

Die Universitätsbibliothek in Leipzig.

(Mit Abbildungen auf Blatt 46 bis 49 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Seit Jahrhunderten hatten die Räume des Paulinums, des ältesten Theiles jenes Paulinerklosters, das vor der Reformation die Dominicanermönche inne hatten, und das unter Kurfürst Moritz im Jahre 1543 durch Schenkung an die Universität Leipzig kam, die Bibliothekschätze der sächsischen Hochschule beherbergt, als Platzmangel ernstlich mahnte, ein neues Bibliothekgebäude zu errichten. Der zunächstliegende und berechtigte Wunsch, die Bibliothek auch für fernere Zeiten in unmittelbarer Nähe der Universität zu behalten, mußte der Thatsache weichen, daß die Räumlichkeiten der Universität kaum für eine mittlere derartige Anstalt von 800—900 Studenten, keinesfalls aber auf die Länge der Zeit für eine solche von mehr als dreitausend Studenten ausreiche, was die Errichtung eines eigenen, den Bedürfnissen eines Bibliothekgebäudes entsprechend ringsum freiliegenden Gebäudes auf dem beschränkten Grundstücke des Paulinums gänzlich ausschloß.

Leider scheiterten die Bemühungen der Universitätsverwaltung, das in nächster Nähe der Universität auf einer alten Bastion gelegene Grundstück der ersten Bürgerschule von der Stadt zu erwerben. Denn mag auch die Unbequemlichkeit der jetzigen Lage der Bibliothek durch zeitgemäße Einrichtungen zum Theil wieder gut gemacht werden — des innigen Zusammenhanges mit der nun auch neu entstehenden Universität entbehrt sie doch.

Im Jahre 1885 eröffnete das Kgl. Sächsische Ministerium des Cultus und öffentlichen Unterrichtes einen Wettbewerb unter den deutschen Architekten, bei dem der Entwurf des Unterzeichneten den ersten Preis erhielt. Im weiteren Verfolg der Sache wurden dem Unterzeichneten auch die Anfertigung der Pläne und die künstlerische Oberleitung des Baues übertragen.

Als Bauplatz war das an der Beethovenstraße, dem Concerthaus gegenüber gelegene Grundstück gewählt worden. Nach Bestimmung der Bibliothekverwaltung war hier von der seit Jahrzehnten nach englischem und französischem Vorgang vielfach angewendeten sog. Magazinirung abzugehen und die Büchersammlung in Sälen unterzubringen, die gegeneinander feuersicher abschließbar, und in denen die Büchergestelle nur so hoch angeordnet sein sollten, daß die oberste Bücher-

reihe ohne Benutzung eines Trittes oder einer Leiter zu erlangen sei.

Der wichtigste Leitgedanke für die Grundrissgestaltung schien dem Verfasser in der Nothwendigkeit zu beruhen, den Lesesaal, die Bücherausgabe und den Katalogsaal, also alle die Räume, welche von den Besuchern betreten werden dürfen, so zu legen, daß das Heranschaffen der Bücher aus den Speichern ohne Betreten öffentlicher Räume vor sich gehen konnte. Das Bauwerk gliedert sich in zwei Theile, in das an der Beethovenstraße gelegene Verwaltungs- und das sich an dieses anschließende Speichergebäude. Das Hauptgebäude enthält aufser dem Keller zwei 6 m hohe Geschosse, über welche sich noch ein 3 m hohes Geschoss lagert. An jedes der ersteren schließt sich zwei je 3 m hohe Geschosse des Speicherbaues an, sodafs dieser letztere einschließend des mit dem vorerwähnten 3 m hohen zweiten Obergeschosses des Hauptgebäudes in einer Höhe liegenden letzten Geschosses deren fünf aufweist.

Die Größe der Bücherspeicher ist zur Aufnahme einer Bibliothek von 800 000 Bänden berechnet, kann aber leicht durch Anbauten vermehrt werden, deren Ausführung weder die Sammlung selbst, noch ihre Ordnung irgendwie benachtheiligen würde.

Verwaltungs-, wie Speicherräume sind mit Heizung und Lüftung versehen; die ersteren wie auch der Lesesaal, das Treppenhaus und die Gänge sind durch Gas erleuchtet.

Das Bauwerk ist in allen Theilen feuersicher ausgeführt. Alle Decken bestehen aus Stampfbeton zwischen Eisenträgern, die Fußböden sind aus Cement hergestellt, diejenigen der Verwaltungsräume und des Lesesaales mit Linoleum belegt. Die Büchergestelle sind aus Holz gefertigt.

Das Gebäude umfaßt eine bebaute Grundfläche von 4837,80 qm und einen umbauten Raum von 105 720 cbm. Die Gesamtkosten einschließend der inneren Ausstattung und der Bauleitung betragen 2330 000 *M.*, die Kosten der inneren Ausstattung allein 210 000 *M.* 1 cbm umbauten Raumes einschließend der inneren Ausstattung und Bauleitung stellt sich auf 22,03 *M.*, 1 cbm umbauten Raumes ausschließend der inneren Ausstattung auf 20 *M.*, 1 qm bebaute Fläche, nach den Gesamtkosten berechnet, auf 481,60 *M.*

Arwed Rofsbach.

Neuere Krankenhäuser in Wien und Budapest.

(Mit Abbildungen auf Blatt 50 und 51 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Bei dem raschen Anwachsen der beiden Hauptstädte Oesterreich-Ungarns in den letzten Jahrzehnten trat hier wie in anderen aufblühenden Großstädten die Nothwendigkeit hervor, in größerem Umfange für die Bedürfnisse der Krankenpflege zu sorgen. Sowohl in Wien als in Budapest sind seit Mitte der achtziger Jahre verschiedene Krankenhäuser errichtet,

die in hohem Grade den neueren ärztlichen und gesundheitlichen Anforderungen genügen und als mustergültige angesehen werden können. Einige dieser im Sommer 1894 mit Genehmigung des Herrn Ministers der öffentlichen Arbeiten von den Unterzeichneten besichtigten Anstalten sollen nachstehend kurz beschrieben werden.

1. Das K. K. Franz-Joseph-Spital in Wien.

(Blatt 50.)

Die im X. Wiener Gemeindebezirk „Favoriten“ an der Triester Reichsstraße auf einer Anhöhe schön belegene Anstalt ist 1887—1891 nach Plänen des K. K. Statthalterei-Bauraths Fellner erbaut und zur Unterbringung von 610 Kranken eingerichtet. Die Fläche des Grundstücks beträgt etwa 8,5 ha, sodafs auf ein Krankenbett rund 140 qm des Bauplatzes entfallen. Bei dieser Inanspruchnahme des Platzes haben sich überall Höfe und Gärten von reichlichen Abmessungen zwischen den einzelnen Bauten ergeben.

Die in erster Linie für Kranke der benachbarten, dicht bevölkerten Stadtbezirke bestimmte Anstalt (Abb. 1) zerfällt in zwei Hauptabtheilungen, eine allgemeine für innere und chirurgisch Kranke sowie eine besondere für Infectionskranke. Letzterer gehören 160 Betten an. Die Infections-Abtheilung besitzt einen eigenen Zugang sowie ein besonderes Verwaltungsgebäude und ist durch Umwehrungen von der allgemeinen Abtheilung völlig getrennt.

Aus dem Lageplan (Bl. 50 Abb. 1) ist zu ersehen, wie die verschiedenen Gebäudegruppen des Krankenhauses in zweckmäßiger und übersichtlicher Weise angeordnet sind. Man

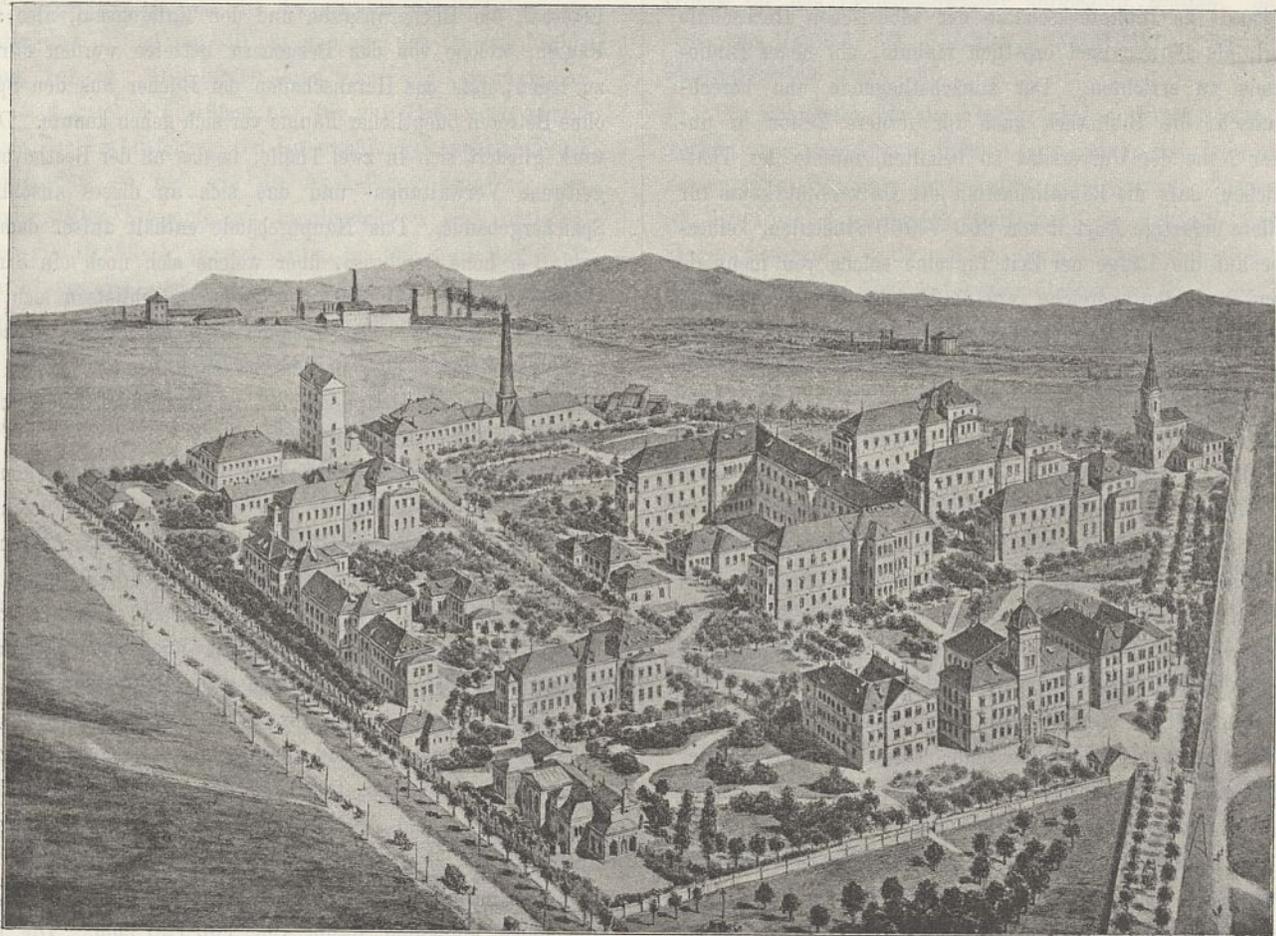


Abb. 1. Schaubild des K. K. Franz-Joseph-Spitals in Wien.

gelangt zu der allgemeinen Abtheilung über die nordöstliche Zufahrtstrasse, kommt am Pförtnerhaus vorüber und erreicht zunächst das Verwaltungsgebäude, woselbst die Aufnahme der Kranken erfolgt. Zu beiden Seiten des Verwaltungsgebäudes befinden sich die Wohnhäuser für die Directoren, die Aerzte und sonstige Beamte. Inmitten des Grundstücks liegen ein gröfserer und drei kleinere Krankenpavillons, das Wohngebäude der pflegenden Ordensschwester, ein Badehaus und die Kochküche. Auf dem südwestlichen Theile des Bauplatzes, wo künftig eine Bebauung der Nachbargrundstücke eintreten kann, sind unmittelbar an der Grenze das Waschhaus nebst dem Kesselhause, ein Wasserthurm, das Werkstättenhaus und ein Stallgebäude nebst Wagenschuppen errichtet. Die von der Triester Reichsstraße zugängliche Infections-Abtheilung verfügt neben dem besonderen Verwaltungsgebäude über drei Pavillons und zwei kleinere Baracken. Außerdem ist, von beiden Abtheilungen erreichbar, in der Nähe der Straße ein geräumiges Leichenhaus errichtet.

Das Verwaltungsgebäude (Bl. 50 Abb. 10) enthält im Erdgeschoss die Aufnahmeräume, die Apotheke, ein kleines Ambulatorium und einige Geschäftszimmer. Im I. Stockwerk folgen die übrigen Verwaltungsräume und die Bibliothek, während das II. Stockwerk lediglich zu Wohnungen für unverheirathete Assistenzärzte bestimmt ist.

Von den Krankenpavillons der allgemeinen Abtheilung bietet der gröfste (Bl. 50 Abb. 11) in drei Geschossen Unterkommen für 270 Krankenbetten, die in 9 gröfseren Sälen für je 22 Betten und in verschiedenen kleinen Zimmern für 2—5 Betten vertheilt sind. Jeder Seitenflügel ist vom Mittelbau im Erdgeschoss durch offene Durchfahrten, im I. und II. Stockwerk durch luftige Treppenhäuser geschieden, sodafs sich in jedem Geschofs drei voneinander abgeschlossene Krankenabtheilungen bilden. Die Aborte sind nach englischem Vorbilde in besondere Ausbauten des Pavillons verlegt und hier durch Querflure gegen das Gebäude abgesondert. In den Krankensälen entfallen auf jedes Bett die sehr reichlichen

Masse von 9 — 12,5 qm Grundfläche und 45 — 60 cbm Luft-raum. Die drei kleineren Pavillons (Bl. 50 Abb. 7 u. 2) sind zur Aufnahme von je 60 Betten eingerichtet. In jedem der beiden Geschosse befinden sich ein Krankensaal mit 22 Betten, ein Zimmer mit 5 Betten, mehrere Absonderungszimmer und die erforderlichen Nebenräume. ZweckmäÙig hat man die Bäder, Theeküchen und Aborte in einem Anbau vereinigt und durch einen Vorflur von der Krankenabtheilung abgesondert. Sämtliche Pavillons werden durch eine mit Lüftungs-vorrichtungen verbundene Niederdruck-Dampfheizung erwärmt, deren Kessel im Keller jedes Gebäudes stehen. Für die Krankensäle der Erdgeschosse hat man eine Fußbodenheizung nach dem Muster des Krankenhauses in Hamburg-Eppendorf angeordnet, mit deren Wirkung man sehr zufrieden ist.

Zwischen den Seitenflügeln des großen Pavillons liegt ein kleines Badehaus (Bl. 50 Abb. 14) mit einem Warmwasserbad, Räumen für Brause-, Warmluft- und Dampfbad, sowie mit 4 einzelnen Badezellen. Nach den eingezogenen Erkundigungen wird die Anlage wenig benutzt, da die meisten Kranken innerhalb der Krankenabtheilungen baden können.

Die Lage des Küchengebäudes (Bl. 50 Abb. 16 u. 3) ist derartig gewählt, daß von hier aus auch die Verpflegung der Infections-Abtheilung möglich ist. An die etwa 165 qm große und 7 m hohe, gut beleuchtete Kochküche schließen sich beiderseits die Wirtschaftsräume und Wohnräume der Küchenbedienung an, während die Speiseausgabe im nord-westlichen Theile angeordnet ist. Die Speisen werden theils mit Dampf, theils mit heißem Wasser gekocht.

Einen zweckmäßigen Grundriß besitzt auch das Waschhaus (Bl. 50 Abb. 5), welches für die aus der Infections-Abtheilung kommende unreine Wäsche einen besonderen, von außen zugänglichen Raum erhalten hat. Das Trocknen der Wäsche erfolgt durch einen großen Schimmelschen Trockenapparat. Im Obergeschosse des Gebäudes liegen zwei Speicherräume, ein Trockenraum sowie einige Schlaf- und Wohnräume für die Bedienung.

Für den Betrieb des Badehauses, der Kochküche, des Waschhauses, der im Werkstättegebäude untergebrachten Desinfections-Apparate und der Pumpen dienen drei im benachbarten Kesselhause (Bl. 50 Abb. 4) stehende Dampfkessel von je 40 qm Heizfläche. Der Kesselraum ist groß genug, um im Bedarfsfalle noch zwei weitere Kessel von gleicher Abmessung aufnehmen zu können.

Obwohl die Anstalt an die städtische Hochquellenleitung angeschlossen ist, so hat man doch zur Sicherheit des Betriebes noch einen 50 m tiefen Brunnen angelegt, aus welchem das Wasser in das größere der beiden Sammelbecken des Wasserthurmes (Bl. 50 Abb. 12) gepumpt wird.

Der große Pavillon für Infectionskranke (Bl. 50 Abb. 21) vermag 60 Betten aufzunehmen, die innerhalb des zweigeschossigen Gebäudes in vier getrennten Abtheilungen stehen. Die Treppenhäuser sind in geschickter Weise so angeordnet, daß der Verkehr nach dem I. Stockwerk von dem nach dem Erdgeschosse gesondert ist. Ein Theil des Dachgeschosses ist zu Wohn- und Schlafräumen für Dienstleute ausgebaut. Zwei andere Pavillons für je 40 Betten (Bl. 50 Abb. 15) zeigen einen ähnlichen Grundriß. Für die beiden kleinen Baracken zu je 10 Betten (Bl. 50 Abb. 20)

haben anscheinend nach Bauart und Einrichtung die Baracken des Instituts für Infectionskrankheiten in Berlin als Vorbild gedient.

Das Verwaltungsgebäude (sog. Administrationstöckel) der Infections-Abtheilung (Bl. 50 Abb. 18) enthält im Erdgeschosse die von den übrigen Zimmern gänzlich abgetrennten Aufnahmeräume mit Auskleidezimmer und Brausebad, Dienstzimmer, Zimmer für den Oberarzt und die Schwestern, Bäder und Aborte, im I. Stockwerk Wohn- und Schlafräume für Assistenzärzte und Beamte.

In dem Leichenhause der Anstalt (Bl. 50 Abb. 19) befinden sich die Leichenkeller, ein Sectionssaal mit Nebenräumen für wissenschaftliche Arbeiten, ein Aufbahrungszimmer, die Leichencapelle und eine Wartehalle für Leidtragende.

Mit Ausnahme der beiden Baracken der Infections-Abtheilung sind sämtliche Baulichkeiten massiv aufgeführt. Die in gefälligen Renaissanceformen gehaltenen Außenseiten der Gebäude weisen Putzflächen und Werksteingliederungen auf. Die Dächer sind mit Falzziegeln eingedeckt.

Die Gesamtkosten der Anlage wurden einschließlichs des Grundwerthes zu 2 534 000 Gulden, etwa = 4 308 000 *M*, angegeben; hiernach würden die Kosten für ein Krankenbett rund 7060 *M* betragen.

2. Das Allgemeine Krankenhaus in Budapest.

(Blatt 51.)

An der Grenze des Weichbildes von Budapest ist am Ende der Ullöer StraÙe das Allgemeine Krankenhaus Mitte der achtziger Jahre nach den Plänen des Professors an der Technischen Hochschule Haufsmann errichtet. Die nach der Pavillonbauart angelegte Anstalt war ursprünglich zur Aufnahme von 656 Kranken bestimmt, sodafs bei einer Größe des Bauplatzes von etwa 6 ha auf jedes Bett eine Fläche von rund 90 qm entfiel. Gegenwärtig müssen oft 800 bis 900 Kranke aufgenommen werden.

Die Stellung der einzelnen Bauten geht aus dem Lageplane (Bl. 51 Abb. 7) hervor. An der StraÙe liegt das Verwaltungsgebäude, in welchem sich die Aufnahmeräume, die Geschäftszimmer, die Apotheke, die Wohnungen des Verwalters und der Schwestern befinden. Symmetrisch zur Mittelachse folgen dann in angemessenen Abständen sechs Pavillons für chirurgisch und innerlich Kranke mit je 69 bzw. 95 Betten und zwei Pavillons für Krebs- und Brandkranke sowie für nicht ansteckende Hautkranke mit je 69 Betten. Auf dem hinteren, nordwestlichen Theile des Grundstücks stehen ein Badehaus, eine Kochküche, ein Desinfectionshaus, ein Waschhaus, ein Gebäude für Kessel und Wagen, endlich ein Leichenhaus und ein Eisschuppen.

Von den Pavillons sind diejenigen für innerlich Kranke (Bl. 51 Abb. 9 u. 10) dreigeschossig über einem Keller errichtet. Jedes Geschosse umfaßt einen großen Krankensaal für 28 Betten und mehrere Zimmer für 1 bis 4 Betten, dazu die erforderlichen Nebenräume (Tageräume, Baderäume und Aborte); außerdem hat man in den Pavillons Wohn- und Schlafräume für Aerzte und die Bedienung vorgesehen. Die übrigen zweigeschossigen Pavillons (Bl. 51 Abb. 8) enthalten in jedem Geschosse zwei Krankensäle für je 16 Betten und mehrere Einzelzimmer mit denselben Nebenräumen; in den chirurgischen Pavillons ist auch noch ein Operationszimmer vorhan-

den. In den Sälen war für jedes Bett ein Luftraum von 40 bis 45 cbm gerechnet. Eigenartig ist die Bauart der Decken in den großen Krankensälen. Man hat hier die Decke aus Wellblechtafeln zwischen gebogenen Eisenträgern hergestellt, die etwa 2 m voneinander entfernt liegen. Der Raum zwischen der Decke und dem Fußboden des oberen Geschosses enthält die Abluftcanäle. Die in Massivbau aufgeführten Pavillons werden durch eine Dampf- und Dampfheizung erwärmt; die zugehörigen drei großen Cornwallkessel dienen gleichzeitig für den Wasch- und Kochbetrieb sowie für die Bereitung des warmen Wassers zu Bädern u. dgl. In Verbindung mit der Centralheizung ist eine kräftig wirkende Saugelüftung eingerichtet.

Sämtliche Hauptgebäude sind durch breite, mit Fliesen belegte Wege, die sich etwa 15 cm über das anschließende

Gelände erheben, miteinander verbunden. Die Gebäude sind in Ziegelbau in einfachen, aber ansprechenden Formen ausgeführt und mit Schieferdächern versehen.

Die Baukosten der Anstalt einschließlich der inneren Einrichtung und der Außenanlagen sollen etwa 1 420 000 Gulden, = rund 2 414 000 *fl.*, betragen haben; es würde hiernach auf ein Krankenbett nur der sehr mäßige Preis von 3700 *fl.* entfallen.

3. Das neue Epidemie-Spital in Budapest.

(Blatt 51.)

Einige hundert Schritte südöstlich von dem Allgemeinen Krankenhause ist an der Gyáli-Straße das im Sommer 1894 vollendete neue Epidemie-Spital nach Angaben der Dr. Patrubany und Gebhard durch den Architekten Josef Kauser erbaut. Auf dem etwa 5,5 ha großen Grundstück sollen nach



Abb. 2. Baracken des neuen Epidemie-Spitals in Budapest.

dem Bauplane 200 Krankenbetten in Baracken untergebracht werden; es entfällt demnach auf jedes Bett die reichliche Fläche von 275 qm des Bauplatzes.

Die Anordnung der verschiedenen Gebäude der Anstalt (Bl. 51 Abb. 1) zeigt einige Aehnlichkeit mit derjenigen der Bauten des Allgemeinen Krankenhauses. Auch hier erhebt sich nahe der Straße das Verwaltungsgebäude, hinter welchem 8 Krankenbaracken mit je 25 Betten, die Kochküche, ein Stallgebäude und ein Desinfectionshaus, das Geräte- und Maschinengebäude, das Waschhaus und das Leichenhaus errichtet sind.

Das aus einem Untergeschoss, einem Erdgeschoss und I. Stockwerk bestehende Verwaltungsgebäude enthält die Aufnahme- und Geschäftsräume, die Apotheke, die Dienstwohnungen des Verwalters und des Pförtners, ferner Wohn- und Schlafräume der Aerzte und der Schwestern, auch einige Speicherräume. Der Grundriß bietet im übrigen nichts bemerkenswerthes.

Von besonderem Interesse ist die Anordnung der Krankenbaracken (Bl. 51 Abb. 3 bis 6a), die sowohl unter sich

als mit dem Küchengebäude durch bedeckte, seitlich offene Gänge verbunden sind (Abb. 2). Jede Baracke besteht demnach aus zwei durch eine kurze Glashalle verbundenen Bauteilen, die über einem hohen Unterbau nur noch ein Erdgeschoss besitzen. Der Vorderbau umfaßt einen zweiseitig beleuchteten Krankensaal für 16 Betten mit den zugehörigen Nebenräumen, während sich im Hinterbau zwei Zimmer für je 4 Betten und ein Zimmer für Kranke I. Klasse mit einigen Nebenräumen befinden. Beide Gebäudetheile haben gesonderte Eingänge erhalten, sodafs es möglich ist, in jeder Baracke entweder zwei verschiedene epidemische Krankheiten oder verschiedene Geschlechter zu behandeln. Im Untergeschoss liegen die Räume für Heizung und Kohlen, für die Desinfection der Bettwäsche und für Handwagen zur Speiseförderung, ferner ein Zimmer für den Heizer und die Kleiderkammern. Die Baracken sind wie die übrigen Gebäude des Spitals massiv in einfachen Architekturformen ausgeführt und mit Schieferdächern versehen. Für die Dächer hat man eiserne Binder angeordnet, deren untere Gurtungen die aus Betongufs hergestellten Zimmerdecken, und deren obere

Gurtungen die Dachdeckung tragen. Der Fußbodenbelag der Krankenzimmer besteht aus gelben Fliesen; die Wände haben Oelfarbenanstrich erhalten. Alle Möbel sind aus Eisen hergestellt. Zur Erwärmung der Baracken im Winter dient eine vereinigte Niederdruckdampf- und Dampfheizung, die mit einer wirksamen Lüftungsanlage verbunden ist. Im Untergeschoß jedes Krankengebäudes befinden sich der Dampfentwickler und der durch eine elektrische Kraftmaschine betriebene Bläser. Die Einfallschächte für die Zuführung der frischen Luft liegen zwischen den Baracken. Aus den Krankenzimmern gelangt die verbrauchte Luft durch aufsteigende, mit Dampfschlangen ausgestattete Canäle ins Freie. Im Sommer tritt auch eine Firstlüftung in Thätigkeit.

Von den übrigen Gebäuden des Spitals sei hier noch das auf der südwestlichen Ecke des Grundstückes errichtete Leichenhaus erwähnt, dessen Grundriß (Bl. 51 Abb. 2) eine eigenartige Anordnung in der nach Süden vorgebauten, halbkreisförmigen offenen Vorhalle zeigt. Die Leidtragenden können sich in dieser Halle versammeln und bei geöffneten Thüren dem in der Capelle stattfindenden Trauergottesdienste beiwohnen, ohne das Gebäude zu betreten und sich der Gefahr einer Ansteckung auszusetzen.

Die Baukosten der Anlage haben angeblich 600 000 Gulden, = rund 1 000 000 *fl.*, betragen, wonach auf ein Krankenbett 5000 *fl.* entfallen.

4. Das Hospital zum Rothen Kreuz in Budapest.

(Blatt 51.)

Dieses nach Plänen des Professors Haufmann ausgeführte Hospital (Abb. 3) wurde 1883 durch den „Verein vom Rothen Kreuz in Ländern der heiligen Krone Ungarns“ in Ofen begründet und in erster Linie zur Unterbringung von erkrankten oder verwundeten Soldaten während eines Krieges bestimmt. In Friedenszeiten wird nur ein Theil der Gebäude zu Krankenzwecken verwendet; die übrigen dienen größtentheils als Schuppen, in denen eine ziemliche Anzahl von Ambulanzwagen bereit steht.

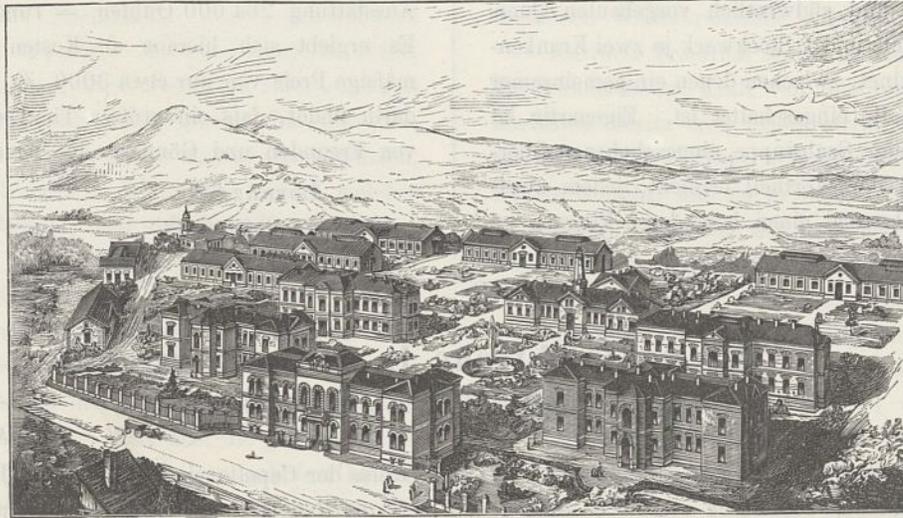


Abb. 3. Hospital zum Rothen Kreuz in Budapest.



Abb. 4. Stefanie-Kinderkrankenhaus in Budapest.

Wie der Lageplan (Bl. 51 Abb. 12) ersehen läßt, sind die einzelnen Baulichkeiten auf dem unregelmäßigen Bauplatz geschickt angeordnet. Hinter dem Verwaltungsgebäude gelangt man zu vier zweigeschossigen Pavillons, von denen die östlichen die im Kriege verwundeten Officiere aufnehmen sollen, während die beiden westlichen für je 40 innerlich oder äußerlich Kranke bestimmt sind. In der Mittelachse des Verwaltungsgebäudes folgen die Kochküche und das Kesselhaus. Auf dem westlichen Theile des Grundstückes erheben sich fünf eingeschossige Baracken (jetzt Wagenschuppen); vier

ebensolche Baracken, nördlich und südlich vom Kesselhaus, sind gegenwärtig nur in den Grundmauern vorhanden, können aber im Bedarfsfalle in kurzer Zeit vollendet werden. An den südlichen Straßengrenzen sind zwei Speichergebäude, sowie ein Absonderungshaus und ein Leichenhaus ausgeführt.

Die einfach, aber zweckmäßig gestalteten Grundrisse eines Pavillons für innerlich Kranke und einer Baracke sind auf Blatt 51 Abb. 13 u. 14 dargestellt.

Nach Mittheilung der Verwaltung können im Kriegsfalle 800 bis 900 Personen in dem Hospital gleichzeitig ver-

pflegt werden. Ueber die Baukosten war nichts genaueres zu erfahren.

5. Das Stefanie-Kinderkrankenhaus in Budapest.

(Blatt 51.)

Als eine sehr interessante, auf verhältnißmäßig beschränktem Eck-Bauplatze geschickt ausgeführte Anlage ist das in der Ullöer Straße vor einigen Jahren errichtete Kinderkrankenhaus (Abb. 4), eine Stiftung des unter dem Schutze der Kronprinzessin-Wittve stehenden Pester Armenkinder-Spitals-Vereins, anzusehen. Die Anstalt bietet Platz für 148 Betten, von denen 100 im Hauptgebäude und je 24 in zwei Absonderungsbaracken für ansteckende Fälle untergebracht sind. Auf dem hinteren Theile des Grundstückes befindet sich ein kleines Leichenhaus. Mit dem Krankenhause ist ein Ambulatorium verbunden, durch welches auch die Aufnahme erfolgt.

Das Hauptgebäude, von dem auf Bl. 51 Abb. 11 ein Grundrifs des I. Stockwerks dargestellt ist, besteht aus einem Untergeschofs, einem Erdgeschofs und einem I. Stockwerk. Im Untergeschofs befinden sich die Wirthschaftsräume (Koch- und Waschküche), die Räume für die Warmwasserheizung und für die Desinfection. Das Erdgeschofs enthält in dem südöstlichen Vorbau das Ambulatorium, im übrigen Krankenträume. Ueber dem Ambulatorium liegen im I. Stock ein gröfserer Hörsaal, gleichzeitig Sitzungssaal des Vorstandes, die Zimmer des Directors und der Schwestern; sonst umfaßt auch der I. Stock nur Krankenträume.

In den nordöstlich und südwestlich vorgebauten Querflügeln sind im Erdgeschofs und I. Stockwerk je zwei Krankensäle zu 10 Betten angeordnet, zwischen denen ein gemeinsamer Tageraum mit offener Halle eingeschaltet ist. Eigenartig ist die Anlage eines vor jeder Saalgruppe eingeschobenen Querflurs. Man hat dadurch den Vortheil erreicht, jedem zweiseitig beleuchteten Krankensaal einen besonderen Eingang zu

geben und der Uebertragung von Krankheiten aus den Sälen nach den übrigen Krankenträumen des Gebäudes, oder umgekehrt, wirksam vorzubeugen. Diese Anordnung hat beim Bau des neuen Leipziger Kinderkrankenhauses bereits Nachahmung gefunden. In den Sälen entfällt auf jedes Bett ein Luftraum von 34,9 cbm.

Der Grundrifs der Absonderungsbaracken kann wegen des eingebauten, schlecht beleuchteten Mittelflures nicht als zweckmäfsig gelten.

Nach Mittheilung des Directors, Professor Dr. Bókai, haben die Baukosten der Anstalt einschliesslich der inneren Ausstattung 264 000 Gulden, = rund 448 000 *M.*, betragen. Es ergibt sich hieraus an Kosten für ein Bett der sehr mäfsige Preis von nur etwa 3000 *M.*, welcher seine Erklärung darin findet, dafs ein grofser Theil der inneren Ausstattung von Freunden und Gönnern des Krankenhauses gestiftet ist.

Lorenz,
Geheimer Oberbaurath.

Diestel,
Bauinspector.

Die Schlofskirche in Wittenberg.

(Mit Abbildungen auf Blatt 52 bis 59 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

Baugeschichte.¹⁾

Im Todesjahre Albrechts des Bären — 1170 — tritt Wittenbergs Name in die Geschichte ein. Albrechts siebenter Sohn Bernhard, Graf von Aschersleben, später seit 1180 Herzog von Sachsen, gründete damals auf dem hohen rechten Elbufer eine Burg, welche Wittenburg genannt wurde. Sie hatte den Zweck, durch Sicherung eines bequemen natürlichen Elbüberganges seine hier belegenden Erbländer besser zu verbinden und das weitere Vordringen in die slavischen Gebiete zu erleichtern. Sehr viel später — in einer Urkunde vom Jahre 1306 — wird in der Burg auch ein Gotteshaus als *capella curiae* genannt. Die Zeit der Gründung, sowie die Form und

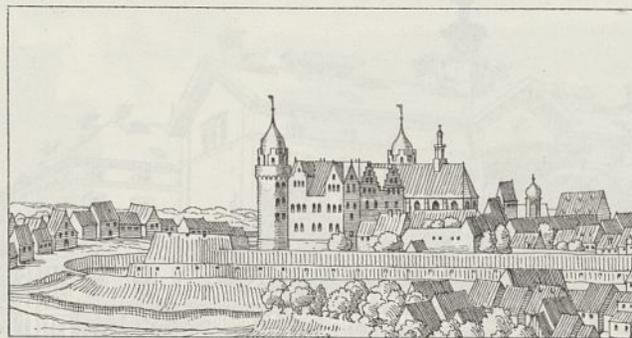


Abb. 1. Schlofs und Kirche um 1650.

Größe der Capelle sind unbekannt. Dagegen steht fest, dafs Herzog Rudolf I. von Sachsen, welcher in jener Urkunde ein Abkommen mit dem Pfarrer der Stadtkirche traf, jenen alten

Bau entweder erweitert oder durch einen Neubau ersetzt hat. Auch wann dies geschehen sein wird, läfst sich angenähert bestimmen, denn Rudolf, welcher etwa ein Menschenalter später von dem Könige Philipp VI. von Frankreich einen Dorn aus der Krone Christi zum Geschenk erhalten hatte, empfängt durch die Vermittlung des Königs Johann von Böhmen im Jahre 1344 vom Papste Clemens VI. einen Ab-

lafs für die errichtete Capelle. Gleichzeitig oder bald darauf hat auch derselbe Fürst, wie aus einer Urkunde von 1353 hervorgeht, bei dieser fertigen Kirche ein eximirtes Collegiatstift, aus einem Propste und sechs Domherren bestehend, gegründet. Etwas schwieriger ist die Frage zu beantworten, wie lange dieser zweite Bau gestanden hat. Dafs er schon dem nächsten Nachfolger nicht mehr genügte, beweist ein Schreiben Herzog Rudolfs II. vom Jahre 1366 an Papst Urban V., in welchem er diesem meldet, dafs er das kirchliche Gebäude wegen der Engigkeit des Ortes abbrechen und an einer anderen Stelle neu errichten wolle. Indessen kann er von der erhaltenen Erlaubnifs keinen Gebrauch gemacht haben, weil nachmals Herzog Rudolf III. während des Concils zu Konstanz an Papst Johann XXIII. (also um 1415) mit der gleichen und ebenso begründeten Bitte sich wandte. Obschon auch dieses Mal die Zustimmung nicht versagt wurde, kam es doch erst am Schlusse des XV. Jahrhunderts zu einem Neubaue, nachdem die sächsische Ascanierlinie mit Albrecht III.

1) Litteratur: Zeigung des . . . Heilighumes der Stift-Kirchen aller Heiligen zu Wittenberg. 1509. — Oratio Doctoris Scheurli attingens litterarū prestantium nec non laudem Eccl. Colleg. Vittenburgensis. — Merian. Saxonia superior. 1650. — Meisner, a) Wittenbergisch Jubelfest u. b) Descriptio Eccl. Coll. omnium Sanctorum. Wittenberg, beide 1668. — Schröter. Kurzer Inhalt der Schlofs-K. zu W. 1689. — Joh. Cnollii cust. Prächtig. Wittenb. Gotteshaus am Schlosse. 1694. — Charitius. Etwas zum anderen Wittenb. Jubelfest. W. 1731. — Georgi. Wittenberg. Jubelgeschichte. Wittenb. 1756. — Georgi. Wittenberg. Klaggeschichte. Witt. 1760. — Georgi. Annal. Academiae Vitemberg. 1775. — Schadow. Wittenb. Denkmäler d. Bildneri, Baukunst und Malerei. Wittenb. 1825. — Stier. Wittenberg im Mittelalter. — Stier. Die Schlofskirche in Wittenberg. Witt. 1860. — Stier. Corpusculum Inscript. Viteberg. Wittenberg 1860. — Köstlin. Friedrich der Weise und die Schlofskirche zu Wittenberg. 1892. — Wagner. D. Schlofs-K. zu W. 1892. — Witte. Die Erneuerung der Schlofskirche zu W. 1893. — Herr Prof. u. Lic. Dr. Nicolaus Müller zu Berlin hat die Güte gehabt, seine auf Grund neuer und erfolgreicher urkundlicher Forschungen gewonnenen Resultate für die ältere Geschichte der Kirche noch vor ihrer Drucklegung mir zur Verfügung zu stellen, wofür ich hiermit meinen besten Dank abstatte.

1422 ausgestorben war. Daher ist es so gut wie sicher, daß die um 1344 vollendete und schon 1376 urkundlich als Capelle Allerheiligen bezeichnete Burgcapelle bis zur Regierung Kurfürst Friedrichs des Weisen bestanden hat. Nach Scheurls Angabe, der sich auf die Mittheilungen von Collegen beruft, welche das Gotteshaus noch gesehen haben, lag dieses nicht an der Stelle der jetzigen Schlofskirche, sondern da, wo 1508 das *cenaculum curialium* stand, auch soll es nur wenig größer gewesen sein als die Capelle *beatae virginis* auf dem Kirchhofe.

Kurfürst Friedrich der Weise brachte die alten Pläne der Ascanier endlich zur Ausführung, indem er, offenbar angeregt sowohl durch den Bau der Moritzburg in Halle, welchen sein Bruder Ernst seit 1485 ausführte, als auch durch den ebenso mächtigen wie prachtvollen Neubau der Albrechtsburg zu Meißen (1471—83) vom Meister Arnold von Westfalen, zu einem Neubau des Schlosses zu Wittenberg schritt, welcher den Zwecken der Hofhaltung und der Landesvertheidigung dienen sollte. Er kam 1490—99 zu stande; der Architekt ist unbekannt, vielleicht war es M. Konrad Pflüger, der sowohl 1488 wie 1497 als in Wittenberg thätig genannt wird und nach Gurlitts leider noch immer nicht vollständig veröffentlichten Forschungen zu den bedeutenderen Baumeistern in Sachsen gehört haben muß. Weil aber die großen Mittel, welche Schneebergs Silbergruben für Meißen geliefert hatten, hier fehlten, wurde der Bau Friedrichs des Weisen sehr viel einfacher und schlichter gehalten.

Das Schloß war an drei Seiten durch nasse Gräben und an der vierten Seite durch die Elbe geschützt. Nach Osten wurde es von der Stadt begrenzt, der Haupteingang lag im Norden; ihn deckte ein viereckiger Thorthurm nebst Zugbrücke, und vier Flügel umgaben den Schloßhof. Von diesen war der Ostflügel nur etwa auf die halbe Länge, von Süden her gerechnet, hoch aufgebaut, dann folgten kleinere Gebäude mit einer Nebenpforte. Den Nordflügel bildete die stattliche Kirche mit ihrem Polygonchore; zwischen dem letzteren und dem Thorthurme vollendete eine Mauer den Abschluß. Die lange Westfront war durch zwei sehr starke runde Eckthürme besonders wehrfähig gemacht worden. Ob alle diese Bautheile gleichzeitig ausgeführt wurden oder in späterer Zeit hier und da Zusätze erhielten, ist ungewiß, weil die erhaltenen Abbildungen ein sicheres bauanalytisches Urtheil nicht gestatten. Von ihnen wird der Stich bei Merian, welcher den Bauzustand kurz vor 1650 veranschaulicht, hier in Abb. 1 mitgetheilt.²⁾ Nur das erkennt man, daß die drei Hauptwohnflügel in reducirten spätgothischen Stilformen, sehr ähnlich denen der Moritzburg zu Halle, und schon hie und da gemischt mit Renaissanceübergängen erbaut waren. Der Schwerpunkt für die Gesamterscheinung lag in den drei Thürmen und dem streng durchgeführten Ausbau der hohen Dächer mit Giebelstuben und den dazu gehörigen mannigfaltig gestalteten Steingiebeln. Den Westflügel hatte man entschieden bevorzugt, denn die beiden mit Ziergiebelkränzen und hohen Spitzen kunstvoll geschmückten Rundthürme bildeten eine wirkungsvolle Einrahmung für die lange, mit fünf Giebeln besetzte Außenfront, und im Schloßhofe imponiren noch heute trotz aller Zerstörung und Verwahrlosung die

2) Die älteste Darstellung des Schlosses findet sich bei Avila y Zuniga. Comment. de Bello Germanico. Antwerpen 1548—50.

beiden in den Ecken schräg angeordneten offenen Treppenhäuser ebenso sehr durch die ernste, charaktervolle Architektur wie durch den Bildschmuck mit edlen Relieffiguren und Wappen, der das südliche Treppenhaus auszeichnet. Gleichwohl erkennt man auch hier bewußte Maßhaltung. Diese einsichtige Sparsamkeit ist auch bei dem Aufbau der Schlofskirche maßgebend gewesen, nur in einem Punkte nicht, im Punkte der Größe. Für die Zwecke einer fürstlichen Hofhaltung ist sie zu groß und zu hoch, aber das hat seinen besonderen Grund im Charakter des Bauherren, denn er wollte die Schlofskirche gleichzeitig zum Range einer vielbesuchten Wallfahrtskirche erheben.

Kurfürst Friedrich stand im Banne seiner Zeit, die an die wunderthätige Kraft von Reliquien aller Art glaubte und um ihren Besitz sich häufig stritt. Daher hat er von früh an um die Erwerbung von Partikeln heiliger Männer sich rastlos bemüht, um sie in mehr oder weniger kostbarer oder künstlerischer Fassung den trost- oder hilfesusuchenden Armen, Kranken und Pilgern zur Verehrung ausstellen zu lassen. Er hat auch sein Ziel erreicht, denn wenn das auf seine Veranlassung erschienene Heiligthumsbuch aus dem Jahre 1509 nach den amtlichen Inventarien meldet, daß 5005 Partikel vorhanden seien, so war 11 Jahre später diese Zahl auf 19 013 angewachsen.³⁾

Obschon der Bau der Kirche bereits 1499 vollendet war — laut Inschrift über der Thesenthür —, so erfolgte die feierliche Einweihung erst am 17. Januar 1503 durch den päpstlichen Cardinallegaten Bischof von Gurk, Raimund Bertrand [sic! s. Potthast wie Mooyer], nachdem ein Jahr früher der Kurfürst eine wissenschaftliche Akademie in Wittenberg — als Nebenbuhlerin von Leipzig — gegründet und ihr die reich dotirte Stiftskirche zur Mitbenutzung überwiesen hatte. Wenn Scheurl 1508 berichtet, es gehe die Rede, die Fürsten — Friedrich der Weise und sein Bruder Johann — hätten es sehr bereit, die Kirche so eng (*angustam*) erbaut zu haben, so kann dieses Gerücht kaum in Zweifel gezogen werden, wenn man bedenkt, wie oft der wachsende Andrang der Wallfahrer sowie die vielen Festacte der Universität die vorgeschriebenen regelmässigen Gottesdienste der Stiftsherren erschwert oder gestört haben werden. Es läßt sich hierzu der sichere Nachweis liefern, daß die Kirche ursprünglich kürzer werden sollte und demgemäß ausgeführt worden ist, und daß eine erhebliche Erweiterung erst während des Baues, nicht lange vor der Einweihung zu stande kam. Man erkennt nämlich bei näherer vergleichender Prüfung des Grundrisses sowie der Nordfront (vgl. Bl. 52 und Bl. 54) an mehrfachen Eigenthümlichkeiten die Thatsache, daß das Innere der Kirche nachträglich um zwei Joche nach Westen hin verlängert worden sein muß. Erstlich liegt die nördliche Spindeltreppe zur Empore weder an dem einen noch an dem anderen Ende der Nordmauer, sondern scheinbar willkürlich dicht neben dem ersten westlichen Strebepfeiler nach Osten hin. Das ist aber die richtige Lage für ihre Verbindung nach der Stadtseite, wenn man erwägt, daß der lange Westflügel nach dem ersten Entwurfe bis zur Nordmauer hindurchgegangen ist. Daß dies aber sicher der Fall gewesen,

3) Das Heiligthumsbuch der S. Moritz- und Magdalenen-Kirche zu Halle vom J. 1520 verzeichnet nur 8133 Partikel, aber 42 ganze Körper von Heiligen.

lehrt nicht nur das Aufhören der Strebepfeiler und die Aenderung in der Achsentheilung an diesem Stücke der Nordmauer zwischen der Spindelstiege und dem Thurme, sondern auch die Thatsache, daß sich an dieser Stelle über dem Hauptgesimse ein hoher Steingiebel erhob, welcher an den Thurm anstoßend den Dachverband des Westflügels abschloß. Ferner wissen wir aus litterarischen Zeugnissen und sehen die Bestätigung auf einer sehr mittelmäßigen Abbildung bei Georgi, Klagegeschichte, S. 50, Taf. III, und auf einer sehr genauen Darstellung bei Charitius (hinter der Vorrede), daß im Innern der Kirche in der Hauptachse ein oblonger Pfeiler stand, welcher durch zwei spitzbogige Quergurte mit den Außenmauern verbunden war, sicherlich nur, um die Dachlast des

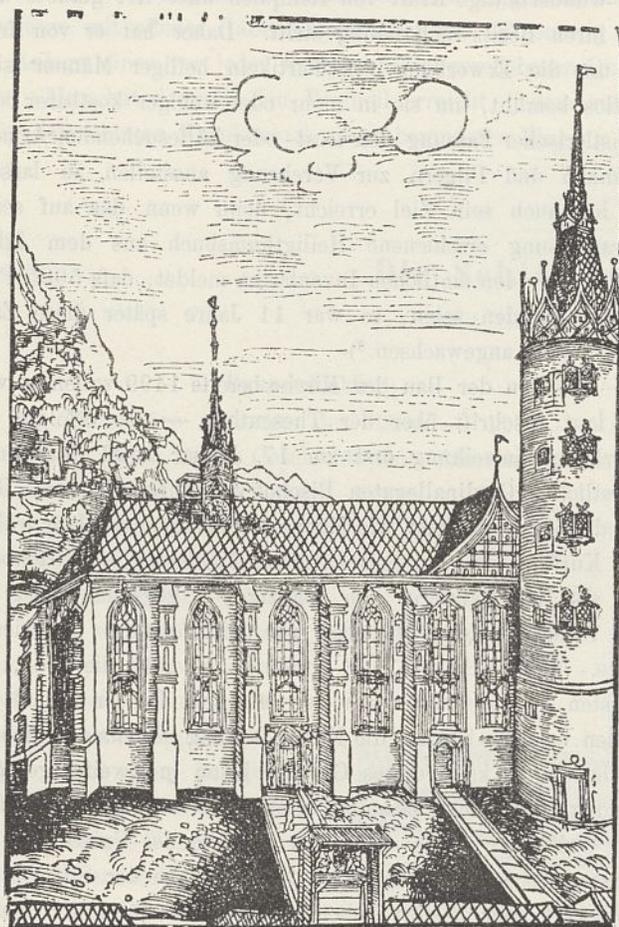


Abb. 2. Schlofskirche im Jahre 1509.

Westflügels zu tragen. Dieser Pfeiler wurde, wie Georgi meldet, „von Baumeistern durchgehends bewundert“. Endlich deuten auf jene ursprüngliche Structur die verschiedene Fenstergliederung und die Lage einer zweiten Eingangstür im westlichsten Joche. Diese erst spät — so zu sagen in zwölfter Stunde — bewirkte Vergrößerung der Kirche ist die Ursache gewesen, daß erst vier Jahre nach der inschriftlich feststehenden Vollendung 1499 die feierliche Einweihung 1503 stattfinden konnte. Und daß selbst diese so vergrößerte Kirche den Fürsten nicht genügt hat, geht aus Scheurl's Aeußerungen unzweifelhaft hervor.

Das Aeußere der neuen Schlofs-, Stifts- und Universitätskirche veranschaulicht Abb. 2, welche dem Heiligthumsbuche von 1509 entlehnt ist und die Nordseite zu der Zeit darstellt, wo Luther hier lehrte und wirkte. Zwei Holzstege führten über den nassen Graben und auf der Contrescarpe stand ein Holzgitter mit einem sattelartig abgedeckten Stein-

thore, welches den Zugang zu dem Hauptportale — der Thesenthür von 1517 — eröffnete. Die Kirche besaß tiefe, dreifach abgestufte Strebepfeiler mit geschwungenen Abdeckungen; die auf ihren Stirnseiten angedeuteten oblongen Füllungen waren nicht vorhanden, sondern rühren von einem Irrthume des Zeichners her. Nicht zu übersehen sind die kleinen Fenster nebst Pfortchen in dem Mauerstücke östlich von dem letzten Strebepfeiler, weil sie die Lage jener Emporentreppe beweisen. Ueber dem letzten Westjoche sieht man den oben besprochenen Steingiebel mit Knopf und Fahne und seinem seltsam mit gitterartigen Roststäben verzierten Tympanon. Die dreitheiligen Spitzbogenfenster waren durch Stabwerkwände mit Gardinenbogen behufs des sicheren Anschlusses der flachen Emporengewölbe in fast halber Höhe getheilt. Neben der Thesenthür standen zwei männliche Figuren mit Spruchbändern, die eine mit Krone, die andere mit Mitra, und über ihnen folgten in den Zwickeln zwei weibliche Standbilder nach oben schauend und die Arme erhebend. Eine sichere Deutung dieser plastischen Composition ist bisher nicht gegeben worden. Das mit Ziegeln gedeckte Dach bekrönte ein quadratischer zweigeschossiger Dachreiter mit Uhrhaus, der drei Glocken trug und der in einer schlanken, geschweiften und krabbenbesetzten Spitze, welche vier Eckspitzen umgaben, endigte. Er bestand aus Holz und war mit Metall bekleidet. Den Abschluß nach Westen bildete der starke, einmal absetzende Rundthurm, in vier Obergeschossen sowohl auf Vertheidigung (Schießlöcher links) als auch für Wohnzwecke (gepaarte Fenster mit Gardinenbogen in der Mitte) eingerichtet. Auf dem wulstigen Hauptgesimse standen acht mit einander verschlungene Steingiebel mit geschweiftem Stabwerk, Fialen und Knöpfen besetzt, und hinter ihnen erhob sich der vierseitige, aber eigenartig aus geschwungenen Dachflächen hergestellte und mit einem quadratischen Gaupenkranze abschließende Helm, welcher aus Holz erbaut und mit Blei gedeckt war. Mit großer Wahrscheinlichkeit darf man voraussetzen, daß der Südwestthurm ganz gleich oder sehr ähnlich gestaltet war.

Ungleich schwieriger ist es, ein sicheres Urtheil über die Gestaltung des Inneren der Kirche zu gewinnen, weil einerseits nach der oben nachgewiesenen Vergrößerung noch spätere Veränderungen vorgenommen worden sind und andererseits ein Grundriß aus dem XVI. Jahrhundert fehlt. Der bei Stier: Die Schlofskirche zu Wittenberg, S. 6 veröffentlichte Plan, welcher auf eine im Rathhause zu Wittenberg vorhandene Zeichnung aus dem Jahre 1758 zurückgeht, hat gar keinen Werth, weil er von Unrichtigkeiten wimmelt. Brauchbarer ist ein mit liebevollem Fleiße, aber ohne jede Kenntniß des architektonischen Zeichnens hergestellter Stich bei Georgi, Wittenberg, Klagegeschichte S. 50, Taf. III, welcher zwei Längsschnitte — der eine nach Süden, der andere nach Norden gesehen — wiedergibt. Aber auch dieser gewährt trotz der hinzugefügten Erklärungen von S. 49—56 nur eine ungefähre Vorstellung von der ursprünglichen Raumgestaltung und Einrichtung wegen der später vorgenommenen Umbauten und Ergänzungen.

