige Betriebsgeleis, welches während der Brunnen Gründung wiederholt verlegt und mit seinen beiden Enden an die bestehenden Geleise wieder angebunden werden mußte, ist auch für den Fortgang der Arbeiten insofern störend gewesen, als dasselbe nur in abgekürzten Zugpausen betreten werden durfte und eine Störung des Betriebes auf der mit 60 Zügen täglich belasteten Strecke vermieden werden mußte. Die vorhandenen acht Wege, welche die Bahn kreuzen, erforderten Unterführungen mit eisernem Ueberbau in Zwillingsträgerform von 3 m Lichthöhe, weshalb der Viaduct eine etwas höhere Lage erhielt, als durch das Hochwasser vom Jahre 1882 bedingt war. Drei der Wegeunterführungen sind zum Schutze des Publicums nachträglich mit einer bogenförmigen Wellblechdecke versehen worden.

Bei Benutzung der Pfeiler der Unterführungen als Widerlagspfeiler der Viaductgewölbe entstanden sieben ungleich lange Gruppen mit 61 überwölbten Oeffnungen von 9,9 bis 10,1 m Spannweite (Blatt 47). Die rechnerisch und graphisch durchgeführte Untersuchung der erforderlichen Gewölbe- bezw. Pfeilerstärke ergab für das Gewölbe bei Anwendung von Ziegelmauerwerk 0,64 m Stärke und für die Pfeiler in Kämpferhöhe bei Anwendung von Bruchsteinmauerwerk 1,65 m bezw. 2,4 bis 2,53 m Stärke.

Gründung. Während bei dem ein Jahr früher erbauten Viaducte bei Linz (Blatt 47), der, abgesehen von der Länge, nahezu gleiche Maßverhältnisse hat, schon in mäfsiger Tiefe

tragfähiger Kiesboden vorgefunden wurde, auch die Wände der Baugruben sich standfähig zeigten, gestalteten sich die Verhältnisse bei Gründung des Viaducts bei Vallendar erheblich schwieriger. Die Bodenuntersuchungen ergaben hier auf reichlich zwei Drittel der Länge des Viaducts unter 1,1 bis 1,7 m tiefem aufgefüllten Boden eine 2 bis 3,5 m tiefe Schicht leichten sandigen Lehmes, hierunter eine 1,9 bis 3 m starke Schicht schlammigen blauen Thons mit Sand (Fliefs) und erst in einer Tiefe von 6,1 bis 6,7 m unter der Oberfläche festgelagerten Kiesboden. Im andern Drittel fehlte die Thonschicht, und die obere Lehmschicht zeigte sich schwächer, sodaß der Kies schon bei 4 m Tiefe vorgefunden wurde. Untersuchungen über die Tragfähigkeit des Lehmboedens mittels belasteter, in Cement gemauerter Probepfeiler ergaben, daß einzelne derselben bei 3 kg Belastung auf 1 qcm der Grundfläche 60 mm, bei 6 kg Belastung bis zu 525 mm versanken, wogegen ein auf dem Kies aufgemauerter Pfeiler bei 4 kg Belastung 7 mm, bei 5 kg bis 8 mm, bei 6 kg bis 13 mm und bei 10 kg in zwei Monaten bis 43 mm sank und dann zur Ruhe kam. Diese sehr ungünstigen Ergebnisse waren besonders dem Umstande zuzuschreiben, daß die Fliefsand enthaltende Lehmschicht theilweise vom Grundwasser zu einer breiartigen Masse verwandelt wurde. Diese Aufweichungen wurden nach den Beobachtungen durch das über der undurchlässigen Lehmschicht nach dem Rheine hinabfließende, an dem Fuße der Probepfeiler sich ansammelnde Grund- und Bergwasser verursacht. Eine gleiche Gefahr war bei wiederkehrendem Hochwasser zu befürchten. Die vielfachen Risse der an der Bahn belegenen Wohngebäude in Vallendar bezeugen, wie wenig tragfähig der Lehmboeden ist.

Hiernach wurde die Gründung auf Kies und zwar unter Annahme einer Beanspruchung der tragenden Kiesschicht bis zu 6 kg Höchstbelastung auf 1 qcm als zulässig erachtet und festgehalten. Um die zweckmäfsigste Art der Gründung zu ermitteln, wurde zunächst ein Versuchsschacht bis auf den Kies abgeteuft. Als hierbei sich wenig Wasserandrang zeigte, schien das Ausschachten und Verzimmern der Baugruben in ganzer Pfeilerlänge — wenn nöthig mit Getriebezimmern — die rascheste und billigste Art der Gründung zu sein. Weitere Versuchsschächte konnten in dem lehmigen und thonigen Untergrunde bis etwa 1 m über der tragfähigen Kiesschicht fast ohne nennenswerthe Wasserhaltung abgeteuft werden und selbst bei einem 6,6 m unter der künftigen Höhenlage der Schienenoberkante auf die tragfähige Kiesschicht niedergebrachten Versuchsschachte von 1,5 m im Geviert wurde als größter Wasserandrang ein Steigen von 28 cm innerhalb zweier Stunden beobachtet, welche Wassermenge aber mit einer doppelten Baupumpe gewöhnlicher Art leicht bewältigt wurde. Bei der späteren Gründung der Pfeiler und bei Senkung der Brunnen mußten jedoch hin und wieder zwei Pumpen zur Verwendung kommen, weil durch den in der Lehmschicht und der Lette vorkommenden Fliefsand die Pumpenventile sehr häufig undicht wurden und alsdann eine Pumpe nicht imstande war, das Wasser aus der Baugrube zu heben. Deshalb wurde eine dritte Pumpe stets in Bereitschaft gehalten.

Bei Herstellung der ersten Baugrube zeigte sich nun ein sehr starker Erddruck und eine hohe Gefährdung des dicht an der Baugrube entlang führenden einstweiligen Betriebsgeleises; auch wurde die Arbeit so kostspielig, daß für die Folge von der Verzimmern abgesehen und ein anderer Versuch mit dem Eintreiben von Spundwänden gemacht wurde. Die hierzu verwendeten Wellblechtafeln bewährten sich im allgemeinen gut,

doch ergab sich die Schwierigkeit, daß dieselben beim Einrammen längs des Geleises in das Normalprofil des freizuhaltenden Raumes hineinragten, vor Ankunft der in kurzer Zeit einander folgenden Züge nicht immer genügend tief eingetrieben werden konnten, sodafs Betriebsstörungen entstanden. Da sich ferner das Wiedergewinnen der Blechtafeln nach erfolgter Aufmauerung häufig als unausführbar erwies, auch eine plötzlich eintretende Senkung des Betriebsgeleises nicht hatte verhütet werden können, so wurde auch diese — im übrigen etwa 24 pCt. billigere — Gründungsart aufgegeben und das Senken von Brunnen, für jeden Pfeiler zwei, beschlossen. Um dabei das Betriebsgeleis vollkommen sicher zu erhalten, wurden zunächst sämtliche rheinseitige Brunnen abgesenkt, mit Beton gefüllt und das Grundmauerwerk bis zur Planumshöhe des alten Betriebsgeleises hergestellt, darauf eine Kiesbettung in Länge der ganzen rheinseitigen Viaducthälfte aufgebracht und darüber einstweilen das Betriebsgeleis gestreckt, wo es nunmehr durch Absenken der landseitigen Brunnen nicht mehr gefährdet werden konnte. Die Arbeit ging rasch von statten und die Brunnengründung ergab gegen die ursprüngliche Getriebezimmerng eine Kostenersparnis von etwa 40 pCt. Zunächst wurde die Baugrube, soweit sie ohne Verzimerng stand (1 bis 1,5 m tief), ausgehoben und dann auf dem Boden derselben eine doppelte Bohlenunterlage in rechteckiger, dem Pfeiler angepaßter Form verlegt. Darauf wurden die Brunnen gemauert. Für die ersten Brunnen wurden Ziegelsteine verwendet, doch erschien es bei den lagerhaften und erheblich billigeren Bruchsteinen angezeigt, auch mit letzteren einen Versuch für die Brunnenaufmauerung zu machen. Bis auf den unteren nach innen überzukuragenden Theil des Brunnens gelang derselbe vollkommen und es wurden nunmehr sämtliche Brunnen auf der unteren Ziegelauskragung in Bruchsteinen hergestellt.

Zur Füllung der Brunnen wurde nach verschiedenen Versuchen ein magerer Beton, bestehend aus fünf Theilen groben Kieses, einem Theil Fettkalkteich und einem Theil Trafs gewählt.

Es sei noch erwähnt, daß Probelastungen bis zur Höhe der doppelten berechneten Belastung (45 000 kg) eine Einsenkung des Brunnens in die Kiesschicht von nur 23 mm bewirkten.

Aufgehendes Mauerwerk. Die Ausführung der Pfeiler und Widerlager erfolgte in Grauwackenbruchsteinen mit hammerrecht bearbeiteter Ansichtsfläche unter Verwendung von Eckquadern und Kämpfersteinen aus Basaltlava. Die Gewölbe bestehen aus Ziegelmauerwerk mit Ziegelverblendung der Stirnflächen.