Die Schlofskirche war ein einschiffiger, gewölbter und ringsum mit hohen flachbogigen Emporen ausgestatteter Bruch- und Werksteinbau — großenteils außen und innen geputzt — von auffallender Schlichtheit in allen Baugliedern. Das

Gewölbesystem ist nicht deutlich angegeben, doch hat uns der Fund zahlreicher und wichtiger Rippenstücke des alten Baues die Gewißheit verschafft, daß das Gewölbe in Reihungen mit gedrückten Spitzbogen auf Wandconsolen erbaut war. Die Emporen ruhten auf kämpferlosen Steinpfeilern und waren als flache Brückenbogen derartig behandelt, daß man ihre Brüstung nicht schärfer angedeutet hatte, sondern daß die ganze Fläche zwischen Tragebogen und Brüstungsabdeckung von Achse zu Achse mit flachen senkrechten Stäben, die den Umrahmungen unmittelbar entwachsen, gegliedert war.⁴⁾ Dieses nackte, jeder höheren Kunstform entbehrende System muß sehr kahl und nüchtern gewirkt haben, jedenfalls war damit die Grenze zulässiger Sparsamkeit erreicht worden. Bemerkenswerth ist die hohe Lage der Emporen; sie hing

sicher wegen ihrer Benutzung seitens des Hofes mit der Anordnung der Hauptwohn- und Gasträume im zweiten Stocke des Schlosses zusammen und daher hieß die Westempore: der Fürstenchor. Er war durch hohes Holzpfostenwerk, mit Butzenscheiben darin, stubenartig abgeschlossen. An der Südseite, und zwar auf die vier westlichen Joche beschränkt, waren die Emporenarcaden in der Höhe

noch einmal getheilt, sodaß hier zwei Emporen übereinander lagen. Wahrscheinlich hängt diese Anordnung, welche nur durch Platzmangel hervorgerufen sein kann, mit dem Vergrößerungsbau nach 1499 zusammen. Das gleiche gilt von der Nordseite, sodaß hier sogar das Joch an der Haupteingangsthür überbrückt wurde. Dieser Abschnitt besaß eine mit 16 Wappen geschmückte Brüstung und hieß das „Printzen-Chor.“ Aber damit noch nicht genug. Man hatte wieder wegen Platzmangels in noch späterer Zeit vor der Westseite und zum Theil nach der Nord- und Südseite übergreifend, eine dritte hölzerne Empore mit Holzgeländer eingebaut. Zwei Spindeltreppen, die schon erwähnte runde in der Nordmauer und eine quadratische, an der Südmauer in den Hof hineingebaute, machten die Emporen zugänglich, und die nördliche führte bis zum Dache empor. Zwei sehr kleine Orgeln standen an der Süd- und Nordwand auf der Hauptempore, und zwar so, daß ihre Holzpfeiler, welche das Werk trugen, auf der Brüstung aufgestellt waren. Auch dies ein naiver, aber sehr unkünstlerischer Nothbehelf. Das Gebläse für diese Orgel

lag oberhalb des Gewölbes im Dachboden. Die steinerne Kanzel war mit der Richtung nach Osten an der Südmauer angebracht, wenigstens sagt dies Faber S. 225; aber in der Abbildung — bei Georgi Taf. III — erscheint sie an dem vierten Südpfeiler angeordnet; sie lag ein wenig tiefer als die hier beginnende Unterempore und war wahrscheinlich auch von dieser aus zugänglich. Ein etwas reiches Renaissancegestühl, wohl bevorzugte Plätze enthaltend, umgab die Kanzel. Die unmittelbar östlich daran schließende Arcade enthielt ein spätgothisches Chorgestühl von fünf Sitzen nebst der dazu gehörigen Vorderreihe von ebenso vielen niedrigeren Plätzen. Da dieselbe Bestuhlung aber mit sechs Sitzen auch auf der Nordseite angedeutet ist, so darf man darin das Chorgestühl für die Stiftsherren des spätgothischen Neubaus

erkennen. Der hölzerne, von Lucas Cranach gemalte und oben flachbogig abgeschlossene Hochaltar mit dem Bilde der heiligen Dreieinigkeit, entbehrte jeder reicheren architektonischen Fassung. Oberhalb dieses Flügelaltars betonte ein vielbewunderter Marmorcrucifixus auf der Emporenbrüstung die Mittelachse.⁵⁾ Die in Erz gegossenen Hochreliefstandbilder der beiden Kurfürsten Fried-



Abb. 3. Schloßkirche im Jahre 1717.

rich und Johann standen in den Wandnischen unter den beiden Chorfenstern vor dem Hochaltare, und in ihrer nächsten Nähe, je rechts und links von jedem, erhoben sich — wie es scheint von Consolen getragen — die theilweis bemalten und vergoldeten knieenden Figuren derselben Fürsten aus Alabaster gehauen. Die Wände waren mit großen und kleinen in Erz gegossenen oder in Stein gehauenen Epitaphien und Gedächtnis tafeln besetzt. An den Pfeilern hingen die lebensgroßen Bilder Luthers und Melanchthons (beide 1562 von Lucas Cranach gemalt), ferner ein in Felder getheiltes Marmorrelief mit der Leidensgeschichte des Herren sowie prächtige Teppiche, viele Wappen, Pilgerraritäten und naturgeschichtliche Seltenheiten. Der bunt geschachte Fußboden bestand aus geschliffenem Rochlitzer Marmor. Außerdem umschloß die dicht besetzte Kirche, wie Scheurl angiebt, 1508 neunzehn Altäre, von denen fünf „in der Höhe“ lagen; auch eine „Taufe“ war damals vorhanden, aber nur ein Beichtstuhl. Nicht alle Fenster waren mit Glasmalerei ausgestattet, sondern nur einige, theils mit Wappen, theils mit Figuren. Von

⁵⁾ Besonders deutlich auf dem Stiche in Georgi, Wittenb. Jubelgeschichte S. 22.

⁴⁾ Georgi, Wittenb. Klagegeschichte Taf. III.

Dürer rührten vier Tafelbilder her, auch eine Doppelbildsäule, Maria und Jesus darstellend und von einem Wormser Bildhauer gemeißelt, kam 1510 oder 11 zur Aufstellung. Die gesamten Baukosten sind leider nicht bekannt; nach Spalatin's Angaben waren aber für die Ausstattung und den Schmuck 200 000 Goldgulden verwendet worden.

Die erste Veränderung am Schlosse und der Kirche bewirkte der drohende Schmalkaldische Krieg. Noch ehe er ausbrach, wurden im Juni 1546 der Dachreiter und die Helme und Giebelkränze an den beiden Westthürmen abgebrochen, um nach Erbauung einer Brustwehr auf ihren Plattformen Feldschlangen aufzustellen. Doch schon wenige Jahre später erfolgte von 1558—62 eine Wiederherstellung durch Kurfürst August I., Bruder des bei Sievershausen gefallenen Kurfürsten Moritz, leider nicht in monumentalem Sinne, weil auf der Brustwehr je eine kuppelförmig geschweifte und mit vier gestaffelten Renaissancegiebeln besetzte, geschieferte Holzspitze aufgebaut wurde. Für den Knopf unter der Wetterfahne des Nordwestthurmes schrieb der betagte Melanchthon die Urkunde. Den Bau dieser neuen Helme leitete Hans Kramer, während Kaspar Voigt, der Erbauer des Dresdener Schlosses, die Oberleitung hatte. Es scheint auch damals der Dachreiter in sechseckiger Gestalt mit einem Helme und sechs Nebenspitzen (Faber meldet, daß er sieben zinnerne Knöpfe besessen habe) erneuert worden zu sein. Von dieser stattgefundenen Umgestaltung der Thürme sowie von dem späteren Umbau der äußeren Befestigung giebt Abb. 1 nach Merian eine genügende Vorstellung, während Abb. 3, aus Fabers Buch von 1717 entlehnt, die seit 1509 erfolgte Umgestaltung der Nordseite der Kirche und des Dachreiters veranschaulicht. So mittelmäßig das Bild gezeichnet ist, so gewährt es doch manche Belehrung. Der nasse Graben war damals zugefüllt oder überwölbt, sowie die Straße gepflastert. Eine ganze Anzahl neuer Häuser war darüber errichtet, und noch höhere Gebäude im Schlofshofe traten bis an den Chor heran; die Kirche selbst war wohl erhalten, auch der hohe Steingiebel mit dem Dache dahinter an der Nordseite stand noch aufrecht. Dagegen sieht man am Nordwestthurme aufser einer vorgekragten Spindeltreppe den neuen kuppelförmigen Helm mit einem Renaissancegiebel sowie den unten quadratischen, oben über Eck gestellten und mit einer welschen Haube gekrönten Dachreiter, welcher wieder eine Schlofsuhr besaß.

Man darf aus allen diesen Ueberlieferungen schliessen, daß ein furchtbarer Brand im Jahre 1640, welcher die gegenüber liegende alte Schlofsmühle zerstört und die Kirche ernstlich bedroht hatte, ohne schweren Schaden für die letztere verlaufen war. Ungleich verhängnisvoller für sie wurde der siebenjährige Krieg. Friedrich der Große ließ 1756 Wittenberg besetzen und behauptete diesen wichtigen Punkt mit einer kurzen Unter-

brechung bis 1760. Da gelang es der vereinigten österreichischen und Reichsarmee am 13. October jenes Jahres durch eine nachdrückliche Beschießung den Abzug der preussischen Truppen zu erzwingen, nachdem ein großer Theil der Stadt in Flammen aufgegangen war, darunter das Schloß und die Schlofskirche, von denen nur die nackten Mauern stehen blieben. Die Tab. I in Georgis Wittenbergischer Klagegeschichte von 1760 giebt eine Darstellung jener Beschießung nach Gillings Zeichnung, der Stich ist von Schleuen in Berlin. Aus ihr ergiebt sich die nicht unwichtige Thatsache, daß Moritz von Sachsens neuer Aufbau der Schlofsthürme von Holz, und nicht von Stein hergestellt war. In der Schlofskirche ging alles, was brennbar war, unter, weil die Gewölbe einstürzten und der brennende Dachstuhl folgte, nur die meisten steinernen und alle ehernen Denkmäler wurden wie durch ein Wunder gerettet. Leider sind damals werthvolle Kunstwerke, wie Dürers Tafelbilder, der marmorne Crucifixus, die Cranachschen Gemälde der beiden Hauptreformatoren, Raritäten und Kostbarkeiten aller Art sowie die weltgeschichtlich so bedeutsame Thesenthür vernichtet worden.

Dieses schwere Unglück, welches die Wiege der Reformation betraf, hat in dem protestantischen Deutschland lauten Widerhall gefunden und überall neben dem tiefsten Bedauern auch die regste Theilnahme für eine baldige Wiederherstellung geweckt, insbesondere in Sachsen. Schon vor dem Abschlusse des Friedens zu Hubertusburg war man an solcher Arbeit, um deren Förderung der Zimmermeister Kaspar Köhler sich besondere Verdienste erwarb. Die wiederhergestellte Kirche wurde am 6. August 1770 eingeweiht und der ganze Bau mit der feierlichen Aufstellung von Knopf und Kreuz auf dem nunmehr zum Glockenthurme umgewandelten Nordwestthurme abgeschlossen. In Georgis Annalen findet sich eine große Darstellung des Aeußeren der Kirche und des Thurmes, wieder von Norden gesehen. Aus ihr ergiebt sich, daß man den Dachfirst bedeutend niedriger gelegt, den hohen Steingiebel sowie den Dachreiter vollständig beseitigt und auf den unteren Festungsturm einen runden, in zwei Geschossen aufsteigenden und in einer geschweiften Spitze endigenden Holzthurm, welcher ganz mit Kupfer beschlagen war, aufgesetzt hatte. An seinem Fulse hatte man ein zweigeschossiges, sehr schlichtes Treppenhaus erbaut und die

Thesenthür statt ihres alten Bildwerk-schmuckes mit nüchternen Vasen über dem Portalbogen ausgestattet. Wenn somit das Aeußere einen wesentlich anderen Kunstcharakter erhielt, als früher, so erging es dem Inneren noch viel schlimmer. Es wurde so vollständig um-

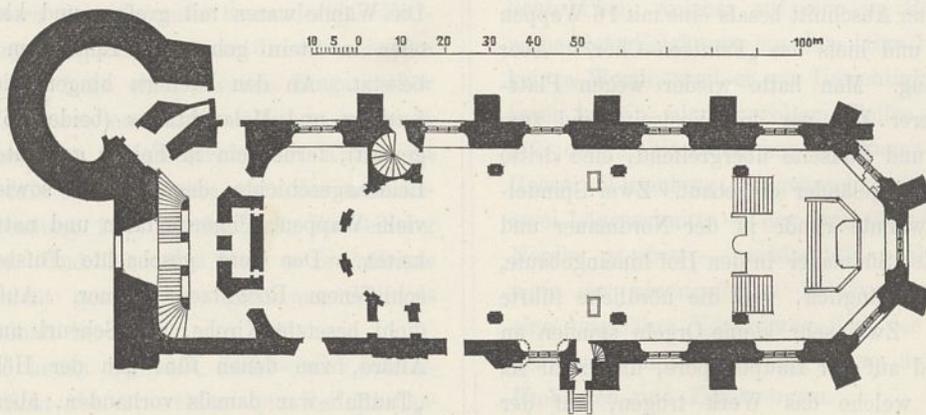


Abb. 4. Schlofskirche im Jahre 1770.

gestaltet, daß, abgesehen von den Fenstern mit ihren Maßwerken, architektonisch nichts mehr an die alte ruhmvolle Zeit der sächsischen Kurfürsten und der Reformation erin-

nete. Wie mit dem Schwamme ausgewischt wurde alles, was den Bau trotz seiner an Nüchternheit streifenden Schlichtheit monumental gemacht hatte: die ringsum laufenden flachbogigen Emporen, die sechseckigen Steinpfeiler und das kühn gespannte Netzgewölbe. Auch hat man, wie der Grundriß Abb. 4 zeigt, den Innenraum mittels einer aus Holz erbauten Westapsis, welche sich an die Spindelstiege in der Nordmauer anschloß, aber nicht mit ihr zusammenhing, um fast zwei Joche verkürzt. An die Stelle der alten Steinemporen traten in zwei Geschossen hölzerne Prieche, welche aber nicht wie im alten

Baue ringsum liefen, sondern nur auf der Nord- und Südseite bis zum Chorjoch reichten. Aus Doppelstielen zusammengefügte Oblongpfeiler bildeten die neuen Stützen, zwischen denen die Längsbalken architravartig und in den Ecken durch hohe Holzconsolen unterstützt eingespannt wurden, um die langen, aus Rahmstücken und Füllungen bestehenden Brüstungen sowie die Fußböden und Bänke zu tragen. Aus Holz wurde auch die Decke hergestellt in der Form eines gedrückten Tonnengewölbes mit niedrigen Seitenstichkappen. Der mächtige, fast bis zur Decke reichende, aus Ober- und Unter-

geschosf bestehende und mit korinthischen Säulen geschmückte Zopfaltar war gleichfalls ein Holzbau. An seinem Mitteltheile schwebte die von hinten her besteigbare Kanzel nebst Schalldeckel über dem darunter stehenden, kommodenartig gebauchten Altartische. Hinter der oben erwähnten, apsidal gestalteten und sehr tief angelegten Westempore hat man an der Stelle, wo einst der freie Steinpfeiler mit seinen Gurtbögen stand und das Dach des westlichen Schloßflügels trug, ein stattliches steinernes Treppenhaus erbaut, welches, in vier Geschosse getheilt, sowohl zu den beiden Emporen der Kirche wie zu allen Stockwerken des Nordwestthurmes führte. Auf der oberen Empore im Westen befand sich die Orgel, und hinter ihr endigte die Treppe im Dachgeschosse beider Flügel.



Abb. 5. Schlofskirche. Inneres von 1770—1878.

Das Innere der Kirche machte trotz des stattlichen und einheitlich durchgeführten Maßstabes und der soliden Technik einen ungünstigen Eindruck, weil das Beste fehlte: der warme Hauch echt künstlerischer Empfindung gepaart mit dem Streben, an die große Vergangenheit würdig wieder zu erinnern. Es war ein echter sächsischer Zopfbau des XVIII. Jahrhunderts. Die Abb. 5 — nach einer Photographie von 1878 angefertigt — wird dieses Urtheil bestätigen.

Die also umgestaltete Kirche erlitt mancherlei neues Ungemach durch die französische Invasion 1806 und die Wieder-

erneuerung der verfallenen Festungswerke. Sie wurde bald als Speicher für Heu- und Mehlvorräthe, bald als Lazareth oder Gefängniß für Kriegsgefangene u. dgl. m. gebraucht und erlebte 1813 eine dreifache Belagerung. Bei der ersten Beschießung brannte der neu erbaute Schloßthurm bis auf das Steinwerk am 27./28. September nieder. Bei der dritten Blockade wurden zwei Roßmühlen in der Schlofskirche eingerichtet und schöne Gitter zerstört, sodaß sie nach der im Januar 1814 durch Sturm erfolgten Einnahme unter Tauenzien schwere Beschädigungen aufwies. Nachdem der Kurkreis Sachsen 1815 an Preußen abge-

treten war, nahm König Friedrich Wilhelm III. die schleunige, aber wegen Knappheit der Mittel eng begrenzte Wiederherstellung in die Hand. Leider wurde der Nordwestthurm der Fortification wieder zurückgegeben und nach einschneidendem Umbau durch Einziehung eines sechseckigen kolossalen Mittelpfeilers für Positionsgeschütze in verschiedenen Geschossen, sowie auf der bombensicher gemachten Plattform eingerichtet.

Gleichwohl hat man damals bereits in den maßgebenden Kreisen der Preussischen Regierung — Kronprinz Friedrich Wilhelm war die treibende Kraft, und Schinkel stand ihm zur Seite — an eine stilistische Umgestaltung, wenn auch in bescheidenem Sinne gedacht. Dies beweist ein zu Magdeburg im Mai 1817 aufgestellter Entwurf auf 7 Blättern

von Costenoble. Unter Beseitigung des großen Zopfaltars nebst Kanzel, doch unter Schonung der hölzernen Tonnendecke und aller Emporen in ihrem Materiale, hat der Verfasser den Versuch gemacht, durch einen neuen Altar und eine ebensolche Kanzel in Holz sowie durch gusseiserne Gitter und einige hinzugefügte hölzerne Fialen an und auf den Emporen das Innere wieder etwas gothisch zu gestalten. Selbstverständlich so gut es ging — denn was geplant war, trägt den Character jener Theatergothik, welche schon früh — um 1780 — beginnend, das Aufblühen der romantischen Dichterschule an vielen Orten Deutschlands begleitet hat. Ob das

Project an der entscheidenden Stelle nicht gefiel, oder ob die Kürze der Zeit bis zum 31. October 1817, wo das dreihundertjährige Jubelfest der Reformation bevorstand, die geplante Ausführung nicht gestattete, muß dahingestellt bleiben. Jedenfalls ist es nicht zustande gekommen. Vielmehr wurde die Kirche nach einer gründlichen Instandsetzung an Fenstern, Erneuerung der Steinbeplattung unter Stiftung eines neuen Taufsteines in Gufseisen und Aufstellung eines neuen Gestühls in dem zopfigen Gewande, welches der Bau von 1763 bis 1770 ihr gegeben, feierlich wieder eingeweiht.

(Schluß folgt.)

Haben Steinmetzen unsere mittelalterlichen Dome gebaut?

Vom Landbauinspector Hasak.

(Schluß.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

130 Jahre älter als die Prager Dombaurechnungen ist das Skizzenbuch eines Baumeisters, des Wilars von Honecort, des muthmaßlichen Erbauers des Domes in Kammrich (Cambray). Es

befindet sich heute in der Bibliothek der Republik in Paris, ein Heft von 33 Blatt bildend, das aus der Bibliothek von St. Germain des Près daselbst stammt. Wie sich aus den Seitenzahlen ergibt, enthielt es früher 54 Blatt. 41 Blatt waren im XV. Jahrhundert noch vorhanden, was aus einer Bemerkung am Schlusse hervorgeht. Quicherat hat es zuerst weiteren Kreisen bekannt gegeben, doch erst durch Lassus oder vielmehr aus dessen Nachlaß durch Darcel und in England durch Willis ist

es in den fünfziger Jahren in genauer Nachbildung mit ausreichenden Erklärungen veröffentlicht worden. Die Blätter sind für jeden Baumeister von höchstem Interesse, da man die große Vielseitigkeit jener Meister, die die Gothik geschaffen haben, darin bestätigt sieht und eine weitere Anzahl falscher Ansichten durch sie ihre Widerlegung finden. Beim ersten Durchblättern wird der Eindruck der Naivität mancher Zeichnungen (die Perspective war noch unbekannt) sowie des Wortlautes überwiegen. Doch ist zu bedenken, daß uns eben 6 Jahrhunderte von der Zeit ihrer Entstehung trennen. Wenn man sich erinnert, daß schon die Ausdrucksweise großer Geister des vorigen Jahrhunderts häufig befremdlich anmüthet, so wird es nicht schwer werden zur richtigen Würdigung des Ganzen zu gelangen.

Die figürlichen Skizzen herrschen auf den Blättern vor. Doch dürfte dies dem Fehlen von zwei Fünftel des Inhalts zuzuschreiben sein. Die Bemerkung auf S. 27 (vgl. Abb. 5) unterstützt diese Annahme; dort schreibt Wilars:

Vesci l'esligement del chavec medame sainte Marie de Canbrai ensi com il ist de terre. Avant en cest livre en troveres les montees dedens et dehors. et tote le maniere des

capeles et des plains pans autresi. et li maniere des ars boteres. (Das ist der Plan des Chorhauptes von meiner lieben Frau Maria zu Kammrich, wie es jetzt aus dem Grunde sich erhebt. Weiter-

hin in diesem Buche werdet ihr finden die Innen- und Aufsenaufrisse, die Anordnung der Capellen und Seitenmauern und der Strebebögen.) — Aber diese Architekturblätter sind nicht vorhanden.

Unter den figürlichen Skizzen sind sehr wichtig die Actstudien, von denen in Abb. 1 zwei wiedergegeben sind. Der eine Mann hat seine Mütze noch auf, der andere noch seine Schuhe an. Irgendwie idealisirt oder stilisirt sind sie nicht, die Wirklichkeit ist beinahe zu wirklich wiedergege-

ben; wobei übrigens die Darstellungsweise mit Feder und Tusche nach flüchtiger Skizzirung mit einer Bleispitze den uns ungewöhnten Eindruck erhöht. Die alten Meister haben also sehr wohl den nackten Körper studirt, wenn sie auch hauptsächlich Gewandfiguren darzustellen pflegten. Wer ihre Gewandfiguren kennt, weiß diese Thatsache auch ohne diese Beläge aus Wilars Skizzenbuche. Den vorgefaßten Anschauungen der Kunstschriftsteller entspricht dies allerdings nicht, woher sich dann die verlegenen Redensarten Schnaases schreiben mögen.

Außer Actstudien hat Wilars einige Seiten darauf verwendet, zu zeigen, daß man in den Menschen- und Thierkörper gewisse geometrische Figuren einzeichnen kann (Abb. 2 u. 3). Es läßt sich indes schwer entscheiden, ob diese Figuren nicht etwa Hilfslinien für die Uebertragung sein sollen oder ob sie das Entwerfen erleichtern sollen. Es scheint, daß das letztere der Fall ist. Die dabei zur Anwendung gekommenen Regeln sind aber nicht zu finden, wenn sich auch Viollet-le-Duc Bd. VII, dictionnaire de l'architecture, bemüht hat, solche aufzustellen.

Die dritte Art Darstellungen sind Skizzen nach der Natur, die meistens vorzüglich gelungen sind. Schnaase behauptet

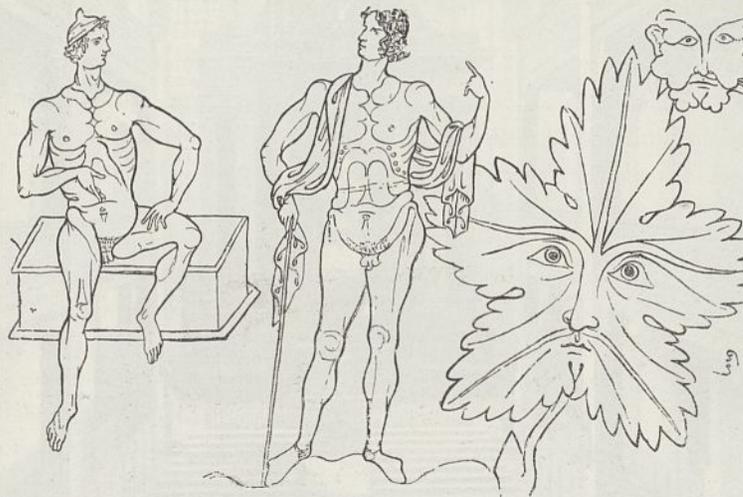


Abb. 1.

zwar das Gegenteil; wie unzutreffend aber sein Urtheil ist, zeigen die Abb. 4 bis 6, welche zwei Würfelspieler (Abb. 4), zwei Ringkämpfer (Abb. 5) und einen Geigenspieler mit einem tanzenden Hunde (Abb. 6) darstellen. Weiter enthalten die Blätter noch Darstellungen eines zu Pferde steigenden Ritters, zweier Ritter zu Pferde, einer Heuschrecke, einer Biene, einer Katze, eines Krebses, eines Stachelschweins usw. Bei letzterem bemerkt der Zeichner: *vesci I porc espi. cest une biestelete qui lance se soie quant ele est corecie.* (Hier ist ein Stachelschwein, das ist ein kleines Thier, welches seine Stacheln ausstreckt, wenn es gereizt wird.)

Ferner ist die spafshafte Geschichte dargestellt, wie man einen Löwen erzieht (Abb. 7). Ein riesiger Löwe ist mit einer Kette an einen Pfahl gebunden. Vor ihm steht ein Mann mit zwei kleinen Hunden an einem Seil und mit einer Peitsche. Hierzu bemerkt Wilars:



Abb. 2.



Abb. 3.

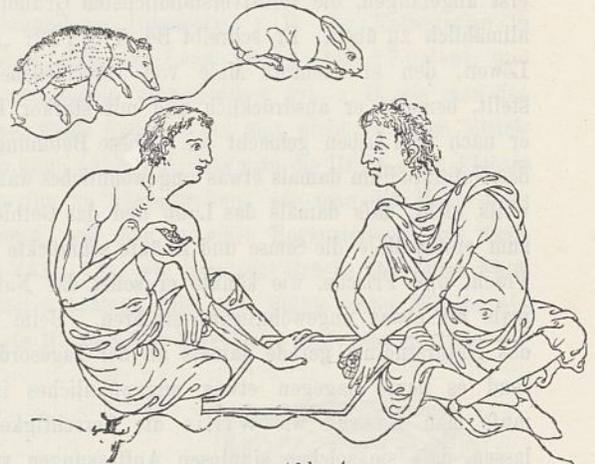


Abb. 4.



Abb. 6.

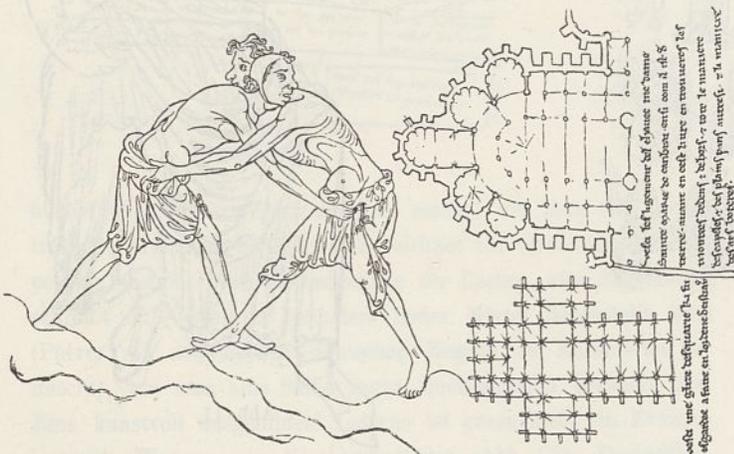


Abb. 5.

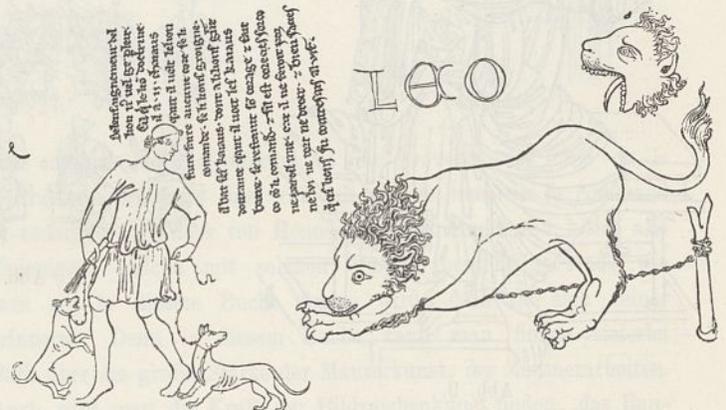


Abb. 7.

De l'enseignement del lion vus vel ge parler. Cil qui le lion doctrine ila II chaiaus. Quant il velt le lion faire faire aucune coze se li comande. se li lions groigne. il bat ses kaiaus. dont a li lions grant doutance quant il voit les kaiaus battre. se refaint son corage et fait co con li comand. et sil est corecies sor co ne paroil mie. car il ne ferait por nelui ne tort ne droit. Et bien sacies que cil lions fu contre-fais al vif. (Von der Erziehung des Löwen will ich Euch erzählen. Derjenige, welcher den Löwen lehrt, hat zwei kleine Hunde. Wenn er den Löwen etwas ausführen lassen will, be-

fehlt er es ihm. Wenn der Löwe knurrt, schlägt er seine Hunde. Dadurch ist der Löwe hoch betroffen, wenn er die Hunde geschlagen sieht, so daß er seinen Zorn verbeißt und thut, was man ihm befiehlt. Wenn er aber gereizt ist, darüber spreche ich garnicht, denn dann würde er weder in gutem noch im bösen etwas thun. Und wisset wohl, daß dieser Löwe nach der Natur gezeichnet ist.

Daß Wilars hierbei sich etwas zu gute darauf thut, daß er einen Löwen nach der Natur gezeichnet, und nicht, daß er das Zeichnen nach der Natur überhaupt hierbei als etwas neues

rühmt, dürfte ebenfalls klar sein. Auch hierbei bemüht sich Schnaase, den letzteren ganz unmöglichen Sinn unterzuschieben, blos um die Vorstellung aufrecht zu erhalten, die damalige Zeit (um 1244) sei eine ungebildete, barbarische Zeit gewesen, Handwerker hätten die Kunstwerke geschaffen und hätten gerade erst angefangen, die selbstverständlichsten Grundlagen derselben allmählich zu üben. Er schreibt Bd. 5 S. 122: „Und bei einem Löwen, den er mehrere Male von verschiedenen Seiten darstellt, bemerkt er ausdrücklich und mit starker Betonung, daß er nach dem Leben gemacht sei. Diese Betonung beweist, daß das Naturstudium damals etwas ungewöhnliches war.“ Schnaase weiß nicht, daß damals das Laub und das Gethier der Heimath zum ersten Male die Simse und Knäufe schmückte in unerreichter Pracht und Frische, wie könnte er sonst das Naturstudium damals als etwas ungewöhnliches erklären. Beim Ornament war das Naturstudium gerade damals an der Tagesordnung — während es heute dagegen etwas ungewöhnliches ist. Uebrigens muß man Lassus wie Willis die Gerechtigkeit widerfahren lassen, daß sie solchen sinnlosen Auffassungen vollständig fern

stehen. Sie kennen die Kunst, über die sie schreiben. Schnaase fährt S. 122 fort: „Uebrigens läßt sich nicht leugnen, daß dem Zeichner immer noch Drachen und andere phantastische Ungeheuer besser als wirkliche Thiere gelingen.“ Dies widerspricht vollständig den Thatsachen, da der einzige „Drache“, der vorkommt (Abb. 8), recht mifsrathen ist, während die Hunde, Falken usw. sehr gut gelungen sind.

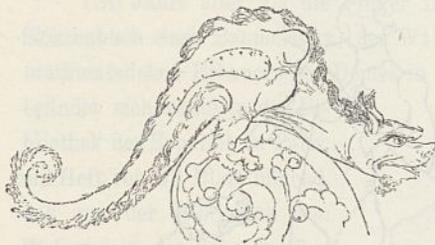


Abb. 8.



Abb. 9.



Abb. 12.



Abb. 10.



Abb. 11.

Den Haupttheil der Darstellungen bilden aber Skizzen nach Gemälden (Glasfenstern) und Bildwerken (Abb. 9 bis 12), deren Werth daher auch wohl nach der Beschaffenheit des Vorbildes sich richtet. Aber alle sind mit sicherer Hand gezeichnet, Hände und Füße, diese Merkzeichen des Könnens, bezeugen besonders sein Geschick. Lassus behauptet an mehreren Stellen, diese Darstellungen sähen deutsch aus, ebenso wie die Architekturskizzen. Bei den Figuren kommt er zur Hauptsache wohl auf diesen Gedanken wegen der vielen Falten der Gewänder: denn die französischen Figuren zeichnen sich durch große ruhige Flächen in der Gewandung aus, während die von Wilars gezeich-

neten in ihren Gewändern etwa an die Figuren am Dom in Bamberg, welche die Kirche und die Synagoge darstellen, gemahnen. Ein Deutscher war Wilars aber jedenfalls nicht, kein deutsches Wort ist in seinem Skizzenbuch zu finden. Dagegen klingt der Satzbau vielleicht deutsch, wenigstens gar nicht französisch.

Man findet in den beigeschriebenen Erklärungen nur französisch, lateinisch und bei einer Kreuzigung einige Worte griechisch. Die Kenntniß des Lateinischen erweist ebenfalls, daß Wilars kein bloßer Steinmetz war, daß er vielmehr die höheren, nicht bloß die niederen Schulen des Mittelalters besucht hatte.

Man muß nur immer von dem allein richtigen Grundsatz ausgehen, die Menschen im Mittelalter unterschieden sich nicht allzuviel von uns, ihre Bildung war sicher weder unter, noch etwa über der unseren. Zu Lateinisch und Griechisch gehörten Schulen und gehöriges jahrelanges Lernen. Hatte aber jemand jahrelang die höheren Schulen besucht, dann griff er nicht zum Steinmetzmeißel und arbeitete geistlos nach gegebener Schablone Tag ein Tag aus Gesimse und Maßwerke, dann wurde er eben Baumeister. Er wurde nicht einmal Steinmetzmeister, denn dazu genügte es, daß er die niedere Schule besucht hatte und zur Noth lesen, schreiben und rechnen konnte. Vielleicht hat es auch hierin meistens bei den „Meistern“ gemangelt, fehlte es daran doch häufig bei den Edeln und den Fürsten sogar.

Wilars stammte aus der Picardie. Honecort, oder wie es heute lautet Honnecourt, ist ein Dorf an der Schelde, 5 Meilen

südlich von Kammrich. Zu Kammrich baute er den Dom, wie man aus dem Skizzenbuch schließen kann. Zudem zeichnete er auch in seinem Buche den Plan der Kirche zu Vaucelles, einer Abtei bei Honnecourt.

Seine Bauskizzen zerfallen zur Hauptsache in Skizzen von Einzelheiten vorhandener Bauwerke, z. B. der Kathedralen in Rheims, Lausanne, Chartres, Laon, Meaux (Abb. 17 unten), und in Kunstgriffe und Regeln verschiedener Art, z. B. wie man den Halbmesser einer Säule findet, wenn man nicht zu ihrem Mittelpunkt gelangen kann (Abb. 13); wie man die Breite eines Flusses bestimmt, ohne ihn zu überschreiten, wie man die Höhe eines Thurmes bestimmt, wie man in einer Bogenstellung eine Säule auslassen kann (Abb. 14), wie man eine Brücke über einen Fluß mit kurzen Hölzern schlägt, wie man Pfähle unter Wasser abschneidet, wie ein Handwärmer hergestellt wird, wie man ein tré-

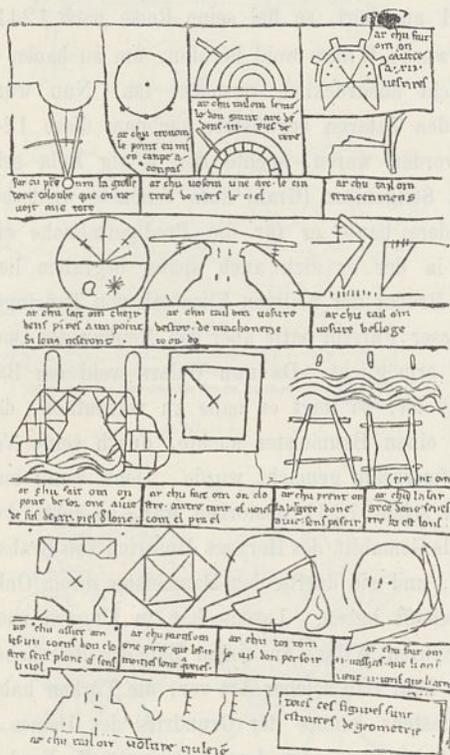


Abb. 13.

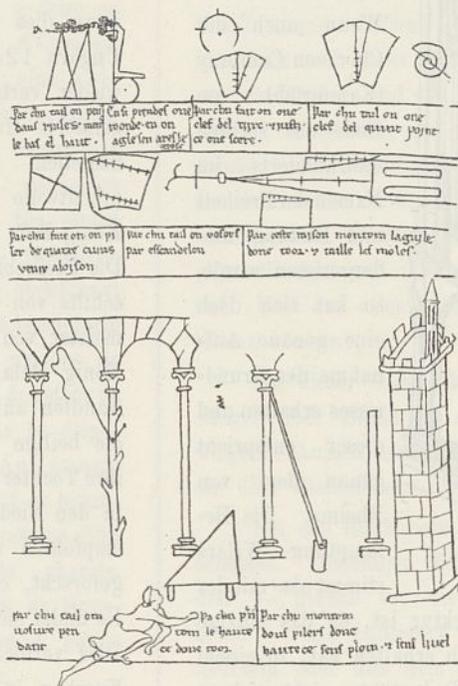


Abb. 14.



Abb. 15.

buchet (eine große Wurfmaschine) macht, wie man eine sicher treffende Armbrust herstellt. Er zeichnet ein vermeintliches Perpetuum mobile, eine Hebe- und Säge- und Sägemühle, schreibt auf, wie ein besonders fester Mörtel hergestellt wird (Pulver von zerstoßenen römischen Ziegeln zu Kalkmörtel gemischt), wie man eine Salbe gegen Quetschungen herstellt usw. Eine kunstvoll ausgebildete Laterne ist gezeichnet, ein Evangelienpult, Wangen von Kirchengestühlen (Abb. 15), Dachstühle. Kurz, er skizzirt alles, was für einen Baumeister irgendwie von Interesse sein kann, und was er erforderlichenfalls entwerfen muß. Das ist wahrlich nicht von einem Steinmetzen vorauszusetzen.

Wer Wilars de Honecort war, haben Quicherat, Lassus und Willis höchst geistreich aus den Skizzen und den Bemerkungen wahrscheinlich gemacht. Auf S. 2 (Abb. 12) schreibt Wilars selbst:

Wilars de Honecort vous salve, et si proie à tos ceus qui de ces engiens ouverront con trovera en cest livre quil proient por s'arme et quil lor soviengne de lui. Car en cest livre puet on trover grand conseil de le grant force de maconerie et

des engiens de carpenterie, et sie troverez le force de le portraiture, les traits ensi come li ars de iometrie le command et ensaigne. (Wilars von Honecort grüßt Euch und bittet alle diejenigen, welche mit solchen Werken beschäftigt sind, wie man sie in diesem Buche finden wird, daß sie sich seiner erinnern. Denn in diesem Buche kann man finden vielerlei Rath über die große Stärke der Maurerkunst, der Zimmerarbeiten. Auch wird man die Kraft der Bildzeichenkunst finden, das Bauzeichen in natürlicher Größe, so wie es die Geometrie verlangt und lehrt.)

Auf S. 17 (Abb. 5) schreibt er: J'aie este en mult de tieres si com vos perez trover en cest livre. En aucun liu onques tel tor ne vi com est cele de Loon . . . Et si com les filloles se cangent et si penseiz car se vos volez bien ovrer de toz grans pilers forkies vos covient avoir qui ases aient col. Prendes gard en vostre affaire sie ferez que sages et que cortois. (Ich bin in vielen Ländern gewesen, wie ihr es in diesem Buche finden werdet. In keinem Orte habe ich einen solchen Thurm wie den zu Laon gesehen. Und wie die Thürmchen die Form ändern, und denket daran, denn wenn ihr wollt gut mit starken Strebe-

pfeilern bauen, müßt ihr die wählen, welche genug Vorsprung haben. Gebt Acht auf Euer Werk und ihr werdet thun, was ein weiser und verständiger Mann thun muß.*))

Auf S. 59 (Abb. 16) schreibt Wilars: Et en cele autre pagene poes vus veir les montees des capieles de le glise de Rains par des hors. tres le comencement descie en le fin ensi com eles sunt. dautretel maniere doivent estre celes de Cambrai son lor fait droit. (Und auf jener anderen Seite könnt ihr die Außen-Aufrisse der Capellen, der Kirche von Rheims sehen vom Anfang unten bis zum Ende, so wie sie sind. Auf dieselbe Art sollen die von Kammrich sein, wenn man sie aufführt.)

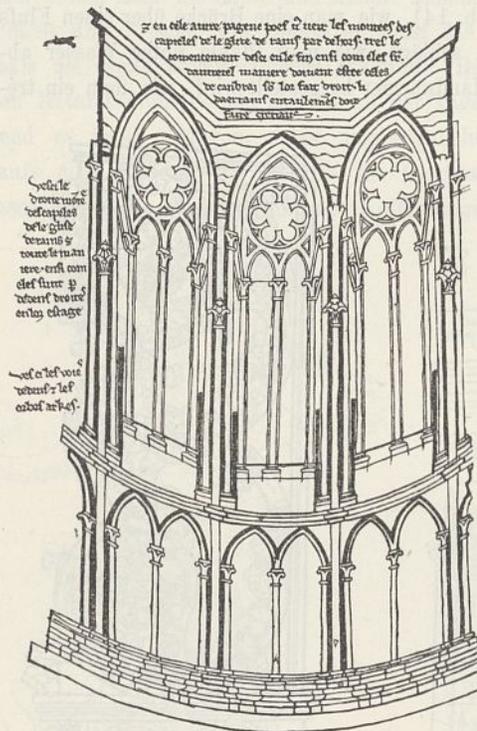


Abb. 16.

So schreibt nur einer, der etwas genau weiß, der auch zu bestimmen hat, das heisst der Baumeister des Bauwerkes selbst. Wenn auch der Chor von Cambrai (Kammrich) am Ende des vorigen Jahrhunderts im Namen der Freiheit und Bildung niedergerissen wurde, so hat sich doch eine genaue Aufnahme des Grundrisses erhalten und dieser entspricht genau dem von Rheims. Die Behauptung Wilars stimmt also mit der Wirklichkeit überein. Ueber die Architektur ist, da das einzige Abbild des Domes zu Cambrai, das sich erhalten hat, in einem Modell**) der Festung Cambrai 1 : 600 besteht, nicht viel zu sagen. Die Architektur entspricht aber der zu Rheims, und zwar in der Abänderung, wie sie Wilars gleich auf seiner Skizze vorgenommen hat; denn nur die Capellenskizzen sind fast vollständig getreu, schon das Aeusere und Innere des Schiffsystems ist etwas verzerrt gezeichnet, der Querschnitt aber mit den Strebewerken weicht vollständig ab von Rheims.

Da die Capellen von Rheims nach der Zeichnung des Wilars fertig, wenn auch noch nicht gewölbt waren, und ebenso das Schiff bis zur Dachrinne (wenigstens in einem Theil), jedoch ohne Gewölbe und Strebewerke aufgeführt war, so ergibt sich daraus ein wichtiger Anhaltspunkt für die Zeitbestimmung der Entstehung

*) Wie Schnaase diesen Satz mißverstanden hat, zeigt seine Anmerkung 2 auf S. 122: — „will ich nur noch anführen, daß er mit dem Wort ogive die Diagonalrippen, mit fillole die Strebepfeiler bezeichnet. Vielleicht stammt dieser Ausdruck aus dem deutschen Worte Pfeiler (!) und ist in der fremdartigen Gestalt von Fiale zu uns zurückgekehrt“. Ganz abgesehen davon, daß Wilars dicht bei filloles die Strebepfeiler mit pilers bezeichnet, und Lassus wie Willis filloles mit Thürmchen übersetzen, und dies dem Thurmbau entspricht, steht die Ansicht über die sprachlichen Beziehungen von fillole und Pfeiler doch mindestens auf der Höhe des Steinmetzenwahns.

**) Das Modell, das seinerzeit aus Frankreich als Beutestück mitgenommen worden ist, befindet sich im Berliner Zeughaushaus.

des Skizzenbuches. Der geschilderte Bauzustand fällt zwischen 1241 und 1257. (Begonnen war Rheims 1211, der Chor geweiht 1215). Das Skizzenbuch stammt also aus dieser Zeit. Diese Jahreszahlen stimmen auch mit denen für Cambrai überein. Denn der Chor wurde an das im Jahr 1227 fertige Querschiff angebaut. Von 1230 bis 1243 wurden die einzelnen Capellen geweiht. Dann blieb der Bau liegen. Erst Ostern 1251 nahm der Clerus Besitz vom ganzen Chor. Inzwischen war Wilars ersichtlich nach Ungarn berufen worden. Denn unter dem Seitenschiffsfenster von Rheims schreibt er: Vesci une des formes de Rains des espases de le nef teles com eles sunt entre II pilers. Jestoie mandes en le terre de Hongrie qant 10 le portrais por co lamai 10 mieux. (Hier ist eins der Fenster der Schiffsjoche von Rheims, wie sie zwischen zwei Pfeilern sind. Ich wurde nach dem Ungarlande verlangt, als ich es zeichnete. Deswegen liebe ich es sehr.) Da dieses Fenster dem Bau nach 1241 angehört, so fiel seine Reise nach 1241.

Nach Ungarn wurde Wilars wohl berufen, um zu bauen — wenn dies auch nicht ausdrücklich vermerkt ist. Nun wurde Ungarn 1242 von den Tataren verwüstet; nachdem diese 1243 wieder vertrieben worden waren, suchte der König Bela seine zerstörte Hauptstadt Strigonium (Gran) aufs schönste wiederherzustellen. Insbesondere baute er für die Predigermönche eine prachtvolle Kirche, in der er sich auch später begraben liefs. König Bela war der Bruder der heiligen Elisabeth von Thüringen. Die Freigebigkeit dieser Fürstin hatte aber den Neubau des Querschiffs von Cambrai ermöglicht. Da nun Wilars wohl der Baumeister von Cambrai ist, so liegt es nahe zu vermuthen, daß König Bela, als er einen Baumeister suchte, durch seine Verwandten auf ihn aufmerksam gemacht wurde. Denn wenn auch die heilige Elisabeth schon 1231 gestorben war, so lebte doch ihre Tochter Sophie als Gemahlin des Herzogs Heinrich von Brabant in den Niederlanden, und sie dürfte den Baumeister ihrem Onkel empfohlen und verschafft haben. Lassus hat in Ungarn nachgeforscht, ob sich Spuren Wilars an einem Bau erhalten haben. Es findet sich jedoch kein Bau solcher Art vor, die Türken haben alles vernichtet; höchstens konnte der Grundriß des Domes in Kaschau in Betracht kommen, der demjenigen von S. Yved in Braine sehr ähnelt. Aber sein gesamter Aufbau ist hoch- und spätgothisch. Man nahm daher anfangs an, daß die Grundmauern des früheren Baues später benutzt worden wären. Doch haben Nachgrabungen bei der Wiederherstellung vor einigen Jahren gezeigt, daß die alten Grundmauern einem ganz anderen, einschiffigen Bau angehörten.

Sind hier die Beziehungen sehr undeutlich, so zeigen sich interessante Vergleiche zwischen dem Grundriß der Elisabethkirche in Marburg (Grundstein 1235 am 14. August gelegt, nachdem die 42 Fuß tiefen Grundmauern schon vorher hergestellt worden waren) und dem Dom in Cambrai. Der letztere hat die Kreuzflügel im Vieleck geschlossen, die Elisabethkirche in Marburg ebenfalls; die zwei Reihen Fenster übereinander bei St. Elisabeth treten auch an den Kreuzflügeln des Kammricher Domes auf. Ja man sieht in dem Festungsmodell von Kammrich noch weitere zwei Kirchen mit im Vieleck geschlossenen Kreuzarmen. Diesen Chorschluss der Flügel darf man wohl für die rheinische Schule der romanischen Zeit, oder richtiger die lotharingische Schule in Anspruch nehmen — denn diejenigen Gegenden, welche dem alten Lotharingen angehörten, haben zumeist dieselbe Bauweise zu romanischer wie gothischer Zeit.

Auch die von Lassus empfundene deutsche Behandlung der Figuren Wilars erklärt sich nicht bloß durch des letztgenannten Reise nach Ungarn, bei der er Deutschland vielleicht durchquerte — er würde die Figuren wohl sonst in seiner französischen Behandlungsweise wiedergegeben haben —, sondern durch seine lotharingische Heimat, die damals mehr von Deutschland als von Frankreich empfing.

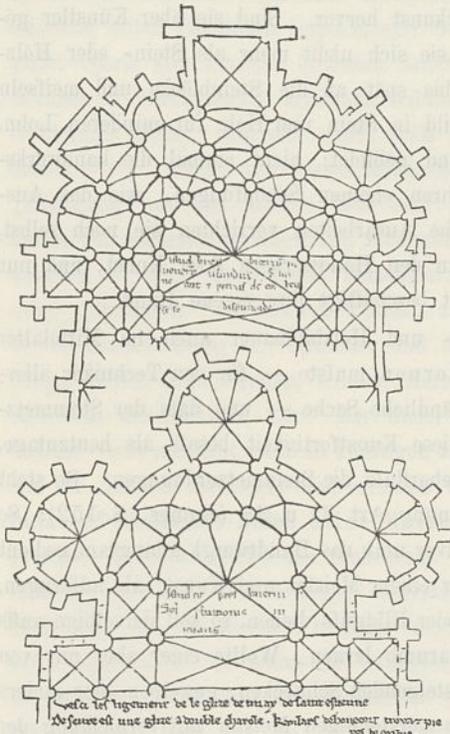


Abb. 17.



Abb. 18.

Auch der skizzierte geradgeschlossene Chor einer Cistercienserkirche mit doppeltem viereckigen Umgang ist deutsch und kommt in Frankreich nicht vor. Bei diesem Grundrifs bemerkt er: *vesci une glize desquarie ki fu esgardee a faire en l'ordene d'Cistiaux.* (Das ist eine viereckige Kirche, welche für den Orden von Cîteaux entworfen wurde.) Bei einem anderen Grundrifs (Abb. 17 oben) sagt er: *Istud bresbiteriu invenert ulardus de hunecort & petrus de corbeia ir se disputando.* Auf französisch setzt er hinzu: *Deseure est une glize a double charole. K. Wilars de Honecort trova & pieres de corbie.*

Etwaige Schlüsse aber, daß Wilars auch der Urheber der Marburger Elisabeth-Kirche sei, werden sich kaum aus den angeführten Grundrifs- und Aufrifsähnlichkeiten ziehen lassen. Hat doch auch die Trierer Liebfrauenkirche dieselbe Doppelreihe der Fenster übereinander und drei Chorschlüsse, wie sie auch in ihrer sonstigen Gestaltung große Aehnlichkeit mit Elisabeth in Marburg zeigt. Beziehungen zwischen Trier und Marburg lassen sich aber eher vermuthen, da das Trierer Bisthum die Lahn hinauf bis weit gegen Marburg hin reichte. Dazu kommt, daß sowohl die Liebfrauenkirche in Trier als besonders auch Elisabeth in Marburg durchaus nicht französisch aussehen. Vielleicht war aber ein deutscher Baumeister in Cambrai oder Flandern ge-

wesen und hatte die Gothik dort erlernt, denn von St. Elisabeth ging eine ganze Schule gothischer Baumeister aus, die durch das vorübergehende Wirken eines fremdsprachlichen Meisters kaum geschaffen sein dürfte, und in Flandern finden sich häufig derartige Anordnungen.*)

Sehr bemerkenswerth ist aus dem Inhalte des Skizzenbuches auch ein menschliches Gesicht, welches in Blätter ausläuft (Abb. 18). Hierzu hat er unten am Rande die Blätter von zwei Pflanzen skizzirt, die er zu dem Blattgesicht verwendet. Man sieht aus diesem Vorgehen, daß die Meister jener Zeit auch beim gezeichneten Ornament das Laub der Natur zum Vorbild nahmen, gerade so wie bei dem ausgemeißelten Laub.

Zu guterletzt hat Wilars auch einige antike Gegenstände skizzirt, darunter das Grab eines „Sarrazenen“, wie er schreibt, wobei zu bemerken ist, daß im frühen Mittelalter die alten Römer Sarrazenen genannt wurden. (*De tel maniere fu li se-pouture d'un Sarrazin q'ie vi une fois.*)

Fassen wir also das Vorhandene nochmals kurz zusammen. Wilars kann fließend schreiben (natürlich auch lesen), sogar lateinisch und etwas griechisch. Er ist sehr geschickt im Zeichnen von Thieren und von Menschen nach der Natur und nach Vorbildern, bekleideten und unbekleideten. Er zeichnet reiche Ornamente, kunstgewerbliche Gegenstände, Bau- und Kriegsmaschinen, die verschiedensten Theile von Bauten, Thürmen, Rosen, Fenstern, Strebewerken, Dachstühlen, er zeichnet sich die verschiedensten physicalischen und mathematischen Kunstgriffe und Kunststücke auf. Und das alles hätte ein „Steinmetz“ im Mittelalter sollen leisten können?

Bei dieser Gelegenheit dürfte es vielleicht am Platze sein, einiges über Bildhauer anzufügen. Ueber diese ist die überwiegende Anzahl der Kunstschriftsteller noch weniger unterrichtet als über Steinmetzen und Baumeister.

Bei den Bildhauern sind zuvörderst zwei Klassen zu unterscheiden. Diejenigen Bildhauer, welche nach gegebenem Modell — gerade so, wie der Steinmetz nach gegebener Schablone — das Laubwerk oder die Gestalt aus dem Steine ausmeißeln oder aus dem Holze ausstechen, heißen Stein- oder Holzbildhauer. Sie sind die Handwerker der Bildhauerkunst. Als Lehrlinge treten sie gewöhnlich wie Steinmetzlehrlinge auf einem Steinmetzplatze in die Lehre. Doch besuchen sie manchmal nebenher eine Schule, in der sie zeichnen und modelliren lernen. Nach etwa zwei Jahren als Steinmetzlehrling gehen sie nun zum Stein- oder Holzbildhauer in die Lehre und erlernen das Einrichten und Punktiren und das Fertigmeißeln. — Auch diese Bildhauer bleiben ihr Lebelang Stein- oder Holzbildhauer, es sei denn, sie hätten Mittel genug, sich selbständig zu machen, sodaß der Steinbildhauer als Unternehmer größerer Steinbildhauerarbeiten aufzutreten imstande wäre, für die er sich dann seinerseits wieder Steinbildhauer als Gehülfen annimmt, oder daß der Holzbildhauer sich als Verfertiger von Kanzeln und Altären, Möbeln oder Figuren niederlassen könnte. Sie alle aber erfinden nichts und arbeiten nur nach gegebenem Vorbild oder nach Zeichnung; sie sind bestenfalls nur Meister der Handfertigkeit. Dabei ist es aber lehrreich, diese Bildhauer Tag ein, Tag aus

*) Daß Deutsche sogar selbständig in Flandern bauten, beweist die Inschrift an der reizenden Kirche „Unsere liebe Frau von Pamele“ in Oudenaarde: Anno Domini M^oCC^oXXX^o IIII IIII Id. Martii incepta fuit ecclia ista a magro Arnulpho de Bingho. [Auch kein lapicida.]

zu beobachten. Unermüdlich schlägt der Klöppel auf den Meißel, gilt es Blätter oder Gestalten auszuarbeiten; doch soll nur das kleinste umrahmende Gesims oder der Hintergrund noch in wenig Stunden Arbeitszeit hergestellt werden, dann stellt des Bildhauers fleißige Hand die Arbeit ein, dann muß der Steinmetz herbei, diese minderwerthe Arbeit auszuführen. Für seine Thätigkeit als Bildhauer erhält er höheren Lohn als der Steinmetz. Daher verschleudert er sein besser bezahltes Können nicht an diese mindere Arbeit, die er selbst auch nur mangelhaft anfertigt. — Und Baumeister sollten Tag ein Tag aus der Steinmetzen karg gelohntes Handwerk betrieben haben?

Auch in Bezug auf die Bildhauerarbeiten sind die Prager Lohnbücher von höchstem Interesse. Auch hier erweisen sie noch schriftlich dasjenige, was jedem der Baukunst Kundigen die Werke als unvergängliche Zeugen allein schon beweisen. So lange z. B. die „Gargols“ gefertigt werden, die am Prager Dome meistens Menschen- oder Thiergestalten sind, da tritt ein ganz bestimmter Mann Herman cum socio suo (Warnhoffer) auf. Das ist der „figurale Steinbildhauer“ mit seinem Steinmetzgehilfen, der ihm die rohere Arbeit leistet. Zusammen verdienen sie jede Woche gewöhnlich 90 Groschen*)

Als die Gargols zu Ende sind, arbeitet der Steinbildhauer Herman mit Laub besetzte Wimperge, der Steinmetz Simse, eben Steinmetzarbeiten. Der erstere verdient nunmehr durchschnittlich 64 gr.; der letztere 33,5 gr.**)

*) Ein Groschen ist nach heutigem Geld ungefähr 2,00 *M.* Herman cum socio suo habet 1377

Am 1. März	pro 106 gr.
„ 8. „	90 „
„ 15. „	90 „
„ 22. „	45 „
„ 29. „	45 „
„ 12. „	90 „
„ 19. „	90 „

Einige Zeit arbeitet Herman auch allein an den gargols, dann ist sein Verdienst allerdings grade nur halb so groß.

Am 3. Mai habet gargol . . .	pro 45 gr.
„ 10. „ „	45 „
„ 17. „ „	25 „
„ 24. „ „	45 „

Sobald er aber Wimperge arbeitet, steigt sein Verdienst:

Am 26. Juli	64 gr.
„ 2. August	56 „
„ 23. „	53,5 „
„ 30. „	70 „
„ 6. September	58 „
„ 13. „	82 „

***) Warnhoffer allein am 12. Juli 1377	34 gr.
„ „ „ 19. „ „	21,5 gr.
„ „ „ 26. „ „	24 gr. 4 p.
„ „ „ 2. Aug. „	30 „ 10 „
„ „ „ 16. „ „	38 „
„ „ „ 23. „ „	42 „
„ „ „ 30. „ „	36 „
„ „ „ 6. Sept. „	40 „

oder um einige der Berechnungen wörtlich wiederzugeben:

Am 12. Juli 1377

Warnhoffer habet sturcz pro XXV gr. et notstein pro IX gr. Facit 34 gr. sol.

Am 19. Juli

Warnhoffer zims de XII gr. habet ulnam minus czoll. Item claiſ de XV p IV ulnas et quadrorum habet VII¹/₂ ulnas. Facit XXI¹/₂ gr. sol. (Warnhoffer hat vom Sims für 12 Groschen eine Elle weniger einen Zoll. Ebenso vom Bogenstein zu 15 parvi 4 Ellen und von Quadern hat er 7¹/₂ Elle. Macht 21¹/₂ Gr. Bezahlt.

Auch hier liegt also der Beweis vor, daß Steinmetzen nichts höheres waren und konnten als heutzutage, und daß der Steinbildhauer fast doppelt so hoch bezahlt wurde als der Steinmetz, wie in unseren Tagen.

Die schöpferische Kraft, selbständige Formen zu schaffen, d. h. modelliren zu können, wohnt manchem dieser Steinbildhauer inne. Sie zeigt sich auf der Schule, die sie vielleicht nebenher besuchen, und sie entwickelt sich durch Fleiß und Uebung. Erlauben es ihm später die Mittel oder günstige Gelegenheit, dann schafft, dann bildet er Laubwerk oder Gestalten; und so gehen die Künstler der Bildhauerkunst häufig aus den jungen Handwerkern der Bildhauerkunst hervor. Sind sie aber Künstler geworden, dann stellen sie sich nicht mehr als Stein- oder Holzbildhauer von früh bis spät an die Steinblöcke und meißeln nach gegebenem Vorbild in Stein und Holz für minderen Lohn, was andere erdacht und gebildet; nicht einmal die handwerksmäßige Arbeit an ihren eigenen Schöpfungen, wie das Auspunktiren und das rohe Ausarbeiten verrichten sie noch selbst, das überlassen sie nun den Handwerkern ihrer Kunst, und nur die letzte Meißelarbeit beschäftigt ihre eigene Hand.

Daß der Stein- und Holzbildhauer auch im Mittelalter seine Kunstfertigkeit lernen mußte — für den Techniker allerdings eine selbstverständliche Sache — und daß der Steinmetzgeselle ebensowenig diese Kunstfertigkeit besaß als heutzutage, erweisen auch zum Ueberflus die Steinmetzordnungen. So steht in der Querfurter Ordnung Art. 37 u. 38 (Janner, S. 152): So ein Gesell were, der zuvor umb das Handtwergk genugsam gedient hette und wollte ferner einem Meister umb Kunst, als aufzugen, Steinwerg, Laubwerg oder Bildnüfs dienen, so soll derselbige auffs wenigste zwey Jahr darumb lernen. Wollte einer aber nur von massen, gewundenen steigenden Schnecken, gewelben oder anders lernen, der soll einem vorstendigen Meister mit vormeldung der stucken, der er lernen will, ein Jahr darumb dienen.“

Das Steinmetzgewerbe heist auch hier wieder ganz richtig „Handwerk“ im Gegensatz zur Kunst. Unter Kunst ist bei zweijähriger Lehrzeit nur die Kunstfertigkeit des Steinbildhauers verstanden. Also der Steinbildhauer lernte im Mittelalter genau wie heutzutage zwei Jahre die Steinbildhauerei. Er hieß dabei „Kunstdiener“. Daß der Steinmetzgeselle im Mittelalter auch wirklich nicht mehr konnte und wußte, als der heutige Steinmetz, beweist auch der Umstand, daß er noch ein Jahr zu „dienen“ hatte, um Maßwerke, gewundene Schnecken (Treppen) und Gewölbe ausarbeiten zu lernen. Denn diese kann der gewöhnliche Steinmetz auch heute nicht arbeiten. Aber die Bildhauer hießen im Mittelalter ebenfalls Steinmetzen — lapicidae; ähnlich wie heutzutage der Künstler wie der Handwerker Maler heißen. Selbst unter den meisterhaften Wand-Grabdenkmälern im Magdeburger Dom, die jedem großen Bildhauer von heute zur Ehre gereichen würden, bezeichnet sich der Bildhauer noch zur Zeit der deutschen Renaissance mit „Steinmetz“. Ebenso führten am Ausgange des Mittelalters diejenigen Baumeister, denen, wie schon angeführt, im Art. 24 der Steinmetzordnung „dieser ordnunges geschriff und Gewalt befohlen wurt“ und denen „alle Meister Parlierer und Diener Gehorsam sin“ sollten, ersichtlich stolz auf die Gewalt, die ihnen gegeben, die Bezeichnung lapicida — Steinmetz. So führen die Baumeister, welche der Bischof von Gerona um ein Gutachten über den Weiterbau seines Domes angeht, (1417) folgende Titel: Paschasius de Xulbe lapicida et magister operis sive fabricae ecclesiae sedis Dertusensis; Joannes de Xulbe, lapicida, filius Pas. de X., regens pro dicto patre suo fabricam praedictam, sive opus dictae Ecclesiae; Petrus de Valfogona lapicida et magister fabricae Ecclesiae Terraconensis; Guillelmus de la Mota lapicida, socius magistri

in opere fabricae Ecclesiae Terraconae; Bartolomaeus Gual lapiscida et magister operis sedis Barchinonensis; Antonius Canet, lapiscida, magister sive sculptor imaginum civitatis Barchinonae, magisterque fabricae sedis Urgellensis; Guillelmus Abiell, lapiscida et magister operum seu fabricarum ecclesiarum Beatae Mariae de Pinu etc. Arnaldus de Valleras, lapiscida et magister operis sedis Minorisae; Antonius Antigoni magister major operis ecclesiae villae Castilionis Impuriarum; Guillelmus Sagrera, magister operis sive fabricae ecclesiae Sancti Joannis Perpigniani; Joannes de Guinguamps, lapiscida, habitator civitatis Narbonae; Guillelmus Boffly, magister operis sedis dictae ecclesiae Gerundensis —.*) Einige von diesen Baumeistern gehören nicht der „Ordnung“ an und nennen sich daher nicht lapiscida. Dafs aufser den Steinmetzmeistern und Steinmetzgesellen — den Handwerkern — auch noch Leute bestanden, welchen die Bezeichnung „Steinmetz“ schlankweg zukam, zeigt auch der Anfang der Steinmetzordnung: „...darumb und durch gemeine nutz und freien Willen aller Fürsten, Grofen, Herren, Stetten, Stifter und Klöstern, die Kirchen, Cöre oder ander grofse Steynwerk und Gebäue yetzt machent oder in künftigen zitten machen möchtend: das die destebas versorget und versehen werdent, und auch umb nutz und Nothdurfft willen aller Meister und Gesellen des ganzen Handtwercks des Steinwerks und Steinmetzen in dütischen Landen...“ Beiläufig bemerkt, konnten dagegen im Mittelalter die Baumeister häufiger modelliren als heutzutage. Der Grund dafür ist leicht zu verstehen. Vor allem war den Baumeistern jener Zeit die Perspective nicht bekannt; für die Klarstellung der aus so vielen Theilen zusammengesetzten Kathedralen der mittelalterlichen Kunst war die Perspective aber unerläßlich, oder — sie wurde ersetzt durch das Modell. Die alten Baumeister haben daher, wie wir besonders aus italienischen Urkunden wissen, grofse Modelle vor Inangriffnahme der Arbeiten ausgeführt, sei es von dem ganzen Bauwerk in verkleinertem Mafsstabe, sei es von den Capitellen, Fialen und dergl. in natürlicher Gröfse. Da an diesen Modellen geändert und gefeilt werden mußte, wie an unsern Perspectiven, so mußte der Baumeister selbst das Modell ändern können. Dies ersetzte, wie gesagt, unsere heutige Fertigkeit im perspectivischen Zeichnen. Die gothischen Baumeister brauchten das Modelliren jedoch auch noch zu einem anderen Zwecke. Die Gothik hat eine völlig neue Ornamentik geschaffen, die nie vor ihr bestanden hat. Diese neue Ornamentik hatten nicht etwa die Bildhauer erfunden; muß doch selbst heutzutage der Bildhauer immer und immer wieder vom Baumeister erzogen und angelernt werden, soll er künstlerisch vollendete Ornamente schaffen. Ist der Bildhauer einmal geschult und hat er Talent, dann können Architekten wohl einfach bei ihm Verzierungen und Laub bestellen, und er wird sie vielleicht selbständig entwerfen, ohne dafs der Architekt irgend welchen Einfluß auf ihn ausübt. Aber zunächst muß der Bildhauer zur Ornamentik vom Baumeister angelernt und erzogen sein. Das schon zwang dem Baumeister jener Zeit den Modellirgriffel in die Hand. So sahen wir, dafs in Prag Peter Parler, in Florenz Francesco Talenti, in Barcelona Antonio Canet aufserdem auch geschickte Bildhauer sind; so wissen wir es von Roriczer in Regensburg, von Guillelmus de Colivella lapiscida, magister operis in Lerida und vom Baumeister der Kathedrale in Barcelona Jayme Fabre, der 1339 auch den

*) Street, Some account of Gothic architecture in Spain.

Schrein der heil. Eulalia daselbst anfertigt; so wird Peter von Montereau als doctor lathomorum gepriesen — es sind vielseitige Künstler, die Baumeister des Mittelalters, durchaus keine Handwerker, die sich würdig den grofsen Meistern der Renaissance an die Seite stellen, nur haben ihnen die ruhmredigen Litteraten gefehlt, welche die Künstlernamen Italiens zum Gemeingut aller Völker gemacht haben.

Wie die Farben des Regenbogens da, wo sie sich berühren, in einander übergehen, sodafs an der einen Stelle dem Grün mehr Gelb und weiterhin mehr Blau beigemischt ist, ohne dafs deswegen aber behauptet werden kann, es gäbe kein Grün, kein Gelb, kein Blau, weil ihre Grenzen nicht haarscharf gezogen sind, so mischen sich auch die Künste da, wo sie sich berühren, ohne dafs der Bildhauer deswegen ein Baumeister oder der Baumeister ein Maler wäre. Ebenso aber auch greifen die Handwerke, die Kunsthandwerke und die Künste in einander über. Wer zur „geheimen Zunft“ der Künstler nicht gehört, wer in seinem eigenen Stande an staatlich verbrieft, haarscharf gezogene Grenzen gewöhnt ist, wie sie z. B. zwischen einem Gerichtsschreiber und einem Amtsrichter, einem Calculator und einem Staatsanwalt, einem Wirklichen Geheimen Justizrath und einem ordentlichen Professor der Rechte bestehen, der findet sich in diesem scheinbaren Wirrwarr der Künste allerdings nicht zurecht. Der Unterschied aber, der dem Wesen nach zwischen Handwerk, Kunsthandwerk und Kunst besteht, er wird bestehen und hat zu allen Zeiten auch bestanden. So hat auch zu allen Zeiten die Thatsache sich nicht ändern lassen, dafs um etwas zu können, man solches vorher lernen müsse, dafs die Begabung, die Talente das Lernen wohl erleichtern, das Können in sonst schwer erreichbare Höhen fördern, dafs ohne Lernen aber nie ein Können eintritt.

Wie die verschiedenen „Schulen“ der romanischen Kunst ihre Erklärung in den verschiedenen grofsen Klostersgemeinschaften finden, in deren jeder eine Bauschule blühte, so beweist die Einheitlichkeit der Gothik in ihrem Anfang einen einheitlichen Ausgangspunkt — eine einzige Schule. Denn jene über ganz Nordfrankreich bis auf Kleinigkeiten vollständig gleichmäfsig auftretende Art der Profile, der Ornamente, der Grundrisse wie der Aufrisse ist ganz unmöglich ohne eine gemeinsame Schule. Alle die kleinen Abweichungen der Champagne von der Isle de France, Burgunds von der Normandie, sie sind durch die verschiedenen Persönlichkeiten und die späteren Provincialschulen bedingt — aber diese vollständige Gleichförmigkeit in etwas durchaus neu Erfundenem ist nur durch das Dasein einer Schule zu erklären.

Eine solche Schule kann aber nur in Paris bestanden haben. Ob der vicus lathomorum, der an der Pariser Universität erwähnt wird, diese Schule war, das weifs man nicht, bestanden hat sie. Auch der erste gothische Bau mit allen Folgerungen steht bekanntlich dicht bei Paris in St. Denis, alle übrigen folgenden, Noyon, Paris selbst, Soissons, Amiens, Rheims, sie gruppiren sich rings um Paris. Und je weiter ab von Paris, desto gleichmäfsiger treu bleibt alles der alten Baukunst — je weiter von Paris entfernt, desto zäher das Halten an der alten Kunst, wie beispielsweise im ganzen Süden Frankreichs, wie in Italien, Spanien und Deutschland. Also Paris ist der Punkt, von dem die Gothik ausgeht, Paris, das seit dem Ausgange des 11. Jahrhunderts die erste und einzige Universität diesseits der Alpen besafs. Es verliert viel des Wunders, dafs gerade in Isle de France die Baukunst die aller anderen

Provinzen und Länder weit überflügelt und eine neue großartige Kunstweise schafft, wenn man in Betracht zieht, daß die Baumeister der Isle de France in Paris die ersten Geister, die größten Lehrer ihrer Zeit hören konnten. Durch das Zusammenströmen so vieler Jünger der Baukunst aus den verschiedensten Provinzen und Ländern flossen auch die reifen Einzeltheile der verschiedenen Bauweisen nach Paris, um sich dort zum bisher unerreichten Ganzen: der gotischen Kathedrale zu verschmelzen. Und nicht zum wenigsten wird dabei wiederum Italien seine Keime beigetragen haben. Wie schon einmal durch italienischen Einfluß die Baukunst in der Normandie zu romanischer Zeit weit über die aller anderen Gegenden erhoben worden war, so müssen Bauten wie der Dom in Trient, dessen Einzelheiten — soweit sie vom Bau um 1124 herrühren, Capitelle, Rippen, Gewölbe — durchaus frühgothisch anmuthen, sicher das ihre zur Pariser Frühgothik beigetragen haben. Man muß dabei berücksichtigen, daß die oberen Stände im Mittelalter, Künstler, Staatsmänner wie Gelehrte bei weitem beweglicher waren als heutzutage. Die ärmliche und erbärmliche Zeit nach dem dreißigjährigen Kriege, wie die spießbürgerlichen Zeiten unter den absoluten Monarchien hatten es bewirkt, daß die Bevölkerung noch im Anfang unseres Jahrhunderts fest an die Scholle gebannt war, und daß erst die Eisenbahnen und der wieder anwachsende Reichthum der heutigen Zeit eine ähnliche Beweglichkeit der gebildeten Stände wie im Mittelalter ermöglichen konnte. Die Deutschen gingen damals in Massen auf die Universitäten nach Paris, Oxford, Bologna, Padua usw. Ja sie besuchten nicht eine Universität allein, z. B. Bologna, sie gingen von dort nach Paris und an andere Orte. Die Großen und Begüterten Deutschlands setzten Stiftungen aus, deren Zinsen für Studierende in Oxford, Bologna, Paris, Padua usw. bestimmt wurden. Die großen Orden der Benedictiner, Cistercienser, Augustiner usw. sandten ihre Mitglieder aus bis Polen und Ungarn. Häufig, wenn nicht alljährlich, mußten ihre Oberen zurück nach Frankreich zu den Generalcapiteln und mit ihnen ihre Begleiter. Selbst die Fürsten genossen häufig ihre Erziehung zeitweise auf den auswärtigen Universitäten. Wie schnell das Reisen damals vor sich ging, zeigt die interessante Beschreibung des Bernhard von Breitenbach über seine Pilgerfahrt im Jahre 1483 nach dem heiligen Lande. In 20 Tagen reiste er von Oppenheim nach Venedig. Zweihundert Jahre vorher hatten wir schon an Wilars von Honecorts Reisen durch Frankreich, die Schweiz Ungarn und Deutschland (?) die Beweglichkeit und Weltkenntniß des Mittelalters gesehen.

Unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse findet man eine Erklärung dafür, wie der Uebergangsstil entstanden und wie die Gothik in Deutschland eingeführt worden ist; ein Gegenstand, über den die verkehrtesten und verschwommensten Anschauungen herrschen. In Deutschland kann man einen zweifachen Uebergangsstil unterscheiden. Die romanischen Formen am Rhein recken und strecken sich und gleichen dem Uebergangsstil der Isle de France. Beispiele sind die Einbauten im Dom zu Trier usw. Läßt sich für diese Bauten auch nicht so sicher behaupten, die deutschen Baumeister hätten in Frankreich gelernt, wie bei den späteren Abschnitten der Uebertragung, so ist die Uebereinstimmung mit den französischen Formen einerseits doch so auffällig, die ganze Anordnung, besonders im Innern der Kirchen, so vollständig abweichend von der bis dahin am Rhein üblichen und im übrigen Deutschland weiter geübten

romanischen Weise, daß man wohl nicht fehl geht; wenn man annimmt, daß schon damals die Deutschen nach Frankreich auf die Bauplätze zogen.

Die eigentliche als Uebergangsstil bezeichnete Richtung, die wir am Chor und am Kreuzschiff in Gelnhausen, am Dom in Limburg usw. vertreten finden, weist nur gothische Einzelheiten auf in durchaus formvollendeter und vollständig verstandener Weise. Dagegen ist das ganze Gepräge des Grundrisses wie der Aufrisse romanisch. Hier sind deutsche Baumeister in Paris auf der hohen Schule gewesen oder in Noyon, Rheims usw. auf den Bauplätzen, haben sich dort ausgebildet und die neue Kunst erlernt. Nun kamen diese sicherlich nicht ohne genügende Vorkenntnisse als Architekten nach Frankreich, sonst hätte man sie schwerlich auf den dortigen Bauten beschäftigt. Die Verhältnisse lagen in dieser Beziehung wohl ähnlich, wie heutzutage bei uns, wo Schweden und Holländer häufig sogar mit sehr guter Vorbildung auf unsere Bauten und auf unsere Schulen kommen, um sich weiter auszubilden. Sie vergaßen daher in Frankreich ihre romanische Grundlage nicht vollständig. Wenn sie nach Haus kamen, zeichneten sie den alten, auch den Bauherren bekannten und beliebten Grund- und Aufrifs beeinflusst durch ihre gothische Lehrzeit und mit rein gothischer, meisterhaft gezeichneter Einzeldurchbildung. Die Jahre, welche ein Deutscher in Frankreich auf den Bauplätzen zugebracht hatte, gab seinen späteren Bauten in der Heimat Jahrzehnte lang das Gepräge. Derjenige Architekt z. B., der die Obertheile des Inneren des Trierer Domes umgebaut hat, zeichnet französischen Uebergangsstil, d. h. jene gereckten und gestreckten Verhältnisse der Emporenöffnungen, Fenster usw., die schon vollständig gothisch anmuthen, aber noch fast ausschließlich den Rundbogen aufweisen. Der französische Uebergangsstil sieht für unsere Augen überhaupt aus, als ob sich ein Baumeister die Aufgabe gestellt hätte, zwar frühgothisch zu zeichnen — dabei aber statt des Spitzbogens den Rundbogen beizubehalten. Derjenige Baumeister, der die neben dem Trierer Dom stehende Liebfrauenkirche gezeichnet hat, ist etwa 20 Jahre später nach Frankreich gegangen. Er hatte zu Hause den französischen Uebergangsstil schon gelernt. In Frankreich fand er die Gothik fertig vor, überall den Spitzbogen statt des Rundbogens, einfache Fenstermaßwerke, das gothische Laub und die gothischen Profile. Er zeichnet daher zu Haus ebenfalls reine Gothik, aber doch in deutscher Auffassung und beeinflusst durch die Centralbauten seiner deutschen Heimath. Viollet schreibt Bd. 1 S. 210: *On rencontre bien parfois dans les provinces austrasiennes l'application du style adopté au commencement du XIII^e siècle dans le domaine royal, mais ce ne sont que des formes de cette architecture, et non son principe [?] qui sont admises; et cela est bien frappant dans la grande salle ronde [!] bâtie au nord [!] de la cathédrale de Trèves, où l'on voit toutes les formes, les profils et l'ornementation de l'architecture française du commencement du XIII^e siècle adaptés à un plan et à des dispositions des constructions qui appartiennent aux traditions carlovingiennes.*

Am Hauptgesims der Liebfrauenkirche in Trier verschwindet der Baumeister, der sie entworfen und soweit hochgeführt hat, und sein Nebenbuhler vom Dom tritt an seine Stelle. Ein unangenehm verderbtes Blattwerk verunziert theilweis die Hohlkehle am Hauptgesims, ganz im Gegensatz zu dem formvollendeten Laub des Innern und des unteren Theiles; und der Vierungsthurm ist genau französischer Uebergangsstil wie die Einbauten im Dom.

Hatte den gothischen Baumeister der alte Mitbewerber hinausgedrängt, hatte ihn Gevatterschaft beseitigt, war er gestorben? Wer weiß es — kein Schriftsteller hat es verzeichnet. Jedenfalls muß der Bau sehr schnell hochgebracht worden sein, sodafs der ältere Baumeister noch lebte, als der jüngere abtrat.

Der Uebergangsstil besteht übrigens nicht darin, dafs gothische und romanische Einzelheiten gemischt sind. So wird der Dom in Limburg z. B. vielfach falsch erklärt. Die unteren Seitenfronten von den Thürmen bis zum Querschiff gehören dort gar nicht zu dem jetzigen Bau, sie sind von der früheren Kirche, um und über die man die neue Kirche hinweggebaut hatte, stehen geblieben, weil am Schlusse das Geld ausgegangen sein wird. Sonst ist keine einzige Form am ganzen Bau romanisch; denn der Lettner stammt ebenfalls aus der früheren Kirche — ja sogar die Säulchen und ein Bogenprofil sind pietätvoll im neuen Portal verwendet worden. Dies Ueberbauen der alten Kirchen ist durchaus nichts seltenes. Am interessantesten ist es noch zu sehen in Hildesheim bei der St. Andreaskirche, wo heutzutage noch die alte romanische Vorderfront unter dem neuen gothischen Thurme — Jahrhundertlang vergessen — steht. Auch das Anbringen von Theilen der früheren Kirche in der neuen ist nichts seltenes. Im Dom in Magdeburg sind im Chor die alten Granit- und Syenithsäulen nebst ihren Capitellen, die Otto der Grofse für den Bau seines Domes aus Italien hatte herbeischaffen lassen, in den verschiedensten Stücken und Längen sorgfältigst wieder eingemauert. Ebenso stehen in dem östlichen Triforium des nördlichen Kreuzflügels zwei kleine alte Marmorschäfte. Auch an der Vorderfront von Notre Dame in Paris sind an einem Portal die Figuren und das Bogenfeld der alten Kirche wieder angebracht worden.

Wie der Uebergangsstil bei uns durchaus nicht ein allmählicher Uebergang war, so zwar, dafs sich die romanischen Formen in die gothischen nach und nach umgebildet hätten, aus ihnen „herausgewachsen“ wären, zeigt übrigens so recht der Magdeburger Dom. Im reinsten romanischen Stile war der ganze Dom begonnen, die Thürme der Hauptfront waren schon bis über die Seitenschiffe hoch gediehen, die Seitenschiffe selbst bis in halbe Höhe, da plötzlich und unvermittelt hört der romanische Bau auf und der reingothische Bau setzt auf. Das Aufhören ist so plötzlich vor sich gegangen, dafs nicht einmal mehr sämtliche romanisch vorgezeichneten und ausgearbeiteten Werkstücke an ihren Platz gesetzt worden sind. So finden sich im Triforium des Chores irgend welche romanische Werkstücke der Pilaster einer Zwerggalerie als gewöhnliche Quadern eingesetzt vor.

Dieses Wiedereinsetzen alter Säulen und Capitelle, wie der plötzliche Uebergang von der romanischen in die gothische Bauweise, das unvermittelte Auftauchen romanischer Werkstücke in gothischen Theilen wird von Kunstschriftstellern meist als „Uebergangsstil“ bezeichnet. Von Naivetät bei den mittelalterlichen Baumeistern der guten Zeit reden zu wollen, wie es bei dieser Gelegenheit öfters geschieht, ist der Gipfel der Naivetät. Von Naivetät ist auch keine Spur bei ihnen zu finden. Die kühlfte und klarste Ueberlegung und Folgerichtigkeit bei der vollendetsten Selbstbeherrschung spricht aus allen ihren Bauten, die gröfste künstlerische Erfahrung aus all den neu erfundenen Formen. Wenn jemand naiv ist, dann sind es höchstens die Baumeister unserer Zeit, die ohne Folgerichtigkeit allerlei Formen den Constructionen als Kleid überwerfen, Formen, die mit diesen nichts gemein haben, und ohne jedwede Selbstbeherrschung jedes

Quadratmeter mit Stuck bekleben. Naiv ist es auch, wenn man glaubt, die Baumeister, die so grofses geleistet haben, hätten keine geraden Linien abstecken können, selbst wenn ein Hindernis im Wege stand. Beim Dom in Limburg muß man doch beispielsweise auf den ersten Blick sehen, dafs die Seitenschiffsmauern gar nicht zum neuen Bau gehören. *)

Zu welchen falschen Ergebnissen die Unkenntnis hinsichtlich der Uebertragung der Gothik nach Deutschland führt und wie ganze Abhandlungen in der Luft schweben, zeigt, beiläufig erwähnt, der Text zu dem Werke „Die Bildwerke des Naumburger Domes“ von Professor Schmarsow, die im Verlag von E. v. Flottwell 1892 in Magdeburg erschienen sind. Innen im Westchore des Naumburger Domes stehen an den Pfeilern um den Hochaltar gruppiert zwölf herrliche Standbilder der Stifter der ersten Domkirche, von denen besonders die Frauengestalten von einem Liebreiz und einer Vollendung sind, dafs sie unter die besten Schöpfungen der Bildhauerkunst gehören. Ihr ganz besonderer Vorzug vor den Bildwerken heutiger Tage ist es unter anderem, dafs sie der Natur abgelauscht sind — echte deutsche Gesichter und Gestalten, wie wir sie noch heute überall um uns sehen, und nicht jene verallgemeinerte Form eines schönen Frauengesichts, die uns in den neueren Bildwerken überall gleichmäfsig entgegentritt, die zwischen hellenischem und italienischem Gesichtsschnitt schwankt und alles andere, nur nicht deutsch ist. Kreisrunde Augenbrauen z. B. sind bei uns die Ausnahme, in der Regel sind sie geradlinig eckig. Aufser den genannten zwölf Standbildern ragen die Bildwerke des Lettners hervor, ein Crucifixus mit Maria und Johannes und Bildtafeln mit Szenen aus der Leidensgeschichte, ferner das Bogenfeld des romanischen Portals, die Grabplatte eines Bischofes und ein Leseput mit der Gestalt eines jungen Geistlichen, ebenfalls ein Bildwerk von hervorragender Bedeutung, auf welches Professor Schmarsow zum ersten Male aufmerksam macht. Er setzt die Entstehungszeit der Figuren zwischen 1260 und 70. Die gesamte Architektur dieses Chores ist rein gothisch, auch das reiche Laubwerk ist ausgehende Frühgothik, die Schilder der Standbilder selbst sind mit gothischem Blattwerk bemalt, die Weihrauchfässer, welche die Engel neben dem Crucifixus schwingen, tragen gothische Einzelformen. Dafs diese Bildwerke also der Gothik angehören, sollte man meinen, sei selbstverständlich und unbestreitbar. Trotz alledem sollen sie romanisch sein. S. 54 schreibt Schmarsow: „Die ersten wirklich gothischen Sculpturen in Deutschland müssen auch, wie die ersten rein gothischen Kirchen, Nachahmungen französischer Muster sein, weil dieser Stil nicht von innen heraus der deutschen Entwicklung selbst entkeimt ist, sondern aus der Fremde eingeführt wurde. Die Meisterwerke des Naumburger Domes gehören um so nothwendiger an den Schlufs der romanischen Stilperiode, je mehr sie den Anspruch machen dürfen, vollendete Schöpfungen zu sein und je lebhafter sich die Ueberzeugung aufdrängt, dafs die Künstlerkraft, die hier den Meißel führt, durchaus deutsch empfindet und sieht. Die Darstellung dieser starken vollen Menschen selbst ist nur möglich aus dem mächtigen Lebensgefühl der deutschen Ritterwelt, aus dem urkräftigen Behagen am Dasein, das die Berührung der Völker in den Kreuzzügen gezeitigt und dessen Folgen sich unter Friedrich II. von Hohenstaufen und seinem genufssüchtigen Sohn Heinrich auch in Deutsch-

*) Der Dom zu Limburg, von J. Ibach, Monsignore, Decan und Pfarrer von Villmar. Limburg 1889. S. 7.

land geltend machten. Die Kunst, die zur Hervorbringung dieser Standbilder und dieser historischen Reliefs nöthig gewesen, gehört unzweifelhaft der romanischen Schulung an, denn ihre Körperbildung selbst widerstreitet dem strengen Formprincip des gothischen Systems“. Das unbegründete dieser Schlusfolgerungen ebenso wie der Vorstellungen über die Art und Weise der Uebertragung der Gothik nach Deutschland dürfte klar sein.

Die Uebertragung der Gothik nach Deutschland kann nur auf zweierlei Art geschehen sein — entweder sind französische Baumeister und Bildhauer nach Deutschland geholt worden oder deutsche Baumeister und Bildhauer hatten in Frankreich gelernt und brachten die neue Kunst nach Haus. Das Letztere dürfte meistens der Fall gewesen sein; denn wenn die Deutschen, wie gesagt, in großer Zahl zur selben Zeit nach Paris auf die Universität gingen, warum nicht auch auf die französischen Bauplätze? Diese letztere Uebertragungsweise erklärt denn auch allein, warum so viele der frühen gothischen Bauwerke Deutschlands durchaus nicht rein französisch aussehen. Warum sollte andererseits ein Franzose auf einmal in Deutschland anders zeichnen, als er in Frankreich gezeichnet hatte? Besonders, warum zeigen fast alle frühgothischen Bauwerke in Deutschland einen viel früheren Stil, als zur selben Zeit in Frankreich? Es wäre ein unlösbares Räthsel, warum der Franzose, der nach Deutschland kommt, seine Stilrichtung um 20 bis 30 Jahre zurückschraubt. Das Räthsel löst sich aber sofort, wenn man annimmt, daß die Uebertragung durch Deutsche erfolgte, die in Frankreich gelernt hatten. Als junge Leute, vielleicht zwischen 18 und 25 Jahren, waren sie nach Frankreich gegangen; ehe sie aber in Deutschland große und hervorragende Bauten selbständig übertragen erhielten, waren sie 35 bis 45 Jahre alt geworden. Herausgerissen aus der gothischen Umgebung Frankreichs, waren sie der weiteren Entwicklung daselbst nicht gefolgt, sondern zeichneten im reiferen Alter, wie sie in ihrer Jugend gelernt hatten, aber beeinflusst durch ihre deutsche romanische Umgebung und durch das Arbeiten in der Zwischenzeit auf romanischen Bauten. Es muß dabei noch berücksichtigt werden, daß Angehörige verschiedener Völker dieselbe Kunst immer verschieden wiedergeben. So erkennt man in der Malerei Polen, Spanier, Engländer und Deutsche auf Ausstellungen sofort, auch wenn sie mitten unter einem fremden Volke ihre Kunst erlernt haben.

Aus dem Vorstehenden erklärt sich die Thatsache allein und ungezwungen, daß fast sämtliche deutsch-frühgothischen Bauten in ihrer Stilrichtung 20 bis 30 Jahre hinter der gleichzeitigen Frankreichs zurück stehen und daß sie fast insgesamt sofort erkennen lassen: wir stehen nicht auf französischem Boden. So ist es auch in Naumburg. Besonders ist das Laubwerk gar nicht französisch. Daß es aber deswegen romanisch sei, folgt daraus noch nicht. Dieselben Gründe aber, die die Figuren zu romanischen stempeln sollten, müßten auch für die übrigen Erzeugnisse der Bildhauerkunst, nämlich für das Laubwerk bestimmend sein. Was soll es zudem heißen: „ihre Körperbildung selbst widerstreitet dem strengen Formprincip des gothischen Systems“. Nach diesem „System“ sucht man vergeblich. Es sei denn, man versteht unter gothischem System Unarten der Hoch- und Spätgothik. Das wäre dasselbe, wenn man das System der Renaissance in übertriebenen und manirten Figuren des Barock oder Roccoco suchte. In Frankreich, dem klassischen Land der Frühgothik, sind die Figuren geistvoll nach der Natur

studirt, das ist alles, gerade so, wie die Naumburger. Studium nach der Natur ist frühgothisches System, ein anderes frühgothisches System giebt es nicht. Dies zeigt das frühgothische Laub, die frühgothischen Figuren, dies zeigte, wie wir gesehen, das Skizzenbuch des Wilars von Honecourt. Und dieses Studium nach der Natur ist gerade das System, welches Schmarsow den Naumburger Figuren als erzeugende Ursache zuschreibt, sie sind eben aus diesem Grunde nicht romanisch, sondern frühgothisch. Wie weit die Bildhauerkunst im Dienste der Gothik gerade in Naumburg fortgeschritten war, zeigt das romanische Thürbogenfeld, welches Schmarsow gegen 1210 bis 1230 entstanden sein läßt. Um aber den so auffälligen Ungeschmack und das große Ungeschick in der Gestaltung bei guter technischer Ausführung an diesem Bildhauerwerk mit seiner Behauptung in Einklang zu bringen, die Chorfiguren seien der Höhepunkt der romanischen Schule, nimmt Schmarsow an, das Thürbogenfeld sei vielleicht nach einer vorhandenen alten getriebenen Arbeit hergestellt worden. Wer wird solch kindliche Figuren nachmachen, wenn er bessere kann! Wer wird zu solchen geschmacklosen Figuren den Auftrag, das Geld und den hervorragenden Platz hergeben, wenn das Auge an besseres schon gewöhnt ist? Dann wären wohl auch die romanischen Capitelle neben diesem Thürbogenfeld nach einem alten getriebenen Vorbild gemeißelt? Dazu führt Schmarsow selbst noch eine ähnlich befangene Figur der heiligen Elisabeth an, die nicht viel vor 1235 hergestellt sein kann, wegen der Heiligsprechung der Landgräfin in diesem Jahr. Eine Entwicklung der Chorfiguren aus dieser Figur und aus denjenigen des Giebelfeldes binnen dreißig Jahren wäre mehr als genial, wenn nicht fremde Schule hinzugekommen wäre. Wie diese fremde Schule hinzugekommen ist, haben wir bei der Architektur soeben auseinander gesetzt. Entweder hatten deutsche Bildhauer in Frankreich gelernt, oder Franzosen sind herüber gekommen. Beidenfalls haben aber ausgebildete Bildhauer kein französisches „Muster“ sich mitzubringen nöthig gehabt, sondern sie haben ihre in Frankreich erlernte Kunst, Gestalten bilden und meißeln zu können, anderen Orts weiter betrieben mit Hilfe der Modelle, die sie erlangen konnten, d. h. mit Hilfe einheimischer Modelle, die um sie lebten, die ihnen Act stehen konnten. Auch französische Meister hätten, wenn sie herübergekommen wären, kein „Muster“ mitgebracht, sondern sich der deutschen Modelle bedient. Dabei würde es so geschickten Künstlern nicht entgangen sein, daß diese deutschen Körperformen ihre besonderen Eigenheiten hatten, mochten sie diese auch in französischem Geiste nachbilden. Daß mithin die ersten „wirklich gothischen“ Figuren Nachahmungen französischer „Muster“ sein müßten, ist nach den Vorgängen, wie sie sich im Berufsleben des Bildhauers abspielen, unmöglich. Oder soll sich der Bildhauer ein großes Bildwerk oder eine ganze Ladung davon mitgeschleppt haben? Oder gar Zeichnungen? Wie schwer modellirt es sich außerdem nach Zeichnungen, wie wenig entsprechend wird das Modell der Zeichnung, und wie schwer sind die Bildhauer überhaupt zum Zeichnen zu bringen!

An der Grenze allerdings waren auch französische Modelle leichter zu finden und aus diesem Grunde mag diese selbe Schule der Kunstschriftsteller, welche die Naumburger Figuren zu romanischen macht, die Strafsburger zu französischen zu stempeln suchen. Es ist jetzt Mode geworden, auf die Strafsburger Figuren verächtlich herabzusehen, sie womöglich hinter die Freiburger und Naumburger zu stellen und sie als „französisch“ fast zu brand-

marken. Nichts ist aber verkehrter als das. Warum sollen sie durchaus französisch sein? Weil sie in Straßburg stehen? Ist nicht das Elsaß bis 1680 ein urdeutsches Land gewesen? Warum soll die Bildhauerkunst daselbst nicht auch deutsch sein? Sehen die Gesichter etwa französisch aus? Wenn man unter den Dutzenden ein oder zwei französisch aussehende Gesichter herausfindet, so ist es viel. Doch auch diese brauchen noch gar nicht französisch zu sein! Etwa weil die Sitte, ganze Thorleibungen mit den Gestalten der klugen und thörichten Jungfrauen auszustatten, französisch wäre? Das ist ebenfalls ganz unfranzösisch — durchaus deutsch. In Frankreich kann man lange suchen nach einem Portal mit den thörichten und klugen Jungfrauen an dieser hervorragenden Stelle, dagegen stehen sie in Deutschland fast an jeder Kathedrale, und zwar immer und mit großer Vorliebe an ähnlich hervorragenden Stellen wie in Straßburg, d. h. an den Leibungen der Portale. In Frankreich kommen sie zwar auch an den Hauptportalen vor, aber ganz klein und untergeordnet, nur als Reliefs an den Gewänden der viereckigen Oeffnungen, gegen welche die Thürflügel schlagen. Zuguterletzt höre man Viollet-le-Duc, der sonst für Frankreich in Beschlag nimmt, was er kann, Frankreich lobt, wo er kann und an deutscher Kunst mäkelte, wo es nur angeht. Er sagt Band 9 S. 372: „In unseren Kathedralen sind die klugen Jungfrauen fast immer auf den Gewänden der Hauptthür zur Rechten Christi dargestellt, die thörichten Jungfrauen auf dem linken Gewände. Bei der Kathedrale von Straßburg sind die klugen und thörichten Jungfrauen nicht als Flachreliefs an den Gewänden ausgehauen, sondern nehmen die Thürleibungen ein. Es sind reizende Standbilder, die vom Anfang des XIV. Jahrhunderts stammen (hier liegt ein Fehler vor, da Viollet sie selbst bei „sculpture“ Band 8 ins 13. Jahrhundert verlegt, wohin sie auch thatsächlich gehören).“ Band 8 S. 170 fährt er fort: „Es giebt Standbilder an der Kathedrale von Straßburg, die ganz vorzügliche Werke sind (oeuvres capitales): Die beiden Figuren der Kirche und der Synagoge an dem Südthor aufgestellt und von Anfang des XIII. Jahrhunderts stammend, sind bemerkenswerth schön. Mehrere Standbilder der klugen und thörichten Jungfrauen der Thore der Westansicht, vom Ende des XIII. Jahrhunderts herrührend, sind Meisterwerke. Man kann darüber urtheilen nach dem Beispiel, was wir hier geben (Fig. 25).*) Diese Standbilder großen Maßstabes, aus rothem Sandstein gehauen, sind von ausgezeichneter Ausführung, und die Mehrzahl hat eine sehr schöne Haltung. Diese rheinischen Künstler, wie ihre Genossen der Isle de France, der Champagne, Burgunds, der Picardie begeistern sich übrigens an den Typen, welche sie vor ihren Augen haben. Das sind da nicht mehr die Gesichter, welche wir in Paris, Rheims oder in Amiens finden, sondern der richtige elsässische Typus!“

So der Franzose, der nicht gezögert hätte, die Seinen wieder zu erkennen! Und wir Deutsche schütteln sie ab! — Auch die Straßburger Figuren sind deutsch, urdeutsch, leider manchmal auch in ihren gewaltsamen Bewegungen, die den französischen Bildwerken nicht eigen sind. Die französischen Figuren bewahren fast insgesamt im Gegensatz zu den deutschen klassische Ruhe. Die Straßburger Figuren sind die hervorragendsten Bildwerke Deutschlands, und Herr v. Flottwell wird sie

*) In Wahrheit ist das dort gegebene Beispiel auch eine der drei schönsten Standbilder im ganzen Werke von Viollet.

hoffentlich den Kunstfreunden zugänglich machen in einer dritten Lieferung seines verdienstlichen Unternehmens.

Zum Schlufs dieser Betrachtung der Naumburger Figuren noch eine Schwierigkeit: Die zwölf Figuren der Stifter sind nach Angabe Schmarsows in die Säulenbündel eingebunden. Das befremdet nicht, da im allgemeinen die Erzeugnisse der Bildhauerkunst im frühen Mittelalter, seien es Figuren oder Laubwerk, fertig versetzt wurden und nicht in Bossen. Hier aber wäre man beinahe versucht anzunehmen, die Figuren seien in Bossen versetzt oder nachträglich eingebunden worden. Nur aus dem nachträglichen Ausarbeiten scheint sich die ziemlich rathlose Behandlung erklären zu lassen, welche bei den zwei Figurenpaaren den Säulen zwischen ihnen zu Theil geworden ist. Die Säulen sind am Schlusse ersichtlich im Wege gewesen und mußten weichen. Unter den Figuren endet ihr Schaft ungelöst in einem einfachen Kegel. So auch fängt er über ihnen wieder an. Nur ist da der Kegel mit Laubwerk verziert, das jedoch nicht über den Schaft vorspringt, weil es eben aus dem Schaft herausgemeißelt ist. Dieses Laubwerk weist aber grade besondere Wege. Es ist beidemal dasselbe, nur verschieden gelegt — doch weicht es durchaus von dem Laubwerk der ganzen übrigen gleichzeitigen Kirche, innen und außen, ab. Es ist im Maßstab sehr viel größer gehalten und ganz frühgothisch, während das übrige, so reichliche Laubwerk ziemlich kleinlich angelegt ist, ausgehende Frühgothik darstellt und übertrieben gekünstelt ist. Es erinnert hierin durchaus an das ebenso kleinliche und gekünstelte romanische Ornament des romanischen Portals; es ist dieselbe „Mache“. Diese Laub-Bildhauer waren die der alten romanischen, in Naumburg einheimischen Schule. Ihnen hatte der gothisch geschulte Baumeister gesagt: Man nimmt das Laub, wie man es auf Feldern und in Wäldern findet, zum Vorbild und verziert damit Knäufe und Gesimse. Andere Lehren hatten sie nicht erhalten und sie gingen nun mit ihrer überkünstelten Handfertigkeit aus der alten Schule daran, das Laub genau nachzuahmen, bis zur vollständigen Freiarbeitung desselben. Die Stilisirung fehlte fast vollständig, d. h. das Absehen von den natürlichen Zufälligkeiten und das Bemühen, dem Laub Bewegungen und Linienführungen zu geben, welche der Construction und der architektonischen Anordnung der einzelnen Theile entsprechen. Ebenso fehlt ihnen jedwede Erinnerung an die Uebergangsformen des frühen französisch-gothischen Laubwerks. Diese Bildhauer hatten nicht in Frankreich gelernt, sie waren auch keine Franzosen. Der deutsche Baumeister des Domes aber, welcher in seiner Jugend in Frankreich die Gothik erlernt hatte, war, wie das auch heutzutage noch der Fall ist, eben wegen seiner Jugend an die Feinheiten des Ornamentes, wie an das Leiten des Entwurfs desselben in Frankreich nicht gekommen — er kannte nur die Theorie. Das Ornament ist immer erst die spätere Frucht des künstlerischen Bauschaffens. So konnte er seine Landsleute auch hinterher nicht gehörig anleiten. Daher macht das Laubwerk vollständig den Eindruck des kleinlichen, liebevollen Erzeugnisses von Bildhauern, denen der große Blick und das Verständniß für Stilisirung, wie sie dem Baumeister zu eigen sein müssen, wie gewöhnlich abging. Dagegen sehen wir an den zwei Consolen Laub aus dem französisch-gothischen Uebergang, sodaß sich die Richtigkeit der Behauptung, die oder der Bildhauer der Figuren seien, wie oben ausgeführt, in Frankreich geschulte Deutsche und nicht Meister deutsch-romanischer Schulung, selbst an solchen Kleinigkeiten als richtig

erweist, die aber gerade ihrer Zufälligkeit halber desto auffallendere Beweiskraft haben.

Das Betpult übrigens daselbst mit dem jungen Priester will Schmarsow der ausgehenden Gothik zuschreiben; am liebsten der italienischen Kunst des 15. Jahrhunderts in Florenz. Aber er sagt selbst, da die Statue aus Naumburger Stein sei, so könne italienische Kunst des 15. Jahrhunderts nicht in Betracht kommen. Ein Erzeugniß der deutschen Renaissance könnte es nicht sein, da gegen 1540 schon die Reformation in Naumburg eingeführt wurde und somit ein Leseputz im Domchor überflüssig war. Es müsse ein Erzeugniß der Naumburger Kunst vor Einführung der Renaissance sein. Das wäre also spätgothisch. Spätgothisch aber kann es nicht sein, da sonst das Eichenlaub und der Epheu spätgothisch verbeult wäre, wie wir es bei den hervorragendsten Meistern jener Zeit (Albrecht Dürer, Peter Vischer) trotz seiner Häßlichkeit durchweg finden. Ich sehe keinen Grund, dem Leseputz eine spätere Zeit als den Figuren im Chor zuzuschreiben. Das Epheulaub ist frühgothisch, und die Gewandung ist besonders an den Achselhöhlen und Füßen genau so behandelt wie die glatten Untergewänder der übrigen Figuren. Der Grund, welchen Schmarsow gegen die Möglichkeit, daß dieses reizende Bildwerk derselben Zeit entstamme wie die Chorfiguren, anführt, ist zu bezeichnend, als daß er nicht wörtlich anzuführen wäre: „Schon die Bildung des Ständers für das Leseputz mußte davon überzeugen, daß weder ein romanischer Steinmetz mit seinem architektonischen Formenschatz oder seinem Thier- und Pflanzengewinde, noch ein Gothiker mit seiner strengen Gliederung des Stütz- und Strebewerks oder der Zier des Stab- und Maßwerks dabei zu Rath gesessen, als der plastische Gedanke aufstieg, der hier verwirklicht ward. . . . Unter dem Pulte ist keine steinerne Säule oder sonstiges Bravourstück eines mittelalterlichen Steinmetzen, kein balusterartiger Ständer oder sonstige Nachahmung der Schreinerkunst angebracht, die Platte ruht vielmehr auf dem knorrigem Geäst eines jungen Eichbaums, der aus dem Erdboden aufwächst und an dessen schlankem Stamm eine Epheu-

ranke emporklettern, um ihre spitzgeschnittenen Blätter neben dem rundgezackten Laub der Eiche auszulegen. Meisterhaft ist das vegetabilische Leben in seiner Selbstständigkeit erfasst und der aufstrebenden Kraft des Starken die trauliche Anhänglichkeit des Schwächeren gesellt. Dieser Epheu, dieses Eichenlaub gehen an natürlicher Wahrheit und plastischer Klarheit über alles hinaus, was der Drang nach Leben und Bewegung beim Uebergang von der Spätgothik in die Renaissance versucht hat.“

Wie wenig zutreffend die Behauptung ist, in der Frühgothik hätte Stab- und Strebewerk den Fuß des Pultes bilden müssen, zeigen vorhandene Beispiele. So in St. Martin des champs in Paris das Leseputz, das noch an der Kanzel vorhanden ist und weder Stab- noch Strebewerk zeigt, sondern eben solch aufstrebendes Laubwerk, wie das Leseputz in Naumburg. Den Künstlern der Frühgothik kann man doch nicht den Vorwurf machen, sie hätten Stab- und Strebewerk an solchen Stellen oder im Uebermaß verwendet. Den „Meistern“ der späten Hochgothik und Spätgothik wohl — ja, das waren eben „Meister“, Handwerksmeister, die Künstler der Frühgothik waren längst ausgestorben. Daß dieser Schaff auch keinerlei romantisches Gepräge zeigt, führt der Verfasser selbst an. Es ist nur ein weiterer Erweis, daß diese Figuren nicht den Höhepunkt romanischer Schulung bilden.