## Neuerungen an Schiffahrtsschleusen.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 48 im Atlas.)

An die Schiffbarkeit der Wasserstraßen werden neuerdings derartig erhöhte Anforderungen gestellt, daß es der vollständigsten Ausnutzung aller zu Gebote stehenden Mittel bedarf, um den gestellten Aufgaben gerecht zu werden. Da jedoch für die Schiffahrt zu große Gefällverhältnisse nur durch Schleusen überwunden werden können, so bleibt bei gesteigertem Verkehr stets die Forderung bestehen, es möge die Leistungsfähigkeit der Schleusen erhöht werden. Wie dem Eisenbahnwesen die Gleichartigkeit der Betriebseinrichtungen zu großem Nutzen gereicht hat, so wird auch für den Schiffsverkehr eine ähnliche Grundlage geeignet sein, den stets wiederkehrenden Anforderungen auf weitere Verbesserung der Schiffahrtseinrichtungen Genüge zu

Gegen das Eindringen des Tagewassers wurden die Gewölbe in der auf Blatt 47 gezeichneten Weise durch eine Asphaltabdeckung geschützt. Die Ableitung des Wassers erfolgt durch trichterförmig gegossene, an den Kämpfern angebrachte eiserne Röhren. Um die „Kapellen“ möglichst vor Frost zu schützen, sind in Vallendar die sogenannten Ochsenaugen nach der Rheinseite hin zugemauert, nach der Landseite, woher das Einsteigen erfolgt, mit Gitterwerk und Vorsatzbrettern geschlossen. Beim Viaduct bei Linz erfolgt das Einsteigen durch das für gewöhnlich abgedeckte Mannloch des Schachtes und Ochsenaugen sind hier nicht angebracht. Trotzdem sind bei den Viaducten sämtliche Abflusrröhren wiederholt zugefroren und die Wasserableitung hat dann bei plötzlich eingetretenem Thauwetter Schwierigkeiten verursacht. Die stark verjüngte Form der Röhren erleichtert die Entfernung des Eises aus denselben, welches nicht selten schon von selbst herausrutscht.

Das Gelände des Viaducts bei Vallendar ist aus gezogenen schmiedeeisernen Röhren, Flacheisen und aus hämmerbarem Gußeisen hergestellt und hat unter Beachtung des einzuhaltenen Profils des lichten Raumes für das Betriebsgeleis, sowie zur Gewinnung von Raum zum Ausweichen der Bahnarbeiter während der Vorbeifahrt der Züge die auf Blatt 47 angedeutete Form erhalten.

Bauleitung. Die Ausarbeitung des Entwurfs erfolgte durch das bautechnische Bureau der Königlichen Eisenbahndirection in Köln (rechtsrheinisch) unter Leitung des Herrn Regierungs- und Baurathes Rumschöttel. Die Bauausführung der Höherlegung und des Streckens des zweiten Geleises war unter Leitung des Königlichen Eisenbahn-Betriebsamtes in Neuwied den drei zu dem Zweck besonders eingerichteten Bauabtheilungen, denen die Königlichen Regierungs-Baumeister Herr Karsch in Linz, bzw. Günther in Neuwied und Maley in Vallendar vorstanden, übertragen.

Die Arbeiten begannen im December des Jahres 1884 in den Abtheilungen Linz und Neuwied und wurden hier im Herbst des Jahres 1886 im wesentlichen beendet, wohingegen die Vollendung der Arbeiten innerhalb der Abtheilung Vallendar erst im Mai des Jahres 1888 erfolgte.

An den Baustellen rollten täglich gegen 60 Züge vorbei, doch hat keiner eine nennenswerthe Störung erlitten; auch ist ein Unfall bei den Arbeiten nicht zu beklagen gewesen.

leisten. Dabei ist als leitender Gedanke stets der Grundsatz festzuhalten, daß nur diejenigen Verbesserungen Aussicht auf Erfolg haben, welche in der denkbar einfachsten Weise große Wirkungen zu erzielen suchen. Hauptsächlich bezieht sich dies bei unseren Schleusen auf die Bewegungsvorrichtungen für die Thore und Schütze, da diese so nothwendigen Einrichtungen das hauptsächlichste Hinderniß für einen geregelten raschen Schiffahrtsbetrieb auf unseren künstlichen Wasserstraßen bilden. Jede Verbesserung dieser Anlagen ist daher dankbar anzuerkennen. Bedenkt man nun, daß jede Stauanlage eine bestimmte Wasserkraft erzeugt, so ist es das natürlichste, daß dieser sich von selbst ergebende Vortheil so viel wie möglich zum Besten

der Schiffahrt ausgenutzt werde; wenn dies bisher nicht in genügendem Maße erfolgt ist, so hat es einerseits darin seinen Grund, daß wegen Mangels an Speisewasser die Ausnutzung dieser Wasserkraft nicht erlaubt war, andererseits die bisherigen Einrichtungen für den Betrieb mancherlei Unzuträglichkeiten aufweisen, die ihre allgemeine Anwendung nicht rathsam erscheinen ließen. Neuerdings ist nun bei den umgebauten Schleusen des Canals Saint Denis eine Bewegungsvorrichtung für die Thore und Schütze zur Ausführung gelangt, die als eine wesentliche Verbesserung anzusehen ist, weil sie den gesteigerten Anforderungen vollauf entspricht, wie der technische Attaché in Paris, Herr Regierungs- und Baurath Pescheck, auf Grund der von ihm selbst an Ort und Stelle gemachten Beobachtungen mittheilt.

Der Umbau der Seine-Canalisierung zwischen Paris und Rouen auf einen zulässigen Tiefgang der Schiffe von 3 m und auf eine Fahrtiefe von mindestens 3,20 m hat einen entsprechenden, jetzt in der Ausführung begriffenen Umbau des Canals von St. Denis nach sich gezogen. Die Herstellung der großen Fahrtiefe auf der Seine, welche zur Zeit als vollendet angesehen werden kann und einen Gesamtaufwand von 51 Millionen fr. verursacht hat, wurde, wie nebenbei erwähnt werden mag, s. Z. veranlaßt, weil man bei einem 2 m eintauchenden Schiffe etwa 22% todes Gewicht, bei 3 m Eintauchung nur 16,6% todes Gewicht zu ziehen hat. Diesem theoretischen Vortheil stand der Baukosten-Unterschied gegenüber. Der Anschlag für 2 m Eintauchung belief sich auf 13 Millionen, für 3 m auf 24 Millionen fr., und es sollte anfangs der Entwurf für 2 m zur Ausführung kommen. Die endliche Entscheidung fiel nur deshalb für den Entwurf von 3 m aus, weil das Seine-Departement, wohl in der Hoffnung auf einen regen Dampferverkehr mit England und den festländischen Küsten, nur unter dieser Bedingung 6 Millionen fr. beisteuern wollte. Die Erhöhung des Voranschlags von 24 auf 32 Millionen fr. wurde durch später beschlossene Vergrößerung der Schleusen zur Aufnahme ganzer Schlepplüge bewirkt. Vergleicht man jetzt jenen entscheidenden Zuschuß des Seine-Departements von 6 Millionen mit den wirklichen Baukosten von 51 Millionen fr., so verliert dieser Beweggrund doch sehr an Gewicht, und man kann gegenwärtig noch darüber in Zweifel sein, ob die technisch so hervorragende Leistung der Herstellung einer Flussschifffahrt von 3 m Tiefgang, wo die Nadelwehre nicht mehr anwendbar waren und andere Vorrichtungen erdacht und ausprobiert werden mußten, sich auch wirtschaftlich als hinreichend begründet erweisen wird.

Der Canal St. Denis verbindet nun die Seine unterhalb Paris mit dem Haupthafen der Stadt, dem hochgelegenen Becken von La Villette, er kürzt die Entfernung zwischen St. Denis und Paris von 21 km auf der Seine auf 7 km ab und zieht demgemäß auch den größeren Theil des Verkehrs auf der unteren Seine, der nach Paris bestimmt ist, an sich. Der Canal besitzt zwölf Schleusen, vier einfache und acht gekuppelte, das Gefälle der ersteren beträgt gleichmäßig 2,30 m, dieselben sind bereits alle umgebaut, die letzteren dagegen sind noch nicht in Angriff genommen, man beabsichtigt aber je zwei Paar gekuppelte durch einfache Schleusen mit Gefällen bis 9 m zu ersetzen. Die Vermehrung der Wassertiefe von 2 m auf 3,2 m konnte nach den örtlichen und sonstigen Verhältnissen nur durch eine Vertiefung des Canals erreicht werden, und die neuen Schleusen mußten einerseits imstande sein, die größten auf der Seine fahrenden Schiffe aufzunehmen, andererseits mußten alle Ueber-