Die vielverschlungenen Pfade der Baukunst, ihrer Schwesterkünste, des Handwerks wie des Kunsthandwerks, sind in diesem Aufsatz nur flüchtig durchwandert. Doch überall zeigt sich, wenn man die Künste kennt, ein anderes Bild, als es die Hefte der Kunstschriftsteller schildern.

Wie Zeiten und Geschlechter einst als „gothisch“ jene Werke schmähten, wie doch die Werke, die Bewunderung und Liebe jetzt achtet, jene Schmäher überlebten, so mag die Jetztzeit wieder die Größe jener alten Meister, die Fülle ihres Wissens, Strebens und Könnens, die Macht ihres froh sich seiner Kraft und Stärke vollbewußten Geistes preisen. In Ehrfurcht beugt die neue Zeit sich ihnen und verkündet ihren Ruhm.

Geschichte der Strandschutzbauten auf der Insel Baltrum nebst Bemerkungen über die ostfriesischen Inseln und deren Befestigung.

Auf Grund amtlicher Quellen und eigener Erfahrungen bearbeitet vom Geheimen Baurath Schelten
unter Mitwirkung des Regierungs-Baumeisters Roloff.

(Mit Uebersichtskarte und Abbildungen auf Blatt 60 und 61 im Atlas.)

(Alle Rechte vorbehalten.)

A. Allgemeines über die ostfriesischen Inseln.

Von den fortgesetzten Angriffen der Meeresfluthen, welchen die deutsche Nordseeküste seit vorgeschichtlicher Zeit ausgesetzt gewesen ist, haben auch die ostfriesischen Inseln ganz besonders zu leiden gehabt. Was die Karten jetzt von denselben zeigen (s. Uebersichtskarte Abb. 1 Bl. 60), sind winzige Ueberreste, Stücke einstmals weit umfangreicherer Eilande, deren größere Theile allmählich den Fluthen zum Opfer gefallen sind. Wenngleich nur spärliche geschichtliche Nachrichten über diese untergegangenen Flächen vorhanden sind, so ist es doch möglich, aus ihnen unter Berücksichtigung der Gestaltung des Meeresbodens und der vor den Inseln gelegenen Sände und Riffe auf die frühere Größe

und Lage der Inseln zu schließen. Geognostisch läßt sich nachweisen, daß die Nordseeinseln von der Nordwestspitze Hollands bis Wangeroog und weiter bis Helgoland und Jütland als zusammenhängende, nur durch die Mündungen der Flüsse Ems, Weser und Elbe unterbrochene Dünenkette den Saum des Festlandes bildeten.¹⁾ Infolge Durchbruchs des Meeres an wenig geschützten Stellen wurde das dahinter liegende niedrige Land fortgerissen, die Dünenreihe selbst in einzelne Theile aufgelöst, welche wiederum im Laufe der

¹⁾ s. G. Hagen: Handbuch der Wasserbaukunst, Theil III, ferner Prestel: Der Boden der ostfriesischen Halbinsel, Emden 1870, und den Aufsatz von Plener: „Bemerkungen über die ostfriesischen Inseln“ im Jahrgang 1856 der Zeitschrift des Architekten- und Ingenieurvereins für das Königreich Hannover.

Zeit mannigfache Umwandlungen erfahren. Plinius zählte zu seiner Zeit 25 Inseln, welche jetzt kaum noch in halber Zahl vorhanden sind. Die bereits den Römern bekannte Insel Fabaria oder Burchana (Borkum), welche vor der Mündung der Ems lag, war 15 bis 20 Quadratmeilen groß und bestand aus den jetzigen Inseln Borkum und Juist, vielleicht auch Norderney, aus den beiden verschwundenen Eilanden Bant und Buise, sowie aus den Sandbänken Ransel, Pilsumer Watt, Memmert u. a. m. Nachdem sich die Osterems einen Weg mitten durch die Insel gebrochen, blieb westlich von ihr zwischen den beiden Emsmündungen das heutige Borkum liegen; der östliche und südliche Theil wurde von den Fluthen in die Inseln Buise, Bant und Juist getheilt, von denen heute nur noch Juist vorhanden ist, während sich südlich und im Schutze von demselben, gleichsam zum Ersatz, in den letzten Jahrzehnten eine neue Insel, Memmert genannt, gebildet hat. Aehnliche Umgestaltungen wie Borkum mögen die meisten ursprünglichen Inseln erlitten haben. Wiederholt sind die Insel-Bewohner der von der Fluth bedrohten Ortschaften gezwungen gewesen, dieselben preiszugeben, um sich an geschützten Stellen der Insel wieder anzusiedeln. Die Geschichte der Insel Wangeroog, dessen Kirchthurm jetzt von den Fluthen umspült wird, giebt hierfür ein bezeichnendes Beispiel.

Der vorherrschenden westlichen Windrichtung, insbesondere den hohe Fluthen erzeugenden Nordweststürmen entsprechend, ist es der westliche Theil der Inseln, welcher dem Abbruch vorzugsweise unterliegt. Dagegen wachsen die Inseln, weil große Massen losen Flugsandes dem Ostende zugetrieben werden, an diesem an. Da sich außerdem auch der Südstrand durch Anlandung nach dem Watt zu mehr oder minder vorschiebt, so ist das Bestreben der Inseln vorhanden, ihre Fläche in der Richtung nach Südosten zu verlegen.

Die hauptsächlichste Ursache des Abbruches der Inseln ist in den infolge der Ebbe und Fluth auftretenden Meeresströmungen zu suchen. Indem sich die zwischen den Inseln und dem Festlande gelegene Meeresfläche (das Watt) beim Wechsel der Gezeiten füllt und entleert, wird längs und, namentlich in den Seegaten, zwischen den Inseln eine kräftige Strömung hervorgerufen, welche bei der Mehrzahl der ostfriesischen Inseln einen Angriff auf deren westlichen Strand hervorruft. Es erklärt sich dies aus der erwähnten Neigung der Inseln, an ihrem Ostende anzulanden, wodurch das Seegat zwischen je zwei Nachbarinseln eingeengt und ostwärts gedrängt wird. Bei der eigenthümlichen Lage der Inseln zu einander, nach welcher in der Regel die östliche gegen die westliche Nachbarinsel etwas nach Norden vorspringt, wird unter den erwähnten Umständen nicht nur der westliche, sondern zum Theil auch der südwestliche Strand in Abbruch versetzt. Hierunter leiden besonders diejenigen Inseln, bei denen der Ebbestrom bereits im südlichen Teile des Seegats eine östliche Richtung hat. Die abfließenden Wassermassen von den hinter zwei Nachbarinseln gelegenen Wattflächen treffen hier zusammen. Wo nun die aus dem westlichen Priele („Balje“) kommende Strömung stärker ist, als diejenige des östlichen, was da der Fall ist, wo die erstere ein größeres Abwässerungsgebiet besitzt, d. h. also, wo die westliche Insel die längere ist, wendet sich die Strömung im Seegat mehr nach Osten. Besonders deutlich zeigt sich der Einfluss dieses

Umstandes bei einem Vergleich der Insel Baltrum und Langeoog. Das zwischen Norderney und Langeoog gelegene Baltrum ist erheblich kleiner als diese seine Nachbarinseln. In dem Seegat zwischen Langeoog und Baltrum, der Accumer-Ee, welche westlich ein kleines, östlich ein erheblich größeres Abflussgebiet hat, sucht der Ebbestrom seinen Ausweg in nordwestlicher Richtung. Die Wassermassen drängen, wenn die tiefe Rinne zuweilen auch ostwärts verlegt wird, doch immer wieder nach Nordwesten durch, und die dann östlich verbleibenden Sandmassen werden mit den westlichen Stürmen allmählich dem Nordweststrande Langeoogs zugeführt. Ein Abnehmen dieser Insel wird daher nur vorübergehend beobachtet, und vermöge einer Art Selbstvertheidigung tritt nach einer gewissen Zeit — die Bewohner nehmen an alle fünf Jahre — wieder der ursprüngliche Zustand ein. Anders bei Baltrum, wo die Verhältnisse entgegengesetzt liegen, und welches infolge der nach Osten drängenden Strömung einem starken Abbruch unterworfen ist, ohne daß ihm von Westen her ein Ersatz der verlorenen Sandmassen geboten wird.

Während die Strömung in den Seegaten den Abbruch des Strandes allmählich vollzieht, bereitet sie gleichzeitig das Werk der Zerstörung vor, welches die Sturmfluthen oft in wenigen Stunden verheerend durchführen. Es liegt in der Erscheinung der Ebbe und Fluth und in ihrer Entwicklung im Becken der Nordsee, daß nur aus Westen und Nordwesten gerichtete Stürme den Nordseeinseln gefährlich werden können. Die großen Sturmfluthen leiten sich gewöhnlich durch West- oder Südwestwind ein. Die Wassermassen, welche mit der Fluthwelle vom Ocean durch den Canal in die Nordsee eindringen, werden durch den Westwind in ihrem Rückfluß gehemmt, und eine größere Wassermenge als sonst bleibt zurück; nicht selten hat sogar bei Beginn des eigentlichen Sturmes das Niedrigwasser die Höhe des gewöhnlichen Fluthstandes schon erreicht. Wenn dann der Wind nach Nordwesten umschlägt, wird die in der Nordsee vorhandene Wassermasse gewaltsam an die deutsche Küste gedrängt. Gleichzeitig beschleunigt sich die Fluthwelle, welche sich am Canal abzweigte und um Schottland herum von Norden her in die Nordsee eindringt. Indem sie sich mit der Fluthwelle aus dem Canal vor den holländischen Inseln vereinigt, wächst das Wasser zu den außerordentlichen Höhen an²⁾, bei denen der Strand der Inseln vollständig überfluthet wird, die Wellen den Fuß der Dünen mit voller Kraft treffen und oft in einigen Stunden hohe Dünenketten auf 10 bis 20 m Breite mit sich fortreißen. Auch der heftigste, nur aus Westen kommende Sturm kann eine gleich hohe und Verderben bringende Fluth ebenso wenig erzeugen, als ein reiner Nordsturm. Wenn auch die Wellen hierbei ziemlich hoch am Strande aufgetrieben werden, so ist doch ihr Angriff wegen der geringeren Dauer kein so verheerender.

Den geschilderten Angriffen der Elemente sind sämtliche ostfriesischen Inseln mehr oder weniger, immerhin aber in so bedenklichem Mafse ausgesetzt, daß deren vollständige Zerstörung in absehbarer Zeit zu befürchten stände, wenn sie, wie in früheren Zeiten, sich selbst überlassen blieben. Eine Vernichtung der Inseln würde die nachtheiligsten Folgen

²⁾ Nach den Pegelbeobachtungen am Siel bei Norden betrug die Erhebung über den gewöhnlichen Fluthspiegel im ruhigen Wasser am Festlande am 30./31. Jan. 1877 2,90 m, am 12. Dec. 1883 3,15 m.

für das Festland herbeiführen. Indem die Inseln dem ersten vollen Andrang der Sturmfluthen ausgesetzt sind, brechen sie deren Kraft und schwächen den auf die festländische Küste und deren Deiche gerichteten Angriff. Würden letztere dieses Schutzes beraubt, so würde für sie eine wesentliche, nur mit übermäßig großem Kostenaufwande zu erreichende Verstärkung und schwierig durchzuführende Unterhaltung nothwendig werden. Wenn ferner der Schifffahrt auf einem ihrer lebhaftesten und gefährlichsten Wege durch den Untergang der Inseln die Möglichkeit genommen würde, die zu ihrer Sicherung erforderlichen Tages- und Nachtmarken auf festem Boden zu errichten, würden ungleich theurere, technisch oft nur äußerst schwer ausführbare Bauten in der offenen, brandenden See hergestellt werden müssen.

In Würdigung dieser wichtigen Bedeutung der ostfriesischen Inseln hat man in neuerer Zeit begonnen, sie auf künstliche Weise zu sichern. Nachdem der Weststrand von Norderney in den Jahren 1857 bis 1863 anfänglich in Rücksicht auf die Erhaltung dieses Badeortes durch Schutzwerke gesichert war³⁾, sind seit 1870 in planmäßiger Weise auf fast allen übrigen Inseln Schutzbauten ausgeführt worden. Ohne künstliche Befestigung sind bislang nur Juist und Langeoog geblieben. Während die letztere Insel nach dem oben gesagten vermuthlich noch auf lange Zeit, vielleicht überhaupt einer besonderen Sicherung wird entbehren können, ist dies bei Juist nicht mit derselben Bestimmtheit anzunehmen. Die Sicherung der ostfriesischen Inseln hat sich nach den angestellten Betrachtungen, abgesehen von Dünenbefestigungen und Abdämmungen im allgemeinen, auf die Festlegung des West- und Nordweststrandes und des dortigen Dünenfußes beschränken können. In welchem Umfange und in welcher Art sie erforderlich geworden, war von den jeweiligen örtlichen Verhältnissen abhängig. Die Bauten sind im großen und ganzen abgeschlossen und bedürfen nur noch einiger Ergänzungen, welche im Laufe der Zeit zur Ausführung gelangen nach Maßgabe der jeweiligen Bedürfnisse, die auf Grund fortgesetzter sorgfältiger Beobachtungen und Peilungen über das Verhalten des Strandes, der See- und der Riffbildungen, sowie infolge neuer Sturmfluthen sich ergeben. Ueber die Bauart der in Frage kommenden Werke (Uferdeckungen und Buhnen) im besonderen sind im Jahrgang 1882 dieser Zeitschrift ausführliche Mittheilungen enthalten, weshalb von einer Besprechung abgesehen werden kann. In Ergänzung des dort gesagten mag nur bemerkt werden, daß zuweilen auch an anderen Stellen der Inseln Sicherungen vorzunehmen sind, indem da, wo die Gefahr des vollständigen Durchbruches einer Dünenkette oder der ganzen Insel vorliegt, Absperrdämme angelegt werden, wie dies bei den Durchbrüchen (Slops) auf Spiekeroog, auf Borkum und neuerdings auf Juist mit besonderem Erfolge geschehen ist und für Langeoog in den nächsten Jahren geplant wird. Hervorzuheben ist ferner, daß neben den eigentlichen Schutzbauten, welche die Inseln vor dem Andrang der Wasserfluthen sichern, zur Erhaltung der vorhandenen Dünen gegen den Angriff des Windes, um deren Verwehen zu verhüten und ihre Wanderung zu beschränken, eine un-

ausgesetzte geregelte Cultur der Dünen durch seeseitiges Abflachen und Bepflanzen ihrer Oberfläche mit Sandgräsern (Strandhafer und Strandweizen usw.), sowie die Erzeugung neuer Dünen durch Pflanzung von Hecken oder Helm erforderlich sind und dem jeweiligen Bedürfnisse entsprechend durchgeführt werden.

B. Die Insel Baltrum.

I. Lage der Insel, Abbruch und Wichtigkeit der Erhaltung. Zu den geschilderten allgemeinen Verhältnissen der ostfriesischen Inseln bietet die Geschichte von Baltrum ein treffendes Beispiel (s. Lageplan Bl. 60). Baltrum, die kleinste der ostfriesischen Inseln, ist unter $53^{\circ} 43'$ nördlicher Breite und $7^{\circ} 26'$ östlicher Länge (Greenwich) zwischen den Inseln Norderney und Langeoog gelegen, von der ersteren durch die Wichter-Ee, von der letzteren durch die Accumer-Ee getrennt. Die größte Ausdehnung zwischen den Niedrigwasserlinien beträgt in der Richtung West-Ost etwa 5 km, von Nord nach Süd 3 km. Wenn bei hohen Fluthen der niedrige Strand überschwemmt wird, bleibt allein das in der Mitte liegende Dünenland wasserfrei, welches eine Fläche von 1,75 qkm einnimmt. Auf der Insel befinden sich zwei Ortschaften, das „Westdorf“ und das „Ostdorf“ mit zusammen 39 Wohnhäusern und 156 Einwohnern, welche ihren Erwerb größtentheils als Seeleute finden, da weder die Landwirtschaft bei der Unergiebigkeit des Bodens, noch die Fischerei bei der für Fischerfahrzeuge ungünstigen Reede einen nennenswerthen Ertrag liefern, zudem der Insel auch durch den Besuch von Badegästen bislang ein Verdienst nicht zufließt.

Unzweifelhaft zeigt Baltrum heute ein ganz anderes Bild als in früherer Zeit. Man kann bestimmt vermuthen, daß die Insel sich vor nicht allzu langer Frist noch bis zu dem jetzigen vor dem Nordstrande gelegenen Riff erstreckte, wenigstens sprechen hierfür die daselbst aufgefundenen Brunnen. Wenn jedoch die Sage geht, Baltrum habe einst sieben Kirchdörfer besessen, so ist darunter wohl zu verstehen, daß dieselben nicht gleichzeitig, sondern nach einander bestanden haben, indem die Bewohner, so oft ihr Dorf durch die Fluthen bedroht und zerstört wurde, sich an sicher scheinender Stelle weiter landeinwärts von neuem anbauten. In welcher erschreckenden Weise der Abbruch der Insel noch in neuester Zeit stattgefunden, kann man übersehen, wenn man den beigefügten Lageplan von 1891 (Bl. 60) betrachtet, in welchem zugleich der Umriss der Insel im Jahre 1860 angedeutet ist. Danach ist in den genannten Jahren die Niedrigwasserlinie am Weststrande um 900 m nach Osten, am Nordstrande um 300 m zurückgewichen. Zugleich ist am Weststrande ein etwa 400 m breites Dünenland verloren gegangen. Die Wichter-Ee, welche 1861 noch 350 m breit war, hat jetzt eine Breite von über 1000 m.

Wenn auch der Nordstrand von Baltrum nicht in dem Maße abgebrochen wurde, wie der West- und Südweststrand, so drohte doch gerade von Norden her eine Zeit lang große Gefahr für den Bestand des westlichen Theiles der Insel. Es läßt sich behaupten, daß Baltrum von allen ostfriesischen Inseln die am meisten gefährdete war und auch noch ist. Was diese Verhältnisse besonders bedenklich macht, ist der Umstand, daß gerade die Erhaltung Baltrums für die Sicherheit der festländischen Deiche von ganz besonderer Wichtig-

³⁾ s. A. Tolle: Die Schutzwerke der Insel Norderney, Jahrgang 1864 der Zeitschrift des Architekten- und Ingenieurvereins für das Königreich Hannover.

keit ist. Von allen ostfriesischen Inseln liegt Baltrum dem Festlande am nächsten. Die Wattfläche hat hier nur eine Breite von 4 km, während sie bei den anderen Inseln eine solche von 6 bis 7 km besitzt. Wenn man die Entwicklung der Anwächse längs der festländischen Küste verfolgt, kann man beobachten, wie überall im Schutze der Inseln am Vorlande der Deiche der Boden allmählich aufschlickt, die „Heller“ (anwachsendes Land) sich immer weiter nach dem Watt zu vorschieben, bis sie schliesslich zur Einpolderung reif werden. Dagegen befinden sich diejenigen Küstenstrecken, welche den Seegaten gegenüber liegen, im Abbruch. Hier stürmt die See noch mit erheblicher Gewalt gegen das Vorland der Deiche an und drängt dessen grüne Grenze immer weiter zurück. Entsprechend der nordwestlichen Richtung der Sturmfluthen liegen die Abbruchstellen südöstlich von den einzelnen Seegaten. So auch bei dem Hinterlande Baltrums. Während westlich vom Nefsmersier Tief ein Anwachsen bemerkt wird, findet östlich desselben ein Abbruch statt, sodass man durch Anlage von Bühnen der fortschreitenden Zerstörung entgegenzutreten mußte. Wenn nun schon bei der im Vergleich zu anderen Seegaten geringen Breite der Wichter-Ee, welche der Bildung eines hohen Wellenganges ungünstig ist, ein erheblicher Abbruch des Hellers beobachtet wird, so muß mit zunehmender Verbreiterung des Seegats, welche infolge der ganzen oder theilweisen Zerstörung Baltrums eintreten würde, die Gefahr für das Festland in gleichem Mafse wachsen. Diese Umstände machten die Erhaltung der Insel durch künstliche Befestigung zur Nothwendigkeit.

II. Geschichte der Strandschutzbauten. Die seit Anfang der siebziger Jahre auf der Insel begonnenen Sicherungsbauten haben mit zahlreichen und großen Schwierigkeiten zu kämpfen gehabt. Die in der folgenden Beschreibung erwähnten einzelnen Bauwerke sind auf dem Lageplan (Bl. 60) eingezeichnet. Bezüglich der allmählichen Aenderungen des Strandes mag hingewiesen werden auf die in den Abb. 1 bis 4 dargestellten Strandquerschnitte, welchen Peilungen verschiedener Zeitabschnitte von 5 zu 5 Jahren zu Grunde gelegt sind, und auf die vergleichenden Lagepläne des Standes der Bauten in den Jahren 1872, 1875, 1878, 1881, 1885 und 1891 auf Bl. 61 mit den Schichten der Wassertiefen, welche die starke Annäherung des Seegats an die Schutzwerke und die Ausbildung sehr erheblicher Wassertiefen in demselben veranschaulichen.

Der erste Entwurf vom Jahre 1872 (Abb. 7 Bl. 61) sah an der am meisten gefährdeten Stelle des Weststrandes die Anlage zweier Bühnen und eines 475 m langen Dünen-schutzwerkes vor. Im Jahre 1873 wurde der Bau mit Anlage der ersten Buhne A in Angriff genommen. Die Buhne, welche nach dem Entwurfe eine Länge von 180 m erhalten sollte, konnte infolge zunehmender Verschlechterung des Strandes nur 135 m lang ausgeführt werden. Ihrer Bauart nach glich dieselbe den älteren Nordermeyer Bühnen (vgl. Jahrgang 1882 der Zeitschrift f. Bauwesen, Atlas Bl. 61 Abb. 6). Gleichzeitig hatte man den Dünenfuß durch ein 50 m langes Schutzwerk aus Faschinenpackwerk gedeckt, um der Bühnenwurzel einen festen Anschluss an die Dünen zu geben. Schon dieser erste Anfang zeigte, welche Schwierigkeiten sich der Bauausführung entgegenstellen würden. Die noch nicht ganz fertig gestellten Werke, welche bereits durch

heftige Stürme im October und November gelitten hatten, wurden durch die Sturmfluth vom 16. bis 17. December 1873 vollständig zerstört. Bei den im folgenden Jahre wieder aufgenommenen Arbeiten wurden zunächst die Bühnen B und C, erstere 165 m, letztere 138 m lang angelegt, außerdem

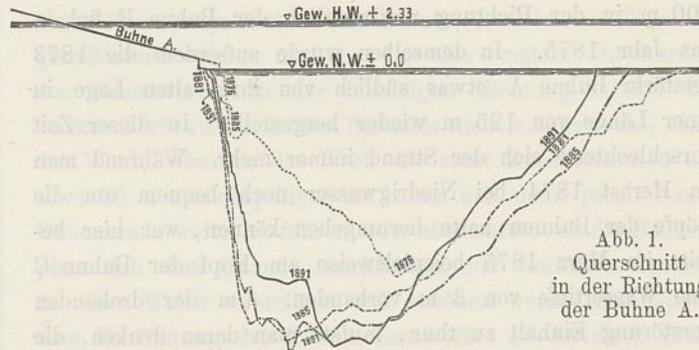


Abb. 1. Querschnitt in der Richtung der Buhne A.

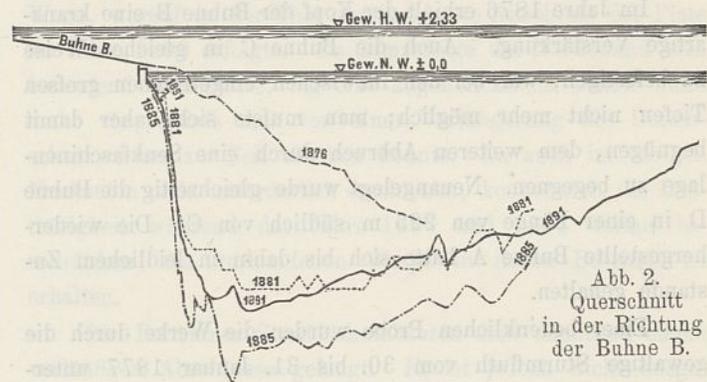


Abb. 2. Querschnitt in der Richtung der Buhne B.

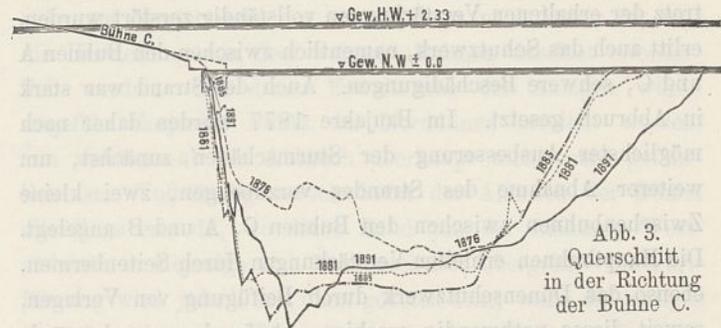


Abb. 3. Querschnitt in der Richtung der Buhne C.

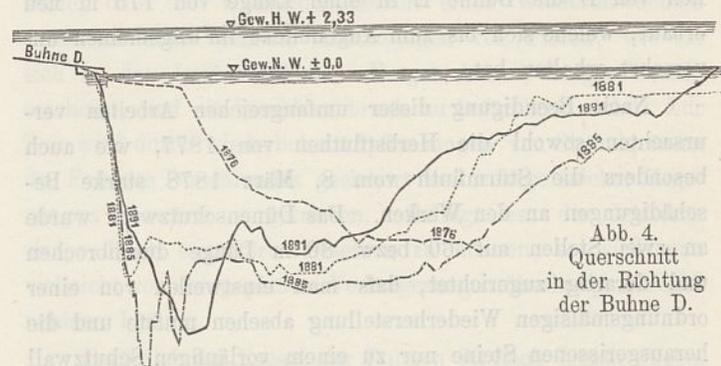
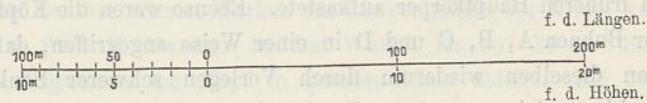


Abb. 4. Querschnitt in der Richtung der Buhne D.



zwischen denselben ein halbmassives Dünen-schutzwerk ausgeführt. Dasselbe erstreckte sich von einem Punkte, etwa 40 m östlich der Buhne B, bis über C hinaus in einer Länge von 340 m. Die ursprünglich festgesetzte Richtung des Werkes liefs sich infolge starken Abbruches des Dünen-

randes nicht beibehalten, sondern mußte etwas landeinwärts verlegt werden. Die Bauart der älteren Dünenschutzwerke ist im Jahrgang 1882 der Zeitschrift f. Bauw. unter Beifügung von Zeichnungen beschrieben. Die wichtigsten der im folgenden erwähnten Bauwerke sind in Abb. 3, 4 u. 5 Bl. 60 dargestellt. Die Weiterführung der Dünenschutzwerke um 200 m in der Richtung nordwestlich der Buhne B fiel in das Jahr 1875. In demselben wurde außerdem die 1873 zerstörte Buhne A etwas südlich von ihrer alten Lage in einer Länge von 125 m wieder hergestellt. In dieser Zeit verschlechterte sich der Strand immer mehr. Während man im Herbst 1874 bei Niedrigwasser noch bequem um die Köpfe der Buhnen hatte herumgehen können, war hier bereits im März 1875 beispielsweise am Kopf der Buhne C eine Wassertiefe von 3 m vorhanden. Um der drohenden Zerstörung Einhalt zu thun, mußte man daran denken, die Werke zu sichern.

Im Jahre 1876 erhielt der Kopf der Buhne B eine kranzartige Verstärkung. Auch die Buhne C in gleicher Weise zu befestigen, war bei den inzwischen eingetretenen großen Tiefen nicht mehr möglich; man mußte sich daher damit begnügen, dem weiteren Abbruch durch eine Senkfaschinlage zu begegnen. Neuangelegt wurde gleichzeitig die Buhne D in einer Länge von 225 m südlich von C. Die wiederhergestellte Buhne A hatte sich bis dahin in leidlichem Zustande gehalten.

Einer bedenklichen Probe wurden die Werke durch die gewaltige Sturmfluth vom 30. bis 31. Januar 1877 unterworfen. Nicht allein, daß die Köpfe der Buhnen B und C trotz der erhaltenen Verstärkungen vollständig zerstört wurden, erlitt auch das Schutzwerk, namentlich zwischen den Buhnen A und C, schwere Beschädigungen. Auch der Strand war stark in Abbruch gesetzt. Im Baujahre 1877 wurden daher nach möglicher Ausbesserung der Sturmschäden zunächst, um weiterer Abnahme des Strandes vorzubeugen, zwei kleine Zwischenbuhnen zwischen den Buhnen C, A und B angelegt. Die Hauptbuhnen erhielten Verstärkungen durch Seitenbermen, ebenso das Dünenschutzwerk durch Beifügung von Vorlagen, soweit dieses nothwendig erschien. Außerdem wurde nördlich von B die Buhne E in einer Länge von 175 m neu erbaut, welche sich bis zum Augenblicke im allgemeinen unversehrt erhalten hat.

Nach Beendigung dieser umfangreichen Arbeiten verursachten sowohl die Herbstfluthen von 1877, wie auch besonders die Sturmfluth vom 8. März 1878 starke Beschädigungen an den Werken. Das Dünenschutzwerk wurde an zwei Stellen auf 60 bzw. 80 m Länge durchbrochen und derartig zugerichtet, daß man einstweilen von einer ordnungsmäßigen Wiederherstellung absehen mußte und die herausgerissenen Steine nur zu einem vorläufigen Schutzwall im früheren Hauptkörper aufkastete. Ebenso waren die Köpfe der Buhnen A, B, C und D in einer Weise angegriffen, daß man dieselben wiederum durch Vorlegen schwerer Senkfaschinen sichern mußte. Infolge der starken Abnahme des Strandes ragten endlich die Buhnen A, B und D mit ihrem Hauptkörper so hoch über den Strand heraus, daß, um sie vor dem seitlichen Umkippen zu bewahren, eine zweite Bermenvorlage nothwendig wurde. Diese Arbeiten nahmen die Jahre 1878 und 1879 in Anspruch, während welcher im allge-

meinen erheblichere Sturmschäden nicht eintraten. Dagegen wurde die Fluth vom 31. December 1879, welcher bekanntlich in England die Taybrücke zum Opfer fiel, auch den Baltrumer Schutzwerken verderblich. Im Jahre 1880 mußten daher längs der Buhnen A, C und D nochmals Bermen vorgelegt werden, während zugleich, um der bedenklichen Abnahme des Strandes zwischen C und D Einhalt zu thun, hier die neue Hilfsbuhne D₁, im Mittel 4,5 m breit, angelegt wurde.

Mit der Vollendung des letztgenannten Werkes waren die Schutzbauten insofern zu einem zeitweiligen Abschluß gelangt, als, wie sich herausstellte, für die nächstfolgenden Jahre eine Erweiterung der Anlagen durch Neubauten nicht dringend erforderlich war, und man sich darauf beschränken konnte, die bestehenden Werke zu erhalten. Die Sicherung der Insel an ihrem meistgefährdeten Punkte war damit durchgeführt. Wohl wurden durch die alljährlich wiederkehrenden Sturmfluthen mehr oder minder bedeutende Beschädigungen verursacht, welche mehrfache Verstärkungen, insbesondere an den Buhnen, erforderlich machten. Ohne diese Arbeiten im einzelnen zu verfolgen, mag die Bemerkung genügen, daß es gelang, einem Verfall der Buhnen erfolgreich entgegenzuwirken. Dagegen stellte es sich als nothwendig heraus, das, wie erwähnt, im Frühjahr 1878 größtentheils zerstörte und nicht mehr ausbesserungsfähige Dünenschutzwerk zu erneuern. Nach den auf den anderen Inseln, besonders auf Spiekeroog, inzwischen gemachten Erfahrungen wählte man ein Bruchsteinpflaster von wellenförmigem Querschnitt mit eingebautem Pfahlwerk (s. das „Vollprofil“ Abb. 3 Bl. 60). Das 25 bis 30 cm starke Quaderpflaster, dessen Fugen mit Cementmörtel vergossen sind, ist in eine 20 cm starke Sandbetonschicht (Mischung 1:4) eingestampft, welche auf einer Unterbettung von Cementsand (1:10) von 40 cm Stärke ruht. Die Einfassung wird durch zwei 10 cm starke Spundwände gebildet, an deren vorderer ein im Geviert 50 cm starker Betonklotz eingelegt ist.

Die aus Rundpfählen gebildete Pfahlwand ist ziemlich dicht mit geringen Zwischenräumen zum Durchlassen des Flugsandes vom Strande her gesetzt und in Entfernungen von je 2 m durch Streben gestützt. Auf der Strecke zwischen Buhne B und D baute man das Dünenschutzwerk unter Benutzung der alten Vorlagen zu dem sog. „Halbprofil“ aus (Abb. 3 Bl. 60).

Schon kurz nach ihrer Vollendung erlitten die Werke durch die Herbstfluthen des Jahres 1883, namentlich aber durch die stärkste Fluth der letzten Jahrzehnte, diejenige vom 13. December 1883, bei welcher sich der ruhige Wasserstand an der festländischen Küste bei Norddeich bis zu 3,15 m über gewöhnliches Hochwasser erhob, schwere Beschädigungen. Es zeigten sich erhebliche Risse im Steinkörper des Dünenschutzwerkes; an mehreren Stellen wurde das Pflaster herausgeschlagen, und fast auf der ganzen Länge traten Sackungen ein. Der Strand hatte derart abgenommen, daß das Dünenschutzwerk sofort mit neuen Vorlagen versehen werden mußte. Auch die Buhnen wiesen ungeheure Zerstörungen auf. Am Nordstrande östlich der Buhne E war zudem eine 20 bis 30 m breite Dünenkette verloren gegangen. Offenbar drohte an dieser Stelle jetzt der Insel die meiste Gefahr, welcher schleunigst entgegengetreten werden mußte.

Für das Jahr 1884 wurde unter diesen Umständen, abgesehen von den unumgänglichen Wiederherstellungsarbeiten, eine Erweiterung der Schutzwerke durch umfangreiche Neubauten erforderlich. Das Dünenschutzwerk wurde nach Osten zu am Nordstrande um 300 m verlängert und die Bühnen F und G, je 170 m lang, dort neu angelegt. Für das Schutzwerk wurde im allgemeinen die vorjährige Bauart (das „Vollprofil“) beibehalten, der vorderen Böschung jedoch eine etwas flachere Neigung gegeben. Auch setzte man das Pfahlwerk nicht dicht, sondern mit 8 bis 10 cm weiten Zwischenräumen, um den Anprall der Wellen zu mildern und den aufgetriebenen Sand durchzulassen. Bei Sicherung der beschädigten Bühnenköpfe wich man von dem bisherigen Verfahren insofern ab, als man, um der Senkfaschinenschüttung am Fusse feste Stützpunkte zu geben, vor den Köpfen alte mit Senkfaschinen und Steinen gefüllte Schiffsgefäße versenkte. Das Verfahren hat sich im allgemeinen gut bewährt. In der erwähnten Weise wurden zunächst die Köpfe der Bühnen A, B und D gesichert. Die Schiffe hatten eine Länge von 15 bis 17 m und waren 3 bis 4 m breit; in der Regel konnten gegen 60 Faschinen eingebracht werden. Die Befestigung des Kopfes der Bühne A ist in Abb. 6 auf Bl. 60 dargestellt. Schon die erste Herbstfluth vom 27. October 1884 stellte die Werke wiederum auf eine harte Probe. Die Bühnen hielten sich gut, das Schutzwerk zeigte jedoch vielfache Risse und Sackungen. Auch war das gewölbte Pflaster an zwei Stellen auf 10 bis 15 m Länge herausgeschlagen. Beängstigend wurde der Umstand, daß die vordere Spundwand in längerer Ausdehnung nach See zu übergewichen war, nachdem sich metertiefe Kolke vor derselben gebildet hatten. Man schritt daher sofort zur Ausführung einer 2,5 m breiten Vorlage und schlug außerdem 4,5 m lange Pfähle vor der vorderen Spundwand ein. Auch wurde das Gelände hinter dem Schutzwerk bis auf 1,5 m über gewöhnliche Fluth aufgehöhht, und zur Verhütung einer schädlichen Längsströmung des hinter das Schutzwerk übertretenden Wassers feste Querdämme aus Pfählen, Faschinen und Steinen bis zum Dünenrande errichtet. Zum Abflusse dieses Wassers wurden ferner Durchlässe im Schutzwerk eingelegt.

Die Octoberfluth von 1884 hatte außer den erwähnten Zerstörungen auch die letzte Dünenkette östlich der Bühne G durchbrochen. Glücklicher Weise war diesmal durch das bereits fertig gestellte Schutzwerk ernstere Gefahr verhütet, die Lage der Dinge machte jedoch eine unverzügliche Weiterführung der Bauten am Nordstrande zur dringenden Nothwendigkeit. In den Jahren 1885 und 1886 wurden daher die Bühnen H, J und K angelegt und das Dünenschutzwerk um weitere 500 m verlängert.

Am Südweststrande war inzwischen eine so bedenkliche Abnahme des Strandes und der daselbst befindlichen niedrigen Dünen beobachtet, daß die Erhaltung des zugespitzten Westendes der Insel bedroht wurde. Da somit auch hier ein Eingreifen geboten erschien, wurden in den Jahren 1887 und 1888 die Bühnen L und M und 450 m Dünenschutzwerk südlich von Bühne D hinzugefügt.

Vor dem Nordstrande hatte sich seit etwa 1886 nordostwärts von Bühne K infolge veränderter Meeresströmung eine verstärkte Riffbildung bemerkbar gemacht, sodafs die Oberfläche des daselbst belegenen Riffes in Form einer kleinen

Plate bei Niedrigwasser zu Tage trat, welche sich allmählich vergrößerte und dem Strande mehr und mehr näherte. Die hierdurch stark eingeengte Uferströmung setzte den Nordstrand derart in Abbruch, daß die im Jahre 1889 gleichzeitig mit der Neuanlage der Bühne N begonnene Verlängerung des Dünenschutzwerkes nicht in der beabsichtigten Länge von 150 m ausgeführt werden konnte, sondern mit 97 m abgeschlossen werden mußte. Da eine weitere Fortführung des Schutzwerkes in der bisherigen Richtung infolge des starken Zurückweichens des Strandes nicht möglich war, blieb die Wahl, entweder das Werk mit einer Anschlußcurve um etwa 30 m zurückspringen zu lassen und dann parallel zum Dünenrande weiter zu führen, oder abzuwarten, ob die Robbenplate sich dem Strande anschließen und denselben dadurch in einer Weise verbreitern und erhöhen werde, daß später eine Fortführung des Dünenschutzwerkes in der alten Richtung möglich würde. Man entschloß sich zu dem letzteren Wege, worauf in der That der erwartete Anschluß der Plate im Jahre 1890 erfolgte. Da demzufolge der Nordstrand sich bedeutend verbesserte, lag eine augenblickliche Gefahr nicht mehr vor, sodafs man von einer Verlängerung des Dünenschutzwerkes zur Zeit absehen konnte. Da auch im übrigen Neubauten nicht erforderlich erschienen, konnte sich die Bauthätigkeit während der Jahre 1890 und 1891 darauf beschränken, die vorhandenen Werke in ihrem Bestande zu erhalten.

Die Baltrumer Strandschutzbauten sind damit zu einem vorläufigen Abschlusse gelangt. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, daß noch eine Fortführung des Dünenschutzwerkes nahe am Nordstrande um etwa 600 m nach Osten zu und die Herstellung von drei weiteren Bühnen daselbst erforderlich werden. Mit dieser Erweiterung der Anlagen würde ungefähr derjenige Punkt der Norddünen erreicht werden, von welchem ab ein Abbruch überhaupt nicht mehr gefährlich ist. Vollständig verschwindet der Abbruch der Dünen allerdings erst da, wo deren Rand aus der Richtung Westsüdwest in diejenige von West nach Ost übergeht. Die Fortführung wird jedoch erst dann geboten sein, wenn ein stetiges Zurückweichen des Dünenrandes in dem Umfange eintreten sollte, daß die Wahrscheinlichkeit eines Wiederauwachses desselben durch erneute Anlandungen von Platen, wie sie sich in den letzten Jahren vollzogen haben, ausgeschlossen erscheint, und ein Inseldurchbruch zu befürchten steht. Zur Zeit wird durch wiederholte Anpflanzungen von Strandgräsern der Fuß des Dünenrandes gesichert und infolge solcher Hegeungen seewärts vorgetrieben. Gelingt es, die letzteren einige Jahre ungestört fortsetzen zu können, so wird man vielleicht von den geplanten Verlängerungen überhaupt Abstand nehmen können.

Bezüglich der Bauart der Bühnen ist noch hinzuzufügen, daß bei den älteren Werken das Längengefälle der Krone von 1 m über Hochwasser an der Wurzel bis auf 30 cm über Niedrigwasser am Kopf in gerader Linie abfällt. Bei den neueren Bühnen schließt sich das Längengefälle mehr der Oberfläche des Strandes an. Die Krone hat hier, von der Bühnenwurzel ausgehend, in den ersten 30 bis 40 m ein Gefälle von 1:25, in den folgenden 60 m ein solches von 1:60 und in der unteren Strecke von 1:75. Bei den Bühnen A bis E, M und N ist der Bühnenkörper zum Theil mit Bruch-

steinen gepflastert, bei den übrigen Buhnen besteht das Pflaster durchweg aus Quadersteinen.

Uebersieht man die im vorstehenden besprochenen Bauten im ganzen, so sind in der Zeit von 1873 bis 1890 zusammen etwa 1780 m Dünenschutzwerke und 14 Stück Buhnen mit einer Gesamtlänge von 2700 m erbaut worden. Die sämtlichen Baumaterialien sind zu Schiff herangefahren und, da ein Entladen an den Baustellen selbst wegen der Brandung nicht möglich ist, auf der Reede am Südstrande der Insel gelöscht und auf einer Schmalspurbahn, welche auf dem Lageplane (Bl. 60) verzeichnet ist, zu den Baustellen am Strande angefahren. Die Ausführung der Bauten hat folgende Geldmittel in abgerundeten Beträgen erfordert:

- 1. für Neu- und gröfsere Um- und Ergänzungsbauten 1 812 800 *ℳ*
 - 2. für die fortlaufende Unterhaltung bis 1891 278 500 „
- Im ganzen 2 091 300 *ℳ*

Im einzelnen ergaben sich an Herstellungskosten folgende Einheitsätze für das Meter fertiger Baulänge:

a) Dünenschutzwerke.

- 1. Das „Halbprofil“ 1883/84 195 *ℳ*
- 2. das „Vollprofil“ 1883/84 275 „
- 3. das Dünenschutzwerk am Südweststrande ohne Vorlage 302 „

- 4. das Dünenschutzwerk am Nordstrande mit 2,5 m breiter Vorlage 340 *ℳ*
- 5. dasselbe daselbst mit 4 m breiter Vorlage 408 „

b) Buhnen.

- 1. Die 13 Vollbuhnen 233 *ℳ*
- 2. die Hilfsbuhne D₁ 93 „

Die Kosten der wiederholt nothwendig gewordenen Befestigung der Buhnenköpfe betragen, soweit dieselbe lediglich durch Senkfaschinen und Senkstücke erfolgte, durchschnittlich 7960 *ℳ* für einen Kopf. Die Befestigung mittels Senkfaschinen und versenkten Schiffsgefäfsen erforderte bei den Buhnen A, B und C im Durchschnitt 67 820 *ℳ*, während allein die Befestigung des Kopfes der Buhne D infolge der hier besonders ungünstigen Verhältnisse während der Jahre 1878 bis 1892 einen Kostenaufwand von 164 575 *ℳ* verursachte.

Soweit menschliche Voraussicht eine zutreffende Beurtheilung gestattet, ist mit den Befestigungsbauten eine Vertheidigungslinie gegen die Angriffe der See geschaffen, welche bei sorgfältiger Beobachtung aller Vorgänge und Veränderungen der Strömungen, Riffbildungen und Strandverhältnisse und bei rechtzeitiger Anwendung entsprechender Sicherungsmafsregeln dauernd wird gehalten werden können. Sie bildet damit eine Gewähr für den Fortbestand der ganzen Insel und des durch sie bewirkten heilsamen Schutzes des hinterliegenden Festlandes.

Der Bau der neuen Eisenbahnbrücken über die Weichsel bei Dirschau und über die Nogat bei Marienburg.

(Fortsetzung.)

(Mit Abbildungen auf Blatt 32 bis 42 im Atlas.)

Nach amtlichen Quellen bearbeitet.

(Alle Rechte vorbehalten.)

D. Standfestigkeits-Berechnung.

(Vgl. Textblatt S. 247 und S. 251.)

1. Belastungen. Für die Berechnung ist ein Gesamt-Eigengewicht von 5 t auf 1 m Länge eines Trägers oder 10 t für 1 m Brückenlänge angesetzt worden. Von den 5 t entfallen: 1,75 t auf die Obergurte, 1,75 t auf die Untergurte und 1,50 t auf das Bahngerippe. Die Verkehrslast wurde als gleichmäfsig vertheilte Last zu 3 t für 1 m eines Gleises in Rechnung gestellt, sodafs die Vollbelastung eines Trägers auf 1 m: 5 + 3 = 8 t beträgt. Die Gröfse des Winddruckes wurde mit 125 kg auf 1 qm der vom Winde getroffenen Fläche angenommen. Bei der Berechnung wurden die Ansichtsflächen beider Träger einer Brücke gegen einander verschoben gedacht. (Winkler, Querconstruktionen II. Aufl. S. 314.) In der Mitte der Brücke haben sich für 1 m Brückenlänge folgende Windflächen ergeben:

	Obergurt	Untergurt	Zusammen
bei leerer Brücke	3,60	4,52	8,12 qm
bei voller Brücke	3,78	5,48	9,26 qm,

und in der Nähe des Auflagers für 1 m Brückenlänge:

bei leerer Brücke	3,98	3,50	7,48 qm
bei voller Brücke	4,42	6,25	10,67 qm;

das ergibt auf 1 m Brückenlänge durchschnittlich 10 qm Windfläche.

Davon entfallen: auf den Untergurt 0,6 mit 6 qm Windfläche,
 „ „ Obergurt 0,4 „ 4 „ „

Hierzu kommt noch für den Untergurt die dem Winde sich darbietende Fläche des Eisenbahnzuges für 1 m Zuglänge, nämlich 2,0 qm Windfläche. Der Berechnung des Bahngerippes sind Einzellasten zu Grunde gelegt, und zwar ist für jeden Schienenstrang als Belastung ein Zug bestehend aus 2 Locomotiven mit folgendem Tender nach den in untenstehender Abb. 18 eingeschriebenen Radständen und Radbelastungen angenommen worden.

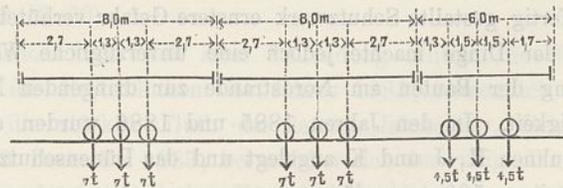


Abb. 18.

2. Zulässige Inanspruchnahme für das Eisen. Die grösste Inanspruchnahme des Schweißeisens durch die Grund- und Nebenspannungen auf Zug oder Druck übersteigt nicht 1 t auf 1 qm Querschnitt. Für die seltenen Fälle, dafs aufer den Grund- und Nebenspannungen auch noch die grössten Spannungen aus dem Winddruck herrschen, ist für einzelne Theile ausnahmsweise eine Beanspruchung von 1,1 t auf 1 qm zugelassen worden.

Für die Flusseisentheile wurde eine zulässige Inanspruchnahme von 1,2 t in Ansatz gebracht.

Die zulässige Inanspruchnahme der Niete auf Abscheren usw. beträgt höchstens 0,75 t für 1 qcm. Bei denjenigen Nieten, die eine mehrfache Beanspruchung erleiden, ist, wo es notwendig erschien, eine besondere Rechnung der wirklich stattfindenden Inanspruchnahme durchgeführt. Dabei wurde für den Lochwandungsdruck 1,6 t auf 1 qcm zugelassen.

Die Stahltheile der Auflager werden auf Zug oder Druck höchstens mit 1,1 t auf 1 qcm Querschnitt beansprucht.

Für das Werkstein-Material bezw. die Cementfugen ist eine höchste Druck-Beanspruchung von 40 kg auf 1 qcm zugelassen worden.

3. Ermittlung der Spannungen und Querschnitte in den Hauptträgern und dem oberen Windverbände. Die Spannungen aus dem Eigengewichte und der Verkehrslast sind auf graphischem Wege ermittelt (Abb. 1 bis 3 S. 247). Dabei ist noch zu bemerken, daß die Behandlung sowohl beim Hauptträger wie beim oberen Windverbände sich nur auf das eine System zu erstrecken hatte, weil das zweite System dem ersten vollkommen

a. Der Obergurt.

Stab	Quer-schnitt F in qcm		klein-stes J für cm	Eigen-last u. Ver-kehrs-last P_1 in t	Eigen-last, Ver-kehrs-last u. Wind-druck P_2 in t	Knick-sicher-heit s	Inan-spruch-nahme für 1 qcm k_1 in t	Inan-spruch-nahme für 1 qcm k_2 in t
	Nr.	für k						
1-2 } 19-20 }	250	320	65000	193	211	4,8	0,772	0,844
2-3 } 18-19 }	610	662	288000	467	494	4,4	0,776	0,809
3-4 } 17-18 }	788	788	228000	607	654	3,8	0,770	0,830
4-5 } 16-17 }	975	975	228000	708	771	4,0	0,726	0,791
5-6 } 15-16 }	1080	1080	256000	785	862	4,0	0,728	0,800
6-7 } 14-15 }	1080	1080	256000	841	930	3,5	0,780	0,862
7-8 } 13-14 }	1183	1183	329000	880	978	4,0	0,744	0,827
8-9 } 12-13 }	1183	1183	329000	908	1012	3,7	0,768	0,855
9-10 } 11-12 }	1183	1183	329000	926	1034	3,7	0,783	0,874
10-11	1183	1183	329000	934	1044	3,7	0,790	0,883

b. Der Untergurt.

Stab Nr.	F in qcm	P_1 in t	k_1 in t
40-39 } 21-22 }	243	184	0,756
39-38 } 22-23 }	602	455	0,756
38-37 } 23-24 }	804	597	0,743
37-36 } 24-25 }	918	699	0,761
36-35 } 25-26 }	1016	777	0,765
35-34 } 26-27 }	1120	833	0,744
34-33 } 27-28 }	1196	873	0,730
33-32 } 28-29 }	1196	901	0,753
32-31 } 29-30 }	1196	921	0,770
30-31	1196	928	0,776

gleich, nur das Spiegelbild desselben ist. Die Ermittlung der größten Zug- und Druckspannungen bei einseitig wirkender Verkehrslast wurde mit Hilfe der Einflußlinien graphisch vorgenommen. Die Einzellast wurde mit 3 t in Ansatz gebracht, sodafs der Inhalt der Einflußfläche für die Berechnung der Spannungen maßgebend war. Die Spannung einer Wandstrebe ist gleich dem Inhalte der Einflußfläche multiplicirt mit der Secante des Winkels, den der Stab mit der Senkrechten einschließt.

Die punktierten Linien des Kräfteplans für den oberen Windverband (Abb. 4 S. 247) geben die Spannungen für die Projection des Windverbandes auf die wagerechte Ebene. Hieraus wurde die Zerlegung nach der Steigung der einzelnen Stäbe bewirkt und eingetragen.

In den nachfolgenden Tabellen bezeichnet s die Knicksicherheit für die Gesamtbelastung durch Eigenlast, Verkehrslast und Winddruck, während k_1 die Beanspruchung des Querschnitts auf Zug oder Druck durch Eigenlast und Verkehrslast, k_2 diejenige durch Eigenlast, Verkehrslast und Winddruck bedeutet.

c. Die Wandstreben.

Stab Nr.	F in qcm		J für cm	P in t	k in t	s
	für k	für s				
1-39 } 20-22 }	311	—	—	+268	0,861	—
2-40 } 19-21 }	312	364	124000	-256	0,821	4,7
2-38 } 19-23 }	187	—	—	+156	0,833	—
3-39 } 18-22 }	208	260	38000	-141	0,678	5,6
3-37 } 18-24 }	166	—	—	+129	0,775	—
4-38 } 17-23 }	187	239	26000	-118	0,630	5,6
4-36 } 17-25 }	135	—	—	+110	0,836	—
5-37 } 16-24 }	156	208	12000	-103	0,660	4,3
5-35 } 16-26 }	135	—	—	+97	0,717	—
6-36 } 15-25 }	156	208	12000	-84	0,538	4,9
6-34 } 15-27 }	135	—	—	+81	0,600	—
7-35 } 14-26 }	156	208	12000	-69	0,443	5,8
7-33 } 14-28 }	135	—	—	+68	0,503	—
8-34 } 13-27 }	156	208	12000	-57	0,365	6,7
8-32 } 13-29 }	68	—	—	+59	0,873	—
9-33 } 12-28 }	78	130	7000	-48	0,615	4,6
9-31 } 12-30 }	68	—	—	+47	0,695	—
10-32 } 11-29 }	78	130	7000	-37	0,474	5,8
10-30 } 11-31 }	68	—	—	+33	0,488	—
10-30 } 11-31 }	78	130	7000	-19	0,244	11,3

d. Die Windstreben des oberen Windverbandes.

Feld	Gurte Stab Nr.	Druck t	Zug t	Feld	Streben Stab Nr.	Druck t	Zug t
1 u. 19	1-2, 19-20, 21-22, 39-40	0 + 8 = 8	9 + 0 = 9	1 u. 19	1-39, 2-40, 19-21, 20-22	19	17
2 u. 18	2-3, 18-19, 22-23, 38-39	8 + 19 = 27	9 + 19 = 28	2 u. 18	2-38, 3-39, 18-22, 19-23	19	16
3 u. 17	3-4, 17-18, 23-24, 37-38	19 + 28 = 47	19 + 28 = 47	3 u. 17	3-37, 4-38, 17-23, 18-24	16	14
4 u. 16	4-5, 16-17, 24-25, 36-37	28 + 35 = 63	28 + 36 = 64	4 u. 16	4-36, 5-37, 16-24, 17-25	14	12
5 u. 15	5-6, 15-16, 25-26, 35-36	35 + 42 = 77	36 + 42 = 78	5 u. 15	5-35, 6-36, 15-25, 16-26	12	10
6 u. 14	6-7, 14-15, 26-27, 34-35	42 + 47 = 89	42 + 47 = 89	6 u. 14	6-34, 7-35, 14-26, 15-27	10	8
7 u. 13	7-8, 13-14, 27-28, 33-34	47 + 51 = 98	47 + 51 = 98	7 u. 13	7-33, 8-34, 13-27, 14-28	8	5
8 u. 12	8-9, 12-13, 28-29, 32-33	51 + 53 = 104	51 + 53 = 104	8 u. 12	8-32, 9-33, 12-28, 13-29	5	3
9 u. 11	9-10, 11-12, 29-30, 31-32	53 + 55 = 108	53 + 55 = 108	9 u. 11	9-31, 10-32, 11-29, 12-30	3	1
10	10-11, 30-31	55 + 55 = 110	55 + 55 = 110	10	10-30, 11-31	1	—

Die größte Druckspannung in den Streben beträgt 19 t. Der Einfachheit halber haben sämtliche Streben den nämlichen Querschnitt erhalten. Die Knicksicherheit ist eine mindestens fünffache. Die wagerechten Riegel der Endquerversteifung erleiden einen Druck von 16 t; es ergibt sich für den gewählten Querschnitt eine neunfache Sicherheit. Die Wandstreben erhalten 17 t Druck und haben eine 3,5fache Sicherheit.

4. Spannungen und Querschnitte im unteren Windverbande. Bei der infolge des Winddruckes eintretenden wagerechten Ausbiegung des Bahngerippes sollen die Mittellinien der Querträger im Grundriß gerade bleiben. In jedem Querschnitte der Brücke müssen also die Spannungen der Flächeneinheit der Randträger zu denjenigen der äußeren Schwellenträger und zu denjenigen der inneren Schwellenträger sich verhalten wie die Abstände der betreffenden Fasern von der neutralen Faser (der Brückenachse). Sind nun in einem bestimmten Brückenquerschnitte die Spannungen für die Flächeneinheit des Randträgers = S , des äußeren Schwellenträgers = s , des inneren Schwellenträgers = ζ und die bezüglichen Querschnittsflächen F, f, φ und das Angriffsmoment = M , so ergibt sich:

für den Randträger $9,9 \cdot S = \frac{F \cdot 9,9^2}{F \cdot 9,9^2 + f \cdot 5,0^2 + \varphi \cdot 2,0^2} \cdot M = 0,786 M$,
 „ „ äufs. Schwellenträger $5,0 \cdot s = \frac{f \cdot 5,0^2}{F \cdot 9,9^2 + f \cdot 5,0^2 + \varphi \cdot 2,0^2} \cdot M = 0,190 M$,

für den innern Schwellenträger $2,0 \cdot \zeta = \frac{\varphi \cdot 2,0^2}{F \cdot 9,9^2 + f \cdot 5,0^2 + \varphi \cdot 2,0^2} \cdot M = 0,024 M$.

Der untere Windverband besteht streng genommen aus drei in einander geschalteten Systemen, deren erstes die Randträger, deren zweites die äußeren Schwellenträger und deren drittes die inneren Schwellenträger zu Gurtungen hat. Auf diese drei Systeme ist die Windlast entsprechend den vorbenannten Verhältniszahlen zu vertheilen. Vernachlässigt man hierbei die Wirkung des dritten Systems, desjenigen der inneren Schwellenträger, da das zugehörige Strebensystem nicht vollständig ausgebildet ist, so entfällt von der Windlast: $\frac{0,786}{0,786 + 0,190} \sim \frac{4}{5}$ auf das Randträgersystem und: $\frac{0,190}{0,780 + 0,190} \sim \frac{1}{5}$ auf das System der äußeren Schwellenträger.

Daraus berechnet sich die Windlast auf 1 m Brückenlänge für das Randträgersystem zu: $\frac{4}{5} \cdot 4,0 \cdot 0,125 = 0,4$ t bei leerer Brücke, mithin für die Verkehrslast zu: $0,6 - 0,4 = 0,2$ t und für das System der äußeren Schwellenträger zu je $\frac{1}{4}$ dieser Werthe. Auf Grund derselben sind die im Textblatt S. 251 eingetragenen Knotenpunktlasten ermittelt. Jedes der beiden Systeme enthält wieder zwei Untersysteme. Das Summiren der Spannungen ist ähnlich wie bei den Systemen der Hauptträger erfolgt und in nachstehenden Tabellen zusammengestellt.

a. Gurtungen.

1. Randträger (I. System)			2. äußerer Schwellenträger (II. System)		
Feld	Stab Nr.	Spannung in t	Stab Nr.	Spannungen in t	
				Druck	Zug
1 u. 19	0-2, 1-3, 36-38, 37-39	0 + 10,5 = ± 10,5	0-1, 74-75, 36-37, 38-49	0 + 3,0 = 3,0	0 + 3,3 = 3,3
2 u. 18	2-4, 3-5, 34-36, 35-37	9,4 + 21,3 = ± 30,7	1-2, 73-74, 35-36, 39-40	3,0 + 6,2 = 9,2	3,3 + 6,1 = 9,4
3 u. 17	4-6, 5-7, 32-34, 33-35	21,3 + 31,7 = ± 53,0	2-3, 72-73, 34-35, 40-41	6,2 + 9,0 = 15,2	6,1 + 9,1 = 15,2
4 u. 16	6-8, 7-9, 30-32, 31-33	31,7 + 40,6 = ± 72,3	3-4, 71-72, 33-34, 41-42	9,0 + 11,9 = 20,9	9,1 + 11,9 = 21,0
5 u. 15	8-10, 9-11, 28-30, 29-31	40,6 + 48,0 = ± 88,6	4-5, 70-71, 32-33, 42-43	11,9 + 14,4 = 26,3	11,9 + 14,6 = 26,5
6 u. 14	10-12, 11-13, 26-28, 27-29	48,0 + 54,0 = ± 102,0	5-6, 69-70, 31-32, 43-44	14,4 + 16,8 = 31,2	14,6 + 16,8 = 31,4
7 u. 13	12-14, 13-15, 24-26, 25-27	54,0 + 58,5 = ± 112,5	6-7, 68-69, 30-31, 44-45	16,8 + 19,0 = 35,8	16,8 + 19,1 = 35,9
8 u. 12	14-16, 15-17, 22-24, 23-25	58,5 + 61,5 = ± 120,0	7-8, 67-68, 29-30, 45-46	19,0 + 21,0 = 40,0	19,1 + 21,0 = 40,1
9 u. 11	16-18, 17-19, 20-22, 21-23	61,5 + 63,0 = ± 124,5	8-9, 66-67, 28-29, 46-47	21,0 + 22,8 = 43,8	21,0 + 23,0 = 44,0
10	18-20, 19-21	63,0 + 63,0 = ± 126,0	9-10, 65-66, 27-28, 47-48	22,8 + 24,5 = 47,3	23,0 + 24,5 = 47,5
			10-11, 64-65, 26-27, 48-49	24,5 + 25,9 = 50,4	24,5 + 26,1 = 50,6
			11-12, 63-64, 25-26, 49-50	25,9 + 27,3 = 53,2	26,1 + 27,3 = 53,4
			12-13, 62-63, 24-25, 50-51	27,3 + 28,4 = 55,7	27,3 + 28,5 = 55,8
			13-14, 61-62, 23-24, 51-52	28,4 + 29,3 = 57,7	28,5 + 29,3 = 57,8
			14-15, 60-61, 22-23, 52-53	29,3 + 30,0 = 59,3	29,3 + 30,1 = 59,4
			15-16, 59-60, 21-22, 53-54	30,0 + 30,5 = 60,5	30,1 + 30,6 = 60,7
			16-17, 58-59, 20-21, 54-55	30,5 + 30,9 = 61,4	30,6 + 31,0 = 61,6
			17-18, 57-58, 19-20, 55-56	30,9 + 31,1 = 62,0	31,0 + 31,2 = 62,2
			18-19, 56-57, 18-19, 56-57	31,1 + 31,1 = 62,2	31,2 + 31,2 = 62,4

b. Streben.

I. System				Bei leerer Brücke ±	Bei einseitiger Belastung ±	Zusammen ±	I. System.				Bei leerer Brücke ±	Bei einseitiger Belastung ±	Zusammen ±
Feld	Stab Nr.						Feld	Stab Nr.					
1 u. 19	1—2, 36—39, 37—38, 0—3			11,3	5,9	17,2	6 u. 14	11—12, 26—29, 27—28, 10—13			6,9	3,8	10,7
2 u. 18	3—4, 34—37, 35—36, 2—5			13,7	6,6	20,3	7 u. 13	13—14, 24—27, 25—26, 12—15			5,1	3,2	8,3
3 u. 17	5—6, 32—35, 33—34, 4—7			12,0	5,8	17,8	8 u. 12	15—16, 22—25, 23—24, 14—17			3,5	2,7	6,2
4 u. 16	7—8, 30—33, 31—32, 6—9			10,3	5,1	15,4	9 u. 11	17—18, 20—23, 21—22, 16—19			1,7	2,2	3,9
5 u. 15	9—10, 28—31, 29—30, 8—11			8,6	4,4	13,0	10	19—20, 18—21			0	1,8	1,8

II. System		Bei leerer Brücke		Durch System I		Durch einseitige Belastung		Zusammen	
Feld	Stab Nr.	Druck	Zug	Druck u. Zug	Druck	Zug	Druck	Zug	
1 u. 37	1—75, 0—74, 37—39, 36—38	—3,9	+3,6	± 17,2	—1,9	+1,8	—23,0	+22,6	
2 u. 36	2—74, 1—73, 36—40, 35—39	—3,7	+3,5	—	—1,8	+1,7	—5,5	+5,2	
3 u. 35	3—73, 2—72, 35—41, 34—40	—3,5	+3,3	± 20,3	—1,7	+1,6	—25,5	+25,2	
4 u. 34	4—72, 3—71, 34—42, 33—41	—3,3	+3,1	—	—1,6	+1,5	—4,9	+4,6	
5 u. 33	5—71, 4—70, 33—43, 32—42	—3,1	+2,9	± 17,8	—1,5	+1,4	—22,4	+22,1	
6 u. 32	6—70, 5—69, 32—44, 31—43	—2,9	+2,6	—	—1,4	+1,3	—4,3	+3,9	
7 u. 31	7—69, 6—68, 31—45, 30—44	—2,6	+2,4	± 15,4	—1,3	+1,2	—19,3	+19,0	
8 u. 30	8—68, 7—67, 30—46, 29—45	—2,4	+2,2	—	—1,2	+1,2	—3,6	+3,4	
9 u. 29	9—67, 8—66, 29—47, 28—46	—2,2	+2,0	± 13,0	—1,2	+1,1	—16,4	+16,1	
10 u. 28	10—66, 9—65, 28—48, 27—47	—2,0	+1,8	—	—1,1	+1,0	—3,1	+2,8	
11 u. 27	11—65, 10—64, 27—49, 26—48	—1,8	+1,6	± 10,7	—1,0	+0,9	—13,5	+13,2	
12 u. 26	12—64, 11—63, 26—50, 25—49	—1,6	+1,4	—	—0,9	+0,8	—2,5	+2,2	
13 u. 25	13—63, 12—62, 25—51, 24—50	—1,4	+1,2	± 8,3	—0,8	+0,8	—10,5	+10,3	
14 u. 24	14—62, 13—61, 24—52, 23—51	—1,2	+0,9	—	—0,8	+0,7	—2,0	+1,6	
15 u. 23	15—61, 14—60, 23—53, 22—52	—0,9	+0,8	± 6,2	—0,7	+0,6	—7,8	+7,6	
16 u. 22	16—60, 15—59, 22—54, 21—53	—0,8	+0,5	—	—0,6	+0,6	—1,4	+1,1	
17 u. 21	17—59, 16—58, 21—55, 20—54	—0,5	+0,3	± 3,9	—0,6	+0,5	—5,0	+4,7	
18 u. 20	18—58, 17—57, 20—56, 19—55	—0,3	+0,1	—	—0,5	+0,5	—0,8	+0,6	
19	19—57, 18—56	—0,1	—	± 1,8	—0,5	+0,4	—2,4	+2,1	

Auf Knicksicherheit brauchte nur der äußere, auf Druck und Zug der innere zwischen den äußeren Schwellenträgern liegende Theil der Hauptwindstreben untersucht zu werden.

Der Angriff des Windes findet in Höhe der unteren Gurtung der Längsträger statt, daher ist für die Bestimmung der Querschnitte das Moment $M = P_{II} \cdot e$ (Abb. 19) zu berücksichtigen. Es ergibt sich dann:

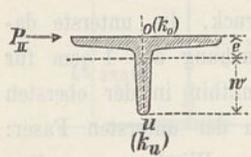


Abb. 19.

$$M = k_o \frac{J}{e} = k_u \cdot \frac{J}{w},$$

$$k_o = \frac{M e}{J} = P_{II} e \frac{e}{J},$$

$$k_u = P_{II} e \frac{w}{J}.$$

Für die Bestimmung der Knicksicherheit der gewählten Profile ist (nach Winkler) $\frac{2}{3}$ der freien Länge genommen, weil die Streben in ganzer Länge über die Brücke reichen und an den Kreuzungsstellen mit den Längsträgern in doppelter Nietreihe verbunden sind. Es ist von jeglicher Einspannung durch Nietung abgesehen, die Enden des Stabes sind aber in der Achse geführt gedacht. Die Sicherheit ergibt sich daher aus:

$$s = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{P \cdot (\frac{2}{3} l)^2} = \frac{9 \cdot 10 \cdot 2000 \cdot J}{4 \cdot 300 \cdot 300 \cdot P} = 0,5 \frac{J}{P}.$$

Für die Gurtungen des ersten Feldes ist die volle Länge in Rechnung gestellt, da der Aussteifungsträger nur führend auf den Gurt wirkt.

Umstehende Tabelle giebt in Spalte 7 den Grad der Sicherheit und in den Spalten 14 und 15 die Beanspruchung der äußersten Fasern der Querschnitte an.

Für die Streben des zweiten Systemes ist zur Untersuchung der Knicksicherheit die ganze Stablänge in Rechnung gesetzt, da die Befestigung an den inneren Schwellenträgern nur durch eine Nietreihe bewirkt ist, von einer Einspannung daher nicht gesprochen werden kann.

$$\text{Daher: } s = \frac{\pi^2 E \cdot J}{P \cdot l^2} = \frac{10 \cdot 2000 \cdot J}{P \cdot 304,1^2} = 0,22 \frac{J}{P}.$$

5. Spannungen und Querschnitte der Theile des Bahngerippes.

a) Innere Schwellenträger. Die Belastung eines 7,0 m langen Schwellenträgers der regelmäßigen Form durch Eigen-

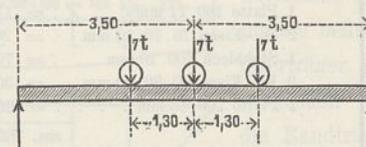
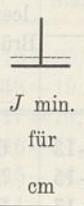


Abb. 20.

gewicht ergibt sich zu rund 3,0 t. Das größte Angriffsmoment beträgt nach vorstehender Abb. 20 in der Mitte:

$$(\frac{2}{3} \cdot 7,0 + \frac{1}{2} \cdot 3,0) \cdot 350 - \frac{3,0 \cdot 350}{4} - 7,0 \cdot 130 = 3027,5 \text{ cmt.}$$

Inanspruchnahme der Hauptwindstreben.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Feld	Profil Nr.	 J min. für cm	Spannung aus		Quer- schnitt F	Sicher- heit s	Druck $K = \frac{P_{II}}{F}$ in t	Schwerpunktslage		$M = P_{II} \cdot e$ cmt	Zug in u $k_u = \frac{P_{II} \cdot e \cdot w}{J}$ in t	Druck in o $k_o = \frac{P_{II} \cdot e \cdot e}{J}$ in t	Gesamt-	
			System I P_I in t	System I u. II P_{II} in t				in cm	in cm				Zug in u in t	Druck in o in t
1	18/9	213	17,2	23,0	37,0	6,2	0,622	2,05	6,95	47,2	1,540	0,454	0,918	1,076
2	18/9	213	20,3	25,5	37,0	5,3	0,690	2,05	6,95	52,3	1,707	0,503	1,017	1,193
3	18/9	213	17,8	22,4	37,0	6,0	0,605	2,05	6,95	45,9	1,498	0,442	0,893	1,047
4	16/8	134	15,4	19,3	29,5	4,4	0,654	1,83	6,17	35,3	1,625	0,482	0,971	1,136
5	16/8	134	13,0	16,4	29,5	5,2	0,556	1,83	6,17	30,0	1,381	0,410	0,725	0,966
6	16/8	134	10,7	13,5	29,5	6,3	0,458	1,83	6,17	24,7	1,137	0,337	0,679	0,795
7	14/7	79,1	8,3	10,5	22,8	4,8	0,460	1,61	5,39	16,0	1,152	0,344	0,692	0,804
8	14/7	79,1	6,2	7,8	22,8	6,4	0,342	1,61	5,39	12,6	0,859	0,256	0,517	0,598
9	12/6	43,2	3,9	5,0	17,0	5,5	0,294	1,38	4,62	6,9	0,738	0,220	0,444	0,514
10	12/6	43,2	1,8	2,4	17,0	12,0	0,141	1,38	4,62	3,3	0,353	0,105	0,105	0,245
11	20/10	323	10,5	10,5	45,4	4,75	0,235	2,28	7,72	23,9	0,670	0,169	0,435	0,404

Inanspruchnahme der Nebenwindstreben.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Quer- träger	Profil Nr.	 J für cm	Span- nung P in t	Quer- schnitt F in qcm	Sicher- heit s	Druck $k = \frac{P}{F}$ in t	Schwerpunktslage		$M = P \cdot e$ cmt	Zug in u $k_u = \frac{P \cdot e \cdot w}{J}$ in t	Druck in o $k_o = \frac{P \cdot e \cdot e}{J}$ in t	Gesamt-	
							in cm	in cm				Zug in u in t	Druck in o in t
2	11	204	5,5	21	8,2	0,262	3,12	7,88	17,2	0,662	0,262	0,400	0,524
3	11	204	4,9	21	9,2	0,233	3,12	7,88	15,3	0,591	0,234	0,358	0,467
4	10	150	4,3	19	7,7	0,226	2,87	7,13	12,3	0,585	0,235	0,359	0,461
5	10	150	3,6	19	9,2	0,190	2,87	7,13	10,3	0,499	0,201	0,309	0,391
6	9	105	3,1	17	7,5	0,182	2,62	6,38	8,1	0,491	0,202	0,309	0,384
7	9	105	2,5	17	9,2	0,147	2,62	6,38	6,6	0,402	0,165	0,255	0,312
8	8	68	2,0	15	7,5	0,118	2,37	5,63	4,7	0,388	0,164	0,270	0,282
9	8	68	1,4	15	10,7	0,093	2,37	5,63	3,3	0,276	0,116	0,183	0,209
10	8	68	0,8	15	18,7	0,053	2,37	5,63	1,9	0,158	0,066	0,105	0,119

Außer diesem Angriffsmomente haben die Schwellenträger noch einem Zuge bzw. Drucke in der Längsrichtung zu widerstehen, der durch den Winddruck veranlaßt wird und in der Mitte der Brücke für die äußeren Schwellenträger auf 62,4 t berechnet ist (vgl. Tabelle a, S. 401). Für die inneren Schwellenträger würde ebendasselbst bei vollständiger Durchführung des dritten Systems ein Zug bzw. Druck von

$$0,024 \cdot 6,0 \cdot 0,125 \cdot \frac{129,0^2}{8} \cdot \frac{1}{20} = \text{rund } 18,7 \text{ t sich ergeben.}$$

Diese Kraft wird wegen der mangelnden Durchführung des Streben-systems nicht voll zur Wirkung kommen, ist aber der Sicherheit halber bei der Berechnung des Querschnittes des inneren Schwellenträgers voll in Rechnung gestellt. Der innere Schwellenträger

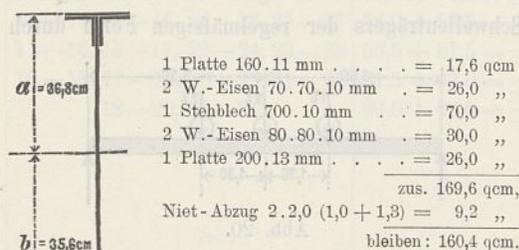


Abb. 21.

hat den in vorstehender Abb. 21 gezeichneten Querschnitt erhalten, dessen Trägheitsmoment gegen die wagerechte Schwer-

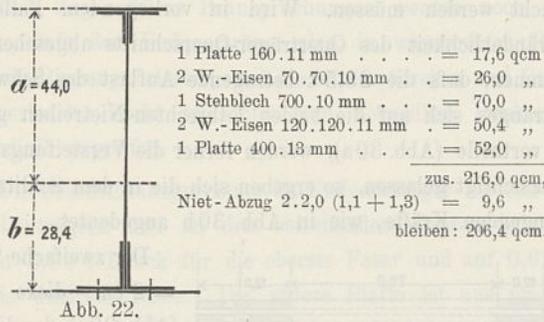
punktsachse $J = \text{rund } 133\,000$ beträgt. Aus dem oben berechneten Angriffsmomente erhält daher auf 1 qcm die oberste Faser = 0,84 t Druck, die unterste Faser dagegen 0,81 t Zug.

Durch den Winddruck erhält, wie oben berechnet, in der Brückenmitte der dem Winde abgewandte innere Schwellenträger einen Zug bis 18,7 t, der 724 mm unterhalb der Querschwellen-Unterkante, also in Höhe der untersten Faser angreift. Die oberste Faser erhält hieraus 0,06 t Druck, die unterste dagegen 0,30 t Zug. Die Gesamtbeanspruchung auf 1 qcm für diesen inneren Schwellenträger beträgt mithin in der obersten Faser: $0,84 + 0,06 = 0,90$ t Druck, in der untersten Faser: $0,81 + 0,30 = 1,11$ t Zug. Bei dem dem Winde zugewandten inneren Schwellenträger erhält dagegen im ganzen die oberste Faser: $0,84 - 0,06 = 0,78$ t Druck, die unterste Faser: $0,81 - 0,30 = 0,51$ t Zug. Der größte Auflagerdruck R eines Schwellenträgers ergibt sich zu 17,55 t. Auf jeden der hierfür bestimmten 11 Niete von 20 mm Stärke entfallen daher nur etwa $\frac{17,55}{11} = 1,60$ t. Die wagerechten ebenfalls 20 mm starken Niete am Untergurt haben bei einem größten gegenseitigen Abstand von $t = 8,0$ cm in der Nähe des Auflagers nach bekannter Formel zu übertragen:

$$k = \frac{t \cdot S \cdot Q}{J}, \text{ wobei } Q = R = 17,55 \text{ t;}$$

$$k = \text{rund } 1,64 \text{ t.}$$

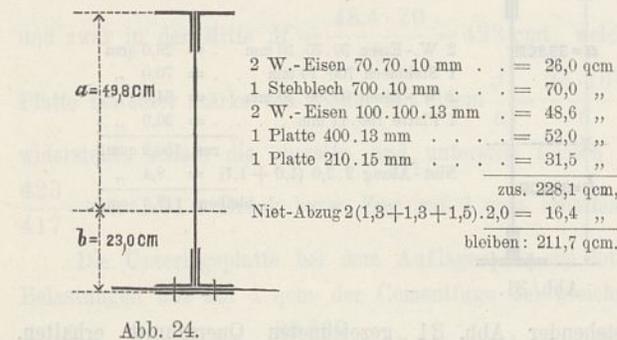
b) Äußere Schwellenträger. Der äußere Schwellenträger hat nachstehenden Querschnitt (Abb. 22) erhalten. Die größten Beanspruchungen betragen 0,93 t Druck in der obersten und 1,09 t Zug in der untersten Faser. Da die Schwellenträger



wegen ihrer besonderen Verbindung mit den Querträgern wie durchgehende Balken wirken, so sind die wagerechten Platten am Ober- und Untergurte durchgeführt.

c) Randträger. Die Belastung eines 7,0 m langen Randträgers durch Eigengewicht ergibt sich zu rd. 2,3 t. Ferner ergibt sich in der Mitte der Brücke, wo die stärkste Beanspruchung (hauptsächlich durch Winddruck) der Randträger stattfindet, und wo unterhalb der Hauptträger kein Platz für Menschengedränge bleibt, nach vorstehender Abb. 23 eine Belastung durch Menschengedränge von $\frac{10}{2,45} \cdot 2,0 \cdot 7,0 \cdot 0,4 =$ rund 2,3 t. Der Randträger erhält durch senkrechte Belastung daher ein Moment:

$M = (2,3 + 2,3) \cdot \frac{700}{8} =$ rd. 403 cmt. In der Mitte der Brücke erhält der Randträger ferner, durch Winddruck veranlaßt, einen Zug (bezw. Druck) von höchstens 126,0 t (vgl. Tabelle a, Seite 403) in seiner Längsrichtung, der 724 mm unterhalb der Querschwellenunterkante angreift. In der Brückenmitte hat der Randträger den in nachstehender Abb. 24 gezeichneten

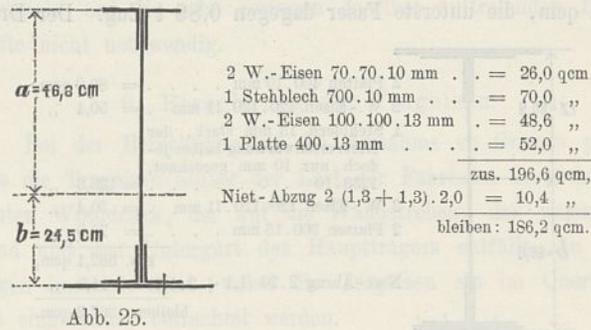


Querschnitt erhalten, dessen Trägheitsmoment gegen die wagerechte Schwerpunktsachse $J = 149000$ ist. Aus dem oben berechneten Angriffsmomente erhält auf 1 qcm die oberste Faser = 0,13 t Druck, die unterste Faser dagegen = 0,06 t Zug.

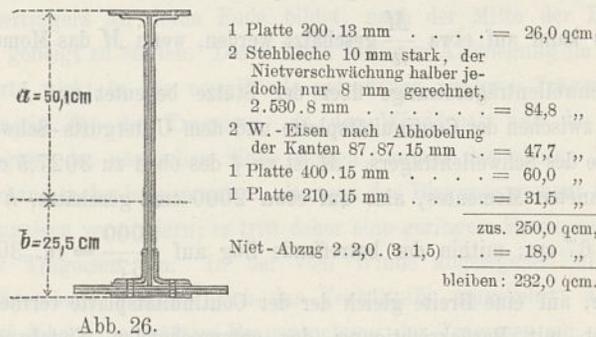
Die größte Gesamtbeanspruchung auf 1 qcm für den dem Winde abgewandten Randträger beträgt in der obersten Faser = 0,48 t Druck, in der untersten Faser = 1,10 t Zug. Bei dem dem Winde zugewandten Randträger erhält dagegen im ganzen in der Brückenmitte auf 1 qcm die oberste Faser = 0,22 t Zug, die unterste Faser = 0,98 t Druck. In den äußeren Feldern fällt die unterste Platte fort, sodass der in nachstehender Abb. 25 gezeichnete Querschnitt entsteht. Seine

Beanspruchungen betragen bis zu 0,96 t Druck und 1,10 t Zug für 1 qcm.

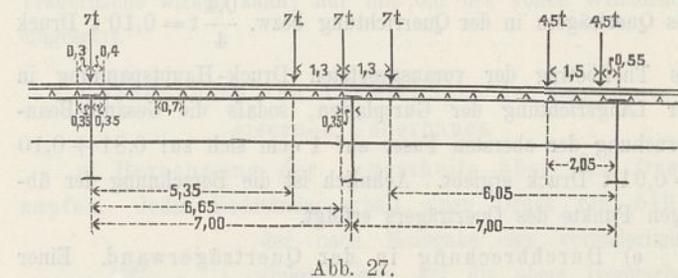
In der Mitte jedes 7,0 m langen Feldes sind sämtliche Theile der Randträger gestossen. Dabei erhält im mittleren



Teil der Brücke die Stofsdeckung den in nachstehender Abb. 26 gezeichneten Querschnitt, dessen Trägheitsmoment gegen die wagerechte Schwerpunktsachse $J = 160200$ ist. In den äußeren Feldern der Brücke fällt bei der Stofsdeckung die unterste Platte fort.



d) Mittlere Querträger. Die größte Belastung aus der Verkehrslast an der Auflagerstelle eines Schwellenträgerstranges

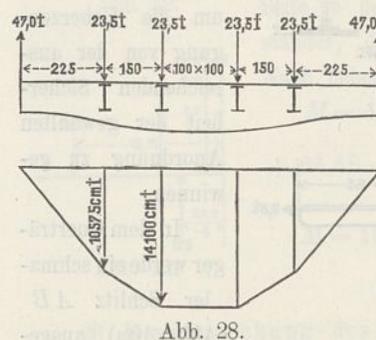


erhält der Querträger bei der in vorstehender Abb. 27 ange deuteten Laststellung, nämlich:

$$7,0 \left(\frac{0,3}{0,7} \cdot 0,35 + 5,35 + 6,65 + 6,05 \right) + \frac{4,5(2,05 + 0,55)}{7,0} = \text{rd. } 19,9t$$

Die ruhende Last der Schwellenträger ist ebenfalls etwa 3,0 t, ferner das Eigengewicht des Querträgers, an diesen

Punkten vereinigt gedacht, etwa 0,6 t. Zusammen 23,5 t.



Am inneren Schwellenträger d. h. 1,00 m außerhalb der Mitte hat der Querträger, ohne Berücksichtigung der Stofsdeckung,

Aussteifung und dergleichen, den in nachstehender Abb. 29 gezeichneten Querschnitt erhalten, dessen Trägheitsmoment gegen die wagerechte Schwerpunktsachse $J = 1061000$ ist. Aus dem $M = 14100$ cmt erhält daher die oberste Faser 0,81 t Druck auf 1 qcm, die unterste Faser dagegen 0,89 t Zug. Der Druck

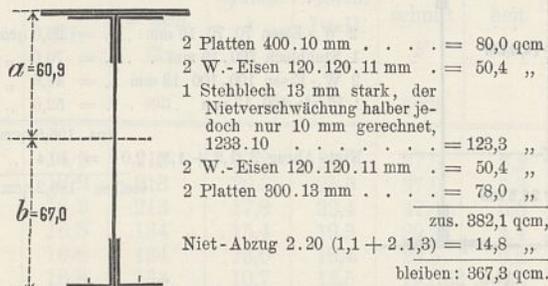


Abb. 29.

in der obersten Faser wird noch dadurch etwas erhöht, dafs diese in der Querrichtung durch den Anschluß der Continuitätsplatten der Schwellenträger Zug erhält. Die Gröfse dieses Zuges kann auf etwa $\frac{M}{h}$ geschätzt werden, wenn M das Moment im Schwellenträgerstrange über der Stütze bedeutet und h die Höhe zwischen der Continuitätsplatte und dem Untergurts-Schwerpunkte des Schwellenträgers. M ist zu $\frac{2}{3}$ des oben zu 3027,5 cmt berechneten Momentes, also auf etwa 2000 cmt geschätzt, $h =$ etwa 67 cm; mithin der betreffende Zug auf $\frac{2000}{67} =$ rd. 30 t.

Dieser, auf eine Breite gleich der der Continuitätsplatte vertheilt, ergibt mit Berücksichtigung des entsprechenden Nietabzuges $\frac{30}{(53,0 \cdot 8 \cdot 2,0)} =$ rd. 0,4 t Zug auf 1 qcm der Gurtplatten des Querträgers in der Querrichtung bzw. $\frac{0,4}{4} t = 0,10$ t Druck als Theilbetrag der vorausgesetzten Druck-Hauptspannung in der Längsrichtung der Gurtplatten, sodafs die Gesamt-Beanspruchung der obersten Faser auf 1 qcm sich zu: $0,81 + 0,10 = 0,91$ t Druck ergibt. Aehnlich ist die Berechnung der übrigen Punkte des Querträgers erfolgt.

e) Durchbrechung in der Querträgerwand. Einer eingehenderen Ueberlegung bedurfte die Art der Verstärkung der Querträgerblechwand bei ihrer Durchbrechung am Untergurte des äußeren Schwellenträgers. Ohne eine genauere Berechnung anzustellen, die gröfsere Schwierigkeit bereitet hätte, hat die nachstehende Betrachtung genügt, um die Ueberzeugung von der ausreichenden Sicherheit der gewählten Anordnung zu gewinnen.

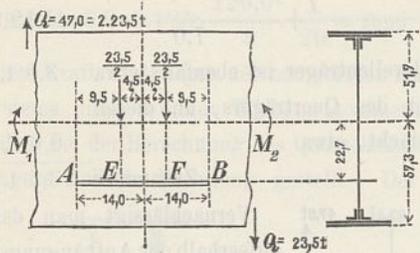


Abb. 30a.

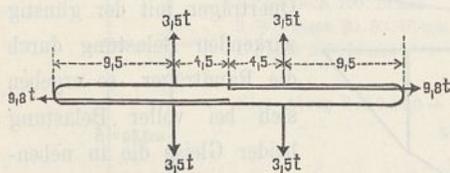


Abb. 30b.

In dem Querträger werde ein schmaler Schlitz AB (Abb. 30a) ausgeschnitten und untersucht, welche Kräfte an den Schnittflächen angebracht werden müssen, um in der Wirkungsweise des

ganzen Systems nichts zu ändern. Dabei werde die Höhe des Schnittes = nahe 0 angenommen, sodafs nur die zwei wagerechten Schnittflächen zu untersuchen sind, an welchen gleich grofse aber entgegengesetzt wirkende Schub- und Normal-Kräfte angebracht werden müssen. Wird in vorliegendem Falle von der Veränderlichkeit des Querträger-Querschnitts abgesehen und angenommen, dafs die 23,5 t betragende Auflast des Schwellenträgerstranges sich auf die beiden lothrechten Nietreihen gleichmäfsig vertheile (Abb. 30a), werden ferner die Versteifungsbleche unberücksichtigt gelassen, so ergeben sich die in dem Schlitze AB anzubringenden Kräfte, wie in Abb. 30b angedeutet.

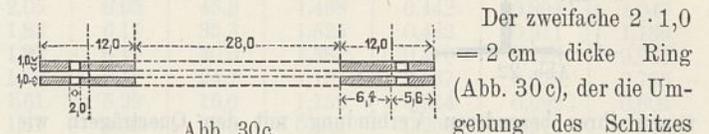


Abb. 30c.

Die auf den Ring wirkenden Einzelnormalkräfte erzeugen an den Innenkanten des Ringquerschnittes (Abb. 30c) einen Druck von $0,58 + 0,18 = 0,76$ t, sodafs die ideale Hauptspannung

$$H = \frac{0,76}{2} + \sqrt{\left(\frac{0,76}{2}\right)^2 + 0,25^2} = 0,83 \text{ t betragt.}$$

f) Endquerträger. Die gröfste Belastung aus der Verkehrslast und der ruhenden Last an der Auflagerstelle eines Schwellenträgers beträgt etwa 15,3 t. Bei voller Belastung beider Gleise ergibt sich im mittleren Theile ein Angriffsmoment $M = 2295$ cmt. Aus dem Windverbände erhält der Träger in dem mittleren 5,0 m langen Theile den halben Auflagerdruck, also $\frac{129 \cdot 6,0 \cdot 0,125}{2 \cdot 2} = 24,2$ t als Druck in seiner Längsrichtung und in der Höhe von 72,4 cm unterhalb der Querschwellenunterkante angreifend. Der Endquerträger hat den

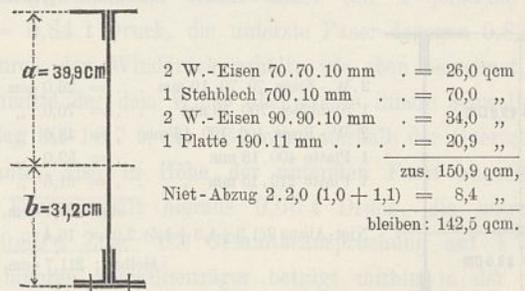


Abb. 31.

in vorstehender Abb. 31 gezeichneten Querschnitt erhalten, dessen Trägheitsmoment gegen die wagerechte Schwerpunktsachse $J =$ rund 105000 und dessen Widerstandsmomente $\frac{J}{a} =$ rd. 2630 und $\frac{J}{b} =$ rd. 3360 betragen. Aus dem oben berechneten Angriffsmoment erhält daher auf 1 qcm die oberste Faser $\frac{2295}{2630} =$ rd. 0,87 t Druck, die unterste Faser dagegen $\frac{2295}{3360} =$ rd. 0,68 t Zug.

Durch Winddruck erhält der Träger ein entgegengesetztes Moment von $24,2 \cdot (72,4 - 39,9) = 786$ cmt. Es erhält mithin auf 1 qcm im ganzen die oberste Faser:

$$\left(\frac{2295 - 786}{2630}\right) + \frac{24,2}{150,9} = 0,57 + 0,16 = 0,73 \text{ t Druck,}$$

die unterste Faser dagegen $\frac{2295 - 786}{3360} - \frac{24,2}{150,9} = 0,45 - 0,16 = 0,29 \text{ t Zug.}$ Diese Beanspruchungen werden noch dadurch erhöht, daß der Endquerträger eine in wagerechter Richtung wirkende Biegung erleidet, weil die letzten Streben und Gurte des Windverbandes nicht in einem und demselben Punkte seiner Schwerlinie angreifen.

Die Gesamtbeanspruchung im Endquerträger bei den inneren Schwellenträgern und an den betreffenden Kanten beläuft sich bis auf 0,99 t Druck für die oberste Faser und auf 0,62 t Zug für die unterste Faser. Die untere Platte ist aus praktischen Gründen bis an das Ende durchgeführt. Die wagerechten 20 mm starken Niete am Untergurt haben, bei einem gegenseitigen Abstand von $t = 7,0 \text{ cm}$ zwischen innerem und äußerem Schwellenträger, $k = \frac{t \cdot S \cdot Q}{J} = 1,35 \text{ t}$ zu übertragen.

g) Lager des Endquerträgers und des Randträgers. Der größte lothrechte Druck auf ein Lager beträgt bei Belastung beider Gleise = 30,6 t. Der größte wagerechte Druck bei stärkstem Winde und voller Besetzung der Brücke ist = rd. 48,4 t. Die am Endquerträger angebrachten Lagertheile erfahren durch die Biegung des Endquerträgers und durch die Wirkung des Windes geringe Drehungen sowohl in der Längsrichtung wie auch in der Querrichtung der Brücke. Die Auflager-Berührungsflächen haben daher Kugelform*) erhalten.

Die den Angriff des Windes aufnehmende Gegendruckplatte übt auf 1 qcm der Cementfuge bei gleichmässiger Vertheilung des Druckes $\frac{48400}{25 \cdot 70} \text{ kg} = 27,7 \text{ kg}$ Druck aus und bei größter Wärme bzw. Kälte, wobei die Mittelkraft des Druckes um 5 cm auferhalb der Plattenmitte angreift, auf die äußeren Kanten $27,7 \pm \frac{48400 \cdot 5 \cdot 6}{25 \cdot 70^2} = 27,7 \pm 11,8 = 39,5 \text{ bzw. } 15,9 \text{ kg Druck.}$ Das größte Biegemoment erleidet die Platte im ersteren Falle und zwar in der Mitte $M = \frac{48,4 \cdot 70}{8} = 423 \text{ cmt,}$ welchem die Platte bei einer Stärke von 10 cm mit einem $\frac{J}{a} = \frac{25 \cdot 10^3}{6} = 417$ widersteht, sodafs die obersten und untersten Fasern daselbst $\frac{423}{417} = \text{rd. } 1,01 \text{ t Druck bzw. Zug auf 1 qcm erhalten.}$

Die Unterlagsplatte bei dem Auflager für die lothrechten Belastungen übt auf 1 qcm der Cementfuge bei gleichmässiger Vertheilung des Druckes $\frac{30600}{40 \cdot 45} = 17,0 \text{ kg Druck}$ aus und bei größter Wärme bzw. Kälte, wobei die Mittelkraft des Druckes um 5 cm auferhalb der Plattenmitte angreift, auf die äußeren Kanten $17,0 \pm \frac{30600 \cdot 5 \cdot 6}{40 \cdot 45^2} = 17,0 \pm 11,3 = 28,3 \text{ bzw. } 5,7 \text{ kg Druck.}$ Das größte Biegemoment erleidet die Platte im ersteren Falle und zwar in der Mitte $M = \frac{30,6 \cdot 45}{8} = 172 \text{ cmt,}$ welchem die Platte bei Vernachlässigung der Mittelrippe bei einer Stärke von 6 cm mit einem $\frac{J}{a} = \frac{40 \cdot 6,0^2}{6} = 240$ widersteht, sodafs die

*) Vgl. Centralblatt der Bauverwaltung 1889. S. 342.

obersten und untersten Fasern daselbst $\frac{172}{240} = \text{rd. } 0,72 \text{ t Druck}$ bzw. Zug auf 1 qcm erhalten.

Eine Berechnung der Lager der Randträger erscheint mit Rücksicht auf die sehr geringen daselbst auftretenden Druckkräfte nicht nothwendig.

6. Berechnung der Trageisen.

Bei der Berechnung ist die Annahme zu Grunde gelegt, daß die Trageisen aufer der Last der Fahrbahn noch den gesamten Winddruck, der auf die Wandstreben, das wagerechte Band und den Untergurt des Hauptträgers entfällt, zu übertragen imstande sind, wobei die Trageisen als im Querträger fest eingespannt betrachtet werden.

Infolge der Durchbiegung der Querträger behalten die an deren Enden befestigten Trageisen nicht ihre senkrechte Stellung bei, sondern suchen sich entsprechend dem Winkel, den die Wagerechte mit der Tangente an die elastische Linie des Querträgers an deren Ende bildet, nach der Mitte der Brücke zu geneigt zu stellen. Die dadurch bedingte Ausbiegung im Obergurt wirkt in der vom Winde getroffenen vorderen Trägerebene günstig für die Trageisen, da der Winddruck und die Ausbiegung im nämlichen Sinne wirken, mithin den oberen Windverband mehr beanspruchen, dagegen das Biegemoment in den Trageisen vermindern; es tritt daher eine geringere Beanspruchung der Trageisen ein. In der vom Winde abgelegenen hinteren Trägerebene gestaltet sich das Verhältniß umgekehrt, und es tritt daher eine grössere Beanspruchung der Trageisen ein. Diese hinteren Trageisen sind für die Rechnung untersucht worden; dabei ist der Wind, der nicht in voller Stärke auf die gesamte Trägerfläche wirken kann, nur mit 0,8 des vollen Winddrucks eingesetzt.

7. Spannungen und Abmessungen der Lager des eisernen Ueberbaues.

a) Berechnung der Lagertheile über dem Drehzapfen. Jeder Endständer erhält einen Druck von 516 t, der nach Maßgabe des veränderlichen Querschnittes auf die obere Lagerschale übertragen wird. Die Vertheilung der Kräfte ergibt sich, wie nebenstehende Abb. 32 zeigt, zu 18,24 t, 46,28 t und 128,96 t. Die größte Belastung findet demnach in der Mitte statt.

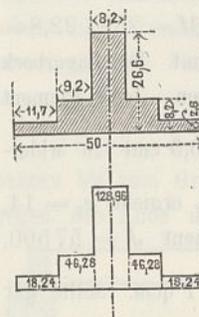


Abb. 32.

α) Beanspruchung des unteren Gufsstückes der Lagerschale. Der gefährliche Querschnitt liegt auf jeder Seite in der senkrechten Achse der Endständer, die durch die Keilmitte geht. Nach nebenstehender Abb. 33 ergibt sich

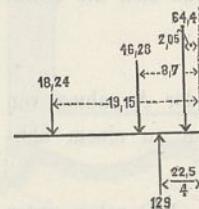
$$M = 18,24 \cdot 19,15 + 46,28 \cdot 8,7 + 64,48 \cdot 2,05 - 129 \cdot \frac{22,5}{4} = 150 \text{ cmt.}$$


Abb. 33.

$$M = 150 = k \cdot W = k \cdot \frac{40 \cdot 4,5^2}{6};$$

$$k = 1,1 \text{ t auf 1 qcm.}$$

β) Beanspruchung des unteren Gufsstückes der Lagerschale. Jede Hälfte des Gufsstückes hat 129 t zu tragen. Diese Last ist jedoch nicht über die Fläche *fghi*

(Abb. 35) gleichmäßig vertheilt, sondern ihr Schwerpunkt liegt um 4,2 cm (Abb. 34) von der Mittelachse des Lagers entfernt. Damit sicher gerechnet werde, wird ferner angenommen, dass die Last sich nur auf eine Querschnitts-Breite = 22,5 cm Keilbreite vertheilen kann. Daraus ergibt sich nach nebenstehender Abb. 35 für die Beanspruchung:

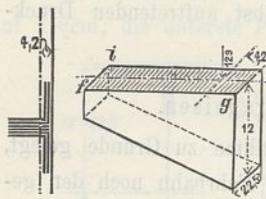


Abb. 34. Abb. 35.

$$M = 129 \cdot 4,2 = 542 \text{ cmt,}$$

$$M = 542 = k \cdot W = k \cdot \frac{22,5 \cdot 12^2}{6};$$

$$k = 1,0 \text{ t auf 1 qcm.}$$

γ) Flächendruck auf die Keile. Die Keilfläche beträgt für jede Lagerhälfte $22,5 \cdot 40 = 900$ qcm; mithin wird der größte Flächendruck $\frac{258}{900} = 0,3 \text{ t auf 1 qcm.}$

b) Der Drehzapfen. Der Drehzapfen hat einen Durchmesser von 12 cm und eine Schaftlänge von 101 cm erhalten; es ist somit der auftretende höchste Druck auf 1 qcm der Projectionsfläche $\frac{516}{12 \cdot 101} = 0,425 \text{ t.}$

c) Stelzen für Querbeweglichkeit. Für die Construction der Stelzen ist maßgebend das Product $n \cdot l \cdot d$, wenn n die Anzahl, l die Länge und d der Durchmesser der Stelzen in Centimeter ist. Nach Winkler ist passend zu wählen $n \cdot l \cdot d = 25$ bis $30 D$, wo D in Tonnen der ganze Druck auf sämtliche Stelzen ist. Es ist nun $n = 8$, l im Mittel = 60, $d = 30$ cm; $D = 516 \text{ t.}$ Daher $s = \frac{8 \cdot 60 \cdot 30}{516} = 27,8.$

d) Lagerbock für Längsbeweglichkeit. Als ungünstigster Fall ist bei der Berechnung angenommen worden, dass der Lagerbock, statt auf alle Stelzen gleichmäßig zu wirken, nur auf den vorletzten zwei Stelzen aa ruht (vgl. nebenstehende Abb. 36). Der gefährliche Querschnitt ist der gezeichnete. Es wird für ihn $M = 258 \cdot 22,8 = 5882,4$ cmt. Der Lagerbock besteht im großen und ganzen aus 5 Elementen. Jedes Element hat daher ein Momente von $\frac{5882,4}{5} = 1176,5$ cmt zu widerstehen. Die Ermittlung des Schwerpunktes ergibt $e_1 = 14$, $e_2 = 27$ cm; ferner ist das Trägheitsmoment $J = 57500$. Daher $k = \frac{e_2 \cdot M}{J} = \frac{27 \cdot 1176,5}{57500} = 0,55 \text{ t auf 1 qcm.}$ Sollte gar der allerdings unwahrscheinliche Fall eintreten, dass der Lagerbock auf den äußersten Stelzen ruht, so würde sich die Beanspruchung bis auf $\frac{0,55 \cdot 38}{22,8} = 0,9 \text{ t}$ erhöhen.

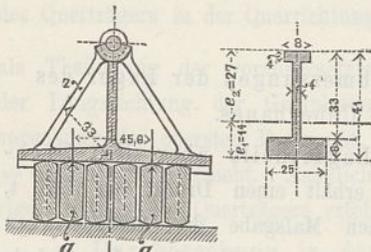


Abb. 36.

Für das feste Lager würde man unter der Annahme von ganz außerordentlich ungünstigen Verhältnissen zu einem ähnlichen Ergebniss gelangen.

e) Stelzen für Längsbeweglichkeit. Wie schon unter c gesagt wurde, wählt man passend das Product $n \cdot l \cdot d = 25$ bis $30 D$. $n =$ Anzahl, l Länge und d Durchmesser der Stelzen in Centimeter; D ganzer Lagerdruck in Tonnen. $n = 6$; $l = 90$; $d = 30$; $D = 516$. Daher $n \cdot l \cdot d = 6 \cdot 90 \cdot 30 = 516 s$; $s = 31,4 \approx 30$.

f) Druck auf das Steinmaterial. Die Längen und Breiten der Unterlagsplatten sind für sämtliche Lagerarten gleich genommen, und zwar 150 bzw. 125 cm. Der Druck auf die Cementfuge bzw. den Granit wird also $\frac{516}{18750} = 0,0275 \text{ t d. h.}$ rund 30 kg auf 1 qcm betragen.

III. Beschreibung der Ausführung der Dirschauer Brücke.

A. Arbeitsplan für die Herstellung der Pfeiler und Ueberbauten.

Der ganze Bau der Brücke bei Dirschau wurde auf vier Jahre vertheilt, sodass im 2., 3. und 4. Baujahre je zwei Joche des eisernen Ueberbaues fertig aufgestellt werden sollten. Wie bereits eingangs erwähnt, lagen die Pfeiler der neuen von denen der alten Brücke von Mitte zu Mitte nur 40 m entfernt, und erstreckten sich die bedeutenden Steinpackungen, die namentlich die Strompfeiler der alten Brücke umgaben, fast über die ganze herzustellende Baugrube der neuen Pfeiler. Theils wegen der sich hieraus ergebenden erschwerten und längere Zeit in Anspruch nehmenden Gründung der Strompfeiler, die voraussehen liefs, dass die vollständige Fertigstellung je eines Strompfeilers in einem Baujahre nicht gut zu ermöglichen sei, dann aber auch wegen der gebotenen Rücksichtnahme auf eine möglichst ungehinderte Ausübung der Schifffahrt auf der Weichsel, wurde mit dem Bau der Brückenpfeiler in der Art vorgegangen, dass im zweiten Baujahre die eisernen Ueberbauten der Oeffnungen 4 und 3, im dritten Baujahre die der Oeffnungen 5 und 2 und im vierten Baujahre die der Oeffnungen 6 und 1 zur Aufstellung gelangen konnten.

B. Der Bauplatz.

Für die zur Ausführung der Bauarbeiten erforderlichen, vorübergehenden Anlagen stand auf dem rechtsseitigen Weichselvorlande ein ausgedehntes Gelände zur Verfügung, während am linken Ufer der nutzbar zu machende Platz ein sehr beschränkter war. Dieser Umstand führte dazu, die Anlagen zur Gründung und zum Aufbau sämtlicher Pfeiler (mit Ausnahme des westlichen Landpfeilers I) auf dem rechtsseitigen Vorlande zur Ausführung zu bringen.

Da das rechtsseitige Vorland in der Nähe des Uferrandes nur selten von einem Sommerhochwasser überfluthet zu werden pflegte, so wurden dort zweckmäßig die erforderlichen baulichen Hilfs-Anlagen errichtet (Blatt 37). In der Nähe der alten Brücke wurde ein Bureaugebäude mit zwei größeren Zimmern für die Baubeamten und einem kleinen Raume für Geräte angelegt, ferner in der Verlängerung des Pfeilers IV zwischen zwei entsprechend auseinandergezogenen Gleisen ein Gebäude für Mörtel- und Betonbereitung errichtet. Im unmittelbaren Anschluss an dieses Gebäude war auf einem kräftigen Gerüste (etwa in Dachhöhe) ein 7,5 cbm fassender Wasserbottich aufgestellt, dem das Wasser aus einem von der Weichsel ausgehenden Saugerohre mittels Dampfwaterheber zugeführt wurde. Dieser Bottich speiste eine Wasserleitungsanlage, aus der mittels zahlreicher Hähne das Wasser zum Speisen des Dampfkessels, Löschen des Kalkes, Mischen des Mörtels, Reinigen des Steinschlages usw. entnommen wurde. In der Nähe befanden sich außerdem noch die erforderlichen Kalkgruben, sowie ein Cementschuppen und ein Abort. Zur Aufbewahrung der Baugeräthe im Winter diente ein großer binnendeichs an einem besonderen Nebengleise der

Arbeitsbahn errichteter Schuppen. Sämtliche Gebäude waren aus leichtem Fachwerke hergestellt und mit Pappe eingedeckt. Nur das Bürogebäude war ausgemauert und mit äußerer Holzschalung versehen, während die übrigen nur eine Verschalung erhielten, die aus einzelnen größeren Tafeln zusammengesetzt wurde mit Rücksicht darauf, daß sämtliche Gebäude nach Schluss jedes Baujahres wegen des Frühjahr-Hochwassers und Eisganges abgebrochen werden mußten.