treibungen vermieden werden, welche große Kosten und einen in Anbetracht der beschränkten Speisung — das Speisewasser des Canals geht für die Wasserversorgung der Stadt Paris verloren — übermäßigen Wasserverbrauch zur Folge gehabt haben würden. Die Abmessungen der neuen Canalschleusen entsprechen daher nicht ganz den neuen Seineschleusen. An einem Seinstau sind zwei Schleusen nebeneinander, die eine zur Aufnahme ganzer Schlepplüge mit 12 m Thorweite, 13 oder 16 m Kammerweite für die Nebeneinanderstellung zweier Schiffe, je nach Art des an der betreffenden Stelle zu erwartenden Schiffsverkehrs und mit verschiedener Kammerlänge, aber nie unter 100 m, ebenfalls bemessen nach dem Verkehr. Die Schleuse daneben, für einzelne Schiffe bestimmt, hat 45 m Nutzlänge und 8,20 m Weite. Diese ist für den Canal St. Denis maßgebend gewesen, daneben wird aber an jedem Stau noch eine gewöhnliche französische Normalschleuse von 5,20 m Weite und 38,5 m Nutzlänge ausgeführt, welche vornehmlich für die aus den nördlichen Kohlengebieten kommenden Schiffe bestimmt ist. Da diese Schiffe der Zahl nach etwa zwei Drittel aller auf dem Canal verkehrenden Schiffe ausmachen und die Verschiedenheit der Schiffe auch in Zukunft bleiben wird, so ist in der Herstellung der kleineren Schleuse nicht allein eine Erleichterung der Schiffahrt, sondern auch ein sehr wirksames Mittel der Wasserersparnis gesehen worden. Für die Seineschiffe eine größere Breite als 8,20 m anzunehmen, etwa 12 m wie bei den großen Seineschleusen, erschien überflüssig, weil nach Ansicht der Transport-Unternehmer eine Vergrößerung der Schiffe nicht in Aussicht stehe, denn Flussschiffe von mehr als 4 bis 500 t Ladefähigkeit fänden zu schwer volle Befrachtung, eine etwaige Vergrößerung würde auch bloß die Länge, aber nicht die Breite von 8 m betreffen, weil die Baukosten der Schiffe schneller mit der Breite als mit der Länge wachsen. Aus diesem Grunde wird eine etwaige spätere Verlängerung der großen Schleuse des Canals von 45 auf 62,5 m Nutzlänge gleich beim Bau durch Hinzufügen einer dritten Thorkammer vorgesehen. Hierzu ist allerdings zu bemerken, daß auf dem Rhein bereits Schiffe von 1000 bis 1200 t Ladefähigkeit fahren, und zwar hat ein Rheinschiff von 1100 t eine Länge von 76 m, eine Breite von 9,5 m und beladen einen Tiefgang von 2,25 m.

Die unmittelbare Nebeneinanderstellung beider Schleusen erschien so vortheilhaft, daß sie selbst auf Kosten bedeutender Unbequemlichkeiten gewählt werden sollte, da sie die Vereinigung aller Bewegungsvorrichtungen auf der Mittelmauer, das Freilassen der Seitenmauern und die Unterbringung aller Füllcanäle in der Mittelmauer ermöglichte, sodaß die Thore ganz frei von Schützöffnungen bleiben konnten. Diese Anordnung bestimmte ferner die Wahl der Thore, nämlich der einflügeligen, mit den Zapfen an der Mittelmauer. Es werden somit bei den neuen Schleusen die Kammern nicht durch Thorschütze und Umläufe gefüllt und entleert, sondern durch Zuleitungen längs der Kammerwand, und der ganze Schleusendienst ist auf der Mittelmauer vereinigt. Hierdurch wird der Vortheil erreicht, daß der Schleusenmeister auf dem kürzesten Wege zu allen beweglichen Theilen gelangen kann und in der Lage ist, alle Verhältnisse gut übersehen und vorkommende Mängel schnell beseitigen zu können. Die Ausnutzung der Mittelmauer zum Unterbringen der erforderlichen Füllcanäle gewährt gleichzeitig den Vorzug, daß die das Erdreich stützenden Seitenmauern nicht am Fußpunkte durch diese Canäle geschwächt und daher sparsamer hergestellt werden können. Die einflügeligen Thore haben ferner die gänzliche Vermeidung von Werksteinen ermöglicht.

Bei den bisher umgebauten vier Schleusen sind sodann auch zwei bemerkenswerthe Versuche zur Ausnutzung der Kraft des Schleusengefälles für die Bewegung der einflügeligen Thore, welche also verhältnißmäßig schwerer sind als Stemthorflügel, zur Durchführung gekommen. Der eine dieser beiden Versuche benutzt die Wasserkraft mittels einer Turbine zum Treiben von Druckpumpen und Herstellung von Druckwasser, welches dann die Bewegung der Thore bewirkt. Er bietet somit nichts grundsätzlich Neues<sup>1)</sup> und hat vielmehr seine Bedeutung in der sehr zusammengefaßten Anordnung der Bewegungsvorrichtungen. Der andere Versuch dagegen ist neu. Hier treibt die Turbine durch Zahnradvorgelege eine Hauptwelle, welche die weiteren Kraftübertragungen vermittelt. Die Bewegung der Thore geschieht bei der zuerst umgebauten Schleuse durch eine Eisenstange, die mit dem einen Ende gelenkartig auf dem oberen Thorrahmen, beim kleineren Thore in der Mitte, beim größeren auf ein Drittel der Länge vom Drehpunkt ab, befestigt ist, und deren anderer Endpunkt in gerader Linie mittels eines Schlittens auf dem oberen Flansch eines festgelegten I-Eisens gleitet. An dem Schlitten ist eine Kette ohne Ende befestigt, welche sich um zwei Capstans legt, es genügt also, eins der Capstans in dem einen oder anderen Sinne zu drehen, um das Oeffnen und Schließen des Thores zu bewirken. Das eine Capstan erhält seine Bewegung von der Hauptwelle, das andere kann mit der Hand bewegt werden und bietet so ein Aushülfsmittel. Die ganze Einrichtung hat 24000 fr. gekostet und soll sich bis jetzt gut bewährt haben.<sup>2)</sup>

Bei den später umgebauten zwei Schleusen hat diese neue Bauart noch eine weitere Vervollkommnung erfahren, und sollen diese neuesten Ausführungen in folgendem an der Hand der dem „Génie civil“ vom 22. Juni 1889 entnommenen Zeichnungen auf Blatt 48 eingehender beschrieben werden. Wie noch vorweg bemerkt werden mag, handelt es sich hier hauptsächlich um eine Einrichtung für Flufscanalisationen, da dieselbe einen gewissen, wenn auch anscheinend unerheblichen Ueberflufs an Speisewasser voraussetzt, welcher in den Scheitelhaltungen der meisten Canäle nicht vorhanden ist. Dies schließt jedoch nicht aus, dafs auch in den unteren Haltungen der Canäle, wenn durch seitliche Zuflüsse für genügendes Speisewasser gesorgt wird, diese Einrichtung eine zweckmäßige Verwendung finden kann. Jedenfalls würde sie bei der Canalisation unserer Flüsse und Erweiterung unserer älteren Canäle vortheilhaft zu verwenden sein und deshalb einer näheren Beachtung wohl werth erscheinen.

In der Mittelmauer befinden sich drei Canäle, ein oberer und zwei untere, siehe die Abbildungen 1 bis 7. Der obere Canal geht unmittelbar von der oberen Haltung aus und kann je nach Bedürfnifs mit den unteren Canälen *GG* durch die Cylinderschütze *AA* bzw. *B*, oder auch durch ein viertes Schütz *H* mit dem unteren Canale *E* verbunden werden, sodafs im letzteren Falle die beiden Haltungen unmittelbar mit einander in Verbindung stehen und eine Speisung der unteren Haltung unter Umgehung der Schleusenkammern stattfinden kann. An seinem unteren Ende speist der obere Canal endlich eine Turbine *T*, welche die Bewegungsvorrichtungen für die Thore in Betrieb setzt. Von den unteren Canälen steht jeder in Verbindung mit einer Kammer durch die Ausflufsrohre *L*. Etwas

oberhalb der Unterthore sind sie durch Ueferfallmauern *MM*, deren Kronen 0,60 m über dem Unterwasser liegen, in zwei Theile getheilt. In dem oberen sind sie vollständig getrennt, *GG*, in dem unteren vereinigen sie sich zu einem Canale *E*, der unmittelbar in die untere Haltung führt. Die Verbindung zwischen den beiden Theilen *GG* und *E* geschieht durch die Cylinderschütze *CC* einerseits und *D* andererseits, die auf den Ueberfallmauern aufsitzen. Die von den Längscanälen nach den Schleusenkammern gehenden Rohre *L*, Abb. 1 und 8, sind Thonrohre, welche in den Schleusenboden versenkt sind und sich, nach oben offen, abwechselnd bis 1 m von der Mittelmauer bzw. bis zur Seitenmauer erstrecken. Dieselben gewähren den erforderlich grossen Querschnitt, um nicht nur ein rasches Füllen und Entleeren der Schleusenkammern ausführen zu können, sondern auch die Schiffe vor den Stofswirkungen der austretenden Wasserstrahlen zu schützen, denn die lebendige Kraft der austretenden Wasserstrahlen wird durch die über denselben lagernde Wasserschicht gebrochen. Herr Regierungs- und Bau-rath Pescheck sagt über die Wirkung dieser Rohrleitungen: „Niemals habe ich das Wasser so gleichförmig, ich möchte sagen so milde und doch so schnell in einer Schleuse aufsteigen sehen. Ein Seineschiff von 8 m Breite hob sich ohne die geringste Erschütterung und ohne irgendwie an Tauen festgehalten zu werden“.

Der Hauptvorzug der Anlage besteht jedoch in der Bewegungsart der Schleusenthore, wenn auch die Gesamtanordnung die Verwendung von Stemthoren ausschliesst und die Anordnung einflügeliger Thore, die an der Mittelmauer gelagert sind, bedingt. Die im Canal St. Denis ausgeführten Thore schliessen eine Schleusenweite von 8,20 m ab und lassen sich sehr leicht bedienen. Dafs Thore für 10 m Schleusenweite, die als das zu erstrebende Ziel anzusehen sind, bei gleicher Anordnung der Lagerung sich in gleicher Weise bewegen lassen, wird durch die weiter folgenden Betrachtungen einleuchten, da eine entsprechende Steigerung des Schleusengefälles und der Zufufsmenge zur Turbine möglich ist. In der Hauptsache besteht die Bewegungsvorrichtung für die Thore in einer vom Ober- bis zum Unterhaupt reichenden Hauptwelle *a*, welche auf der Oberfläche der Mittelmauer gelagert ist und mittels Kegelradübersetzung ihre Drehbewegung von der Turbine erhält. Die Welle giebt die Drehbewegung ebenso an senkrecht zu ihrer Richtung abgehende Wellen *x* zur Bewegung der Thore ab, siehe Abb. 2 und 9. Die Hauptwelle *a* ist gegen die Mittellinie der Mauer verschoben, wodurch die Einschaltung einer Zahnradübersetzung *y* erforderlich geworden ist. Die Verzahnung dieser Räder ist keilförmig, um ein volleres und weiches Eingreifen der Zähne in einander zu bewirken, was sich durch geräuschlosen Gang kund giebt. Die Bewegung der Thore geschieht mittels Zahnquadranten, auf welche durch das Zahnrad *r* und die Kegelräder *s* und *c* sowie *m* und *d* oder *e* die Drehung der Welle *a* übertragen wird. Für den Fall, dafs die Turbine nicht arbeitsfähig ist, kann jedes Thor durch Handbetrieb bewegt werden, wenn das Kegelrad *m* aus- und *c*<sub>1</sub> in *t* eingeschaltet wird. Die Schraube ohne Ende *q* wird dann durch ein Handrad in Wirksamkeit gesetzt. Je nachdem, ob die Thore bei drehender Welle vorwärts bzw. rückwärts bewegt werden sollen, werden mittels eines Stellrahmens *k* auf der Hauptwelle *a* sitzende Klauenkuppelungen *g* und *h* in das eine oder andere von den beiden lose auf der Welle laufenden Kegelrädern *d* oder *e* eingerückt, während, wenn das Thor in seiner Lage bleiben soll, die Kuppelungen ausgerückt bleiben, und die beiden Kegelräder leer laufen.

1) Vergl. Jahrg. 1884 der Zeitschr. f. Bauw. S. 32 u. f. Schleusen-anlage bei Bougival.

2) Annales des ponts et chaussées, 1886, I, S. 730 u. f.

Es sind somit zur Bewegung der Thore zwei Handtirungen erforderlich: erstens muß die Turbine in Gang gesetzt werden durch Heben des Turbinenschützes, welches vermittelst der auf der Mittelmauer in Kipplagern ruhenden hohlen Eisenstange *b* durch Aufsetzen von Handhebeln in Höhe jedes Schleusenthores erfolgen kann, wobei ein am oberen Ende der Stange angebrachtes Gegengewicht die Bewegung erleichtert, zweitens muß der Stellrahmen *k* in die der beabsichtigten Thorbewegung entsprechende Stellung gestellt werden. Da der Schleusenmeister beide Handtirungen an ein und derselben Stelle zur Ausführung bringen kann, so wird viel Zeit für den Betrieb erspart. Die Cylinderschütze *A*, *B*, *C* und *D* zum Füllen bzw. Entleeren der Schleusenammern, sowie der Grundablaß *H* werden gleichfalls mit der Hand betrieben. Alle Anordnungen sind so getroffen, daß der Schleusenmeister auf möglichst kürzestem Wege zu allen Betriebsanlagen gelangen kann, außerdem sind alle Theile der Bewegungsvorrichtungen möglichst einfach und roh bearbeitet gehalten, sodafs der Schleusenmeister, ohne besondere technische Kenntnisse zu besitzen, die fehlerhaft gewordenen Theile leicht ausbessern oder durch Ersatzstücke ergänzen kann. Beistehendes Bild zeigt noch eine Aufsicht auf die Mittelmauer mit allen Bewegungsvorrichtungen.



Aufsicht auf die Mittelmauer der Schiffahrtsschleusen am Canal St. Denis.

innerhalb 24 Stunden durch die größere Schleuse 40 und durch die kleinere 60 Fahrzeuge gehen können; setzt man dieselben alle halb beladen voraus, was unter der Wirklichkeit ist, so würde dies einen Verkehr von jährlich 7 000 000 t ausmachen, d. i. soviel, wie der Verkehr auf den drei Pariser Bahnhöfen du Nord, de l'Est und de l'Ouest-Saint-Lazare zusammen. Der Preis aller Bewegungsvorrichtungen einer solchen Schleusen-Anlage beläuft sich auf 19 000 fr. oder rund 15 000 *M*. Die Schlenungszeiten betragen für die

	große Schleuse	kleine Schleuse
Füllung . . . . .	4 Min. 39 Sec.	3 Min. 44 Sec.
Leerung . . . . .	8 " 36 "	3 " 58 "
Thorbewegung . . . . .	2 " 18 "	1 " 11 "

Die Kraftübertragung mittels Welle wird mit der Kraftübertragung durch Druckwasser wie folgt verglichen. Aufser dem schreienden Mißverhältnifs zwischen der Nutzleistung der Kraftübertragung und ihrer geringen Länge hat das Druckwasser ihm inwohnende Nachteile: die unvermeidlichen Undichtigkeiten der Hahnvorrichtungen (solch Druckwasser muß gegen 50 Atmosphären Spannung haben) und die Unsicherheit der Leitungen

Nach dieser allgemeinen Beschreibung der Betriebsweise mögen hier noch einige Angaben über Einzelausführungen und deren Wirkungen am Platze sein. Im vorliegenden Falle bei 2,30 m Schleusengefälle verbraucht die Turbine 0,27 cbm Wasser in der Secunde und hat bei 75% Nutzwirkung eine Kraftleistung von  $0,75 (2,3 \cdot 0,27 \cdot 1000) \frac{1}{75} = \text{rd. } 6$  Pferdestärken.

Bei entsprechend größerem Gefälle und größerer Wasserzuführung wird die genügende Kraft für Bewegung der vorher erwähnten größeren Thore auch erzielt werden können. Die Turbine soll bei einer Schleusung durch die kleine Kammer etwa 50 cbm und bei einer Schleusung durch die größere Kammer etwa 100 cbm Wasser verbrauchen. Dies giebt bei den erforderlichen Schleusenfüllungen von 550 bzw. 1000 cbm Wasser, da wegen des abwechselnden Berg- und Thalverkehrs nur  $\frac{2}{3}$  dieser Menge zu rechnen sein wird, einen Mehrbedarf an Speisewasser von etwa 15%, woraus ersichtlich, daß das Bedürfnis der Turbine verhältnißmäßig gering ist. Dies wird sich desto günstiger gestalten, je mehr die Länge der Schiffe im Verhältnifs zur Breite zunimmt, da der Widerstand der Thore für die Bewegung derselbe bleibt. Beiläufig bemerkt, ist man der Ansicht, daß infolge der durch diese Bewegungsweise erzielten Zeitersparnis

bei Frost, welcher sicher zur Einstellung der Benutzung noch vor dem Aufhören der Schiffahrt zwingen wird. Bei einer der neuen Schleusen war anfangs zwischen Turbine und Bewegungsvorrichtung versuchsweise ein Kraftsammler, welcher Druckwasser erzeugte, eingeschaltet worden, dies hat sich aber so wenig bewährt, daß die ganze Anlage beseitigt und durch unmittelbare Kraftübertragung von der Turbine auf die Hauptwelle ersetzt worden ist.

Die einzelnen Ausführungen zeigen folgende bemerkenswerthe Anordnungen: Der Boden beider Schleusen ist gleichmäßig 0,30 m unter der Sohle der unteren Haltung gelegt, und die Thore haben sämtlich gleiche Höhe erhalten. Die Drempttiefe der Schleusen beträgt also 3,50 m, während der Canal auf der freien Strecke 3,20 m Wassertiefe hat. Es ist dies geschehen, weil eine Abfallmauer, welche niemals aus dem Wasser auftaucht, — und dies ist der Fall, wenn die Wassertiefe in den Haltungen größer als das Schleusengefälle ist — immer eine unsichtbare Klippe bildet, außerdem keinen Zweck hat, wenn nicht in den Thoren Oeffnungen sind. Ein sanftes Gefälle oberhalb der

Schleusen verbindet ihren Boden mit der Sohle der oberen Haltung, und es ist auf dem gemeinsamen Schleusenboden eine Schutzmauer von 2 m Höhe gebaut, welche den Schlamm vor dem Eintritt in die Schleusen abhalten soll, sodafs für denselben ein Ablagerungsort im tiefen Wasser geschaffen ist, wo man hoffen darf, dafs er sich anhäufen wird. Ein gleiches sanftes Gefälle verbindet auch den Schleusenboden mit der 0,30 m höher gelegenen Sohle der unteren Haltung. Diese tiefere Lage der Schleusenböden gegen die Canalsohlen erleichtert auch das Einfahren der Schiffe, weil das hierbei vom Schiff verdrängte Wasser leichter unter dem Schiff entweichen kann. Was ferner an Kosten für höhere Thore mehr erfordert wird, gewinnt man durch Verminderung des Mauerwerks für den Oberdremmel und Abfallboden, da die Schutzmauer erheblich weniger Material bedingt. Ein wesentlicher Vorzug der Ausführung liegt, wie bereits bemerkt, in der Vermeidung aller Werksteine; alle Maueranten sind in gewöhnlichem Bruchstein stark abgerundet oder abgeschärft hergestellt, und nur die Mauerbekrönung hat eine Einfassung durch ein Winkeleisen an der Kante erhalten. Damm-balkenfalze sind nicht vorhanden. Die Schleusenthore bestehen aus Eisengerippe, welche von Holz umrahmt und mit Holz bekleidet sind, ihre Rahmhölzer legen sich gegen hölzerne Anschlagsleisten, die reichlich starken Fugen zwischen Holz und Mauerwerk sind mit Theer ausgegossen. Die Drehachsen sind so angeordnet, dafs beim Oeffnen zwischen den Thoren und den

Anschlagsleisten ein großer Spielraum entsteht, welcher dem Wasser hinter dem sich drehenden Thore den Austritt und so das Bewegen des Thores erleichtert. Die einflügeligen Thore überstreichen allerdings mehr Raum als Stemmthore und bedingen daher längere Thorkammern. Diesem Nachtheil steht aber die Vermeidung aller theueren Werksteine in den Wendenischen gegenüber. Der Nachtheil, dafs die längeren Thorkammern mehr Speisewasser erfordern, fällt bei Canalisirung von Flüssen nicht ins Gewicht.