Die Verbindung des Vorlandes mit den Baugerüsten der Pfeiler III und II wurde durch eine Förderbrücke aus verdübelten Trägern auf eingerammten Pfahljochen hergestellt; diese bot Raum für zwei Schmalspurgleise.

Auf dem Bauplatze am linken Ufer (für die Ausführung des Landpfeilers I) wurde nur ein Gebäude errichtet, das außer den Anlagen für die Betonbereitung zwei Büroräume, Geräte-räume und Cementschuppen enthielt. Für den Betrieb genügte hier eine Locomobile von 12 Pferdekraften.

C. Die Gründung und Aufmauerung der Pfeiler.

1. Die Vorlandpfeiler. Nach Ablauf des Frühjahr-Hochwassers im Jahre 1888 wurde mit den Gründungsarbeiten der Vorlandpfeiler IV, V und VI begonnen. Da der höchste Punkt des Vorlandes an der Baustelle bei Pfeiler IV lag, so konnte bei diesem zuerst mit der Ausschachtung der Baugrube bis zum derzeitigen Wasserspiegel vorgegangen werden. Immerhin war es infolge des lange andauernden Hochwassers auch bei diesem Pfeiler erst am 7. Mai 1888 möglich, den ersten Brunnen-schling zu verlegen und am 8. Mai mit der Aufmauerung des ersten Senkbrunnens zu beginnen.

a) Baggern mit indischen Schaufeln. Das Ausbaggern des Brunnenraumes zum Zwecke der Absenkung sollte ursprünglich mit Hilfe von vier Vertical-Handbaggern bewirkt werden, die bei der Firma Schichau in Elbing in Bestellung gegeben waren. Durch den so verhängnisvoll gewordenen Bruch des rechtsseitigen Nogat-Deiches bei Jonasdorf (am 25. März 1888) war jedoch auch das genannte Werk in Mitleidenschaft gezogen, sodafs auf eine rechtzeitige Anlieferung der Bagger nicht zu rechnen war. Unter diesen Umständen und weil die infolge des langsamen Hochwasserablaufes bereits eingetretene Verzögerung der Arbeiten ein gleichmäßiges Senken aller sechs Brunnen der Pfeiler IV, V und VI geboten erscheinen liefs, entschlofs sich die Bauleitung, die Ausbaggerung der beiden zuerst in Angriff genommenen Brunnen des Pfeilers IV mit Hilfe von indischen Schaufeln zu bewirken.

Zu diesem Zwecke wurde zunächst über jedem Brunnen ein Gerüst nach Abbildung 37 errichtet; an jedem waren zwei Schaufeln angebracht, die von je sechs Mann bedient wurden. Die Brunnen wurden zunächst nur auf 4,5 m Höhe aufgemauert, und nach Aufstellung der Gerüste und Beschaffung der Schaufeln, die am Orte erfolgte, mit der Baggerung begonnen. Die durchschnittliche Tagesleistung einer Arbeitergruppe von sechs Mann betrug anfangs 10,49 cbm, steigerte sich aber infolge größerer Uebung allmählich auf 19,24 cbm.

b) Baggern mit Verticalbaggern. Die vier Brunnen der Pfeiler V und VI wurden mit je einem Verticalbagger abgesenkt. Die Brunnen wurden zunächst in ganzer Höhe aufgemauert. Alsdann wurde noch ein 0,38 m starker, 8,48 m im mittleren Durchmesser haltender Ring von 0,9 m Höhe auf-

gesetzt, in den oben Klötze von trapezförmigem Querschnitt eingemauert waren, die einen mit Schraubennägeln befestigten Schienenkranz von 8,4 m innerem Durchmesser zu tragen hatten. Auf dem Kranze bewegte sich ein Drehgerüst mit vier Spurrollen. Die Eimerkette war zwischen vier an einem Bockgerüste aufgehängten oder geführten Ruthen möglichst nahe am Brunnen-mauerwerke angebracht. Die Bewegung der Kette erfolgte mit Hilfe eines einfachen Vorgeleges und erforderte die volle Kraftanspannung von acht Arbeitern. Die Drehung des Baggergerüsts bewirkte man durch ein Tau, das einerseits um die Welle einer Winde gelegt war und andererseits mit Hilfe einer Klaue an der Schiene einen von Zeit zu Zeit zu verlegenden Stützpunkt fand.

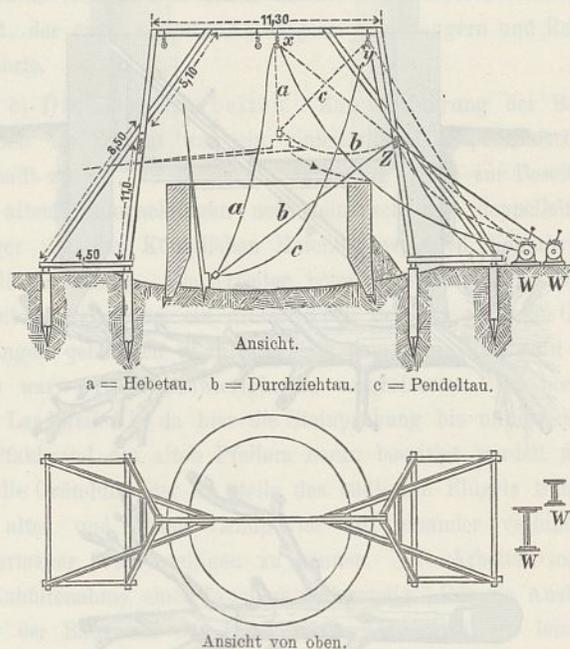


Abb. 37. Das Baggern mit indischen Schaufeln. 1:375.

Weder die Bagger selbst noch die damit ausgeführten Arbeiten bieten besonders bemerkenswerthes; der Erfolg entsprach nicht den gehegten Erwartungen. Namentlich die häufig notwendig werdenden Ausbesserungen vereitelten die Einführung der Stückarbeit und verursachten so häufige Störungen, daß die dadurch herbeigeführten Verzögerungen durch regelmäßige Nacharbeit ausgeglichen werden mußten.

c) Senken durch Pumpen. Da die Oberkante der Brunnen nahezu bis zum Grundwasserspiegel zu senken war, so bildete gegen das Ende der Senkung der Auftrieb durch das Wasser

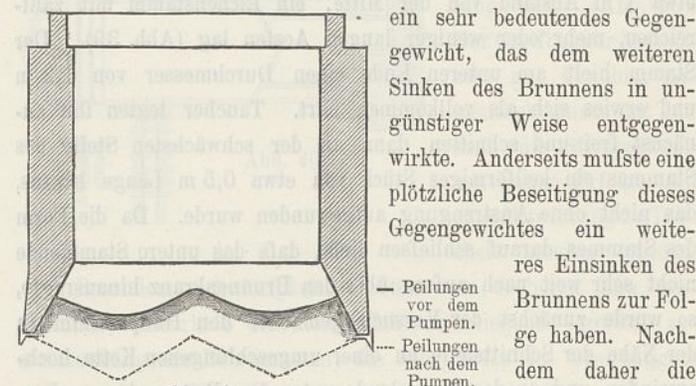


Abb. 38.

des Baggerns soweit niedergegangen waren, daß sie noch etwa 0,7 bis 0,8 m gesenkt werden mußten, wurde neben ihnen eine Kreiselpumpe von 17 cm Rohrdurchmesser aufgestellt, die durch

eine 12pferdige Locomobile getrieben wurde. Durch äußerst kräftiges Pumpen gelang es in kürzester Zeit, die Brunnen bis zur richtigen Tiefe zu senken, ohne ein stärkeres Zuströmen des Wassers und dadurch eine Lockerung des Baugrundes hervorzurufen. Der Brunnen setzte sich dabei fest auf den Baugrund nieder, wie in Abb. 38 nach den vor und nach dem Pumpen ausgeführten Peilungen angedeutet. Es trat bei diesem Verfahren eine nicht unerhebliche Ersparnis an Baggararbeit sowohl wie an Betonmasse ein.

d) Beseitigung eines Eichenstammes. Bei dem Ausbaggern des stromauf gelegenen Brunnens des Pfeilers VI stießen am 24. Juli 1888 die Eimer in einer Tiefe von etwa 6,0 m

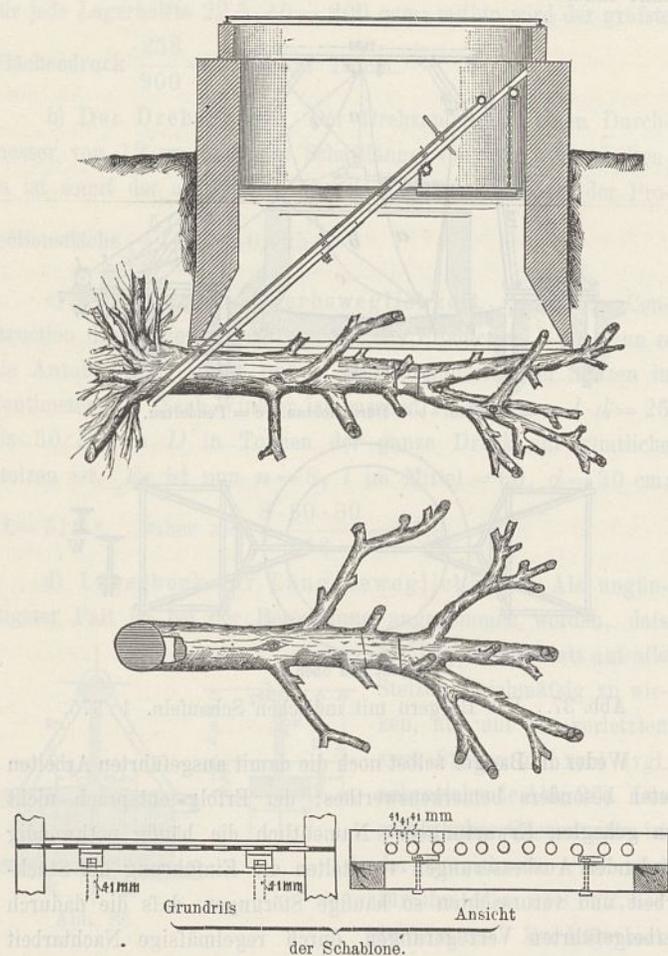


Abb. 39. Anbohren der Eiche unter dem südlichen Brunnen des Pfeilers VI. 1:200.

unter der Erdoberfläche auf Widerstand. Bei näherer Untersuchung stellte sich heraus, daß quer unter dem Brunnen, in etwa 1 m Abstand von der Mitte, ein Eichenstamm mit zahlreichen, mehr oder weniger langen Aesten lag (Abb. 39). Der Stamm hielt am unteren Ende einen Durchmesser von 1,2 m und erwies sich als vollkommen hart. Taucher legten ihn zunächst frei und schnitten dann an der schwächsten Stelle des Stammes ein keilförmiges Stück von etwa 0,5 m Länge heraus, das nicht ohne Anstrengung aufgewunden wurde. Da die Form des Stammes darauf schloß, daß das untere Stammende nicht sehr weit nach außen über den Brunnenkranz hinausragte, so wurde zunächst der Versuch gemacht, den Hauptstamm in der Nähe der Schnittstelle an einer umgeschlungenen Kette hochzuwinden und so das Wurzelende unter dem Brunnenkranz hervorzuziehen. Zu diesem Zwecke wurden auf einer über den Brunnen gelegten Balkenlage zwei schwere Locomotivwindeböcke mit Zwischenträgern aufgestellt. Nachdem jedoch die stärksten

zur Verfügung stehenden Ketten wiederholt gerissen waren, mußte dieser Versuch aufgegeben werden.

Es wurde nunmehr in Aussicht genommen, den Stamm so nahe wie möglich am Brunnenschlinge in schräger Richtung abzubohren. Zwei schräg, nahe an dem Brunnenkranz vorbei, in den Grund eingesetzte, mit dem anderen Ende oben gegen das Brunnenmauerwerk gestützte Kreuzhölzer bildeten mit angebolzten Quersteifen eine geeignete Rüstung zur Befestigung einer Lehre für die richtige Führung der Bohrer. Diese hatten einen Durchmesser von 41 mm und wurden an drei Stellen in Blechschablonen geführt, welche die größte Stärke des Stammes zur Länge hatten und mit 41 mm weiten Löchern in einem Abstände von 41 mm von Rand zu Rand versehen waren. Die Schablonen waren mit Schrauben an einem Holzrahmen (Abb. 39) so befestigt, daß sie um 41 mm verschoben werden konnten. Nachdem eine Reihe von Löchern in lichten Entfernungen von 41 mm gebohrt worden war, wurden diese mit langen Spunden verschlossen, die Schablonen um 41 mm seitwärts gerückt, und die vorher stehengebliebenen Zwischenräume abgebohrt. Die Bohrer wurden unter Mitwirkung des Tauchers in die Löcher der Schablonen eingeführt und auf den Stamm sorgfältig angesetzt. Die Drehung des Bohrers erfolgte an einem mittels Schelle am Bohrgestänge befestigten Hebel durch Arbeiter von einem Flosse aus, das, um seine Beweglichkeit einzuschränken, am Gerüste aufgehängt war. Behufs Beseitigung des Bohrmehles wurde das Gestänge von Zeit zu Zeit durch einen leichten Flaschenzug gehoben. Nach Bohrung aller Löcher, wovon das der Mitte zunächst gelegene eine Länge von 2,34 m hatte, wurde die Hebung des Hauptstammes mit Hilfe der erwähnten Windeböcke bewerkstelligt. Von den drei Hauptästen brauchte nur einer durch wenige Löcher abgebohrt zu werden, die übrigen brachen durch die mit den Winden ausgeübte Zugkraft. Nach Beseitigung dieser Haupttheile ging das weitere Baggern zur Senkung des Brunnens ohne Störung vor sich. Sämtliche Arbeiten zur Beseitigung des Stammes nahmen 14 Wochen in Anspruch, sodafs die Senkung erst Anfang November wiederaufgenommen werden konnte, und es nur mit Mühe gelang, die Betonirung und Ausmauerung des Brunnens noch vor Eintritt stärkeren Frostes auszuführen.

Die bei dem Bau der Brücke über die Weichsel bei Fordon im Jahre 1891 unter den Senkbrunnen vorgefundenen starken Baumstämme wurden, mit Verwerthung der bei Dirschau gemachten Erfahrungen, mit weniger Mühe und ohne Zuhilfenahme von Tauchern in wenigen Tagen dadurch beseitigt, daß die Abbohrung der Stämme an den äußeren Brunnenwandungen erfolgte. Zu diesem Zwecke wurden zwischen angebrachten Führungen eine Anzahl eiserner Rohre mit Hilfe einer Spülpumpe bis auf den Stamm vorgetrieben und zuletzt durch einige Hammerschläge in die Rinde eingetrieben. In diesen Röhren wurde nun ungehindert von Sand und Boden ein Loch neben dem andern durch die ganze Stärke des Stammes gebohrt. Die demnächstige vollständige Beseitigung der abgebohrten Stämme aus den Brunnen erfolgte wie bei Dirschau.

e) Betonirung und Ausmauern der Brunnen. Die theils aus dem oberen Stromgebiete zu Schiff, theils von der Bahnstrecke Praust-Carthus ankommenden Granitfindlinge wurden auf dem Bauplatze größtentheils von Hand, zum Theil auch mit Steinbrechmaschinen zerkleinert. Den Cement lieferte die Schlesische Portland-Cement-Actien-Gesellschaft zu Groschowitz, wäh-

rend der Sand theils aus den Dirschauer und den benachbarten Hohensteiner Gruben entnommen, theils durch die Ausbaggerung der Baugruben und der Brunnen, sowie auch durch zu diesem Zwecke ausgeführte Baggerungen im freien Strome gewonnen wurde.

Die Bereitung des Betons geschah durch Mörtel- und Betonmühlen. Zur Bedienung des Mörtelmischtroges waren sechs Arbeiter unter einem Vorarbeiter thätig. Zwei weitere Arbeiter, die mit den vorgenannten zeitweise wechselten, besorgten mit Hilfe eines Kastens die Einschüttung des fertigen Mörtels in den vor der Betonmischtrommel befindlichen Trichter. Gleichzeitig wurde der Steinschlag unmittelbar aus der Karre in den Trichter gestürzt. Die Rauminhalte des Kastens für den Mörtel und der Karre für den Steinschlag entsprachen dem festgesetzten Mischungsverhältniss. Aus der Betontrommel fiel der fertige Beton in die zu seiner Beförderung nach dem Baugerüste benutzten eisernen Muldenkippwagen, die mit einem Inhalte von 0,68 cbm auf einer 60 cm weiten theils ganz doppelgleisigen, theils (bei der größten Entfernung) mit den nöthigen Ausweichstellen versehenen Schmalspurbahn von je zwei Arbeitern geschoben wurden. Zur Füllung eines Wagens waren neun Karren Steinschlag nebst der entsprechenden Mörtelmenge erforderlich. Um ein Verschütten von Beton beim Wagenwechsel zu vermeiden, war unter der Trommel eine klappenartige Vorrichtung angebracht, die durch einen auf einem Ausladegerüste stehenden Arbeiter bedient wurde. Bei Pfeiler IV wurde wegen der Nähe der Betonmühle der Beton nicht mit Muldenkippern, sondern mit Karren herangebracht.

Zur Betonversenkung wurden die Drehgerüste der Verticalbagger nach entsprechender Abänderung benutzt. Die Versenkung erfolgte in einem zweitheiligen Senkkasten mit Hilfe einer Winde durch eine 1,2 m lange Holztrommel in mehreren Lagen und in concentrischen Ringen. Die Beförderung des Betons auf das Sturzgerüst erfolgte auf Rampen, die in einfachster Weise aus Balken mit Querschwellen und Längsbohlen hergestellt waren, und deren niedrigere Theile auf Schwellenkreuzstapeln ruhten, während die höheren Theile durch einfache abgeschwertete und versteifte Gerüste gestützt wurden. Die Muldenkippwagen wurden durch je zwei Arbeiter geschoben, die vom Fusse der Rampe ab von zwei weiteren Arbeitern unterstützt wurden.

Nach Erhärtung des Betons wurden die Brunnen ausgepumpt, von Cementschlamm gereinigt und dann mit Ziegeln in Cementmörtel ausgemauert.

2. Die Strom- und Landpfeiler.

a) Die Schirmwände. Die Gründungsarbeiten im Strome bei den Pfeilern III, II und I erforderten die Schaffung von Räumen mit möglichst ruhigem Wasser ohne Strömung. Die gewöhnlich zu diesem Zwecke in Form einer stromauf gerichteten Spitze eingerammten Pfahlwände waren in vorliegendem Falle wegen der Steinpackungen der vorliegenden alten Pfeiler nicht ausführbar. Deshalb wurden als Halt für die nöthigen Schirmwände die alten Pfeiler benutzt, indem man in sie jederseits zwei 65 mm starke Augenbolzen in etwa 2,5 m Höhenabstand eincementirte, die an gleich starken Ringen große gabelförmige Eisen hielten. Die Eisen faßten an einem starken Bolzen je zwei 20 m lange Zangen nebst einem Bundpfähle zwischen sich, und die Zangen umfaßten mit ihrem anderen Ende durch Verkämmung und Verbolzung zwei eingerammte Pfähle

und dazwischen in gleichen Abständen ebenso drei weitere Bundpfähle. Die Felder zwischen den Bundpfählen wurden mit 8 cm starken Bohlen ausgesetzt, die zur Sicherung gegen Auftrieb unmittelbar unter den Zangen mit Latten benagelt waren. Die an den Kreuzungspunkten der oberen und unteren Zangen mit den Bundpfählen befindlichen Bolzen waren stromaufwärts mit Oesen versehen. Durch die Oesen wurden 4 cm starke Halte-taue geschlungen, die an vorher oberhalb der alten Steinpackung eingerammten Dalben befestigt waren. An das untere Ende dieser um etwa 60° gegen den Strom geneigten Wände schlossen sich parallel zum Strome und etwa 20 m jederseits von der Pfeilerachse zwei Reihen von eingerammten Pfahlpaaren an, zwischen denen mit Steinen beschwerte Faschinen niedergesenkt wurden. So wurde ein nur von unten offener, abgeschlossener Raum gebildet, der einen sicheren Arbeitsplatz zum Baggern und Rammen gewährte.

b) Die Baggerarbeiten. Zur Ausführung der Baggerarbeiten im Strome war ein einleiteriger Dampf-Eimerbagger beschafft worden, zu dessen Unterstützung später zur Beseitigung der alten Steinpackungen noch ein schwerer doppelleitiger Bagger von der Königlichen Hafenbauinspection Neufahrwasser angeliehen wurde. Die Arbeiten boten außerordentliche Schwierigkeiten, weil dabei ein großer Theil der aus schweren Granitfindlingen gebildeten Steinpackungen der alten Brücke zu beseitigen war. Diese Schwierigkeiten vergrößerten sich noch bei dem Landpfeiler I, da hier die Steinpackung bis unmittelbar an die Pfahlwand des alten Pfeilers heran beseitigt werden mußte, um die Gründung der an Stelle des südlichen Flügels tretenden, den alten und neuen Landpfeiler mit einander verbindenden Futtermauer bewerkstelligen zu können. Die Arbeiten machten die Zuhülfenahme eines Tauchers nothwendig. Für die Ausbaggerung der Baugrube des Landpfeilers VII wurde ein leistungsfähiger Greifbagger (Priestmanscher Excavator) angeliehen, der von einem auf kräftigem Untergerüste laufenden Wagen A getragen wurde. Da der Bagger (auf Schienen) in der Längsrichtung des Wagens sich bewegen konnte, so war jeder Punkt der Hauptpfeilergrube zu erreichen. Für die Baggerung des Flügels wurde der Bagger auf einen kleinen Wagen B übergeschoben, der sich

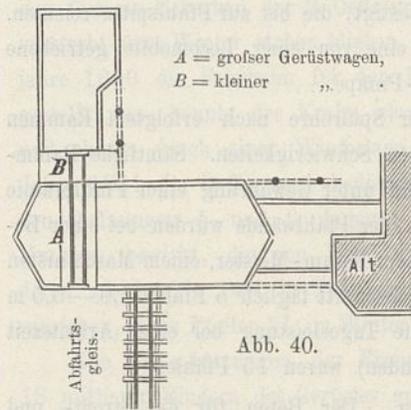


Abb. 40.

senkrecht zur Bewegungsrichtung des großen bewegte, während sein Schienengleis mit demjenigen des großen Wagens gleiche Richtung hatte (Abb. 40). Der Greifbagger hat sich sehr gut bewährt, namentlich konnte mit ihm auch die Steinpackung mit gutem Erfolge und ohne Mitwirkung des Tauchers beseitigt werden.

Besondere Schwierigkeiten boten vom früheren Bau herührende, außerhalb der alten Pfahlwand liegende größere zusammenhängende Betonmassen, die dem Stosse des Greifbaggers widerstanden. Diese Massen wurden durch ein Commando des zufällig in der Nähe üben den Pionier-Bataillons Nr. 1 unter Anwendung von Schiefsbaumwolle unter Wasser gesprengt, sodafs ihre Beseitigung durch Baggern keine Schwierigkeit mehr bereitete.

c) Die Rammarbeiten. Sämtliche Rammarbeiten an den Strompfeilern und theilweise auch an den Landpfeilern erfolgten von schwimmenden Gerüsten aus, die aus je zwei Prahmen und darüber gestreckten starken Balken gebildet waren. Die Dampfrahmen stammten aus der Fabrik von Menck & Hambrock in Ottensen, hatten endlose Kette, Kessel und Maschine von 5 Pferdekräften, ein Bärge wicht von 1200 kg, eine Gerüsthöhe von 15,5 m und leisteten 12 Schläge von 1,5 m Fallhöhe in der Minute.

Die Rammarbeiten bei den Strompfeilern erfolgten durch drei Rammen. Zunächst wurde das Rammen der Pfahlwand mit der einen Hälfte der stromauf gelegenen Spitze begonnen, wobei sich die Ramme an die stromab gelegene Seite legte. Das geschah, weil andernfalls die Beseitigung einer größeren Menge von Packsteinen zur Gewinnung des Raumes für die Schwimmrüstung erforderlich gewesen wäre, was nunmehr nur für eine Seite nöthig wurde. Nachdem so die Ramme I die eine Hälfte der oberen Spitze gerammt hatte, begann sie mit dem Rammen der Grundpfähle von der Spitze aus, während Ramme II die zweite Hälfte der Spitze von aussen her schlug, und Ramme III die Grundpfähle von der Mitte ab rammt. Damit diese letzteren Grundpfähle die Ramme I nicht am Weiterarbeiten hinderten, wurden sie nach erfolgtem Rammen sogleich mittels einer an den Pfählen selbst aufgehängten Pendelsäge 0,3 m über der Baggersohle abgeschnitten. Nach erfolgtem Rammen der Grundpfähle arbeiteten alle Rammen gleichzeitig an den übrigen Seiten der Pfahlwand und schlugen demnächst die Gerüstpfähle ein.

Die dem Strome und der Auskolkung bei Pfeiler VII zugekehrten Seiten der Pfahlwände der Landpfeiler und ein Theil der Gerüstpfähle wurden ebenfalls von schwimmender Rüstung aus gerammt; im übrigen wurden hier die Rammen auf festen Gerüsten und Schienengleisen aufgestellt. Die diese Gerüste stützenden Pfähle wurden durch Handzugrammen eingeschlagen.

Um behufs größerer Beschleunigung der Arbeiten mit dem Rammen der Pfahlwände des Flügels für den Landpfeiler VII schon vor der Baggerung beginnen zu können, wurde eine Spülvorrichtung zu Hülfe genommen. Es gelang auf diese Weise zwei mit einander gekuppelte Pfähle von je 26/26 cm Stärke 10 m tief einzurammen. An jedem Pfahlpaare wurden zwei Spülrohre mit Krampen befestigt, die bis zur Pfahlspitze reichten. Das Druckwasser lieferte eine von einer Locomobile getriebene doppelwirkende California-Pumpe.

Das Herausziehen der Spülrohre nach erfolgtem Rammen verursachte keine besonderen Schwierigkeiten. Sämtliche Rammarbeiten wurden im Tagelohn unter Gewährung einer Pfahlprämie ausgeführt. Beim Rammen der Pfahlwände wurden bei einer Besetzung der Ramme mit einem Ramm-Meister, einem Maschinisten und fünf Arbeitern im Durchschnitt täglich 5 Pfähle 5,0 — 5,5 m tief gerammt. Die höchste Tagesleistung bei einer Arbeitszeit von 13 Stunden (Ueberstunden) waren 15 Pfähle.

d) Die Betonirung. Der Beton für die Strom- und Landpfeiler wurde auf gleiche Art und aus den gleichen Materialien wie bei den Vorlandpfeilern bereitet. Das Versenken wurde mittels eines 7,65 m langen, 0,70 m weiten, unten mit zwei 30 cm starken Holzwalzen versehenen eisernen Trichters ausgeführt. Der Trichter war mit dem eisernen Fahrgestell, worin er hing, auf dem Gerüstwagen quer zur Baugrube und mit dem Wagen parallel zur Längsrichtung der Pfeilergrube zu verschieben. Er bestand aus einem unteren festen und einem

oberen abnehmbaren Theile; der letztgenannte Theil war gebildet aus fünf Sätzen von 0,63 m Höhe entsprechend der Höhe jeder der sechs Schichten des Betonbettes der Strompfeiler. Die Bewegung des Trichters erfolgte in der Weise, daß die einzelnen Betonstreifen parallel mit der Längsrichtung der Baugrube zu liegen kamen. Die erstmalige Füllung des Trichters wurde mittels eines hölzernen, eisenbeschlagenen Hülstrichters bewirkt, der unten einen Verschluss nach Art der Betonsenkstätten hatte. Das Anheben und Fortbewegen des Trichters geschah mit großer Vorsicht. Es wurde streng darauf gehalten, daß der Beton im Trichter nie unter die Oberfläche des Wassers sank, daß aber ebensowenig ein Stillstand in der Arbeit eintrat, während dessen der Beton im Trichter hätte erhärten können.

Die Betonirung wurde größtentheils im Einzelstücklohn ausgeführt. Bei der Betonschüttung des Strompfeilers II wurden z. B. folgende Preise gezahlt:

- für Herstellung des Betons: 2 δ für jeden Mann und jeden vollen Kippwagen (0,68 cbm);
- für Aufkarren des Sandes bei rd. 75 m Entfernung und 5,0 m Höhe: 4 δ für jede Karre;
- für Aufkarren des Steinschlages bei rd. 80 m Entfernung und 4 m Höhe: 4 δ für jede Karre;
- für die Beförderung des Betons von der Betonmühle nach dem Pfeiler bei rd. 265 m Entfernung: für jeden Muldenkippenwagen 15 δ .

Alle übrigen Arbeiter, so die Weichensteller und die bei dem Versenken des Betons beschäftigten Arbeiter erhielten den Durchschnittsverdienst der Kippwagenschieber als Tagelohn, Vorarbeiter, Zimmerleute und Schachtmeister das $1\frac{1}{4}$ -, $1\frac{1}{2}$ - oder 2fache dieses Satzes, sodaß alle ein reges Interesse an einem geregelten, kräftigen Fortgange der Arbeit hatten.

Im ganzen waren im vorliegenden Falle 75 Arbeiter beschäftigt. Die tägliche Höchstleistung betrug 280 cbm.

e) Die Fangedämme. Die auf die letzte Schicht des Betonbettes im frischen Zustande aufgesetzte innere Fangedammwand bestand aus Bundfählen und aus zwischen zwei Reihen von Zangenpaaren lothrecht eingeschlagenen, 5 cm starken Bohlen. Die Zangen waren mit Bolzen an den Bundpfählen charnierartig befestigt, sodaß auch das untere Zangenpaar mit dem Pfahle über Wasser verbunden und darauf der Pfahl eingesetzt werden konnte. Die Ausfüllung geschah mit möglichst feinem, bei der Baggerung gewonnenen Sande. Um den Sand gegen Ausspülung zu sichern, war vor dem Betoniren die Pfahlwand an der Innenseite mit getheertem Segeltuche, das etwa 1,0 m unter die Betonoberfläche hinabreichte, benagelt, während die gegenüberliegende Seite der aufgestellten Bohlenwand nur mit Sackleinwand bekleidet wurde. Bevor dies geschah, wurde zu größerer Sicherheit an der unteren Kante der Wand mittels eines langen Blechtrichters (Abb. 41) ein Mörtelstreifen geschüttet in der Absicht, dadurch jede Undichtigkeit zwischen Wand und Beton zu schließen.

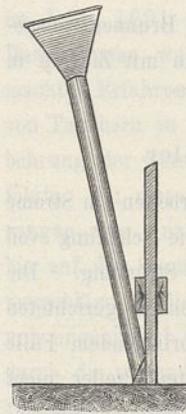


Abb. 41.

Die Einbringung des Sandes erfolgte mit Muldenkippen unter Benutzung des bei der Betonsenkung verwendeten Gerüstwagens und Einschütt-Trichters.

Die Baugruben wurden nach erfolgtem Auspumpen durch eine Kreiselpumpe mit einem nur zeitweise arbeitenden kleinen Dampfwasserheber unschwer trocken gehalten.

D. Die Herstellung der eisernen Ueberbauten.

1. Herbeischaffung der Eisentheile. Die Brückenbau-Werkstatt der Gesellschaft Harkort, die nach erfolgter engerer Ausschreibung mit der Lieferung und Aufstellung der eisernen Ueberbauten betraut wurde, liegt in Hochfeld bei Duisburg am Rhein. Dort wurden zunächst die in der früher bereits erwähnten Abhandlung*) näher beschriebenen Materialproben vorgenommen.

Die in Hochfeld fertiggestellten Eisentheile wurden in Rheinschiffe geladen und bis Rotterdam gebracht. Hier erfolgte das Umladen in Seeschiffe, die ihren Weg nach Neufahrwasser nahmen, von wo aus die schließliche Ueberführung der Eisentheile bis auf die Baustelle auf der Eisenbahn bewirkt wurde. Eine Anfuhr von Eisentheilen unmittelbar von Hochfeld mit der Eisenbahn bis Dirschau hat nur in Fällen besonderer Dringlichkeit ausnahmsweise stattgefunden.

Zum Abheben der Eisentheile von den Eisenbahnwagen diente ein gewöhnlicher Bockkrahne, der im Jahre 1889 zwischen Pfeiler V und VI (s. den Lageplan auf Bl. 37) aufgestellt war. Die Ueberladung erfolgte auf kleine Plattformwagen, die in den Schmalspur-Gleisen der Gesellschaft Harkort (650 mm Spur) liefen.

2. Aufstellungsgerüste (Bl. 38 u. 39). Es wurden zwei vollständige Rüstungen, bestehend aus Untergerüst und Obergerüst, hergestellt für die Oeffnungen 3 und 4, deren Theile nach erfolgter Fertigstellung der Ueberbauten dieser Oeffnungen im Jahre 1889 abgebrochen und unter Neubeschaffung der erforderlichen Ersatz- und Ergänzungsstücke im Jahre 1890 für den Aufbau der Gerüste in den Oeffnungen 2 und 5, im Jahre 1891 desgleichen für die Oeffnungen 1 und 6 wieder verwendet wurden.

Die Gerüste enthielten für jedes Feld der Brückenträger einen Binder, der um 1,3 bis 1,7 m seitwärts von den Hauptträger-Knotenpunkten gestellt war und auf einem gerammten Joche von 10 Pfählen ruhte.

Während des Baues der zweiten Oeffnung, im Bausommer 1890, wurde die Schifffahrt vollständig auf die erste Oeffnung verwiesen, und das dortige Untergerüst (bis auf die gröfsere Höhe der hier in sich durch schräge Rundenisenstangen verstreuten Rammjoche) ganz so wie in den Vorlandöffnungen ausgeführt. Dagegen wurde beim Bau der ersten Oeffnung, im Bausommer 1891, nahe bei Pfeiler I im Untergerüste eine Schifffahrtsöffnung von 12 m lichter Fahrweite dadurch geschaffen, dafs der Binder Nr. 5 des Untergerüsts fort fiel und im Obergerüste durch ein Sprengwerk getragen wurde, das sich auf die wesentlich verstärkten Rammjoche Nr. 4 und 6 stützte (s. Abb. 43 Bl. 38). Auch wurde der Leinpfad durch diese Oeffnung geführt. Wegen der grofsen Gefahr für das Gerüst wurde indessen die Fahrt durch diese Oeffnung möglichst beschränkt, indem ein dazu bereitgestellter Dampfer sämtliche Flöße und den gröfsten Theil der Schiffe durch die zweite Oeffnung bugsirte und den Schiffsdurchlafs nur in dringenden Fällen zur Bergfahrt von dem unteren zu dem oberen Mastenkrane benutzte. Im übrigen wurden

die im Strome stehenden Gerüste gegen treibende Gegenstände durch eine Anzahl von Dalben mit eingehängten Schwimmgerüsten geschützt.

Auf dem in der Höhe von +15,30 m abgedeckten Untergerüste lagerten die Randträger der Brückenfahrbahn auf Kopfschrauben und Keilen. Das Obergerüst erhob sich bis zur Ordinate +35,58 m.

Während das Untergerüst, wie erwähnt, in voller Breite (etwa 13,0 m) abgedeckt war, erhielt das Obergerüst für beide Hauptträger je drei 4,0 m breite feste Arbeitsbühnen, von denen zwei sich unter den Hauptträgergurten befanden und deren Krümmung in einem Abstände von etwa 1,1 m von der Gurtmittellinie folgten. Die dritte Bühne war unter dem Mittelgurte in wagerechter Linie angeordnet. Die mittleren etwa 6 m breiten Längsstreifen des Obergerüsts erhielten keine Abdeckung; nur war des bequemeren Verkehres halber in der Mitte jeder Oeffnung je ein Quersteig in der Höhe der obersten und der mittleren Arbeitsbühnen angebracht. Nach oben hin war das Obergerüst durch

zwei in der Längenrichtung der Brücke liegende wagerechte Holme abgeschlossen, auf deren Laufschiene (auferhalb der Hauptträger in 13,30 m Abstand von einander) sich bockförmige Krane bewegten (Abb. 40, Bl. 38). Einer dieser Krane — derselbe, der beim Bau der Strafsenbrücke über die Norder-Elbe bei Hamburg*) benutzt worden ist — wurde elektrisch betrieben und war imstande, in dem Bausommer 1889 die Hebearbeiten für die 4. und 3. Oeffnung allein zu bewerkstelligen. Im Winter 1889/90

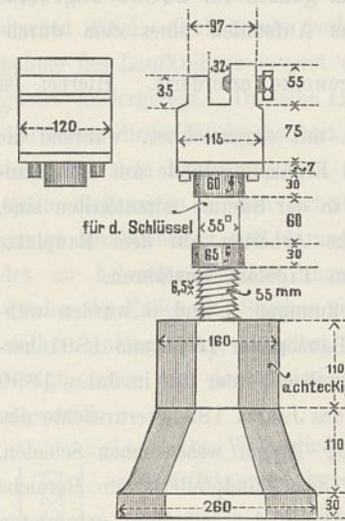


Abb. 42.

verblieb der Kran, durch Ketten gehörig festgelegt, auf seinem Gleise über dem Pfeiler III, indem die beiden Pfeilerbinder, Nr. 1 des Obergerüsts und der Nachbarbinder Nr. 2, der auf den fertigen Ueberbau der 3. Oeffnung abgestützt wurde, kräftig verstrebt über Winter stehen blieben. Als in dem nächsten Baujahre 1890 die Fahrbahn für den Kran in Oeffnung 2 fertig gestellt war, konnte der Kran ohne weiteres die Oeffnung 2, und ebenso (nach einer Winterlage über dem Pfeiler II) im Jahre 1891 die Oeffnung 1 bedienen. Die Hebearbeiten in den Oeffnungen 5 und 6 dagegen wurden von bockförmigen Kranen bewirkt, die von Hand bedient wurden. Es waren deren gleichzeitig zwei in Thätigkeit, die ähnlich wie vor beschrieben, über Pfeiler VI im Winter 1890/91 festgelegt waren.

Die Unterstützungen der Eisenconstruction waren in den 18 mittleren Bindern des Gerüsts angebracht. In jedem dieser Binder wurde jeder der beiden Hauptträger durch zwei Schraubenwinden nach obenstehender Abb. 42 (am Obergurte und Untergurte), sowie durch ein Keillager und eine Schraubenwinde (am Randträger) unterstützt.

Die Nothwendigkeit des häufigen Regels der Schrauben- spindelstellung ergibt sich aus der Elasticität des Gerüsts und

*) Stahl und Eisen 1891, S. 707—727.

*) Vergl. Zeitschrift für Bauwesen 1890, S. 365.

den mit dem Fortschreiten der Aufstellung wechselnden Belastungsverhältnissen, da die Eisenteile gewissermaßen auf dem Gerüste schwimmen. Es wurde beobachtet, daß bei der Ausrüstung einzelne Unterstützungspunkte des Gerüsts sich bis zu 35 mm hoben. Diese anscheinend störende Beweglichkeit bietet bei sorgsamer Beaufsichtigung die beste Gewähr dafür, daß während der Aufstellung und bis zur Ausrüstung keine erheblichen Spannungen in einzelnen Theilen der Ueberbauten auftreten können.

Aufstellung der Gerüste. Die Gerüste für das Baujahr 1889 wurden in der Nähe von Danzig abgebunden und auf Schiffen zum Bauplatze befördert. Der Rauminhalt der verwendeten Holztheile betrug für diese beiden ersten Gerüste der Oeffnungen 3 und 4 je etwa 1230 cbm und der zugehörige Bedarf an Eisenteilen je etwa 50 t. Der Inhalt des Gerüsts für die Oeffnung 1 betrug etwa 1500 cbm Holz und etwa 60 t Eisenteile. Für alle sechs Oeffnungen zusammen mußten etwa 7850 cbm Holz und etwa 320 t Eisenteile aufgestellt und verbunden werden, wozu im ganzen rd. 20800 Tagewerke erforderlich wurden, sodafs das Aufstellen eines cbm durchschnittlich $\frac{20800}{7850} = 2,55$ Tagewerke erforderte. Hierbei ist

das Abbinden bei Danzig nicht mit eingerechnet, während die beim Abbinden der Ersatz- und Ergänzungstheile auf dem Bauplatze aufgewandten Tagewerke in der Summe mitenthalten sind. Diese sowie überhaupt sämtliche Arbeiten auf dem Bauplatze liefs die Gesellschaft Harkort im Tagelohn ausführen.

Die Pfahljoche für die Oeffnungen 5 und 6 wurden während der Wintermonate vor dem Bausommer 1890 und 1891 hergestellt. Ein eigentliches Frühjahrshochwasser trat im Jahre 1890 nicht ein, und das Hochwasser des Jahres 1891 verursachte den fertigen Jochen der 6. Oeffnung keinen wesentlichen Schaden. Die bei den Strompfeilern und dem Landpfeiler I im Bereiche der Steinpackungen (vor Herstellung der letzteren) gerammten Pfahljoche mußten ein bis zwei Eisgänge über sich ergehen lassen. Die Joche wurden so tief verholmt, daß das Eis, ohne wesentlichen Schaden zu thun, darüber hinwegtreiben konnte. Im übrigen wurde in jedem Baujahre unmittelbar nach Ablauf des Frühjahrshochwassers mit der Aufstellung der betreffenden Gerüste begonnen. Nach erfolgter Ausrüstung des Ueberbaues einer jeden Oeffnung wurde sofort mit den Abbruchsarbeiten des Gerüsts begonnen und diese so betrieben, daß beispielsweise in den Stromöffnungen 2 und 1 die letzten Pfähle am 14. October 1890 bzw. am 3. November 1891 ausgezogen waren.

3. Aufstellung der eisernen Ueberbauten.

a) Heben und Verbringen der Eisenteile. In den beiden Jahren 1889 und 1890 waren, wie schon oben ausgeführt, die Lagerplätze für die Theile der eisernen Ueberbauten tief gelegen, und es mußten die zur Verwendung kommenden Theile zunächst auf die Höhe der Fahrbahn gehoben werden. Hierzu diente ein einfacher mit Dampf betriebener Drehkrahnen von 3500 kg Tragfähigkeit, der im Jahre 1889 (Bl. 37) in Fahrbahnhöhe auf einem besonderen Gerüste östlich von Pfeiler V aufgestellt war. Im Jahre 1890 wurde er in gleicher Weise bei Pfeiler VI angeordnet, sodafs die Eisenteile im allgemeinen wagerecht bis zum Orte ihrer Verbauung gefahren werden konnten. Dabei wurde ein 650 mm Spur haltendes, in der Brückenachse liegendes Gleis benutzt, das mit einem Halbmesser von 20 m

an die Krahn Bühne anschlofs. Vor erfolgter Fertigstellung der Fahrbahn des Ueberbaues lag dies Gleis unmittelbar auf der Abdeckung des Untergerüsts. Hierbei wurde der Höhenunterschied (etwa 1,7 m) durch eine vorläufige Rampe mit einer Stei-

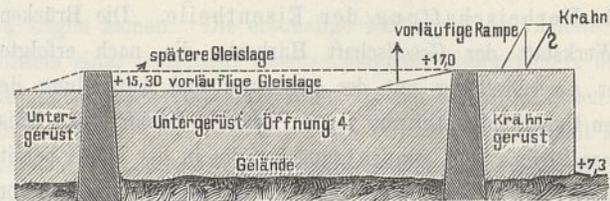


Abb. 43.

gung von 1:6 überwunden (Abb. 43). Zur Beförderung dienten leichte Plattform- und Drehschemelwagen, die im unbeladenen Zustande leicht seitlich aus dem Gleise heraus und wieder hinein gekippt werden konnten, sodafs der eingleisige Betrieb nie Schwierigkeiten verursachte. Gebremst wurden die Wagen auf der Rampe mit Hilfe eines Taues, das rückwärts geführt über ein am Krahn gerüst befestigtes Rundholz geschlungen war.

Um Unglücksfälle zu vermeiden, wurde mit der Aufstellung eines Ueberbaues möglichst erst begonnen, nachdem auch das betreffende Obergerüst in den Haupttheilen aufgestellt war. Nur in der Oeffnung 1, wo die Gerüstarbeiten wegen des lange andauernden höheren Wasserstandes — der ein sofortiges Einziehen der Spannstrangen in den Pfahljochen nicht gestattete — erst sehr spät beendet werden konnten, durfte mit dem Beginne der Aufstellungsarbeiten leider nicht so lange gewartet werden.

b) Aufstellen der Fahrbahn. Das Aufstellen der Fahrbahn begann damit, daß ein ganzer Randträgerzug in richtiger Lage zusammengebaut, verdornt und verschraubt wurde. Es folgte dann das Aufstellen der einzelnen Theile des zweiten Randträgerzuges in annähernd richtiger Höhe (aber etwas außerhalb ihrer endgültigen Lage). Darauf wurde die ganze Fahrbahn, planmäßig Feld für Feld, zusammengebaut und zwar beginnend an dem vom Krahn entferntesten Ende. Die schwersten und unhandlichsten Theile, die 9,9 m langen etwa 3,4 t schweren Querträger und die 7,0 m langen Randträger und Schwellenträger waren in der Fabrik bereits in sich vollständig vernietet, sodafs nur noch wenige kleinere Anschlußtheile anzubringen waren. Die einzelnen Theile wurden unter Zuhilfenahme gewöhnlicher Wagenwinden auf kleine Böcke und Keillager gesetzt, und sobald die vorgeschriebene Lage gewonnen war, mit den bereits richtig liegenden Nachbartheilen verdornt und verschraubt. Nach erfolgter Beseitigung der vorübergehenden Unterstützungen ruhte dann die ganze Fahrbahn auf den Schraubenwinden und Keillagern, die, wie oben beschrieben, in den Bindern des Gerüsts angebracht waren.

In dem Maße, wie die Aufstellung der Fahrbahn voranschritt, wurde das erwähnte Schmalspurgleis von der Bühne des Untergerüsts entfernt und auf die Fahrbahn gelegt; auf den 3 m langen Querschwellen dieses Gleises wurde ein 3 m breiter Laufsteg hergestellt. Schließlich wurde die Rampe beseitigt, das Ende der Fahrbahn eingebaut und die vollständige, annähernd wagerechte Gleisverbindung bis zum Krahn fortgesetzt. In gleicher Weise konnte alsdann die Fahrbahn der Nachbaröffnung und das auf ihr angeordnete Arbeitsgleis hergestellt werden.

Die Fahrbahnen der Oeffnungen 1 und 6 wurden ganz ähnlich hergestellt, nur fielen dabei die Hebungsarbeiten fort,

da wie schon erwähnt, die zugehörigen Lagerplätze und Zufuhrgleise sich in Fahrbahnhöhe befanden.

Nachdem die Fahrbahn gehörig ausgerichtet und ihre richtige Ueberhöhung durch Höhenmessen und Durchfluchten unter Benutzung entsprechender Visirtafeln festgestellt war, wurden die mit ihren 26 mm starken Anschlußblechen vorher auf dem Bauplatze vernieteten Trageisen aufgeschoben und mit den Querträgern verdornt und verschraubt. Gleichzeitig wurde mit den Nietarbeiten an der Fahrbahn vorgegangen. Indessen blieben vorläufig möglichst alle diejenigen Nietanschlüsse fort, die bei der späteren Ausrüstung infolge der Durchbiegung der ganzen Brücke Zwangsspannungen in die Schwellen- und Randträger hineingebracht haben würden. Es waren dies hauptsächlich die Niete zwischen den Schwellenträgern einerseits und den senkrechten Anschlußwinkeln an den Querträgern sowie den Continuitätsplatten und Querträgerobergurten andererseits, ferner die Hälfte der Stofsniete in der Blechwand und am Obergurte der Randträger. Alle diese Nietlöcher wurden erst nach erfolgter Ausrüstung der Oeffnung verdornt und aufgerieben, und alsdann die Niete geschlagen, während vorher nur einzelne dünne Schrauben den Zusammenhang sicherten, ohne geringe Bewegungen zu hindern. Einzelne Theile des unteren Windverbandes konnten sogar erst nach Beseitigung des Obergerüstes eingezogen werden, da dessen Pfosten zum Theil im Wege waren. Statt dessen zog man vorläufig Rundeseisen ein, die dann später mit den endgültigen Theilen ausgewechselt wurden.

c) Aufstellen der Hauptträger und des oberen Windverbandes. An die oberen inneren 26 mm starken Anschlußplatten der Trageisen wurden zuerst die Doppelknotenbleche der beiden Untergurte angeschlossen (Abb. 44). Dann erfolgte das Zusammenbauen der Untergurte von der Mitte des Ueberbaues aus nach beiden Seiten symmetrisch vorschreitend. Dabei konnten in den mittleren, tiefer gelegenen Untergurttheilen die einzelnen Arbeitsstücke unmittelbar von den Arbeitswagen auf die Untergurt-

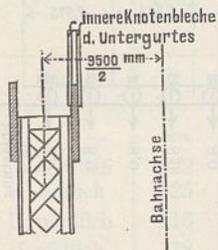


Abb. 44.

Bühne geschoben werden, während für die höher gelegenen Untergurttheile zu gleichem Zwecke der oben erwähnte, das ganze Gerüst bestreichende Laufkrahnen benutzt wurde. Zum Einbauen der einzelnen Stücke wurden meist Beckersche selbstsperrende Winden mit Drucklager*) von 2 t Tragfähigkeit benutzt, zu deren Bedienung ein Mann genügte, und die — an der Mittelgurtbühne aufgehängt — das Arbeitsstück in der Nähe seines Schwerpunktes faßten.

In den freien Feldern waren im allgemeinen die in Abbildung 45 skizzirten 9 Stück (rund 7 m langen) in sich fertig vernietet angelieferten Eisentheile

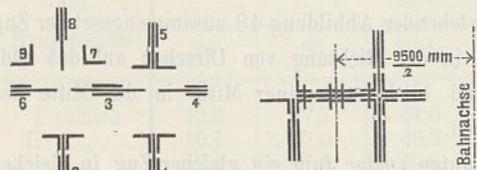


Abb. 45.

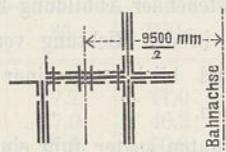


Abb. 46.

Die schwersten dieser Theile wogen bis nahe 1,3 t. Die Theile 6, 8 und 9 blieben vorläufig fort (Abb. 46). Sobald ein größeres zusammenhängendes Stück eines Untergurtes derart zu-

sammengebaut und — in jedem Gerüstbinder durch zwei Schraubenwinden unterstützt — im ganzen gehörig ausgerichtet war, wurden die inneren vier senkrechten Nietreihen (s. Abb. 46) in der ganzen Länge einschließlic der Stöße hergestellt, wobei von oben geschlagen und von unten mit Nietwinden gehalten wurde. Hierauf wurden die äußeren Doppelknotenbleche und alsdann die Theile 6, 8 und 9 eingesetzt, deren frühere Anbringung den Raum zum Schlagen der genannten inneren vier Nietreihen zu sehr beengt haben würde.

Die vollständige Herstellung der übrigen Nietungen machte alsdann keine Schwierigkeiten, da die Nietwinden für die wagerechten — namentlich in den Stößen zahlreichen — Nieten zwischen den senkrechten Stegen und für die senkrechten Niete auf den Gerüstbühnen angesetzt werden konnten.

Nachdem die Untergurte in der beschriebenen Weise eingebaut waren, erfolgte — je nach dem Stande der Eisenlieferungen — gleichzeitig oder in wechselnder Reihenfolge die Aufstellung der Endfelder der Hauptträger und das Einziehen der unteren Hälfte der mittleren Wandglieder. Die meisten Stücke wurden dabei, ähnlich wie vorher beschrieben, unter Zuhülfeaufnahme des Laufkrahnes vorerst auf der Arbeitsbühne des Untergurtes niedergelegt. Derselbe Laufkrahnen wurde dann auch zum Aufstellen dieser Stücke benutzt. Dabei mußte jedesmal zuerst die unbelastete Krahnkette von oben durch entsprechend hergestellte Oeffnungen in den Arbeitsbühnen des Ober- und Mittelgurtes herabgelassen und darauf in der Nähe des Schwerpunktes des zu hebenden Stückes angeschlagen werden. Beim Heben wurden die Enden des Stückes von Arbeitern in die Verbindungsstellen hineingeführt, daselbst mit Dornen und Schrauben befestigt, sowie an den freistehenden Enden vom Gerüste aus abgesteift.

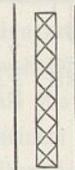


Abb. 47.

Die Wandgliederhälften, ebenso wie die Theile des Mittelgurtes, kamen im allgemeinen auf dem Bauplatz in je drei Stücken an, nämlich zwei Platten und einem fertigen Gitter (Abb. 47), da die an den Enden über das Gitter weit vorragenden Platten bei der Anfuhr beschädigt worden wären, wenn man sie bereits in der Werkstatt an die Gitter angenietet hätte.

Das Zusammennieten geschah daher zu geeigneter Zeit (zum Theil im Winter) auf dem Bauplatze. Die schwersten dieser zum Theil über 9 m langen Wandglieder wogen etwa 1,5 t.