Sämtliche Schütze sind Cylinderschütze, die 0,60 m unter dem Unterwasserspiegel aufsitzen und sich in Nischen am Boden des oberen Längscanals befinden. Der Hauptvortheil der in den Abbildungen 10 dargestellten Cylinderschütze<sup>1)</sup> besteht in Vermeidung aller vom Wasserdruck verursachten Reibung, der bewegliche Cylinder erhält von allen Seiten gleiche Seitendrucke, die sich aufheben. Somit ist nur das Eigengewicht dieses Cylinders zu heben, um den Raum zwischen seinem Sitz und dem festen Cylinder für den Durchfluss frei zu machen. Er gleitet in dem festen Cylinder auf und nieder, und der Deckel des letzteren fängt den senkrechten Druck des Wassers auf. Dadurch, dafs nicht wie bisher die ganze Abfallhöhe abgeschlossen zu werden braucht, sind diese Schütze wesentlich vereinfacht.

So zeigen die ganzen Ausführungen viele beachtenswerthe Neuerungen, welche zur Nachahmung anregen.

Th. Janssen.

## Ueber den Einfluss der Stromregulirungen auf die Wasserstände in den Flüssen.

(Hierzu Abbildungen auf Blatt 49 im Atlas.)

Ogleich bereits mehrfach der Nachweis geführt worden ist, dafs die Regulirungen der Flußläufe eine Schädigung der Vorfluth-Verhältnisse für die anliegenden Ländereien keineswegs zur Folge haben, vielmehr, wenn richtig geplant und ausgeführt, einen geregelteren, gleichmäßigeren Abflufs des Wassers herbeiführen und, wo die Schifffahrt auf einem Flusse zu erhalten, zu verbessern oder zu ermöglichen ist, nur das Zusammenhalten des Wassers bei niedrigen Wasserständen in einem engeren aber entsprechend tieferen Stromschlauche bezwecken, begegnet man auch jetzt noch der Behauptung, dafs die Regulirungsbauten in einem Flusse dem Abflusse der Hochwasser hinderlich seien, daher das Austreten derselben über die Ufer förderten, eine Erhöhung des Grundwasserstandes zur Folge hätten und dadurch die Ergiebigkeit der angrenzenden Fluren erheblich schmälerten.

Was zur Widerlegung solcher Behauptungen gesagt worden, wird entweder mit Stillschweigen übergangen oder, wenn dies nicht thunlich ist, mit der Bemerkung zurückgewiesen, dafs man sich auf technische, durch mathematische Formeln begründete Ausführungen nicht einlassen könne, dafs man sich aber durch eigene Anschauung und durch langjährige Erfahrung von der Richtigkeit jener Behauptungen überzeugt habe und sich demzufolge durch theoretische Erörterungen nicht beirren lasse. Derartige Einreden werden gelegentlich auch von Männern aufgestellt, welchen man ihrer Bildung und äußeren Stellung nach weder die Befähigung zur allgemeinen Beurtheilung von Fragen, wie der vorliegenden, absprechen, noch andererseits den Vorwurf machen kann und darf, dafs sie entweder unbedachterweise oder gar aus eigennützigem Beweggründen unnachweisbare Behauptungen aufstellen und wider

besseres Wissen zu vertheidigen und aufrecht zu erhalten sich bestreben. Es dürfte deshalb der Versuch eines unter Vermeidung aller Formeln geführten Nachweises, welcher im Wesen der Flüsse und in den Wirkungen der Regulirungsbauten seine Begründung findet, nicht unangebracht erscheinen, des Nachweises nämlich, dafs das, was durch diese Bauten beabsichtigt und bewirkt wird, den Vorfluth-Verhältnissen der Flußgelände nicht schädlich sein kann und, soweit sich dies aus den seit einer Reihe von Jahren geführten Beobachtungen beurtheilen läßt, nicht schadenbringend, sondern eher nützlich gewesen ist, und dafs Beobachtungen aus einzelnen wenigen Jahren keineswegs zutreffende Schlüsse ergeben, solche vielmehr erst aus langjährigen Beobachtungen und Abwägung der mitwirkenden Ursachen gezogen werden können.

### Die Entwicklung eines Flußlaufes im allgemeinen.

Vergegenwärtigt man sich zunächst die Vorgänge, wie sie an jedem in Erde, Sand-, Thon- oder Lehmboden eingeschnittenen Flußlaufe, wenn derselbe völlig sich selbst überlassen ist, beobachtet werden können, so findet man, dafs in jedem lediglich im Detritus, d. h. in den Ueberresten durch mechanische oder chemische Einwirkungen zerstörter Gebirgsmassen, liegenden Flußbette die abfließenden Wassermassen nach Maßgabe ihrer jeweiligen Größe und der, aus dieser wie aus den Gefälle-Verhältnissen sich ergebenden Stromgeschwindigkeit und Kraft eine bald stärkere, bald schwächere, auswaschende Wirkung ausüben, welche so lange auf eine Erweiterung und Vertiefung des Flußbettes hinarbeitet, bis sich ein gewisser Gleichgewichts-

1) Annales des ponts et chaussées, 1886, II, S. 254 u. f.

zustand zwischen den auswaschenden Kräften und den durch die Auswaschung in Bewegung gesetzten Bodenmassen — welche gewöhnlich mit den Namen „Geschiebe“ und „Sinkstoffe“ belegt werden — herausgebildet hat. Dieser Gleichgewichtszustand tritt offenbar ein, wenn die abströmenden Wassermassen sich so stark mit Sinkstoffen beladen und durch Aufwendung der zur Fortbewegung derselben erforderlichen Kraft so viel an Geschwindigkeit an der Sohle und den Wandungen des Stromschlauches eingebüßt haben, daß sie nicht mehr imstande sind, das Flußbett weiter anzugreifen und Theile desselben in Bewegung zu setzen. Wo selbst die größte Abflußmenge eines Stromes dies nicht mehr vermag, liegt die Grenze für eine Veränderung seines Bettes.

Hat ein Hochwasser diese Grenze erreicht und ist ein Abfallen des Wassers wieder eingetreten, so muß mit der Abnahme der Wassermenge und der mit dieser eintretenden Verminderung der Geschwindigkeit ein Theil der in Bewegung gesetzten Sinkstoffe nothwendigerweise wieder zur Ruhe kommen, es tritt eine Ablagerung derselben — und zwar der größeren und schwereren zuerst, dann allmählich die der kleineren und leichteren — ein, und diese Ablagerung setzt sich mit der Abnahme der Wassermenge weiter fort, bis endlich jede Sinkstoffbewegung aufhört und im Flußbett selbst dann ein Zustand der Ruhe eintritt, welcher erst wieder gestört wird, wenn infolge von atmosphärischen Niederschlägen im Sammelgebiete des Flusses eine Vergrößerung der Abflußmenge und ihrer Geschwindigkeit eintritt und mit dem Wachsen derselben zunächst leichtere, dann schwerere Sinkstoffe, erst in geringerer, dann in größerer Menge veranlaßt werden, ihre Wanderung wieder zu beginnen. Die Masse der wandernden Geschiebe steht hierbei naturgemäß immer in einem gesetzmäßigen Verhältniß zu der jeweiligen Abflußmenge, welche zugleich die Höhe des Wasserstandes bedingt, während die Korngröße der Geschiebe vorzugsweise von der Geschwindigkeit des Wassers, also vom Gefälle des Flusses und dessen Wassertiefe, abhängig ist.

Aus den im Vorstehenden angedeuteten Grundzügen ergibt sich ohne weiteres die Entwicklung eines Flusses, wenn derselbe sich selbst überlassen bleibt. Wenn bei einem größeren Hochwasser eine erhebliche Menge gröberer Geschiebes in Bewegung gekommen und mit der Ausbreitung des Wassers über das Gelände oder mit dem allmählichen Abfallen des Wassers infolge der dadurch herbeigeführten Verringerung der Stromgeschwindigkeit eine vorläufige Ablagerung des Geschiebes eingetreten ist, so wird ein nachfolgendes Hochwasser von geringerer Größe und Mächtigkeit eine solche Ablagerung auch nur in geringerem Umfange anzugreifen und wieder in Bewegung zu setzen vermögen. Der Strom wird an derselben also einen Widerstand finden, durch welchen er genöthigt wird, seitwärts auszuweichen und sich in minder widerstandsfähigem Boden eine neue Rinne auszuwaschen. Dasselbe tritt aber — infolge der Entstehungsweise solcher Geschiebeablagerungen — auch ein, wenn dem vorhergegangenen Hochwasser ein solches von gleicher oder doch nur wenig vermehrter Größe und Mächtigkeit folgt, denn die bei dem vorhergegangenen Hochwasser durch Uferabstürze usw. in den Strom gelangten und von demselben weiter geführten gröberer Geschiebe betten sich in das bei fallendem Wasser in abnehmender Stärke darüber und dazwischen sich ablagernde Flußmaterial so fest ein, daß sie nur durch wesentlich verstärkten Stromangriff wieder in Bewegung versetzt werden können. Es erfolgt in solchem Falle oft ein Uferabbruch und infolge der eingetretenen Richtungsveränderung

des Stromstriches jedenfalls eine weitere Abnahme der Stromgeschwindigkeit an der im Flußbette entstandenen Geschiebeablagerung, wodurch dann wiederum eine Verstärkung und Erhöhung der letzteren eintreten muß. Wiederholt sich ein solcher Vorgang des öfteren, verläuft außerdem ein längerer Zeitraum bis zum nächsten Hochwasser, sodaß sich auf der Ablagerung ein Pflanzenwuchs zu entwickeln vermag, so wird letztere schließlich so fest, daß sie auch gegen größere Hochwasser widerstandsfähiger wird, als dasjenige war, welchem sie ihren Ursprung verdankte. Es entsteht auf diesem Wege entweder eine Inselbildung im Flusse selbst oder, falls die Ablagerung sich an das dem in Angriff gerathenen gegenüberliegende Ufer anschloß, eine Stromkrümmung. Diese hat wiederum einen weiteren Uferabbruch, eine Stromkrümmung und letzterer gegenüber eine zweite Anhäufung weiter stromabwärts zur Folge, und es entsteht, indem sich dieser Vorgang wiederholt, aus dem ursprünglich geraden Flußlaufe allmählich ein gewundener mit dem unablässigen Bestreben, seine Windungen immer schärfer auszubilden. Die durch die Verlängerung des Weges herbeigeführte Verringerung der Stromgeschwindigkeit erzeugt wiederum eine vermehrte Ablagerung von Sinkstoffen und eine allmähliche Erhöhung des Flußthales und der Flußsohle, welche so lange fortschreitet, bis eine besonders hohe Wasserfluth die im Laufe der Zeit entstandenen Ablagerungen wieder abträgt oder durchbricht und auf diese Weise dem Flusse streckenweise einen kürzeren Lauf und ein verstärktes Gefälle wiedergibt. Früher entstandene, vielfach gewundene Flußstrecken werden dann nach und nach mit Sinkstoffen wieder gefüllt und kommen allmählich zur vollständigen Verlandung, während an anderen Stellen das soeben beschriebene Spiel von neuem beginnt. Ein derartig sich selbst überlassener Strom zeigt also zahlreiche Sandbänke, Inselbildungen, Stromspaltungen, kurz, eine vollständige Verwilderung mit ihren vielen nachtheiligen Folgen, namentlich neben erheblichen Landverlusten eine Verschlechterung der Vorfluth und damit höhere Hochwasserstände und Ueberschwemmungen, eine Hebung des Grundwasserstandes und Versumpfung der angrenzenden Gelände.

#### Allmähliche Versumpfung der Ufergelände.

Die letztgenannten Uebelstände treten besonders hervor in der Nähe der Ausmündung eines Flusses ins Meer, in einen Landsee oder in einen anderen größeren Fluß. Denn weil hier mit dem Fortfall des Gefälles die Ursache der Fortbewegung, die Stromgeschwindigkeit, aufhört, so kommen hier die sämtlichen mitgeführten, sowohl gröberer als feineren Sinkstoffe zur Ablagerung, und es bilden sich daselbst nach und nach Anschwemmungen, welche immer größere Höhe und Ausdehnung gewinnen und durch welche sich der Fluß schließlich seinen Abfluß nur noch durch Aufopferung eines Theils seines weiter oberhalb liegenden Gefälles zu erzwingen vermag. Mit dieser letzteren stellt sich natürlich eine Erhöhung des Wasserspiegels stromaufwärts ein und die Flußsohle erhöht sich aufwärts auch mehr und mehr, da jeder Fluß immer nur einen ganz bestimmten, durch seine Abflußmenge und seine Geschwindigkeit sich regelnden Querschnitt selbstthätig sich zu erhalten imstande ist. In gleichem Maße steigt auch der Grundwasserstand des Geländes und die Folge ist, wenn die Erhöhung des ganzen Flußthales mit diesem Steigen nicht Schritt halten kann, eine Versumpfung desselben, welche weiter und weiter fortschreitet, solange die Zuführung und die Bewegung der Sinkstoffe sich

fortsetzt. Im Schwemmlande hört dieselbe selbstverständlich nie auf.

#### Mittel zur Abhilfe.

Um diesen Wirkungen, wie sie in und an jedem sich selbst überlassenen Flusse naturgemäfs sich entwickeln müssen, nach Möglichkeit entgegenzuarbeiten, bietet sich im unteren Flußlaufe, wenn nicht etwa durch Oeffnung eines neuen, günstigeren Abflusses eine zeitweilige Zurückgewinnung früherer Verhältnisse oder durch Erbauung von Molen die Fortführung der Sinkstoffe bis zu einer Stelle des Sees oder Meeres von erheblicher Tiefe zu ermöglichen ist, kaum ein anderes Mittel als ein beständiges Hinwirken auf Erhöhung der Flußgelände und, wo dies nicht ausreicht, schließlicly nur noch eine Einpolderung und künstliche Entwässerung derselben. In den weiter aufwärts gelegenen Flußstrecken stehen außerdem die Vorkehrungen zur Verfügung, welche unter den Sammelnamen „Regulirungswerke“ fallen, und deren Hauptaufgabe immer die möglichste Beseitigung aller Unregelmäßigkeiten des Flußufers, die Befestigung der Ufer und deren Sicherung gegen Stromangriffe, sowie möglichste Festlegung der Sinkstoffe ist, weil nur hierdurch die Gefahren und Mifsstände, welche aus der Sinkstoff- und Geschiebe-Führung der Flüsse für die Landescultur wie für die Schifffahrt erwachsen, entweder ganz beseitigt oder doch wenigstens erheblich gemildert werden können. In der Regel sind solche Vorkehrungen in beiden Richtungen in hohem Grade förderlich und kommen vorzugsweise auch nur da zur Anwendung, wo sowohl der Schifffahrt als auch der Vorfluth Vorschub geleistet werden soll, sodafs es von vornherein als eine irrthümliche Ansicht bezeichnet werden mufs, dafs, was der Schifffahrt nützlich, der Landescultur schädlich sein müsse.

Die hauptsächlichsten Mafsnahmen zur Regulirung eines Flusses sind:

1. die Begradigung des Flußlaufes,
2. die Festlegung der Ufer desselben,
3. die Umformung des Querschnitts für Mittel- und Niedrigwasser,
4. die Begrenzung des Hochwasserprofils.

#### Begradigungen.

Die Begradigung eines Flußlaufes hat jedenfalls die Verstärkung des Gefälles, mithin auch der Stromgeschwindigkeit zur Folge, mufs also die Geschiebeführung beschleunigen und, namentlich falls die Zuführung neuer Sinkstoffe von oben her nicht mit der Abfuhr derselben Schritt halten kann, ein tieferes Einschneiden des Flußbettes bewirken. Eine Begradigung kann also, mag sie auf ein Verschieben der einspringenden oder Zurückziehen der vorspringenden Uferlinien sich beschränken oder in der Ausführung von Durchstichen bestehen, der Vorfluth nur förderlich sein und ist folglich der Landescultur nützlich, wenn ein rascheres und tieferes Abfließen des Grundwassers erwünscht ist. Nachtheilig könnte dieselbe nur dann werden, wenn in den neben und oberhalb einer begradigten Strecke belegenen Landflächen der Grundwasserstand bereits so tief läge, dafs durch eine Senkung desselben diese Flächen zu trocken würden, oder wenn die zunächst unterhalb belegenen Ländereien nicht die geringste Hebung des Grundwassers, wie sie sich unterhalb kleinerer Durchstiche infolge der eintretenden Ausgleichung des Gefälles zuweilen auf kurze Strecken zeigen kann, zulassen, oder endlich die Hochwassermassen des Flusses, wie dies durch

größere Durchstiche herbeigeführt werden kann, rascher zugeführt würden, als sie unterhalb abfließen können. In solchen Fällen wäre natürlich Vorkehrung zu treffen, dafs derartigen Uebelständen vorgebeugt würde. Im allgemeinen wird, da die Hochwasser mehr der Richtung des Flußthales als des Flußschlauches folgen, ein Durchstich nur ganz ausnahmsweise nöthig sein, namentlich nicht, wenn lediglich eine Förderung der Schifffahrt erstrebt wird, denn für diese ist die Begradigung eines Flusses nur insoweit nützlich, als scharfe, dem Durchfahren beschwerliche Krümmungen abgeflacht und dadurch für den Schifffahrtbetrieb bequemer gemacht werden, ein gleichmäßigeres Gefälle sich ausbildet und eine regelmäfsigere Bewegung des Wassers herbeigeführt wird, während jede unnöthige Verstärkung des Gefälles und der Stromgeschwindigkeit die übrigen erstrebten Vortheile namentlich durch eine Verringerung der Fahrtiefe schädigt.

#### Festlegung der Ufer.

Die Festlegung der Ufer sichert die vorgenommenen Begradigungen und trägt auch insofern noch zur Verminderung der Sinkstoffführung eines Flusses bei, als Ufererisssen vorgebeugt und die aus solchen in Bewegung gesetzten Bodentheile dem Spiele der Strömung entzogen werden. Die Gefahr des Entstehens neuer unregelmäßiger Krümmungen, Barren und Sandbänke — überhaupt weiterer Verwilderungen des Flusses — wird also wesentlich durch sie vermindert und eine regelmäfsigere Wanderung der dem Flußbette verbleibenden Sinkstoffe gefördert. Da durch die Festlegung der Ufer der Bestand der Ufergrundstücke gesichert wird, so werden gegen die hierauf abzielenden Mafsregeln auch höchst selten Einwendungen erhoben, man begegnet diesen hauptsächlich nur bei den Arbeiten behufs Umformung des Flußbettes.