Im weiteren Verlaufe der Aufstellung eines Hauptträgers folgten die Auflager mit den Endständern und Endquerverbindungen, darauf der Mittelgurt und die oberen Wandgliederhälften und endlich die Obergurte mit ihrem Windverbande. Die Auflager wurden vorerst mittels eiserner Keile auf die Auflagersteine gesetzt, alsdann die Endständern und Endquerverbindungen eingebaut und vom Gerüste aus abgestützt, worauf das Einbauen der andern Glieder des Endfeldes vor sich ging. Die schwersten der genannten Theile, die Lagerböcke für die längsbeweglichen Lager, wogen etwa 1,4 t. Beim Einbauen des Mittelgurtes wurden die einzelnen Stücke in der Regel, wie vor beschrieben, zuerst auf der Bühne des Mittelgurtes niedergelegt und darauf mit Beckerschen Winden gehoben. Die oberen Wandgliederhälften wurden vom oberen Laufkrahne bis über die Bühne des Obergurtes gehoben, durch entsprechend hergestellte Lücken in dieser Bühne herabgelassen und unmittelbar eingebaut, wobei die unteren Enden leicht verdornt und verschraubt, die oberen Enden vom Gerüste aus abgestützt wurden. Niet-

*) Vergl. Handbuch der Ingenieur-Wissenschaften, IV. Bd. 3. Abth. Cap. XIII, die Hebemaschinen S. 41.

arbeiten an den Wandgliederanschlüssen wurden sowohl im Obergurte als auch im Untergurte vor der Hand nicht ausgeführt.

Das Zusammenbauen, Unterstützen durch Schraubenwinden, Ausrichten, Aufreiben und Vernieten der Obergurte ging in ähnlicher Weise vor sich, wie es für die Untergurte beschrieben ist. Die einzelnen Stücke wurden hierbei im allgemeinen ohne vorheriges Ablegen auf dem Gerüste durch den oberen Laufkahn gehoben und unmittelbar eingebaut. Auch hier wurden die äußeren Knotenbleche und die oberen äußeren Stegtheile erst nach erfolgter Herstellung der mittleren vier senkrechten Nietreihen eingebaut. Nachdem die Obergurte vollständig zusammengebaut waren, wurde der obere Windverband eingesetzt und vernietet. Während der ganzen Dauer der beschriebenen Aufstellungsarbeiten wurde die gehörige Anspannung sämtlicher tragenden Schraubenwinden und die Richtigkeit der Ueberhöhung der Fahrbahn geprüft und geregelt.

d) Ausrüstung. Vor der Ausrüstung waren erst die Pendel der beweglichen Lager, der jeweiligen Wärme entsprechend — unter Berücksichtigung der späteren Durchbiegung der Brücke — durch geringe wagerechte Verschiebungen der unter den Pendeln befindlichen Lagerplatten richtig zu stellen, worauf sofort sämtliche Lagerplatten mit Cementmörtel — 1 Theil Sand auf 1 Theil Cement — untergossen wurden. Sodann wurden als letzte

Arbeit vor der Ausrüstung die Nietanschlüsse der Wandglieder vollendet. Dabei wurde mit dem Aufreiben der Löcher und dem Schlagen der Niete am Obergurte begonnen, alsdann dieselbe Arbeit am Mittelgurte fortgesetzt und schliesslich am Untergurte beendet. Während dieser Arbeit wurde durch besonders sorgfältiges Regeln der tragenden Schraubenwinden Gewähr für einen möglichst spannungsfreien Zusammenbau geboten.

Nach erfolgter Ausrüstung, meist auch erst nach erfolgtem Abbruche des größten Theiles des Obergerüstes, wurden die in der Fahrbahn zurückgebliebenen Nietungen ausgeführt und die unter *b* bezeichneten, vorläufig eingezogenen Theile des unteren Windverbandes durch die endgültigen Theile ersetzt. Die übrigen Arbeiten, Herstellung des Riffelblechbelages, der unteren und oberen Anstreicherwagen, der Schienenauszüge, Ausführung des Anstriches usw. bieten nichts besonders bemerkenswerthes.

e) Durchbiegung bei der Ausrüstung. Vor der Ausrüstung ist zum Vergleiche mit der Theorie die Durchbiegung der Hauptträger in den Knotenpunkten 31, 35 und 38 und den dazu symmetrisch liegenden Punkten nach dem bekannten Mohrschen Verfahren*) bestimmt worden. Die Ergebnisse dieser Rechnung sind in untenstehender Tabelle mit den bei der Ausrüstung der 4. Oeffnung durch unmittelbare Messung festgestellten Durchbiegungswerten verglichen.

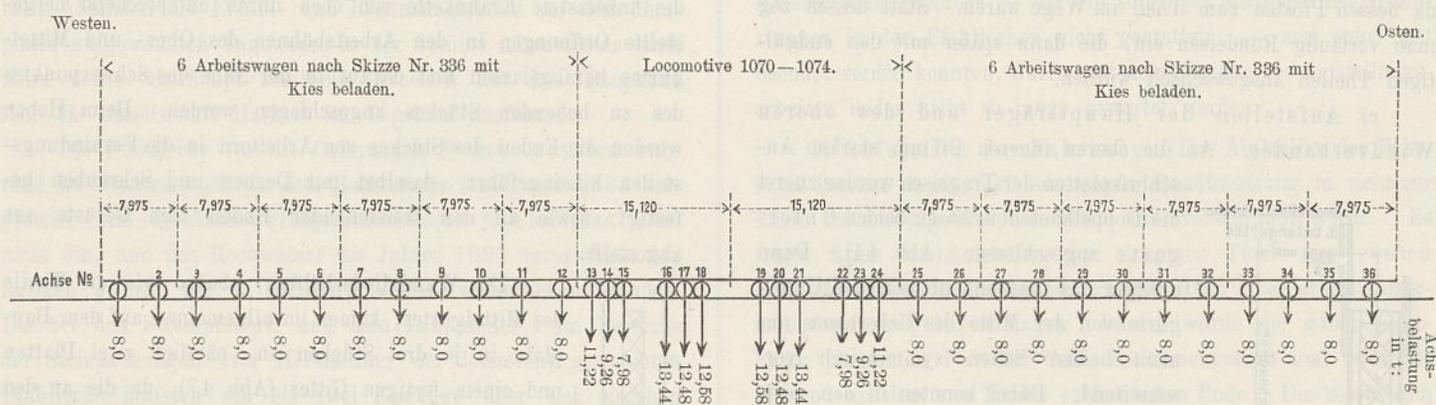


Abb. 48.

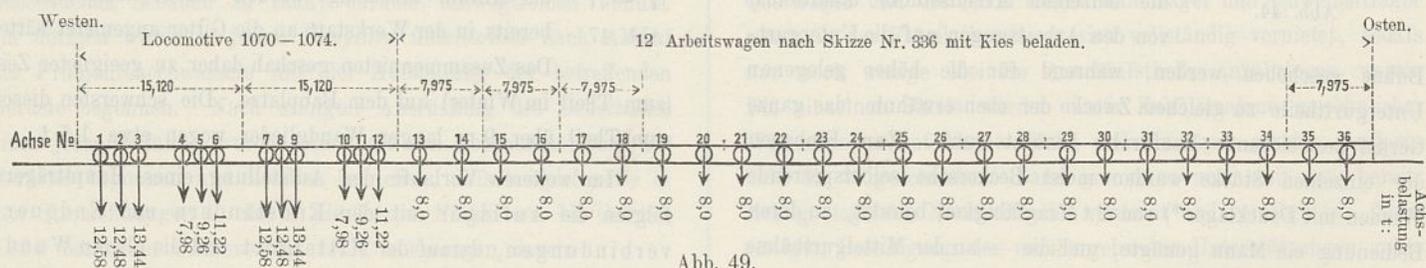


Abb. 49.

Bei Knotenpunkt Nr.	betrug die Durchbiegung mm	Bei Knotenpunkt Nr.	betrug die Durchbiegung mm	Die mittlere Durchbiegung der beiden symmetrisch liegenden Punkte betrug daher mm	Rechnungsmässige Durchbiegung
21	0	40	0	0	—
22	10	39	10	10	—
23	20	38	20	20	22
24	29	37	30	29,5	—
25	39	36	37	38	—
26	45	35	45	45	44
27	50	34	47	48,5	—
28	53	33	54	53,5	—
29	57	32	58	57,5	—
30	58	31	58	58	56

f) Probelastung. Die Probelastung fand am 19. und 20. October 1891 statt. Für jede Oeffnung wurden folgende Proben ausgeführt.

1. Ein nach vorstehender Abbildung 48 zusammengesetzter Zug fuhr langsam in der Richtung von Dirschau auf das südliche Gleis und blieb mit seiner Mitte in der Mitte der Oeffnung stehen.
2. Etwa fünf Minuten später fuhr ein gleicher Zug in gleicher Weise auf das nördliche Gleis und blieb alsdann mindestens 30 Minuten stehen, während auch der erste Zug seine Lage behielt.

*) Vergl. Mehrtens, Baumechanik S. 629. — Vergl. auch weiterhin die Brücke bei Marienburg, II. Abschn., unter C.

3. Beide Züge fahren gleichzeitig langsam zurück, bis die Brücke wieder leer war.
4. Zwei Züge nach Anordnung Abb. 49 fahren gleichzeitig langsam auf die Oeffnung, bis die zweite Achse der ersten Locomotive beider Züge über dem 5,0 m vom Auflager entfernten Querträger stand.
5. Nach 5 Minuten Haltens fahren alsdann beide Züge wieder zurück, bis die Oeffnung vollständig frei war.
6. Eine Personenzuglocomotive mit Tender fuhr von Pfeiler VII aus auf dem nördlichen Brückengleise mit thunlichst großer Geschwindigkeit über die ganze Brücke.

Zur Ermittlung der Veränderung in der Höhenlage der Hauptträgermitten waren an den Randträgern Latten angehängt, die am unteren Ende in anderen festen Latten schwalbenschwanzförmig geführt wurden.

In der Oeffnung 2, wo in dem freien Strome die Anbringung fester Latten ein Einrammen von Pfählen nöthig gemacht haben würde, wurden die Messungen 1—4 durch Messungen mit der Durchfluchtungs-Vorrichtung ersetzt.*) Die Ergebnisse der genannten Messungen sind in die nachfolgenden Zusammenstellungen Nr. 1 und 2 eingetragen.

1. Zusammenstellung
der Durchbiegung der Hauptträger in ihrer Mitte.

Bezeichnung des Hauptträgers	Gesamte Senkung	Durchbiegung infolge der Belastung durch 1 Zug (vor Probe 2)	Durchbiegung infolge der Belastung durch 2 Züge (vor Probe 3)	Bleibende Durchbiegung		Elastische Durchbiegung infolge der Belastung durch 2 Züge, Spalte 4 weniger Spalte 5.
				in mm	in Hundertsteln der gesamten Senkung	
Spalte 1	2	3	4	5	6	7
	mm	mm	mm	mm		mm
I nördlich	122	12,5	42,0	4,0	3,3	38,0
I südlich	125	28,0	42,5	3,0	2,4	39,5
II nördlich	116	nicht abgelesen	40,9	1,6	1,4	39,3
II südlich	118	26,8	41,2	2,0	1,7	39,2
III nördlich	126	13,0	41,0	2,3	1,8	38,7
III südlich	128	27,5	42,0	2,5	2,0	39,5
IV nördlich	125	13,0	41,0	2,5	2,0	38,5
IV südlich	123	27,0	41,5	2,5	2,0	39,0
V nördlich	114	12,0	40,0	1,0	0,9	39,0
V südlich	113	26,0	40,0	1,5	1,3	38,5
VI nördlich	123	12,5	41,0	2,0	1,6	39,0
VI südlich	123	27,0	41,3	2,5	2,0	38,8

2. Zusammenstellung
der Durchbiegung verschiedener Knotenpunkte infolge der Vollbelastung.

Bezeichnung des Hauptträgers	Durchbiegung des Knotenpunktes Nr.				
	38	35	Mitte	26	23
I südlich	12,2	27,7	41,0	29,8	11,9
II "	10,7	27,0	40,2	25,8	9,7
III "	12,6	27,9	39,8	27,9	11,6
IV nördlich	12,9	29,1	38,6	28,1	11,2
V südlich	12,1	27,9	39,6	25,1	10,1
VI "	11,8	26,9	37,9	25,6	10,9
Berechnete Durchbiegung (für alle Träger)	16,4	32,0	40,1	32,0	16,4

*) Vergl. Zeitschrift für Bauwesen Jahrg. 1892, S. 114.

Die Ablesungen unter 2 sind überall etwas kleiner, weil sie stets im Mittel 15 Minuten früher vorgenommen wurden, als die Ablesungen unter 1, während welcher Zeit der Ueberbau noch ein wenig nachsank.

Die Abweichung der gemessenen von den berechneten Werthen ist namentlich bei den Punkten 23/38 und 26/35 ziemlich groß. Sie dürfte sich durch die in der Rechnung nicht berücksichtigte, eine Entlastung der Wandglieder herbeiführende Wirkung des Mittelgurtes erklären lassen. In einzelnen Zugbändern wurden die Spannungen mittels Fränkelscher Dehnungszeichner bestimmt. Hierzu diente besonders die Probe 4, wobei die Spannung des Zuggliedes des ersten Hauptträgerfeldes gemessen wurde. Die Messungen ergaben nicht unerhebliche Abweichungen von den rechnerisch ermittelten Spannungen, wofür der Grund größtentheils in der Unvollkommenheit der zur Verfügung stehenden Messvorrichtung zu suchen sein dürfte. Bei der Probe 6 wurden die Seitenschwankungen in der Mitte der 1. Oeffnung, wo noch das Untergerüst Gelegenheit dazu bot, mit dem Fränkelschen Durchbiegungszeichner gemessen. Der Versuch zeigte, was auch das Gefühl erkennen liefs, dafs die durch die Schnellfahrt einer einzelnen Personenzuglocomotive mit Tender verursachten Seitenschwankungen äußerst gering waren, während bekanntermafsen gerade derartige Schnellfahrten geeignet sind, stärkere Seitenschwankungen hervorzurufen, als Schnellfahrten ganzer Züge. Die größten Seitenschwankungen betragen 1,5 mm bei rund 60 km Geschwindigkeit in der Stunde der vorüberfahrenden Locomotive.

Das Ergebnifs der Probelastung läfst sich wie folgt zusammenfassen. Das Mafs der bleibenden Durchbiegung hat nirgends auch nur annähernd das höchste zulässige Mafs erreicht. Eine Formänderung einzelner Constructionstheile, Verbiegen der senkrechten Hilfsständer der Endfelder, Trennung an den Verbindungsstellen, Ausweichen der gedrückten Theile konnte nirgends wahrgenommen werden. Eine weitere bleibende Durchbiegung als die kurz nach erfolgter Vollbelastung gemessene war in keinem Knotenpunkte festzustellen. Die gemessene elastische Durchbiegung hat in keinem Knotenpunkte die rechnerisch bestimmte überstiegen. Diese Ergebnisse dürfen daher als ein Zeugnifs dafür angesehen werden, dafs die Arbeiten zur Herstellung der eisernen Ueberbauten der neuen Brücke über die Weichsel in guter und sachgemäfsere Weise ausgeführt worden sind.

E. Kostenangaben.

Die Gesamtkosten des Baues der Dirschauer Brücke sind auf 10700000 *M* veranschlagt, wovon 5800000 *M* auf die eigentliche Brücke und 2100000 *M* auf die Strom- und Uferbauten in der Weichsel ober- und unterhalb der Brücke entfallen, während der Rest hauptsächlich für den Umbau der Bahnhofs- und Strafsenanlage erforderlich war. Bei der Ausführung ist bei den Brücken- und Strombauten eine erhebliche Ersparnifs erzielt worden.

Nachstehend sind die bei der Gründung und Aufmauerung der Pfeiler, der Abschlussmauern und Portale auf den Landpfeilern zur Ausführung gekommenen Massen und die für die Lieferungen und Arbeitsleistungen gezahlten bzw. erzielten Einheitspreise zusammengestellt.

Stückzahl	Gegenstand	Mafseinheit	Niedrigster Preis <i>M</i>	Höchster Preis <i>M</i>	Durchschnittspreis <i>M</i>
A. Material.					
7 759 000	Stück Hintermauerungsziegel frei Bauplatz zu liefern	1000 St.	28,70	36,00	32,01
1 023	cbm gelöschten Kalk wie vor	cbm	6,16	7,17	6,60
21 260	Tonnen Cement zu 170 kg netto wie vor	Tonnen	6,61	7,95	7,31
6 322	cbm gesiebten Mauersand wie vor	cbm	1,45	3,50	2,13
6 310	cbm Granit-Steinschlag zum Beton wie vor	cbm	11,50	13,50	12,40
170 000	Stück Verblend - Klinker wie vor	1000 St.	—	—	63,50
	Verblendsteine aus den Siegersdorfer Werken und zwar:				
142 800	Stück $\frac{1}{4}$ Steine	1000 St.	—	—	49,30
152 100	Stück $\frac{1}{2}$ „	1000 St.	—	—	73,90
15 100	Stück $\frac{3}{4}$ „	1000 St.	—	—	119,80
3 400	cbm schwedische Granit-Quader ausschließl. derjenigen für die Portalbauten wie vor	cbm	97,90	148,00	113,50
340	cbm schwedische Granit-Quader für die Portalbauten wie vor	cbm	195,00	295,00	197,15
1 337	cbm Kantenhölzer zu den Pfahlwänden für die Landpfeiler und die Strompfeiler II und III wie vor	cbm	38,75	50,00	43,50
284	Stück Grundpfähle 13 m lang, 33 cm stark wie vor	Stück	26,40	32,00	29,20
11 550	cbm Feldsteine zu den Steinpackungen wie vor	cbm	8,48	14,00	11,07

Stückzahl	Gegenstand	Mafseinheit	Einheitspreis <i>M</i>
B. Arbeiten.			
1 360	cbm Boden aus den Baugruben der Vorlandpfeiler IV, V und VI über Wasser auszuheben	cbm	0,50
6	Stück eiserne Brunnenschlinge von 10,30 m äußerem Durchmesser frei Verwendungsstelle zu liefern und zu verlegen	Stück	768,60
1 355	cbm Mauerwerk der Senkbrunnen herzustellen einschließl. Vorhalten der Gerüste, Bereitung des Mörtels und Herstellung des äußeren Cementputzes	cbm	5,16
1 570	cbm Boden behufs Absenken der Brunnen des Pfeilers IV mit indischen Schaufeln auszubaggern und zu verkarren, ausschließl. Vorhalten der Gerüste und Geräte	cbm	1,90
418	m Pfahlwände der Land- und Strompfeiler, 0,26 m stark, 5,0 m tief einzurammen, ausschließlich Vor- und Unterhaltung der Rüstungen, Maschinen und Geräte	m	22,15
284	Stück Grundpfähle der Strompfeiler II u. III, 0,33 m stark, 5,0 m tief einzurammen, sonst wie vor	Stück	5,00
2 303	cbm Beton des Landpfeilers I anzufertigen, auf etwa 90 m mittlere Entfernung zu befördern und mittels Trichters zu versenken, ausschließl. Beschaffung und Unterhaltung der Maschinen, Geräte und der Förderbahn	cbm	1,90
874	cbm Beton des Strompfeilers II, bei 300 m mittlerer Förderweite, sonst wie vor	cbm	2,16
2 204	cbm Beton des Landpfeilers VII, bei 475 m mittlerer Förderweite, sonst wie vor	cbm	2,64
874	cbm Beton des Strompfeilers III, bei 160 m mittlerer Förderweite, einschließl. Vor- und Unterhaltung der Förderbahn und der Förderwagen, sonst wie vor	cbm	3,14

Bem. Die Herstellung und Versenkung des Betons für den Strompfeiler III einschließl. Vor- und Unterhaltung der Förderbahn und der Förderwagen, jedoch ausschließl. des Mischens des Mörtels und ausschließl. Gestellung der Zimmerleute zur Hilfeleistung beim Absteifen und Kürzen des Betontrichters war einem Unternehmer zum Preise von 2,50 *M* für das cbm übertragen.

Stückzahl	Gegenstand	Mafseinheit	Einheitspreis <i>M</i>
9 325	cbm aufgehendes Ziegelmauerwerk der Landpfeiler I und VII herzustellen, einschließl. der Gerüste und Geräte, ausschließl. der Mörtelbereitung	cbm	4,95
731	cbm aufgehendes Ziegelmauerwerk der Wachthäuser und Vertheidigungsmauer wie vor	cbm	5,50
149	cbm Gurtbogen- und Gewölbmauerwerk der Landpfeiler I und VII aus Ziegelsteinen wie vor	cbm	8,80
10 89	cbm Granit-Quadermauerwerk der Verblendung der Stützpfiler, Gliederung der Landpfeiler I und VII einschließl. der Auflagersteine wie vor	cbm	16,50
19	cbm Granit-Quadermauerwerk der Bekrönungen der Wachthäuser wie vor	cbm	22,00
42	cbm Granit-Quadermauerwerk der Strebebögen (Zulage)		
	Pfeiler I 12 cbm	cbm	3,30
	" VII 30 "	cbm	4,40
944	cbm Ausmauerung der Brunnen der Pfeiler IV, V und VI aus Ziegelsteinen wie vor	cbm	4,40
23	cbm Gewölbmauerwerk aus Ziegeln zur Verbindung der Brunnen, Pfeiler IV, V u. VI ausschließl. Wasserhaltung wie vor	cbm	9,90
3 649	cbm aufgehendes Ziegelmauerwerk der Pfeiler IV, V und VI wie vor	cbm	4,95
1 097	cbm Granit-Quadermauerwerk der Verblendung, der Abdeckung und der Stützpfiler einschließl. der Auflagersteine, der Pfeiler IV, V und VI wie vor	cbm	16,50
39	cbm Ziegelmauerwerk der Strebebögen, Pfeiler IV, V und VI, Zulage wie vor	cbm	3,85
32	cbm Granit-Quadermauerwerk der Strebebögen, Pfeiler IV, V u. VI, Zulage wie vor	cbm	5,50
412	cbm Ziegelhintermauerung des Sockels der Strompfeiler II und III, wie vor	cbm	4,95
1 781	cbm aufgehendes Ziegelmauerwerk als Hintermauerung der Quaderverblendung der Strompfeiler II und III wie vor	cbm	6,05
26	cbm Ziegelmauerwerk der Strebebögen der Pfeiler II und III, Zulage wie vor	cbm	8,80
1 223	cbm Granit-Quadermauerwerk der Verblendung, der Abdeckungen und der Stützpfiler einschließl. der Auflagersteine der Pfeiler II und III wie vor	cbm	18,70
21	cbm Granit-Quadermauerwerk der Strebebögen, Pfeiler II und III, Zulage, wie vor	cbm	5,50
3 212	qm äußerlich sichtbar bleibende Flächen des Ziegelmauerwerks der Pfeiler I bis VII mit klinkerartigen Ziegeln zu verblenden wie vor	qm	1,10
3 212	qm desgleichen zu fugen wie vor	qm	1,10
528	qm innere sichtbar bleibende Flächen der Wachthäuser usw. zu fugen wie vor	qm	0,55
11 550	cbm große Feldsteine zu den Steinpackungen, um die Pfeiler I bis VII auf Prähme bzw. Schmalspurwagen oder Steinkarren zu verladen, nach den Verwendungsstellen zu schaffen und dort zu versenken bzw. zu verpacken	cbm	1,20
1 595	qm Oberfläche der Steinpackungen der Land- und Vorlandpfeiler zu regeln und mit einem Pflaster aus Sprengsteinen auf Ziegelschlag-Unterbettung zu versehen, ausschließl. Herstellung des Kleinschlages	qm	1,80
Portale.			
35	cbm geschliffene Sandsteinquader zu den Adlerschildern, zur Hälfte gelb, zur Hälfte weiß, frei Bahnwagen Bunzlau zu liefern	cbm	115
4	Stück heraldische, zwei Reichs- und zwei preussische Adler aus gebranntem Thon, in den heraldischen Farben emallirt, zum Einlassen in Sandsteinschilder von 5,26 m Höhe und 2,675 m Breite hergerichtet, einschließl. der Modellkosten, frei Bahnhof Dirschau zu liefern	Stück	2800

Stückzahl	Gegenstand	Mafseinheit	Einheitspreis M
4	Stück Mafswerke der Vierpafsenster von 3,15 m Durchmesser mit Mittelrosette aus hellröthlichem Harzer Granit frei Bahnwagen Berlin zu liefern	Stück	1850
12	Stück Rosetten aus röthlichem Harzer Granit nach drei verschiedenen vorhandenen Modellen herzustellen und frei Bahnwagen Berlin zu liefern	Stück	300
1864	cbm Ziegelmauerwerk herzustellen, ausschließl. Mörtelbereitung und ausschl. Beschaffung u. Unterhaltung der Hauptgerüste, jedoch einschließl. der Nebenrüstungen	cbm	7,49
182	cbm Gewölbemauerwerk aus Ziegelsteinen, Zulage, sonst wie vor	cbm	5,35
241	cbm Werksteine zu versetzen wie vor	cbm	21,40
1359	qm äußerlich sichtbar bleibende Flächen mit 1/4 und 1/2 Steinen zu verblenden wie vor	qm	2,14
1359	qm desgleichen zu fugen wie vor	qm	1,07
303	qm bunte Friesflächen herzustellen wie vor	qm	6,42
1516	qm inneren Fugenverstrich wie vor	qm	0,54
4	Stück Mafswerke der Vierpafsenster einzusetzen, als Zulage zum Ziegelmauerwerk, wie vor	Stück	80,25
4	Stück desgleichen der Dreipafsenster wie vor	„	64,20
12	Stück Rosetten einzusetzen wie vor	„	2,14
2	Hauptgerüste der Portale herzustellen und vorzuhalten	„	5500

Die Lieferung und Aufstellung der eisernen Ueberbauten einschl. Vor- und Unterhaltens der Gerüste und Geräte war der Actien-Gesellschaft für Eisenindustrie und Brückenbau vorm. J. C. Harkort in Duisburg zu nachstehenden Preisen übertragen.

Nr.	Stückzahl	Gegenstand	Preis für die Einheit M	Gesamtbetrag M
1	6173,982	A. Eiserner Ueberbauten. t Schweifeseisen-Theile zu sechs Ueberbauten von je 129 m Stützweite bedingungsgemäß zu beschaffen, zu verarbeiten, nach der Baustelle zu Dirschau zu verbringen, dort planmäßig aufzustellen und zweimal nach Vorschrift mit Bleimennige-Oelfarbe anzustreichen	307	1895 412,47
2	298,459	t Flußeisen-Theile, im Martinofen erzeugt, desgl. wie vor	325	96 999,18
3	80,082	t Martin-Formstahl-Theile der Lager desgl. wie vor	760	60 862,32
4	37,995	t Tiegel-Gußstahl-Theile der Lager desgl. wie vor	760	28 876,20
5	1,792	t Bleiplatten zum Unterlegen beim Aufstellen der Lager nach Vorschrift anzuliefern u. zu verlegen	480	860,16
6	482,616	t für 1 Riffelblechbelag einschl. der Befestigungstheile anzuliefern und zu verlegen	320	154 437,12
		Gesamt-Summe zu A.		2237 447,45
7	2	B. Geräte und Gerüste. Stück Untergerüste im Verbandschnittl. je 740 cbm Holz, 2700 qm Bohlenbelag u. 12200 kg Eisen enthaltend, mit einer Einrichtung für die Hebung und Regelung der Knotenpunkte vorzuhalten und nach Vorschrift aufzustellen, sowie auch die zu jedem Gerüst erforderlichen Gleise und Kräne vorzuhalten, einschl. aller Nebenarbeiten und aller Unterhaltungs- u. Wiederherstellungs-Arbeiten an Gerüsten, Maschinen und Geräten	64 050	128 100,00
		Seitenbetrag		128 100,00

Nr.	Stückzahl	Gegenstand	Preis für die Einheit M	Gesamtbetrag M
		Uebertrag		128 100,00
8	2	Stück Obergerüste je 624 cbm Holz, 3800 qm Bohlenbelag und 7800 kg Eisen enthaltend vorzuhalten und nach Vorschrift aufzustellen, sowie auch die erforderlichen Gleise mit fahrbaren Laufkränen vorzuhalten, einschl. aller Neben- u. Unterhaltungsarbeiten wie vor	38 600	77 200,00
9	2	mal ein Untergerüst (oder 1 mal jedes der beiden Untergerüste) mit allem Zubehör von einer Brückenöffnung in eine andere, auf dem Vorlande zu versetzen, einschl. aller Abbruchs-, Ergänzungs-, Wiederherstellungs- und Nebenarbeiten, sowie auch der Unterhaltungsarbeiten wie vor	12 850	25 700,00
10	1	mal ein Untergerüst mit allem Zubehör in die zweite Stromöffnung zu versetzen einschl. der Mehrlieferung an Hölzern, wie dieselbe durch die größere Höhe des Untergerüsts nach Maßgabe des Stromquerschnitts und der Holzberechnung bedingt wird, wie vor	22 900	22 900,00
11	1	mal ein Untergerüst in die erste Stromöffnung zu versetzen, einschließl. der Mehrlieferung an Hölzern, wie sie nach Maßgabe des Stromquerschnitts und der Holzberechnung bedingt wird, und einschl. der Anlage einer Durchfahrts-Oeffnung wie vor	27 500	27 500,00
12	4	mal ein Obergerüst mit allem Zubehör zu versetzen einschl. aller Abbruchs-, Ergänzungs-, Wiederaufstellungs- u. Nebenarbeiten wie vor	6 340	25 360,00
13	11,317	t Schweifeseisen-Theile und Gußeisen-Theile zu 6 fahrbaren Anstreicherbühnen wie unter Nr. 1 zu beschaffen, zu verarbeiten, aufzustellen und zweimal nach Vorschrift mit Bleimennige anzustreichen	500	5 658,50
14	0,042	t Rothgußtheile desgl. wie unter Nr. 12	3 000	126,00
15	7,537	Laufschienen für die Anstreicherbühnen desgl. wie unter Nr. 12	300	2 261,10
		Gesamt-Summe zu B. hierzu A.		314 805,60 2 237 447,45
				2552 253,05

Das wirkliche Gesamtgewicht der eisernen Ueberbauten, ausschl. der Besichtigungswagen, hat rund 7000 t betragen; die Kosten dafür beliefen sich auf 2544 000 M. Danach stellte sich der durchschnittliche Preis für 1 Tonne Eisen einschl. aller Gerüste, Geräte und Nebenarbeiten auf 364 M. Auf 1 m Stützweite waren die Kosten = rund 3300 M.

Das Gewicht des Ueberbaues einer Oeffnung ohne den Oberbau setzte sich zusammen wie folgt:

Hauptträger	797 t
Fahrbahn mit Riffelblechbelag ausschließl. Schienen und Schwellen	289 t
Windverbände	56 t
Lager	20 t
zusammen	1162 t

oder 9 t auf 1 m Stützweite.

(Schluß folgt.)

Die elastische Linie des Balkens.

Vom Baurath Adolf Francke.

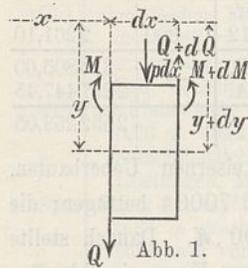
(Alle Rechte vorbehalten.)

In nachfolgender Darstellung möge ein Balken betrachtet werden, welcher von festen oder elastischen Einzelstützen getragen wird. Der allgemein mit F bezeichnete Querschnitt des Balkens werde als symmetrisch zu der durch den Schwerpunkt des Querschnitts gezogenen Lothrechten vorausgesetzt. Das Trägheitsmoment des Querschnittes in Bezug auf die durch den Schwerpunkt gezogene Wagerechte werde allgemein mit J und mit E das Elasticitätsmafs des Balkenmaterials bezeichnet. Dieser Balken möge belastet werden durch Einzellasten P , sowie durch Streckenlasten p, q auf die Längeneinheit. So lange diese Streckenlasten p, q , wie wir zunächst lediglich der einfacheren Darstellung wegen voraussetzen wollen, ganze algebraische Functionen der Länge x vorstellen, ist auch die Gleichung der elastischen Durchbiegung y dargestellt als eine ganze geschlossene Function der Längen x , also in der allgemeinen Form:

$$I) \quad y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3 + \dots a_n x^n.$$

Hierin bedeutet:

- $a_0 = y_0$ die Einsenkungstiefe,
- $a_1 = \frac{dy_0}{dx_0} = \varphi_0$ die Neigungstangente,
- $-2 a_2 EJ = -\frac{EJ d^2 y_0}{dx_0^2} = M_0$ das Biegemoment,
- $6 a_3 EJ = \frac{EJ d^3 y_0}{dx_0^3} = Q_0$ die innere Querkraft,
- $24 a_4 EJ = \frac{EJ d^4 y_0}{dx_0^4} = p_0$ die Streckenbelastung,
- $120 a_5 EJ = \frac{EJ d^5 y_0}{dx_0^5} = \frac{dp_0}{dx_0}$ die Aenderungsgröfse der Streckenbelastung p , also die Neigungstangente der die Streckenlast p darstellenden Curve,
- $720 a_6 EJ = \frac{EJ d^6 y_0}{dx_0^6} = p_0^{II}$ die zweite Abgeleitete der Streckenbelastung für die Stelle $x = 0$.



Hierbei setzen wir bezüglich des Vorzeichens des Momentes M , der Querkraft Q und der Belastung p die in Abb. 1 gegebene Darstellung fest.

Schreibt man die Gleichung I in der allgemein und bedingungslos gleichwerthigen, von der Schreibweise der Gleichung I lediglich durch anderweite Gruppierung der Unbestimmten unterschiedenen Form:

$$Ia) \quad y = b_0 + b_1 (x - l) + b_2 (x - l)^2 + \dots b_n (x - l)^n,$$

so bedeuten die Unbestimmten b dieser Gleichung die entsprechenden Werthe der Einsenkung, der Neigungstangente usw. für die Stelle $x = l$. Zugleich ist hierbei der an sich selbstverständliche Satz augenscheinlich, daß nämlich die Gleichung für y eindeutig gegeben ist, sobald als für irgend eine Stelle die sämtlichen Werthe der elastischen Verhältnisse, $a_0 \dots a_n$ oder $b_0 \dots b_n$, gegeben sind.

Überall dort nun, wo Unstetigkeiten auftreten, also insbesondere dort, wo entweder eine neue Einzellast P oder ein Stützendruck A auftritt, oder wo ein neues äußeres Drehmoment

angreift, sowie auch dort, wo das Trägheitsmoment J eine un stetige Aenderung erfährt, oder wo die Streckenbelastung p oder deren Abgeleitete sich un stetig ändern, erleidet auch die Gleichung der elastischen Biegelinie des Balkens eine un stetige Aenderung, und der durch un stetige äußere Kräfte beanspruchte Balken ist daher bezüglich der Gültigkeit der einzelnen analytischen Formeln der elastischen Verhältnisse in einzelne Strecken getheilt, deren Begrenzungen eben durch den Ort der Stetigkeitsunterbrechungen bestimmt sind.

Das allgemein übliche Verfahren, nämlich die analytischen Gleichungen der elastischen Verbiegungen und der zugehörigen inneren elastischen Kräfte für die einzelnen Strecken aus den für je die einzelnen Strecken gültigen Differentialgleichungen heraus je für sich abzuleiten und alsdann die jeweilig vorliegende Aufgabe durch nachträgliche Bestimmung der Integrationsfestwerthe der Grenzen der einzelnen Strecken festzusetzen, führt meist zu sehr weitläufigen Rechnungen, so zwar, daß in vielen Fällen die praktische Ausführbarkeit an der Schwierigkeit der Durchführung einer durchsichtigen und übersichtlichen Rechnung scheitert. Zum Zwecke der Erzielung einfacher und namentlich übersichtlicher Rechnungsformen empfiehlt sich das entgegengesetzte Verfahren, nämlich die nachträgliche Bestimmung von Integrationsfestwerthen an den Grenzen der einzelnen Strecken so weit irgend thunlich zu vermeiden, also die Nothwendigkeit der Bestimmung solcher Festwerthe durch vorherige Wahl einer zweckmäßigen Form der analytischen Gleichungen nach Möglichkeit auszuschließen. Dieses ist dadurch erreichbar, daß die Abhängigkeit, in welcher je zwei analytische Formeln der elastischen Verhältnisse zweier Nachbarstrecken stehen, von vorn herein in der Form der analytischen Formeln zum Ausdruck gebracht wird, und der Balken mit seinen sämtlichen Belastungen und inneren Kräften als etwas gegebenes Einheitliches aufgefaßt wird, so zwar, daß dieser ursprünglichen einheitlichen Auffassung des tragenden Balkens auch unvermittelt eine ursprüngliche einheitliche analytische Auffassung und Darstellung der gesamten Verhältnisse entspricht.

Allgemeine Darstellung der einheitlichen analytischen Auffassung.

Werden die einzelnen Strecken, welche also durch irgendwelche Stetigkeitsunterbrechungen abgegrenzt und geschieden sind, durch die Zeichen I, II, III gekennzeichnet, wird die die elastische Durchbiegung darstellende, an den Unstetigkeitspunkten sprungweise sich ändernde Function y dementsprechend für die einzelnen Strecken mit $y = y_I, y_{II}, y_{III}$ dargestellt, so sind, wie bekannt, je zwei Gleichungen zweier nachbarlichen Strecken, z. B. also die Gleichungen: $y = y_I, y = y_{II}$ dem Zwange unterworfen, daß sie im gemeinsamen Grenzpunkte ihrer Gültigkeit widerspruchsfrei sein müssen. Nach dem bisher üblichen allgemeinen Verfahren wird die Erfüllung dieses Zwanges erreicht durch Aufstellung der besonderen bezüglichlichen Bedingungengleichungen.

Nach der hier zur Erörterung und Darstellung kommenden einfacheren Rechnungsform wird die Erfüllung dieses Zwanges erreicht von vornherein durch einfache allgemeine Festsetzung

des Gleichungsunterschiedes: $\Delta y = y_{II} - y_I$, welcher der Unstetigkeit des Grenzpunktes entspricht, und die Gesamtheit aller einzelnen Gleichungen y wird dementsprechend einheitlich als eine bestimmte Gleichungsfolge aufgefasst, so zwar, dass der auf einer bestimmten, vor dem Unstetigkeitspunkte belegenen Strecke gültigen Gleichung y stets lediglich ein bestimmtes Gleichungsglied Δy hinzuzusetzen ist, um die für die nächste, dem Unstetigkeitspunkte folgende Strecke gültige Gleichung zu erhalten. Ueberschaut man alsdann den Balken mit seinen Kräften von einem Ende bis zum andern, so entspricht jeder Unstetigkeit in dieser bildlichen Anschauung auch in der analytischen Anschauung je ein bestimmter, unvermittelt niederzuschreibender, unstetiger Sprung der analytischen Gleichung der elastischen Verhältnisse.

Weil dieses Rechnungsverfahren den hohen Vortheil bietet, dass nie mehr unbekannte, behufs Lösung der Aufgabe rechnerisch zu bestimmende Größen in die Erscheinung treten, als unvermeidlich ist, so führt dasselbe zur höchstmöglichen Einfachheit der Rechnungsgestaltung. Weil aber hierbei jeder Unstetigkeit, also z. B. jeder äusseren Einzelkraft, eindeutig ein bestimmtes, für sich augenscheinlich gehaltenes, analytisches Gleichungsglied entspricht, so bewahrt diese Rechnungsform die höchstmögliche Durchsichtigkeit und rechnerische Beweglichkeit.

Wir erörtern das Wesen dieser einheitlichen Rechnungsform zunächst noch etwas näher bei der Betrachtung des Balkens mit unveränderlichem Trägheitsmoment.

Der Balken mit unveränderlichem Trägheitsmoment.

Ist J unverändert, so gilt die bekannte Grundgleichung: $EJ \frac{d^4 y}{dx^4} = p$, und es erleiden die Unbestimmten der nach Gleichung I oder Ia die elastische Durchbiegung y darstellenden Gleichung nur dann eine Aenderung, wenn irgendwelche äussere Unstetigkeit in irgendwelchem Punkte $x=l$ auftritt. Werden die Abscissen x in stets bestimmter Richtung, also z. B. von links nach rechts positiv gerechnet, werden sämtliche Gleichungen y auf einen gemeinsamen Ursprung bezogen, tritt im Punkte $x=l$ eine Stetigkeitsunterbrechung ein, so steht die analytische Gleichung der elastischen Verhältnisse der vor dem Punkte $x=l$ liegenden Strecke $y = y_I$ zu der für die nachfolgende Strecke gültigen Gleichung: $y = y_{II}$ stets in einem einfachen, sofort und unvermittelt darstellbaren Zusammenhange.

Ist die Stetigkeitsunterbrechung bewirkt durch eine von oben nach unten wirkende Einzellast P , so ist der Gleichung $y = y_I$ noch das Glied $\Delta y = + \frac{P(x-l)^3}{6EJ}$ auf der rechten Seite hinzuzufügen, um in: $y = y_{II} = y_I + \frac{P(x-l)^3}{6EJ}$ die auf den nämlichen Coordinatenursprung bezogene Gleichung für die nachfolgende Strecke zu erhalten.

Die Richtigkeit dieser Rechnungsregel ist augenscheinlich, wenn die Gleichungen y_I, y_{II} in den Formen:

$$y = y_I = b_0 + b_1(x-l) + b_2(x-l)^2 + b_3(x-l)^3 + \dots + b_n(x-l)^n$$

$$y = y_{II} = c_0 + c_1(x-l) + c_2(x-l)^2 + c_3(x-l)^3 + \dots + c_n(x-l)^n$$

angeschaut werden. Durch Abziehen folgt:

$$\Delta y = y_{II} - y_I = (c_0 - b_0) + (c_1 - b_1)(x-l) + (c_2 - b_2)(x-l)^2 + (c_3 - b_3)(x-l)^3 + \dots + (c_n - b_n)(x-l)^n.$$

Weil eben die Gleichungen dem Zwange unterworfen sind, dass sie im Punkte $x=l$, bezüglich der Höhenlage, der Neigung, des Momentes, der Belastungsverhältnisse p widerspruchsfrei gleiche Werthe liefern müssen, so findet statt:

$$0 = c_0 - b_0, \quad 0 = c_1 - b_1, \quad 0 = c_2 - b_2, \quad 0 = c_n - b_n.$$

Weil aber nach der Voraussetzung im Punkte $x=l$ die Querkraft Q einen unstetigen Sprung um das Maf $+P$ macht, so ist:

$$c_3 - b_3 = + \frac{P}{6EJ}.$$

Tritt eine von unten nach oben wirkende Einzelkraft, also etwa ein Stützendruck A auf, so ist, weil eben lediglich die Querkraft unstetig springt um das Maf $-A$, während die sämtlichen übrigen Verhältnisse unverändert bleiben, der Gleichung:

$$y = y_I \text{ das Glied: } \Delta y = - \frac{A(x-l)^3}{6EJ} \text{ auf der rechten Seite}$$

zuzusetzen, um in: $y = y_{II} = y_I - \frac{A(x-l)^3}{6EJ}$ die Gleichung für die folgende Strecke zu erhalten.

Tritt ein äusseres Drehmoment M , also etwa bei einem auf eine feste oder elastische Stütze unveränderlich oder elastisch veränderlich aufgeschraubten Balken an der Stelle $x=l$ neu von aussen hinzu, so sind in der Gleichungsdifferenz:

$$\Delta y = y_{II} - y_I = (c_0 - b_0) + (c_1 - b_1)(x-l) + c_2 - b_2)(x-l)^2 + (c_3 - b_3)(x-l)^3 + \dots + (c_n - b_n)(x-l)^n$$

alle Größen $(c_0 - b_0), (c_n - b_n)$ gleich Null mit Ausnahme der Gröfse $(c_2 - b_2)$, welche, weil das innere Moment den unstetigen Sprung M macht, den Werth annimmt: $(c_2 - b_2) = - \frac{M}{2EJ}$,

und also ist der Gleichung: $y = y_I$ das Glied: $\Delta y = - \frac{M}{2EJ}(x-l)^2$ auf der rechten Seite hinzuzufügen, um in der Gleichung:

$$y = y_{II} = y_I - \frac{M(x-l)^2}{2EJ} \text{ die Gleichung für die dem Unstetigkeitspunkte } x=l \text{ folgende Strecke zu erhalten.}$$

Macht die Gröfse der Streckenlast p einen unstetigen Sprung um das Maf a , so macht die Gleichung y einen Sprung um das Maf: $\Delta y = \frac{a(x-l)^4}{24EJ}$.

Macht die m^{te} Abgeleitete der die Streckenbelastung darstellenden Function p einen Sprung um das Maf a , so macht die Gleichung y einen Sprung um das Maf: $\Delta y = \frac{a(x-l)^{m+4}}{EJ(m+4)!}$, und es kann allgemein gesagt werden:

Einer unstetigen Aenderung der äusseren Angriffskräfte an der Stelle $x=l$ um das Maf: $\left[\frac{d^n y}{dx^n} \right]_{x=l} = b$, entspricht ein-

deutig eine unstetige Aenderung der Gleichung $y = y_I$ in die Gleichung: $y = y_{II} = y_I + \frac{b(x-l)^n}{n!}$, weil eben die beiden

Gleichungen ihrer Form nach die an sie zu stellenden Bedingungen erfüllen, dass nämlich an dem Grenzpunkt $x=l$ ihrer Gültigkeit die je beiden für y und alle Abgeleiteten von y aus den beiden verschiedenen Gleichungen fließenden Werthe, mit alleiniger Ausnahme des einen nach der Voraussetzung sprungweise sich ändernden Werthes $\frac{d^n y}{dx^n}$, die nämlichen sind, während eben $\frac{d^n y}{dx^n}$ an der Stelle $x=l$ den entsprechenden unstetigen Sprung um das Maf b macht.

Wir führen als Beispiel den in Abb. 2 dargestellten, auf den beiden festen Endstützen A_0, A_n frei aufliegenden Balken vor. Derselbe hat bezüglich der beispielsweise gewählten Belastung, außerhalb seiner beiden Endstützen, im ganzen sieben, durch die Stellen $x=l_1, l_2 \dots l_7$ gekennzeichnete Stetigkeitsunterbrechungen. Es sind daher, um die Frage der elastischen Durchbiegung und der übrigen elastischen Verhältnisse zu lösen, im ganzen acht verschiedene Gleichungen für y und deren Abgeleitete rechnerisch festzustellen.

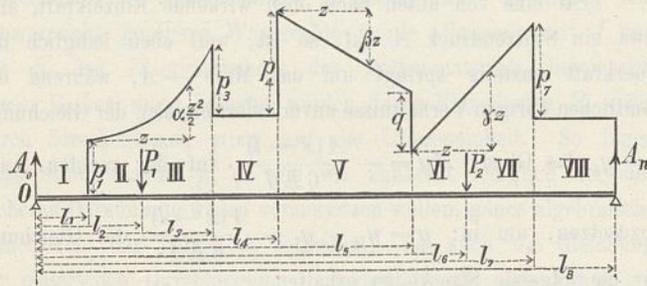


Abb. 2.

Die sofort und unvermittelt niederschreibende fortlaufende Gleichung, in welcher die Grenzen der Gültigkeit je durch ein Komma gekennzeichnet sind,

$$1) EJy = EJ\varphi_0 x - \frac{A_0 x^3}{6} + \frac{p_1 (x-l_1)^4}{24} + \frac{\alpha (x-l_1)^6}{720} + \frac{P_1 (x-l_2)^3}{6} - \frac{p_3 (x-l_3)^4}{24} - \frac{\alpha (l_3-l_1)(x-l_3)^5}{120} - \frac{\alpha (x-l_3)^6}{720} + \frac{p_4 (x-l_4)^4}{24} - \frac{\beta (x-l_4)^5}{120} - \frac{q (x-l_5)^4}{24} + \frac{(\beta+\gamma)(x-l_5)^5}{120} + \frac{P_2 (x-l_6)^3}{6} - \frac{p_7 (x-l_7)^4}{24} - \frac{\gamma (x-l_7)^5}{120}$$

umfasst diese sämtlichen acht Gleichungen mit den beiden zunächst unbekanntem Größen φ_0, A_0 . Diese beiden Größen φ_0, A_0 sind jedoch sofort bestimmt durch die Bemerkung, dass am andern Ende des Balkens, also für $x=l_8$, Senkung und Biegemoment, also y und $\frac{d^2y}{dx^2} = 0$ sein müssen.

Für die fünfte, zwischen $x=l_4$ und $x=l_5$ gelegene Strecke gilt also beispielsweise die Gleichung:

$$EJy = EJ\varphi_0 x - \frac{A_0 x^3}{6} + \frac{p_1 (x-l_1)^4}{24} + \frac{\alpha (x-l_1)^6}{720} + \frac{P_1 (x-l_2)^3}{6} - \frac{p_3 (x-l_3)^4}{24} - \frac{\alpha (l_3-l_1)(x-l_3)^5}{120} - \frac{\alpha (x-l_3)^6}{720} + \frac{p_4 (x-l_4)^4}{24} - \frac{\beta (x-l_4)^5}{120}$$

und um aus dieser Gleichung zu der für die folgende sechste Strecke gültigen Gleichung überzugehen, ist auf der rechten Seite das Glied:

$$\Delta [EJy] = - \frac{q (x-l_5)^4}{24} + \frac{(\beta+\gamma)(x-l_5)^5}{120}$$

hinzuzusetzen, weil im Unstetigkeitspunkte $x=l_5$ die Streckenlast um das Maß q unstetig sprunghaft abnimmt, die erste Abgeleitete aber der Streckenlast, Tangente der die Streckenlast darstellenden Curve, sprunghaft um das Maß $\beta+\gamma$ zunimmt.

Wenn in den Punkten $x=l_2, x=l_6$ keine Lasten, sondern Stützdrücke angriffen, so wären in der Gleichung 1) die Zeichen $+P_1, +P_2$ durch die Zeichen $-A_1, -A_2$ zu ersetzen, wenn mit A_1, A_2 die zunächst der Größe nach unbekanntem Auflagerdrücke bezeichnet werden.

Wären diese beiden mittleren Stützen feste Stützen, so wäre die Größe von A_1 und A_2 bestimmt durch die Bedingung: für $x=l_2$, sowie für $x=l_6$, ist $y=0$.

Wären diese beiden mittleren Stützen elastische Stützen, bezeichnet dementsprechend ψ_1 den elastischen Widerstand der ersten, ψ_2 den elastischen Widerstand der zweiten Mittelstütze bei der Einsenkung 1, so würden die Bedingungsgleichungen gelten:

$$A_1 = \psi_1 y_{x=l_2}, \\ A_2 = \psi_2 y_{x=l_6}$$

Der Balken mit sprunghaft veränderlichem Trägheitsmoment.

Macht das Trägheitsmoment J_1 an der Stelle $x=l$ einen treppenförmigen Sprung um das Maß $\Delta = J_2 - J_1$, so macht die für die Strecke vor der Stelle $x=l$ gültige Gleichung $y=y_I$ einen Sprung um das Glied:

$$- \frac{\Delta}{J_2} \left[\left(\frac{d^2 y_I}{dx^2} \right) \frac{(x-l)^2}{2} + \left(\frac{d^3 y_I}{dx^3} \right) \frac{(x-l)^3}{6} + \dots + \left(\frac{d^n y_I}{dx^n} \right) \frac{(x-l)^n}{n!} \right] \\ = - \frac{\Delta}{J_2} \sum_{n=2 \text{ bis } n} \left[y_{x=l}^{(n)} \frac{(x-l)^n}{n!} \right]$$

um in der Gleichung:

$$2) y = y_{II} = y_I - \frac{\Delta}{J_2} \sum_{n=2 \text{ bis } n} \left[y_{x=l}^{(n)} \frac{(x-l)^n}{n!} \right]$$

die gültige Gleichung für die der Stelle $x=l$ folgende Strecke darzustellen. Denn die beiden Gleichungen: $y=y_I, y=y_{II}$ erfüllen ihrer Form nach die für ihren gemeinsamen Gültigkeitspunkt $x=l$ an sie zu stellenden Bedingungen, dass nämlich für $x=l$ die beiden aus den verschiedenen Gleichungen: $y=y_I,$

$y=y_{II}$ fließenden Werthe von y und $\frac{dy}{dx}$ die nämlichen sein

müssen, während die aus beiden Gleichungen fließenden Werthe für die sämtlichen übrigen Abgeleiteten von y sich umgekehrt verhalten müssen wie die zugehörigen Trägheitsmomente, indem für diese Abgeleiteten für $x=l$ die Bedingung gilt:

$$EJ_1 \frac{d^m y_I}{dx^m} = EJ_2 \frac{d^m y_{II}}{dx^m}$$

Aus: $y_{II} = y_I - \frac{\Delta}{J_2} \sum_{n=2} \left[y_{x=l}^{(n)} \frac{(x-l)^n}{n!} \right]$ folgt aber durch

m -fache Differentiation:

$$\frac{d^m y_{II}}{dx^m} = \frac{d^m y_I}{dx^m} - \frac{\Delta}{J_2} \frac{d^m y_I}{dx^m} = \frac{d^m y_I}{dx^m} \left(1 - \frac{\Delta}{J_2} \right) = \frac{d^m y_I}{dx^m} \cdot \frac{J_1}{J_2}$$

Will man in Gleichung 2) die statische Bedeutung der Zeichen $y_I^{(n)}$ augenscheinlich erhalten, so kann man mit Bezug auf die bekannten Beziehungen:

$$EJ \frac{d^2 y}{dx^2} = -M, \quad EJ \frac{d^3 y}{dx^3} = Q, \quad EJ \frac{d^4 y}{dx^4} = p, \\ EJ \frac{d^5 y}{dx^5} = p^I, \quad EJ \frac{d^6 y}{dx^6} = \frac{d^2 p}{dx^2} = p^{II}$$

dieselbe schreiben:

$$2a) y = y_{II} = y_I - \frac{\Delta}{EJ_1 J_2} \left\{ - \frac{M(x-l)^2}{2} + \frac{Q(x-l)^3}{6} + \frac{p(x-l)^4}{4!} + \dots + \frac{p^{(m)}(x-l)^{m+4}}{(m+4)!} \right\}$$

wenn mit $M, Q, p, p^{(m)}$, Moment, Querkraft, Streckenlast, Abgeleitete der die Streckenlast darstellenden Function an der Stelle $x=l$ bezeichnet wird.