#### Umformung des Flußbettes.

Die Umformung des Querschnitts für das Mittel- und Niedrigwasser erfolgt in der Weise, dafs der Fluß durch seitliche Einbaue gezwungen wird, sein verwildertes Bett von wechselnder Breite und Tiefe in ein schmäleres Bett von gleichmäßiger Breite und größerer Tiefe umzubilden. Aus diesem Verfahren, namentlich aus der Einschränkung der Breite des Stromes, wird gewöhnlich die Begründung für die eingangs erwähnten Behauptungen und Beschwerden entnommen, da die erzielten Erfolge nicht in ihrer vollen Bedeutung erkannt werden, theils weil sie erst nach einiger Zeit eintreten, theils weil sie unter Wasser, also schwerer erkennbar sich vollziehen. Durch die seitlichen Einbaue — Deckwerke, Parallelwerke, Bühnen usw. — wird nämlich nicht allein ein Theil des Flußbettes und der auf demselben lagernden Sinkstoffe ohne weiteres der Einwirkung der Strömung entzogen, sondern es werden zwischen bzw. hinter denselben auch Flächen gebildet, auf welchen andere vom Flusse herbeigeführte Sinkstoffe sich ablagern und die Flächen allmählich zur Verlandung bringen. Es entsteht also hierdurch eine weitere Einschränkung der Sinkstoffführung des Flusses. Zugleich mufs in der durch die Einbaue gebildeten schmäleren Rinne, weil dieselbe, nach wie vor, dieselbe Wassermasse abführen soll, eine erhöhte Stromgeschwindigkeit entstehen. Dieselbe entwickelt sich, da ja eine durchgehende Veränderung des Gefälles auf größeren Flußstrecken zu deren Erzeugung nicht herzustellen ist, zunächst dadurch, dafs der Wasserspiegel sich etwas hebt. Die hierdurch entstehende größere Wassertiefe hat, wovon man durch einfache

Versuche sich leicht überzeugen kann, sofort eine erhöhte Geschwindigkeit zur Folge und mit dieser eine kräftigere Einwirkung auf die Sohle des Flusses, folglich ein Bestreben, die leichteren Sinkstoffe, welche bei dem früher flacheren und demzufolge minder rasch fließenden Wasser in der oberen Schicht der Sohle gerade noch zur Ruhe gelangt waren, wieder in Bewegung zu setzen. Dies Bestreben muß auch von Erfolg sein, wenn der Flußschlauch in losem, durch die Sinkstoffführung des Flusses selbst herbeigeführten Boden liegt, und es wird, da zur Abführung derselben Wassermenge jetzt infolge der vermehrten Stromgeschwindigkeit ein geringerer Querschnitt als früher erforderlich ist, der Wasserspiegel nicht allein sehr bald wieder auf die frühere Höhe zurückgehen, sondern noch etwas, wenn auch nicht erheblich, tiefer sinken, weil die Stromgeschwindigkeit bei dieser Höhe immer noch eine etwas größere bleibt, als diejenige war, bei welcher die, früher die Flußsohle bildenden Sinkstoffe zur Ruhe gelangten. Auf diese Weise wird die Auswaschung der Flußsohle soweit fortschreiten, bis sich ein neuer Gleichgewichtszustand zwischen der vergrößerten Geschwindigkeit des Wassers in der vertieften Stromrinne und dem Widerstand der Flußsohle gebildet hat. Nur wenn der Flußschlauch nicht in losem, durch den Fluß selbst herbeigeführten Boden, sondern in festem Thon, schwerem Gerölle oder gar in Felsboden liegt, reicht zu einer Vertiefung der Flußsohle die Stromgeschwindigkeit allein nicht hin, und es würde dann eine Erhöhung des Wasserspiegels durch die Einbaue herbeigeführt werden. In diesem Falle muß einer solchen, wenn sie nachtheilig erscheint, durch Baggerungen und nöthigenfalls durch Sprengungen entgegengetreten werden.

Da die Anlage der letztgedachten Regulirungswerke lediglich die Umformung des Querschnittes eines Flusses bei Mittel- und Niedrigwasser bezweckt und die Werke deshalb nur bis zur Höhe dieser Wasserstände oder nur wenig darüber hinaus aufgeführt werden, so wird durch dieselben eine Einschränkung des Hochwasser-Querschnittes von irgendwelcher Bedeutung, namentlich eine Verlangsamung des Abfließens der Hochwasser, gar nicht herbeigeführt. Vielmehr wird durch die Vergrößerung der Tiefe im Flußschlauche durch die hergestellte Begradigung und Festlegung der Ufer eine größere Gleichmäßigkeit der Wasserbewegung erzielt und der Hochwasserabfluß ganz wesentlich befördert. Außerdem wird durch die Flußregulirungen auch eine Hauptursache der Eisversetzungen beseitigt, weil dieselben sich hauptsächlich an solchen Stellen bilden, wo Sandbänke im Strome vorhanden sind oder wo plötzliche Aenderungen des Hochwasser-Querschnittes eintreten. Die Wegräumung von Sandbänken im Stromschlauche wird durch die Regulirung der Flüsse möglichst vollständig erreicht, während es zur Behebung der letzteren Ursache außerdem noch der gleichmäßigen Begrenzung des Hochwasserprofils bedarf.

#### Eingrenzung der Hochwasser.

Durch diese wird auch eine kräftigere Spülung erzeugt, welche einer Erhöhung der Flußsohle und des Wasserspiegels entgegenwirkt, und außerdem wird der Vortheil erreicht, daß die Ufergelände den Gefahren und Nachtheilen plötzlicher und hoher Ueberfluthungen entzogen werden. Der letztgedachte Umstand und die den Landwirthen dadurch gebotene größere Betriebssicherheit für die im Uberschwemmungsgebiet belegenen Ländereien haben vielfach — bereits lange bevor man an eine Regulirung der Flüsse im Vorfluth- oder Schifffahrts-Interesse dachte — zu Bedeichungen geführt, ohne daß die Nachtheile,

welche diese für die Landwirthschaft im Gefolge haben, dabei ausreichend berücksichtigt worden wären. Dieselben entspringen namentlich daraus, daß den eingedeichten Ländereien die von den Hochwassern gewährte Zufuhr von Sinkstoffen und die dadurch entstehende allmähliche Erhöhung sowohl, als auch die mit den Sinkstoffen zugeführten befruchtenden Theile entzogen werden. Es tritt deshalb im Laufe der Zeit eine Erhöhung des nicht eingedeichten Vorlandes ein, welche eine Beschränkung des Hochwasserprofils zur Folge hat und damit die Nothwendigkeit der Deicherhöhung veranlaßt. Dann wird aber auch ein größerer Aufwand an Dungstoffen erforderlich, um die Ertragsfähigkeit der bedeichten Landflächen auf gleicher Höhe zu erhalten. Es sollte deshalb bei jeder neugeplanten Eindeichung Gegenstand ernstester Erwägung sein, wie weit die zu erreichenden Vortheile die eintretenden Nachtheile übersteigen und demgemäß die für die Herstellung von Bedeichungen erwachsenen erheblichen Kosten gerechtfertigt erscheinen.

Den vorstehenden Auseinandersetzungen nach kann es wohl keinem Zweifel unterliegen, daß die Flußregulirungen, wie sie in neuerer Zeit bei uns geplant und ausgeführt werden, weder bei Mittel- und Niedrigwasser, noch bei Hochwasser eine Behinderung oder Verzögerung des Wasserabflusses zur Folge haben, daß sie vielmehr im Vergleich mit den vor der Regulirung herrschenden Zuständen eine wesentliche Besserung ergeben.

#### Nachweis aus den Wasserstands-Beobachtungen.

Zu demselben Ergebniss wird man auch bei eingehenderer Betrachtung der seit einer Reihe von Jahren an allen größeren deutschen Flüssen mit vieler Sorgfalt ausgeführten Wasserstands-Beobachtungen kommen, wenn dabei die vielen auf die Wasserstände einwirkenden, bei den einzelnen Flüssen sehr verschieden zur Geltung kommenden, äußeren Verhältnisse gebührend beachtet werden. Gleichzeitig wird man auch die Ueberzeugung gewinnen, daß diese äußeren Einwirkungen viel zu bedeutende sind, als daß, ihnen gegenüber, der geringe Einfluss, welchen Regulirungswerke auf das Verhalten eines Flusses ausüben können, so ohne weiteres, wie von Laien oft behauptet wird, erkennbar bliebe.

#### Hauptursachen der Schwankungen der Wasserstände.

Eine nur oberflächliche Vergleichung der in den einzelnen Jahren eingetretenen Hoch-, Mittel- und Niedrigwasserstände läßt schon die erheblichen Schwankungen erkennen, welchen dieselben unterworfen sind; ebenso ergibt sich aus der völligen Unregelmäßigkeit dieser Schwankungen sofort, daß ihre Ursache nicht in der Beschaffenheit des Flusses selbst und noch viel weniger in verhältnißmäßig geringfügigen und allmählich herbeigeführten Veränderungen seines Bettes zu suchen ist, sondern aus ganz anderen, außerhalb liegenden Vorgängen abgeleitet werden muß. Die hervorragendste Stelle unter diesen nehmen unzweifelhaft die Witterungs- und von diesen vorzugsweise die innerhalb ziemlich weiter Grenzen schwankenden Niederschlags-Verhältnisse ein. Solches wird sofort klar, wenn man die Veröffentlichungen der, jetzt schon auf recht zahlreichen meteorologischen Stationen angestellten, Beobachtungen über die atmosphärischen Niederschläge zum Vergleiche heranzieht, da hohen Wasserständen stets bedeutende Niederschläge unmittelbar vorhergehen, während niedrige Wasserstände als eine Folge von anhaltend trockener Zeit sich ergeben und überhaupt das Schwanken der Wasserstände eines Flusses als in unmittelbarem

Fortsetzung s. Spalte 279 u. 280

Zusammenstellung der Hoch-, Mittel- und Niedrig-

Table with columns for 'Im Jahre' and stations: Pr. Oderberg, Ratibor, Cosel, U.W., Oppeln, U.W., Brieg, U.W., Ohlau, U.W., Breslau, U.W. Each station has sub-columns for H.W., M.W., N.W. and a final 'Im Jahre' column.

Wasserstände der Oder in den Jahren 1820 bis 1887.

Table with columns for 'Im Jahre' and stations: Auhalt, Glogau, Neusalz, Crossen, Frankfurt, Cüstrin. Each station has sub-columns for H.W., M.W., N.W. and a final 'Im Jahre' column.

Zusammenstellung der Hoch-, Mittel- und Niedrig-

Table with columns for years (1820-1887) and stations (Dresden, Mühlberg, Torgau, Wittenberg, Rosslau, Magdeburg, Sandau). Each station has three columns: H.W., M.W., N.W. with numerical values.

Wasserstände der Elbe in den Jahren 1820 bis 1887.

Table with columns for years (1820-1887) and stations (Wittenberge, Lenzen, Damnitz, Darchau, Hohnstorf, Artlenburg). Each station has three columns: H.W., M.W., N.W. with numerical values.

Zusammenhänge mit den in seinem Sammelgebiete niederfallenden Wassermengen stehend unzweifelhaft erkennbar wird. Die atmosphärischen Niederschläge haben heutzutage einen um so größeren Einfluss auf die Wasserstände des Flusses, als dessen Sammelgebiet seit einer Reihe von Jahren manchen durchgreifenden Veränderungen unterzogen worden ist. So sind nicht unbeträchtliche Waldflächen abgeholzt und in Culturland verwandelt, Teiche und Seen abgelassen, Wiesen, Moore und Sümpfe einer besseren Entwässerung theilhaftig geworden, große Flächen Ackerlandes drainirt, Nebenflüsse und Bäche begradigt, Abzugsgräben erweitert und neu angelegt usw., und durch alle solche Maßregeln den Niederschlägen die Wege verkürzt und erleichtert, sodass sie in den Hauptstrom jetzt viel rascher als früher gelangen. Ueberdies sind noch die Eindeichungen vermehrt und Sommerdeiche in völlig hochwasserfreie Deiche umgewandelt, im ganzen also eine große Zahl von Veränderungen eingetreten, welche alle zusammen eher auf eine Steigerung des Hochwassers im Flusse und durch Beseitigung der Hochwasser-Reservoirs auf eine Verminderung der Mittel- und Niedrigwasserstände hinwirken und jedenfalls von weit größerer Bedeutung für die Wasserführung eines Flusses werden mussten, als die geringen Längen- und Querschnitts-Veränderungen, welche die eigentlichen Stromregulirungswerke zu Wege gebracht haben. Dass der Einfluss der letzteren demjenigen der atmosphärischen Niederschläge gegenüber kaum noch ins Gewicht fallen kann, ergibt sich recht deutlich aus dem

#### Größenmaß der Schwankungen in den Wasserständen,

welchen die letzteren, oft in ganz kurzen Zeitabständen, unterworfen sind. Auch in den Wasserstands-Verhältnissen der einzelnen Jahre zeigen sich diese Schwankungen in recht auffälliger Weise. So z. B. waren in der Oder die Hochwasserstände des Jahres 1854 durchgängig um 2,5 bis 3 m höher als diejenigen des Jahres 1852 und um 3 bis 4 m höher als die des Jahres 1857, und in ähnlicher Weise übertrafen oberhalb Breslau die Hochwasser des Jahres 1880 diejenigen der Jahre 1878 und 1882 und unterhalb Breslau diejenigen des Jahres 1876 die der Jahre 1874 und 1878. Ähnlichen, wenn natürlich auch minder großen Schwankungen unterlagen auch die Mittelwasser der Oder, d. h. die aus sämtlichen Tageswasserständen des Jahres gezogenen Mittelwerthe, deren höchste und niedrigste Grenzen bis zu 1,9 m von einander entfernt liegen, und die Niedrigwasser, welche noch einen Abstand der Grenzen bis zu 1,75 m zeigen. Solchen Unterschieden gegenüber können die mit der Höhe der Mittelwasser und Niedrigwasser abschließenden Stromregulirungswerke offenbar von keiner Bedeutung mehr sein. Wären sie es, namentlich in dem eingangs erwähnten Sinne, so könnte dies jedenfalls nur durch

#### Vergleiche der Mittelzahlen aus längeren Zeitabschnitten

abgeleitet werden, nicht aus den Wasserstands-Verhältnissen einiger weniger Jahre, deren Mittelzahlen durch die Wasserstände eines einzigen Jahres oft ganz erheblich beeinflusst werden können. Selbst Mittelzahlen aus zehnjährigen Abschnitten sind zu Vergleichen und Schlussfolgerungen bei weitem noch nicht genügend und können zu erheblichen Irrthümern führen, wie man leicht erkennt, wenn unter gleichzeitiger Verschiebung der Zeitabschnitte bezüglich ihres Anfanges und Endes eine Reihe zehnjähriger Mittelzahlen von demselben Pegel zusammengestellt werden. Erst aus erheblich

größeren, mindestens 25- bis 30jährigen Zeitabschnitten gezogene Mittelzahlen führen zu einigermaßen gleichmäßigen und deshalb als zutreffend anzuerkennenden Ergebnissen.

#### Nachweis durch tabellarische und bildliche Darstellung der Wasserstands-Beobachtungen. (S. 271 bis 278 und Bl. 49.)

##### a) an der Oder.

Die Richtigkeit des Vorstehenden erhellt ganz klar aus der beigefügten Tabelle und der zeichnerischen Darstellung der Hoch-, Mittel- und Niedrigwasserstände an 13, seit dem Anfange der zwanziger Jahre dieses Jahrhunderts regelmäßig beobachteten Pegeln der Oder. Außerdem enthält die Tabelle am Schlusse noch die gemittelten Hoch-, Mittel- und Niedrigwasser in den einzelnen Jahrzehnten und die Mittelzahlen aus der ersten und zweiten Hälfte sowie aus der ganzen Beobachtungszeit für jeden Pegel. Aus diesen letzteren Zahlen namentlich geht ganz klar hervor, dass in den letzten 60 bis 70 Jahren eine wesentliche Veränderung in den Wasserständen des Oderstromes und namentlich eine Schädigung der angrenzenden Gelände durch Hebung des Grundwasserstandes nicht stattgefunden hat. Dass die Mafse der eingetretenen Veränderungen nicht an allen Pegeln dieselben sind, liegt in den örtlichen Verhältnissen und dadurch bedingten besonderen Maßnahmen bei der Regulirung des Stromes, es dürfte jedoch zu weit führen, auch über den Zweck der vorliegenden Erörterungen hinausgehen, hierauf weiter einzutreten.

##### b) an der Elbe.

Was hier von der Oder gesagt worden, ist in allem wesentlichen auch für die Elbe zutreffend, von welcher gleichfalls die Wasserstands-Aufzeichnungen an den 13 am längsten beobachteten Pegeln (von welchen die an den Pegeln von Mühlberg, Torgau, Magdeburg und Hohnstorf allerdings als nicht ganz zuverlässig bezeichnet werden, weil dieselben bezüglich der Oertlichkeit Veränderungen erlitten haben) in tabellarischer und bildlicher Darstellung beigefügt sind. Die Schwankungen der Hoch-, Mittel- und Niedrigwasser in den einzelnen Jahren sind ähnlich große wie bei der Oder, es dürfen also auch hier nur die Mittelzahlen aus längeren Zeitabschnitten mit einander verglichen werden, wenn man zu einer richtigen Beurtheilung gelangen will. Theilt man, ebenso wie bei der Oder, die Beobachtungszahlen in zwei gleiche Hälften, und vergleicht die Mittelzahlen aus der ersten und zweiten mit einander, so erhält man auch für die Elbe das Ergebniss, dass durchgängig eine sehr geringe Senkung mindestens der Mittel- und der Niedrigwasserstände sich im Laufe der Jahre vollzogen hat und von einer Schädigung der an den Fluss grenzenden Gelände durch Hebung des Grundwasserstandes keinesfalls die Rede sein kann.

#### Schlussfolgerungen.

Dasselbe Ergebniss wird man voraussichtlich bei allen anderen regulirten Flüssen, soweit sie im Schwemmlande liegen und ihre Wasserstands-Verhältnisse nicht durch diejenigen an ihrer Ausmündung beeinflusst werden, erhalten, wenn man Mittelzahlen aus hinreichend langen Zeitabschnitten zieht und vergleicht. Es darf also mit Recht die Ansicht, dass die Landwirtschaft durch die Flufsregulirungen benachtheiligt werde, als eine irrige bezeichnet werden und ihr Ursprung darin zu finden sein, dass ohne Rücksicht auf die ursächlichen Verhältnisse Wasserstände einzelner Jahre oder kurzer Zeitabschnitte mit einander verglichen sind.

Kröhnke.