Das hier angegebene Rechnungsverfahren wird rechnerisch weitläufig, wenn p eine ganze algebraische Function hohen Grades von x darstellt, weil alsdann die Anzahl der in Betracht zu ziehenden Werthe $p_1, p_1^I, p_1^{II} \dots p_1^{(m)}$, für die Stelle $x=l$, so groß wird, daß der Vortheil der einfachen Bestimmung dieser Werthe durch die Anzahl dieser Werthe in den Schatten gestellt wird. Das Verfahren wird rechnerisch undurchführbar, wenn p keine ganze algebraische Function von x darstellt. Für diesen Fall ist daher das folgende, der mathematischen Form nach sehr einfache Rechnungsverfahren zur Anwendung zu bringen.

Stellt $EJ_1 y = f(x)$ die Gleichung der elastischen Linie vor dem an der Stelle $x=l$ stattfindenden Sprung $\Delta = J_2 - J_1$ des Trägheitsmomentes dar, so stellt:

$$EJ_2 y = f(x) + \frac{\Delta}{J_1} [f(l) + f'(l)(x-l)]$$

die Gleichung der elastischen Linie auf der Strecke nach dem Sprunge dar. Die Richtigkeit dieser Ueberführung der einen Gleichung in die andere folgt aus der Form der Gleichungen.

Schaut man die erste, vor dem Punkte $x=l$ gültige Gleichung für y an in der bei ganzen algebraischen Functionen geschlossenen, in anderem Falle nicht geschlossenen Schreibweise:

$$0 = [-y + y_l + q_l(x-l)] + [b_2(x-l)^2 + b_3(x-l)^3 + \dots],$$

so kann man dieselbe überführen in die zweite, nach dem Punkte $x=l$ gültige Gleichung entweder durch Vervielfältigung der zweiten Klammergröße mit: $\frac{J_1}{J_2} = \frac{J_2 - \Delta}{J_2} = 1 - \frac{\Delta}{J_2}$, und man erhält die vordem angegebene Art der Ueberführung, bei welcher der Gleichung y_1 das Glied:

$$-\frac{\Delta}{J_2} [b_2(x-l)^2 + b_3(x-l)^3 + \dots] = -\frac{\Delta}{J_2} \sum_{n=2 \text{ bis } n} \left[y_{1l}^{(n)} \frac{(x-l)^n}{n!} \right]$$

auf der rechten Seite hinzuzufügen ist.

Mit demselben Erfolge kann man die erste Klammergröße mit: $\frac{J_2}{J_1} = 1 + \frac{\Delta}{J_1}$ vervielfältigen und man erhält die zweite mögliche, soeben angegebene Art der Ueberführung der einen Gleichung in die zweite.

Diese zweite Art der Ueberführung kann auch in der Form geschrieben werden:

$$y_I = F(x) \\ y_{II} = \frac{J_1}{J_2} F(x) + \frac{\Delta}{J_2} [F(l) + F'(l)(x-l)].$$

Die Stetigkeitsunterbrechung durch Scharniere.

Ist eine Stetigkeitsunterbrechung durch Anlage eines Scharniers im Balken an der Stelle $x=l$ hervorgerufen, so ist der auf der Strecke vor dem Punkte $x=l$ gültigen Formel der elastischen Biegung $y_I = f(x)$ das Glied $\mu(x-l)$ auf der rechten Seite hinzuzufügen, um in: $y_{II} = f(x) + \mu(x-l)$ die Gleichung für die Durchbiegung auf der dem Punkte $x=l$ folgenden Strecke zu erhalten. Hierin bedeutet μ einen zunächst unbekanntem Werth, nämlich den Unterschied der Neigungstangenten der beiden durch das Scharnier verbundenen Balkenden.

Stellt man sich die beiden Gleichungen y_I, y_{II} im Geiste in der Schreibweise vor:

$$y_I = a_0 + a_1(x-l) + a_2(x-l)^2 + \dots a_n(x-l)^n, \\ y_{II} = b_0 + b_1(x-l) + b_2(x-l)^2 + \dots b_n(x-l)^n,$$

so folgt, weil für die Gleichungen der Zwang der widerspruchsfreien Uebereinstimmung für den Punkt $x=l$ besteht, aus dieser Form der Gleichungen, daß stattfinden muß:

$$a_0 = b_0, a_2 = b_2 = 0, a_3 = b_3, \dots a_n = b_n.$$

Alle entsprechenden Werthe a, b , mit Ausnahme der beiden Werthe a_1, b_1 sind einander gleich, und also geht y_I über in y_{II} durch Hinzufügen des Gliedes

$$y_{II} - y_I = (b_1 - a_1)(x-l) = \mu(x-l).$$

Das Zusammenfallen verschiedener Ursachen der Unstetigkeit an einem und demselben Punkte.

Fallen im nämlichen Punkte $x=l$ mehrere verschiedene Ursachen der Stetigkeitsunterbrechung der Gleichung der elastischen Linie zusammen, findet beispielsweise die Anlage eines Scharniers, der Sprung des Trägheitsmomentes, Auftreten einer gesonderten Einzellast, Sprung in den Verhältnissen der Streckenlast im gleichen Punkte statt, so sind die einzelnen Ursachen, jede für sich und nach einander, zu berücksichtigen. Die Reihenfolge, in welcher dieses geschieht, ist gleichgültig.

Denn werden die verschiedenen Einzelursachen zunächst nicht zusammen im Punkte $x=l$ auftretend gedacht, sondern eine einzige, aber beliebige im Punkte $x=l$, eine zweite beliebige im Punkte $x=l+dl$, eine dritte beliebige im Punkte $x=l+2dl$, so fallen alle Ursachen, bei beliebigster Gruppierung der Reihenfolge derselben, für unendlich kleine Werthe dl im nämlichen Punkte $x=l$ zusammen.

Beispiel: Der in Abb. 3 dargestellte, an beiden Enden wagenrecht unveränderlich eingemauerte Balken werde belastet auf der Strecke I durch die Streckenlast: $p = a \cos mx = \frac{a}{2} (e^{mx} + e^{-mx})$,

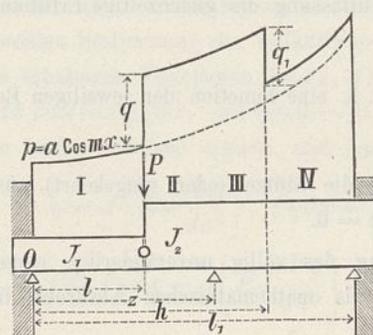


Abb. 3.

auf der Strecke II und III durch die Streckenlast: $p = q + a \cos mx$, auf der Strecke IV durch die Streckenlast: $p = q - q_1 + a \cos mx$, alle Gleichungen bezogen auf O als Ursprung, und gleichzeitig sei am Ende der Strecke I ein Scharnier angebracht, sowie ein Sprung:

$\Delta = J_2 - J_1$ des Trägheitsmomentes und eine Einzellast P vorhanden. Außerdem sei der Balken im Punkte $x=z$ elastisch gestützt, und betrage der elastische Stützenwiderstand den Werth ψ bei der Einsenkung 1.

Wir beziehen alle Gleichungen auf den festen linksseitigen Endpunkt O des Trägers als Ursprung der Coordinaten. Da für $x=0$ stattfindet $y=0, \frac{dy}{dx}=0$, so ist die Gleichung für die erste Strecke für die elastische Durchbiegung y_I von der allgemeinen Form:

$$EJ_1 y = \frac{a}{m^4} [\cos mx - 1] + \alpha x^2 + \gamma x^3 = f(x),$$

worin lediglich α, γ zunächst unbekannt Zahlen sind.

Die Gleichungen für die zweite, dritte, vierte Strecke lauten:

$$EJ_2 y = f(x) + \frac{A}{J_1} \left[f(l) + (x-l)f'(l) \right] + \frac{P(x-l)^3}{6} + \frac{q(x-l)^4}{24} + \nu(x-l), - \psi y_x \frac{(x-\alpha)^3}{6}, - q_1 \frac{(x-h)^4}{24}$$

mit den drei vorläufig unbekanntem Zahlen α , γ , ν , während die Senkung y_x an der elastischen Mittelstütze als Ausdruck dieser drei Zahlen α , γ , ν gegeben ist durch eben die Bedingung, daß für $x = \alpha$ stattfindet $y = y_x$.

Diese drei Zahlen α , γ , ν lassen sich jedoch sofort bestimmen durch die Bemerkung, daß für $x=l$ das Moment $= 0$, für $x=l_1$, die Senkung und die Neigungstangente $= 0$ ist, also durch die Bedingungsgleichungen:

$$\begin{aligned} f''(l) &= 0, \\ EJ_2 y_{x=l} &= 0, \\ \frac{dy}{dx_{x=l}} &= 0. \end{aligned}$$

Der Widerstand der Stützen gegen Drehung der Träger.

In der Praxis herrscht die Gepflogenheit, den auf Einzelstützen ruhenden Balken, entweder, wenn nämlich keine oder eine vergleichsweise lose Verknüpfung von Träger und Stütze vorhanden ist, deren Wirkung in Bezug auf Drehung des Trägers gering angeschlagen wird, als vollständig freiaufliegend zu betrachten und dementsprechend den Widerstand, den die Stütze einem Drehen des Trägers etwa entgegenzusetzen könnte, $= 0$ zu setzen, oder es wird, wenn nämlich die Verbindung von Träger und Stütze ein Drehen des Trägers augenscheinlich nicht ohne weiteres und nicht ohne ins Gewicht fallenden Widerstand gestattet, der Träger als unveränderlich in der Richtung seiner elastischen Linie auf der Stütze angesehen.

Die erste Anschauung des freiaufliegenden Balkens bedingt für den Stützenpunkt $x=l$ bezüglich der Gleichung der elastischen Linie als Ausdruck dieser Auffassung die gleichzeitige Erfüllung der Bedingungen:

1. $\frac{dy}{dx_{x=l}}$ veränderlich, d. h. eine Function der jeweiligen Belastung des Balkens,
2. das vom Balken auf die Stütze (oder umgekehrt) ausgeübte Drehmoment: m_l ist $= 0$.

Die zweite Anschauung des völlig unveränderlich eingemauerten Balkens bedingt als mathematischen Ausdruck die Erfüllung der Bedingungen:

1. $\frac{dy}{dx_{x=l}}$ unverändert, also insbesondere unabhängig von der jeweiligen Belastung des Balkens,
2. $m_l =$ veränderlich, d. h. eine solche Function der jeweiligen Balkenbelastung, daß die Bedingung $\frac{dy}{dx_{x=l}} =$ unverändert stets erfüllt bleibt.

Beide Anschauungsweisen sind jedoch lediglich als äußerste Grenzfälle zu betrachten, und namentlich wird die zweite Anschauung des völlig unveränderlich bezüglich der Richtung der elastischen Linie auf der Stütze gebundenen Balkens in den seltensten Fällen in so ausreichendem Maße erfüllt sein, daß die Berechnung der elastischen Verhältnisse nach Maßgabe der dieser Anschauung entsprechenden mathematischen Bedingungen ohne erhebliche Abweichung von der Wirklichkeit zulässig erscheint.

Die praktischen Techniker verwerfen daher vielfach die Berechnung nach dem Grundsatz der festen Einmauerung und berechnen auch den auf den Stützen in seiner Bewegung gebundenen Balken nach dem Grundsatz des freien Auflagerns. Hierbei wird jedoch der Natur der Sache nach ein meist nicht unerheblicher Fehler gegen die Wirklichkeit eintreten in entgegengesetzter Richtung, weil eben der Balken ein in seiner Bewegung gebundener ist und als solcher berechnet werden muß.

Fast immer, wenn nicht etwa durch besondere Constructionen und Anordnungen ein anderer Bindungszustand herbeigeführt wurde, ist die Stützenverbindung der nicht völlig frei beweglichen Balken in dem Sinne als elastische zu betrachten, daß das hinzutretende äußere Biegemoment m seiner Größe nach dem tatsächlich eintretenden Drehungswinkel entspricht.

Beispielsweise ist der durch Eisenschrauben auf eine feste Stütze aufgeschraubte Balken in diesem Sinne elastisch gebunden. Führt der Balken auf der Stütze elastische Biegungen aus, so führen die Schrauben elastische Dehnungen aus. Hierbei tritt ein Widerstand gegen Drehung auf, welcher bei dieser sowie jeder ähnlichen elastischen Bindung des Balkens mit Bezug auf die tatsächliche Kleinheit der elastischen Bewegungen stets im geraden Verhältniß zum Drehungswinkel steht, während der Drehungssinn dieses äußeren von der Stütze auf den Balken ausgeübten Momentes dem Sinn der elastischen Drehung entgegengesetzt ist. Weil aber bei den kleinen Veränderungen Winkel und Tangente vertauschbare Zahlen darstellen, so steht der elastische Widerstand m im geraden Verhältniß zur Veränderung der Neigungstangente der elastischen Linie des Balkens am Punkte der Stütze. War daher die Lage des Balkens auf der Stütze vor der Belastung eine wagerechte, so wirkt nach der Belastung auf den Balken ein äußeres Drehmoment

$$m_l = + w \frac{dy}{dx_l}, \text{ worin } \frac{dy}{dx_l} \text{ die tatsächlich eintretende Neigung,}$$

w aber den rechnungs- oder erfahrungsmäßigen Werth des elastischen Drehwiderstandes bei der Verdrehung 1, oder damit gleichbedeutend den zehntausendfachen Werth des bei einem Verdrehungswinkel $\varphi = \frac{1}{10000}$ tatsächlich auftretenden Drehungswiderstandes bedeutet. Man hat daher der Gleichungsfolge

der elastischen Senkung y das Glied $+\frac{w}{EJ} \frac{dy}{dx_l} \frac{(x-l)^2}{2}$ an der entsprechenden Stelle für die Stützenlage $x=l$ einzufügen, weil das innere Drehmoment M auf der Stütze einen unstetigen Sprung um das Maß $M_2 - M_1 = -m_l = -w \frac{dy}{dx_l}$ macht.

Die an andere Träger genieteten Eisenträger, also insbesondere die Querträger und Zwischenlängsträger eiserner Brücken, sind fast ausnahmslos in ausgeprochener Weise als Träger mit elastischen End- und Mittelstützen zu betrachten.

Ist beispielsweise in der Mitte eines auf zwei festen Endstützen gelagerten Trägers vom Torsionsträgheitsmoment T und von der Länge $2h$ ein zweiter kleinerer Träger vom Trägheitsmoment J und der Länge a consolatartig angenietet, so ist die elastische Bindung des Trägers fest bestimmt durch die Gleichung: $w = \frac{ET}{h}$ wenn der größere Träger an den Auflagern in genügender Weise gegen Torsionswirkungen gesichert ist.

Trägt der kleine Träger am Ende eine Last P , wird die Befestigungsstelle desselben als Ursprung der Abscissen x gewählt, so lautet die Gleichung der elastischen Verbiegung:

$$EJy = EJq_0x + \frac{ET}{h} q_0 \frac{x^2}{2} - \frac{Px^3}{6},$$

und die Anfangstangente q_0 ist bestimmt durch die Bedingung $\frac{d^2y}{dx^2} = 0$ für $x = a$ zu: $q_0 = \frac{Pah}{ET}$, und mithin ist $\frac{EJy}{P} = \frac{haJ}{T}x + \frac{\alpha x^2}{2} - \frac{x^3}{6}$. Stellte aber der kleine Träger einen

$$EJy = EJq_c x + \frac{ET}{h} q_0 \frac{x^2}{2} - \frac{Px^3}{6} + \frac{P(x-a)^3}{6}$$

symmetrisch belasteten Querträger der Länge $2l$ vor, so wäre die Gleichung der elastischen Linie auf der Strecke $x = a$ bis $x = 2l - a$, und q_0 wäre zu bestimmen aus der Gleichung:

$$0 = EJq_0 + \frac{ETq_0l}{h} - \frac{Pl^2}{2} + \frac{P(l-a)^2}{2}.$$

In ganz ähnlicher Weise ist das System durchlaufender Zwischenlängsträger in den Stützpunkten, nämlich den Knotenpunkten der Quer- und Längsträger, elastisch gebunden.

Die mit eisernen Querschwellen fest verbundene Schiene ist ebenfalls als ein in ausgesprochenster Weise elastisch gegen Drehung auf den Stützen gebundener Balken zu betrachten, indem die als Einzelstütze wirkende Querschwellen der durch eine Last erzeugten elastischen Bewegung der Schiene keineswegs lediglich lothrechten Widerstand, sondern ebensowohl elastischen Widerstand gegen Drehung entgegenstellt.

Das anschaulichste Bild eines gegen Drehung auf den Einzelstützen elastisch gebundenen Balkens erhält man durch die Betrachtung eines auf Einzelstützen schwimmenden Balkens. Ist der Balken mit der Stütze fest und unveränderlich verbunden, ist die Stütze ein stabil schwimmender Körper vom Gewicht Q , dessen Metacentrum um das Maß μ höher liegt als dessen Schwerpunkt, so wird der elastischen Drehung des Balkens über der Stütze ein elastischer Momentenwiderstand $m = \mu Q \varphi$ entgegengestellt, wenn φ , wie bisher, die elastische Drehung bezeichnet.

Stellt Abb. 4 einen auf beispielsweise vier schwimmenden Pontons verschiedener Größe und Tiefe ruhenden, mit diesen Pontons fest und unveränderlich verbundenen Balken vom Trägheitsmoment J dar, ist ψ_0, ψ_2, ψ_3 je der elastische lothrechte Auftrieb eines Pontons bei der Einsenkung 1, also z. B. ψ (in kg und m) = 1000 f , wenn f den Pontonquerschnitt in der Wasserlinie bezeichnet, ist $\omega_0 = \mu_0 Q_0, \omega_1 = \mu_1 Q_1$ usw. je der elastische Drehwiderstand eines Pontons beim Drehungswinkel $\varphi = 1$, so wird die elastische Linie dieses Balkens, welche durch

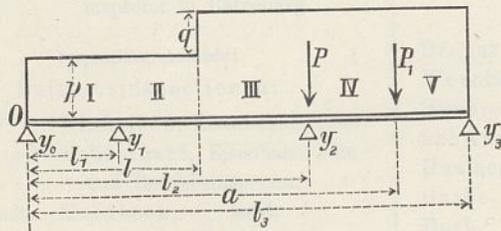


Abb. 4.

Aufbringen der in Abb. 4 beispielsweise gewählten Belastung erzeugt wird, für die sämtlichen in Betracht kommenden verschiedenen Strecken dargestellt durch die, sofort und unvermittelt niederzuschreibende, fortlaufende Gleichung:

$$EJy = EJy_0 + EJq_0x + \omega_0 q_0 \frac{x^2}{2} - \psi_0 y_0 \frac{x^3}{6} + \frac{px^4}{24},$$

$$+ \omega_1 q_1 \frac{(x-l_1)^2}{2} - \psi_1 y_1 \frac{(x-l_1)^3}{6} + q \frac{(x-l)^4}{24} +$$

$$+ \omega_2 q_2 \frac{(x-l_2)^2}{2} + (P - \psi_2 y_2) \frac{(x-l_2)^3}{6} + P_1 \frac{(x-a)^3}{6},$$

worin die elastischen Senkungen y_0, y_1, y_2 und die elastischen Drehungen q_0, q_1, q_2 als sechs zunächst nicht bekannte Größen erscheinen. Dieselben sind jedoch auf Grund obiger Gleichung sofort bestimmt durch die Bedingungen:

$$EJy_{x=l_1} = EJy_1; \quad EJy_{x=l_2} = EJy_2;$$

$$EJ \frac{dy}{dx}_{x=l_1} = EJq_1; \quad EJ \frac{dy}{dx}_{x=l_2} = EJq_2;$$

$$EJ \frac{d^3y}{dx^3}_{x=l_3} = \frac{+ \psi_3}{EJ} [EJy]_{x=l_3} = + \psi_3 y_3, \text{ d. h. die Quer-}$$

kraft vor der Endstütze ist = dem Auftrieb des letzten Pontons;

$$EJ \frac{d^2y}{dx^2}_{x=l_3} = - \frac{\omega_3}{EJ} [EJ \frac{dy}{dx}]_{x=l_3} = - \omega_3 q_3, \text{ d. h. das Mo-}$$

ment am Ende ist = dem Drehmoment des Pontons.

Der un stetige Sprung der analytischen Gleichung der elastischen Linie bei un stetigem Sprung der beliebigen, algebraischen oder nicht algebraischen Function p der Streckenbelastung.

Stellt $p_I = f_I(x), p_{II} = f_{II}(x)$ usw. die Streckenbelastung auf den verschiedenen Strecken dar, und kommen hohe algebraische Functionen p oder nicht algebraische Functionen p in Frage, so kann das in Abb. 2 und der dazu gehörigen Darstellung angewandte Verfahren zur Ueberführung der auf der Strecke I gültigen Gleichung in die auf der Strecke II gültige Gleichung nicht mehr zur Anwendung gebracht werden. Alsdann bilde man die Function $\eta = p_{II} - p_I = f_{II}(x) - f_I(x)$ und integriere dieselbe, nach Vervielfältigung mit dx , viermal, so zwar daß die jeweilige Bestimmung der willkürlichen Integrationsfestwerthe für die erhaltenen Functionen $\int \eta dx, \int dx \int \eta dx, \int dx \int dx \int \eta dx, \int dx \int dx \int dx \int \eta dx$, den Werth = 0 für den Grenzpunkt $x = l$ der beiden Strecken ergibt, und man erhält in

$$\eta = \mathcal{A} \left[EJ \frac{d^4y}{dx^4} \right], \quad \int \eta dx = \mathcal{A} \left[EJ \frac{d^3y}{dx^3} \right]$$

$$\int dx \int \eta dx = \mathcal{A} \left[EJ \frac{d^2y}{dx^2} \right]$$

$$\int dx \int dx \int \eta dx = \mathcal{A} \left[EJ \frac{dy}{dx} \right]$$

$$\int dx \int dx \int dx \int \eta dx = \mathcal{A} [EJy]$$

den un stetigen Sprung der analytischen Gleichungen der elastischen Verhältnisse beider Nachbarstrecken.

Gesetzt, es sei: $p_I = a_1 - b_1x + cx^5$
 $p_{II} = a_2 - b_1x + cx^5 + g\sqrt{x-l}$.

Alsdann stellt die Gleichung:

$$p_{II} - p_I = \mathcal{A} \left[EJ \frac{d^4y}{dx^4} \right] = (a_2 - a_1) + g(x-l)^{\frac{1}{2}},$$

und ihre Integralgleichungen, den un stetigen Sprung der analytischen Gleichungen im Scheidepunkte $x = l$ dar.

Diese Gleichungen sind vollständig unabhängig von den sonstigen Verhältnissen des Balkens, sie sind allein und einzig abhängig von dem Verlauf der Functionen p in der Nähe ihres

Scheidpunktes $x=l$, und man hat immer der für die vor $x=l$ liegenden Strecke gültigen Formel $EJy = F(x)$ das Glied:

$$\Delta[EJy] = (a_2 - a_1) \frac{(x-l)^4}{24} + g \frac{16(x-l)^2}{3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 9}$$

auf der rechten Seite hinzuzufügen, um die für die nachfolgende Strecke gültige Formel zu erhalten, gleichgültig wie der Balken sonst belastet sein mag oder welchem Balkensysteme er als einzelnes Glied angehören mag.

Balken mit stetig veränderlichem Trägheitsmoment.

Träger mit stetig veränderlichem Trägheitsmoment sind analytisch meist unbequem zu behandeln, weil die Differentialgleichung der elastischen Linie für diesen Fall meist zu Formen führt, die nicht allgemein integrirbar sind. Hierbei ist jedoch folgendes zu beachten. Sehr häufig ist die stetige Veränderung des vorliegenden Balkens keineswegs von vornherein durch eine feste analytische Gleichung bestimmt. Der praktische Ingenieur trifft vielmehr häufig einen Balken an, dem er zwar die stetige Veränderlichkeit des Querschnitts und Trägheitsmomentes sofort ansieht, für welchen er aber das Gesetz der Veränderlichkeit durch Aufnahme von bestimmten örtlichen Mäßen für seine anzustellende Berechnung sich selbst ermitteln muß.

Für diesen Fall empfiehlt es sich zum Zwecke der Herbeiführung praktisch durchführbarer Rechnungsformen, nicht etwa

eine einfache algebraische Formel für den Werth J sondern vielmehr für den Werth $\frac{1}{J}$ aufzustellen.

Das nächstliegende ist, für solche Fälle $\frac{1}{J}$ als einfache parabolische Function x darzustellen von der Form:

$$\frac{1}{J} = k + k_1 x + k_2 x^2 + k_3 x^3 + \dots$$

Durch Einsetzung dieses veränderlichen Functionswerthes $\frac{1}{J}$ in die Grundgleichung der elastischen Linie:

$$EJ \frac{d^2 y}{dx^2} = -M$$

erhält man für die gewöhnlich in der Praxis vorkommenden Belastungsarten stets leicht integrirbare Gleichungen.

Hierbei hat man selbstverständlich M zunächst, und zwar unvermittelt nach der vorliegenden bildlichen Darstellung des Einzelfalles, als Function der Belastungen P, p bzw. der Widerlagerkräfte aufzustellen, und heben wir hier ausdrücklich hervor, dafs für den Fall des stetig veränderlichen Trägheitsmomentes J stets von der Grundgleichung: $EJ \frac{d^2 y}{dx^2} = -M$, nicht etwa von der, für diesen Fall überhaupt nicht gültigen Gleichung $EJ \frac{d^4 y}{dx^4} = p$ ausgegangen werden muß. Letztere Gleichung gilt eben lediglich für unveränderliches J .



Verzeichniss der bei der preussischen Staatseisenbahn-Verwaltung nach der Neuordnung vom 1. April 1895 angestellten Baubeamten.

(Am 20. Juni 1895.)

A. Beim Ministerium.

Schröder, Ober-Baudirector, Ministerial-Director der technischen Abtheilung für Bauangelegenheiten (Ia).

Vortragende Räte.

Wichert, Geheimer Ober-Baurath.
Dr. Zimmermann, desgl.
Ehlert, desgl.
Lex, Geheimer Baurath.
Schneider, desgl.
Müller, desgl.

Bode, Geheimer Baurath.
Koch, desgl.
Schwering, desgl.
Blum, desgl.
Wiesner, desgl.

Hülfсарbeiter.

Nitschmann, Regierungs- und Baurath.
Domschke, Eisenbahn-Bauinspector.
Falke, desgl.
Scholkmann, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinsp.
Hin, desgl.

Im technischen Eisenbahn-Bureau.

Nitschmann, Regierungs- und Baurath, Vorsteher des Bureaus, siehe auch vorher.

Wittfeld, Eisenbahn-Bauinspector.
Faust, desgl.
Baltzer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Schepp, desgl.
Labes, desgl.
Zschirnt, desgl.

B. Bei den Königlichen Eisenbahn-Directionen.

1. Königliche Eisenbahn-Direction in Altona.

Jungnickel, Präsident.

Directionsmitglieder:

Taeglichsbeck, Ober-Baurath.
Schneider, Regierungs- und Baurath.
Kuppisch, Eisenbahndirector.
Caesar, Regierungs- und Baurath.
Haafs, Eisenbahndirector.
Rofskoth, Regierungs- und Baurath.
Kaerger, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bzw. Eisenbahn-Bauinspektoren bei der Direction:

Schwartz, Eisenbahn-Bauinspector.
Kaufmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Schayer, Eisenbahn-Maschineninspector.
Jonen, Eisenbahn-Bauinspector.
Knechtel, desgl.

Schrader, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Ratzeburg.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspektionen:

Berlin 9: Zinkeisen, Eisenbahndirector.
Flensburg 1: Schreinert, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Glückstadt: Goldbeck, desgl.
Hamburg 1: Strasburg, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
„ 2: Langbein, Regierungs- und Baurath.
Husum: Büchting, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.

Kiel: Ehrenberg, Regierungs- u. Baurath.
Ludwigslust: Köhr, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
Neumünster: Holverscheid, Eisenb.-Bau- und Betriebsinspector.
Wittenberge: Settgast, Regierungs- und Baurath.

Maschineninspektionen:

Flensburg: Reinert, Eisenbahndirector.
Glückstadt: Rohde, Eisenbahn-Maschineninspector.
Hamburg: Brandt, Eisenbahndirector.
Kiel: Steinbifs, Eisenbahndirector.
Wittenberge: Reppenhausen, Eisenbahn-Bauinspector.

Werkstätteninspektionen:

Neumünster: Schneider, Eisenbahndirector.
Wittenberge: Traeder, Eisenb.-Bauinspector.

2. Königliche Eisenbahndirection in Berlin.

Directionsmitglieder:

Dr. zur Nieden, Regierungs- und Baurath.
Werchan, Geheimer Baurath.
Housselle, desgl.
Schwartz, Regierungs- und Baurath.
Haafsengier, desgl.
Garbe, Eisenbahndirector.
Bork, desgl.
Grapow, Regierungs- und Baurath.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bzw. Eisenbahn-Bauinspektoren bei der Direction:

Herr, Eisenbahn-Bauinspector.
Borchart, desgl.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspektionen:

Berlin 1: Gantzer, Regier.- u. Baurath.
„ 2: von den Bercken, desgl.
„ 3: Meyer, Eisenbahndirector.
„ 4: von Schütz, Regierungs- und Baurath.
„ 5: Beil, desgl.
„ 6: Bathmann, desgl.
„ 7: Herr, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
„ 8: Petri, desgl.
Frankfurt a/O. 1: Wambsgans, Regierungs- und Baurath.

Maschineninspektionen:

Berlin 1: Leifsner, Eisenb.-Bauinspector.
„ 2: Gilles, desgl.
„ 3: Gerlach, desgl.

Werkstätteninspektionen:

Berlin 1: Vocke, Eisenbahndirector.
„ Patrunky, Eisenb.-Bauinsp.
„ 2: Rustemeyer, Eisenb.-Director.
„ Uhlmann, Eisenbahn-Maschineninspector.
„ 3: Daunert, Eisenb.-Bauinspector.

Frankfurt a/O.: Wagner, Eisenb.-Director.
 „ Holzbecher, Eisenbahn-
 Bauinspector.
 Grunewald: Lamfried, Eisenbahndirector.
 „ Meyer, Eisenb.-Bauinspector.
 Guben: Partenscky, Eisenbahn-Bau-
 inspector.
 Potsdam: Schumacher, Eisenb.-Director.
 Tempelhof: Schlesinger, Eisenb.-Director.
 „ Troske, Eisenb.-Bauinspector.

3. Königliche Eisenbahndirection in Breslau.

Directionsmitglieder:

Wilde, Ober-Baurath.
 Kirsten, Regierungs- und Baurath.
 Fischer, Eisenbahndirector.
 Meyer, desgl.
 Doulin, desgl.
 Hoffmann, Regierungs- und Baurath.
 Urban, desgl.
 Sartig, desgl.
 Hinrichs, Eisenbahndirector.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bzw. Eisenbahn- Bauinspectoren bei der Direction:

May, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
 Krause, Eisenbahn-Bauinspector.
 Detzner, desgl.
 Eberlein, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector.
 Fränkel, Eisenbahn-Bauinspector.

Scharlock, Eisenbahn-Bau- und Betriebs-
 inspector in Sorau.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspektionen:

Breslau 1: Peters, Regierungs- u. Baurath.
 „ 2: Luniatschek, Eisenbahn-Bau-
 und Betriebsinspector.
 „ 3: Sugg, Regierungs- und Baurath.
 „ 4: Mertens, Eisenbahn-Bau- und
 Betriebsinspector.
 Glatz: Komorek, Eisenb.-Bau- u. Be-
 triebinspector.
 Glogau 1: Lohmeyer, Eisenbahn-Bau- u.
 Betriebsinspector.
 Görlitz 1: Rieken, Regierungs- u. Baurath.
 „ 2: Backs, desgl.
 Hirschberg: Jeran, Eisenbahn-Bau- und
 Betriebsinspector.
 Liegnitz 1: Kieckhöfer, Regierungs- und
 Baurath.
 „ 2: Scheibner, Eisenbahn-Bau- u.
 Betriebsinspector.
 Neifse 1: Blunck, Eisenbahn-Bau- und
 Betriebsinspector.
 „ 2: Buchholz, Regierungs- und
 Baurath.
 Sorau: Schubert, Eisenbahndirector.
 Waldenburg: Schwidtal, Eisenbahn-Bau-
 und Betriebsinspector.

Maschineninspektionen:

Breslau 1: Seidl, Eisenbahndirector.
 „ 2: Kuntze, Regierungs- u. Baurath.
 Glogau: Schiwon, Eisenbahndirector.
 Görlitz: Suck, Eisenbahndirector.
 Neifse: v. Bichowsky, Eisenbahn-Bau-
 inspector.

Werkstätteninspektionen:

Breslau 1: Hessenmüller, Eisenbahn-
 director.
 Bachmann, Eisenbahn-Bau-
 inspector.
 Kosinski, Eisenbahn-Maschi-
 neninspector.
 „ 2: Brüggemann, Eisenbahn-Bau-
 inspector.
 „ 3: Melcher, Eisenbahn-Maschinen-
 inspector.
 „ 4: Daus, Eisenbahn-Bauinspector.
 Lauban: Domann, Eisenb.-Bauinspector.

4. Königliche Eisenbahndirection in Bromberg.

Directionsmitglieder:

Frankenfeld, Ober-Baurath.
 Rohrman, Regierungs- u. Baurath.
 Mohn, Eisenbahndirector.
 Wiegand, Regierungs- und Baurath.
 Schlemm, desgl.
 Schüler, desgl.

Eisenbahn-Bauinspectoren bei der Direction:

Wüstnei, Eisenbahn-Bauinspector.
 Liesegang, desgl.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspektionen:

Bromberg 1: Goege, Eisenbahn-Bau- und
 Betriebsinspector.
 „ 2: Kroeber, desgl.
 Cüstrin: Schröter, Eisenbahn-Bau- u.
 Betriebsinspector.
 Inowrazlaw 1: Dietrich, Eisenbahn- Bau-
 und Betriebsinspector.
 „ 2: Rosenberg desgl.
 Nakel: Weise, Eisenbahn-Bau- und
 Betriebsinspector.
 Posen 1: Viereck, Eisenbahn-Bau- und
 Betriebsinspector.
 Schneidemühl 1: Danziger, Regierungs- und
 Baurath.
 „ 2: Winter, desgl.
 Stargard 1: von der Ohe, Regierungs- und
 Baurath.
 Thorn 1: Grevemeyer, Eisenbahn-Bau-
 und Betriebsinspector.
 „ 2: Schlonski, desgl.

Maschineninspektionen:

Bromberg: Vossköhler, Eisenbahndirector.
 Schneidemühl 1: Glimm, Eisenbahn-Bau-
 inspector.
 „ 2: Unger, desgl.
 Thorn: Fitz, Eisenbahn-Bauinspector.

Werkstätteninspektionen:

Bromberg: Schmidt, Reg.- u. Baurath.
 „ Lang, Eisenbahn-Bauinspector.

5. Königliche Eisenbahndirection in Cassel.

Directionsmitglieder:

Ballauff, Ober-Baurath.
 Schmidt, Geheimer Baurath.
 Zickler, Regierungs- und Baurath.
 Hövel, desgl.
 Jacobi, desgl.
 Brünjes, Eisenbahndirector.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bzw. Eisenbahn- Bauinspectoren bei der Direction:

Maas, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
 Dütting, Eisenbahn-Bauinspector.

Lauer, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector
 in Cassel.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspektionen:

Arnsberg: Donnerberg, Eisenbahn-Bau-
 und Betriebsinspector.
 Cassel 1: Boehme, Reg.- u. Baurath.
 „ 2: Beckmann, desgl.
 „ 3: Prins, desgl.
 Eschwege: Kiesgen, Reg.- und Baurath.
 Göttingen 1: Löhr, Regierungs- u. Baurath.
 „ 2: Bassel, desgl.
 Marburg: Borggreve, Eisenbahn-Bau-
 und Betriebsinspector.
 Nordhausen 1: Fenkner, Reg.- und Baurath.
 Northeim: Lottmann, Eisenbahn-Bau-
 und Betriebsinspector.
 Seesen: Peters, Eisenbahndirector.
 Warburg: Lund, Eisenbahn-Bau- u. Be-
 triebinspector.

Maschineninspektionen:

Cassel 1: Vockrodt, Eisenbahndirector.
 „ 2: Urban, desgl.
 Göttingen: Herrmann, Eisenbahn-Bauin-
 spector.
 Nordhausen: Uhlenhuth, Reg.- u. Baurath.

Werkstätteninspektionen:

Arnsberg: Busmann, Eisenbahn-Bauin-
 spector.
 Cassel: Maercker, Eisenbahndirector.
 Göttingen: Trapp, Eisenbahndirector.

Telegrapheninspektion Cassel:

Hoefler, Eisenbahn-Bauinspector.

6. Königliche Eisenbahndirection in Danzig.

Directionsmitglieder:

Neitzke, Ober-Baurath.
 Sprenger, Reg.- und Baurath.
 Holzheuer, Eisenbahndirector.
 Seliger, Regierungs- und Baurath.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bzw. Eisenbahn- Bauinspectoren bei der Direction:

Glaserwald, Eisenbahn-Bauinspector.
 Capeller, Eisenbahn-Bau- und Betriebs-
 inspector.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspektionen:

Danzig: Matthes, Reg.- und Baurath.
 Dirschau 1: Dyrssen, Eisenbahn-Bau- u.
 Betriebsinspector.
 „ 2: Landsberg, desgl.
 Graudenz 1: Struck, Eisenbahn-Bau- und
 Betriebsinspector.
 „ 2: Gette, Regierungs- u. Baurath.
 Konitz 1: Wagner, Eisenbahn-Bau- und
 Betriebsinspector.
 „ 2: Schlegelmilch, desgl.
 Neustettin: Estkowski, Eisenbahn-Bau-
 und Betriebsinspector.

Stolp 1: Brill, Regierungs- u. Baurath.
 „ 2: Multhaupt, desgl.

Maschineninspektionen:

Dirschau: Weinnoldt, Eisenbahn-Bauinspector.

Graudenz: Elbel, Eisenbahn-Bauinspector.

Stolp: Kucherti, Eisenbahn-Bauinspector.

7. Königliche Eisenbahndirection in Elberfeld.

Directionsmitglieder:

van den Bergh, Ober-Baurath.

Brewitt, Regierungs- und Baurath.

Meyer, Eisenbahndirector.

Clausnitzer, Reg.- und Baurath.

Hesse, desgl.

Hoefl, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bzw. Eisenbahn-Bauinspectoren bei der Direction:

Büscher, Eisenbahn-Bauinspector.

Platt, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector in Düsseldorf.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspektionen:

Altena: Werren, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Cöln-Deutz 1: Selle, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.

Düsseldorf 1: Scheidtweiler, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

„ 2: Démangé, Reg.- u. Baurath.

„ 3: Blunck, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Elberfeld: Brandt, Reg.- und Baurath.

Hagen 1: Sprengell, Reg.- u. Baurath.

„ 2: Berthold, desgl.

„ 3: Werren, desgl.

Lennepe: Stampfer, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.

Siegen: Philippi, Eisenbahndirector.

Maschineninspektionen:

Altena: Wehner, Eisenb.-Bauinspector.

Düsseldorf: Nöh, Eisenbahndirector.

Elberfeld: Eckardt, Eisenbahn-Bauinspector.

Hagen: Fank, Eisenbahndirector.

Werkstätteninspektionen:

Deutzerfeld: Schiffers, Eisenbahndirector.

Langenberg: Echternach, Eisenbahn-Bauinspector.

Siegen: Grauhan, Eisenbahn-Bauinspector.

8. Königliche Eisenbahndirection in Erfurt.

Directionsmitglieder:

Dirksen, Ober-Bau- und Geh. Reg.-Rath.

Lochner, Geheimer Baurath.

Sattig, desgl.

Grosse, Regierungs- und Baurath.

Rücker, Eisenbahndirector.

Schwedler, Regierungs- und Baurath.

Crüger, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bzw. Eisenbahn-Bauinspectoren bei der Direction:

Schmidt, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Keil, Eisenbahn-Bauinspector.

Teuscher, desgl.

Holtmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Blankenburg.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspektionen:

Arnstadt: Merten, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Erfurt 1: Boie, Regierungs- u. Baurath.

„ 2: Middendorf, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Gera: Kistenmacher, Regierungs- und Baurath.

Gotha 1: Niese, Regierungs- u. Baurath.

„ 2: Manskopf, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.

Leipzig 1: Fahrenhorst, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Sangerhausen: Hauer, Regier.- u. Baurath.

Weissenfels: Bens, Regierungs- u. Baurath.

Maschineninspektionen:

Erfurt: Stephan, Eisenbahndirector.

Weissenfels: Brettmann, Eisenbahndirector.

Werkstätteninspektionen:

Erfurt: Leitzmann, Eisenbahn-Bauinspector.

Gotha: Schwahn, Eisenbahndirector.

9. Königliche Eisenbahndirection in Essen a. Ruhr.

Directionsmitglieder:

Meißner, Ober-Baurath.

Haarbeck, Regierungs- und Baurath.

Pilger, desgl.

Oestreich, Eisenbahndirector.

Kluge, Regierungs- und Baurath.

Kohn, Eisenbahndirector.

Goldkuhle, Regierungs- und Baurath.

Rettberg, desgl.

Schmitz, Eisenbahndirector, Vorstand des Abnahme-Amts.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bzw. Eisenbahn-Bauinspectoren bei der Direction:

Geber, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.

Henze, desgl.

Weule, Eisenbahn-Bauinspector.

Boy, desgl.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspektionen:

Bochum: Stuhl, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Dortmund 1: Ulrich, Regierungs- u. Baurath.

„ 2: Hanke, desgl.

„ 3: Kuhlmann, desgl.

Duisburg 1: Sigle, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.

„ 2: Winkelsett, desgl.

Essen 1: Löbbecke, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

„ 2: Schorre, desgl.

Essen 3: Karsch, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

„ 4: Sommerfeldt, Regierungs- und Baurath.

Maschineninspektionen:

Dortmund: Attern gen. Othegraven, Eisenbahndirector.

Duisburg: Cordes, Eisenb.-Bauinspector.

Essen 1: Bergerhoff, Eisenbahn-Bauinspector.

„ 2: Schmedding, desgl.

Werkstätteninspektionen:

Dortmund 1: Müller, Eisenbahndirector.

Levy, Eisenbahn-Bauinspector.

„ 2: Sürth, Eisenbahndirector.

Oberhausen 1: Boecker, Eisenbahndirector.

„ 2: Kloos, Eisenb.-Bauinspector.

Speldorf: Monjé, Eisenbahndirector.

Witten: Wittmann, Eisenbahndirector.

„ Göbel, Eisenb.-Bauinspector.

10. Königliche Eisenbahndirection in Frankfurt a. Main.

Directionsmitglieder:

Knoche, Ober-Baurath.

Porsch, Geheimer Baurath.

Siewert, Regierungs- und Baurath.

Schmidt, Eisenbahndirector.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bzw. Eisenbahn-Bauinspectoren bei der Direction:

Richter, Eisenbahn-Bauinspector.

Schugt, Eisenb.-Bau- u. Betriebsinspector.

Rübsamen, desgl.

Schönemann, Eisenbahn-Bauinspector.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspektionen:

Cöln-Deutz 2: Nöhre, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

„ 3: Mentzel, desgl.

Frankfurt a/M. 1: Riese, Regier.- u. Baurath.

„ 2: Coulmann, desgl.

Fulda 1: Schmalz, Regier.- u. Baurath.

„ 2: Baecker, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.

Limburg: Klimberg, Regierungs- und Baurath.

Neuwied 1: Stündeck, Regier.- u. Baurath.

„ 2: Grothe, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Wetzlar: Dr. von Ritgen, Regierungs- und Baurath.

Wiesbaden: Thomsen, Regierungs- und Baurath.

Maschineninspektionen:

Cöln-Deutz: Reichmann, Eisenb.-Director.

Frankfurt a/M.: Soberski, Eisenbahn-Bauinspector.

Wiesbaden: Ingenohl, Eisenbahndirector.

Werkstätteninspektionen:

Betzdorf: Krause, Eisenb.-Bauinspector.

Frankfurt a/M.: Oehlert, Eisenbahndirector.

Fulda: Kirchhoff, Eisenbahn-Maschineninspector.

Limburg: Kirchhoff, Regierungs- und Baurath.

11. Königliche Eisenbahndirection in Halle a. Saale.

Directionsmitglieder:

Abraham, Ober-Baurath.
Reuter, Geheimer Baurath.
Neumann, Regierungs- und Baurath.
Reck, Eisenbahndirector.
Bischof, Regierungs- und Baurath.
Herzog, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bzw. Eisenbahn- Bauinspectoren bei der Direction:

Glaserapp, Eisenbahn-Bauinspecteur.
Samans, Eisenbahn-Bau- und Betriebs-
inspecteur.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspektionen:

Berlin 10: Bothe, Regierungs- u. Baurath.
„ 11: Böttcher, desgl.
„ 12: Stuert, desgl.
„ 13: Schwedler, Eisenbahn-Bau u.
Betriebsinspecteur.
Cottbus 1: Sachse, Eisenbahndirector.
„ 2: Mafsmann, Eisenbahn-Bau- u.
Betriebsinspecteur.
Dessau 1: Loycke, Regierungs- u. Baurath.
„ 2: Hesse, Eisenbahndirector.
Güsten: Sannow, Eisenbahn-Bau- und
Betriebsinspecteur.
Halle: Blumenthal, Regierungs- und
Baurath.
Hoyerswerda: Elten, Eisenbahn-Bau- und
Betriebsinspecteur.
Leipzig 2: Dorner, Regierungs- u. Baurath.
Nordhausen 2: Baehrecke, Regierungs- u.
Baurath.

Wittenberg: Müller, Eisenbahndirector.

Maschineninspektionen:

Berlin 4: Callam, Eisenbahndirector.
Cottbus: Hossenfelder, Eisenbahn-Bau-
inspecteur.
Dessau: Wenig, Eisenbahndirector.
Halle: Götze, Eisenbahndirector.

Werkstätteninspektionen:

Cottbus: Neugebauer, Eisenb.-Bauinsp.
Halle: Siegel, Regierungs- u. Baurath.

12. Königliche Eisenbahndirection in Hannover.

Directionsmitglieder:

von Rutkowski, Ober-Baurath.
Uhlenhuth, Geheimer Baurath.
Maret, Regierungs- und Baurath.
Führ, Eisenbahndirector.
Claus, Regierungs- und Baurath.
Frederking, Eisenbahndirector.
Thelen, Regierungs- und Baurath.
Alken, desgl.
Goepel, Eisenbahndirector.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bzw. Eisenbahn- Bauinspectoren bei der Direction:

Rizor, Baurath.
Freudenfeldt, Eisenbahn-Bau- und Be-
triebsinspecteur.
Kullmann, desgl.
Meyer, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspec-
tor in Harburg.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspektionen:

Bielefeld: Ruegenberg, Eisenbahn-Bau-
und Betriebsinspecteur.
Bremen 1: Richard, Regierungs- und
Baurath.
„ 2: Everken, Eisenbahn-Bau- und
Betriebsinspecteur.
Hameln 1: Nohturfft, Regierungs- und
Baurath.
„ 2: Janensch, Eisenbahn-Bau- u.
Betriebsinspecteur.
Hannover 1: Bremer, Regier.- und Baurath.
„ 2: Buchholtz, desgl.
„ 3: Fuhrberg, desgl.
Harburg 1: von Hein, Eisenbahndirector.
„ 2: Müller, Regier.- und Baurath.
„ 3: Sauerwein, Eisenbahndirector.
Hildesheim: Schellenberg, Regierungs- u.
Baurath.

Minden: Baeseler, Eisenbahn-Bau- und
Betriebsinspecteur.

Uelzen: Recke, Eisenbahn-Bau- und Be-
triebsinspecteur.

Maschineninspektionen:

Bremen: Hoffmann, Eisenbahn-Bau-
inspecteur.
Hameln: Schmidt, Eisenb.-Bauinspecteur.
Hannover: von Borries, Regierungs- und
Baurath.
Harburg: Patté, Eisenbahn-Bauinspecteur.
Minden: Lutterbeck, Eisenbahndirector.

Werkstätteninspektionen:

Bremen: Dege, Eisenbahndirector.
Harburg: Haubitz, Eisenb.-Bauinspecteur.
Leinhausen: Thiele, Eisenbahndirector.
Meinhardt, Eisenbahn-Bau-
inspecteur.

13. Königliche Eisenbahndirection in Kattowitz.

Directionsmitglieder:

Wernich, Ober-Baurath.
Brauer, Regierungs- und Baurath.
Klopsch, Eisenbahndirector.
Rebentisch, Regierungs- und Baurath.
Werner, desgl.
Schürmann, desgl.
Stölting, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bzw. Eisenbahn- Bauinspectoren bei der Direction:

Heufemann, Eisenbahn-Bau- u. Betriebs-
inspecteur.
Degner, desgl.
Mazura, Eisenbahn-Bauinspecteur.

Bufsmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebs-
inspecteur in Gleiwitz.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspektionen:

Beuthen O/S. 1: Günther, Regierungs- und
Baurath.
„ 2: Rücker, Eisenb.-Bau- u.
Betriebsinspecteur.
Gleiwitz 1: Vofs, Eisenbahn-Bau- und Be-
triebsinspecteur.
„ 2: Winter, desgl.

Kattowitz: Schwandt, Regierungs- und
Baurath.

Kreuzburg: Spirgatis, Eisenbahn-Bau- u.
Betriebsinspecteur.

Oppeln 1: Grapow, Eisenbahn-Bau- und
Betriebsinspecteur.

„ 2: Sommerkorn, desgl.

Ratibor 1: Korth, Eisenbahn-Bau- und Be-
triebsinspecteur.

„ 2: Junghann, desgl.

Tarnowitz: Stimm, Eisenbahn-Bau- und
Betriebsinspecteur.

Maschineninspektionen:

Kattowitz: Bruck, Eisenbahn-Bauinspecteur.

Oppeln: Hey, Eisenb.-Maschineninspecteur.

Ratibor: Grimke, Eisenbahn-Bauinspecteur.

14. Königliche Eisenbahndirection in Köln.

Directionsmitglieder:

Jungbecker, Ober-Baurath.
Spoerer, Geheimer Baurath.
Schilling, desgl.
Schaper, desgl.
Wessel, Regierungs- und Baurath.
Rennen, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bzw. Eisenbahn- Bauinspectoren bei der Direction:

Hellmann, Eisenbahn-Bauinspecteur.
Wolf, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspecteur.
de Haas, Eisenbahn-Bauinspecteur.

Lehmann, Eisenbahn-Bau- und Betriebs-
inspecteur in Köln.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspektionen:

Aachen 1: Hahn, Regierungs- u. Baurath.
„ 2: Roth, Eisenbahn-Bau- u. Be-
triebsinspecteur.
Bonn: Barzen, Eisenbahn-Bau- und
Betriebsinspecteur.
Coblenz: Viereck, Reg.- und Baurath.
Cöln 1: Lohse, Regierungs- u. Baurath.
„ 2: Kiel, Eisenbahn-Bau- u. Be-
triebsinspecteur.
Crefeld 1: Weise, Regierungs- u. Baurath.
„ 2: Lehmann, Eisenbahn-Bau- u.
Betriebsinspecteur.
„ 3: Berger, Regierungs- u. Baurath.
Euskirchen: Rothmann, Eisenbahn-Bau-
und Betriebsinspecteur.
Jülich: Leonhard, Eisenbahn-Bau- u.
Betriebsinspecteur.

Maschineninspektionen:

Aachen: Keller, Eisenbahndirector.
Coblenz: Braun, Eisenbahndirector.
Cöln: Esser, Eisenbahndirector.
Crefeld: Becker, Eisenb.-Bauinspecteur.

Werkstätteninspektionen:

Cöln (Nippes): Mayr, Regierungs- u. Baurath.
„ „ Staud, Eisenbahn-Bau-
inspecteur.
Crefeld: Memmert, Eisenbahndirector.
Oppum: Dan, Eisenbahn-Bauinspecteur.

15. Königliche Eisenbahndirection in Königsberg i. Pr.

Directionsmitglieder:

Großmann, Ober-Baurath.
Eberle, Eisenbahndirector.
Treibich, Regierungs- und Baurath.
Caspar, desgl.
Wolff, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bzw. Eisenbahn- Bauinspectoren bei der Direction:

Wiegand, Eisenbahn-Bau- und Betriebs-
inspector.
Hähner, desgl.
Schwanebeck, Eisenbahn-Bauinspector.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspektionen:

Allenstein 1: Kayser, Eisenbahn-Bau- u.
Betriebsinspector.
„ 2: Rehdantz, desgl.
„ 3: Evmann, Regierungs- und
Baurath.
„ 4: Hartmann, Eisenbahn-Bau-
und Betriebsinspector.
Insterburg 1: Pritzel, Eisenbahn-Bau- und
Betriebsinspector.
„ 2: Hahnrieder, desgl.
Königsberg 1: Helberg, Eisenbahn-Bau- u.
Betriebsinspector.
„ 2: Winde, desgl.
Lyck: Sluyter, Eisenbahn-Bau- und
Betriebsinspector.
Osterode: Fidelak, Eisenbahn-Bau- und
Betriebsinspector.
Tilsit 1: Massalsky, Regierungs- und
Baurath.
„ 2: Lincke, desgl.

Maschineninspektionen:

Allenstein: Baum, Eisenbahn-Bauinspector.
Königsberg: Merseburger, Regierungs-
und Baurath.

Werkstätteninspektionen:

Königsberg: Pfützenreuter, Regierungs-
und Baurath.
Osterode: Gronewald, Eisenbahn-Bau-
inspector.

16. Königliche Eisenbahndirection in Magdeburg.

Taeger, Präsident.

Directionsmitglieder:

Ramm, Ober-Baurath.
Ruland, Regierungs- und Baurath.
Janssen, desgl.
Erdmann, Eisenbahndirector.
Richard, Regierungs- und Baurath.
Schwedler, desgl.
Mackensen, Eisenbahndirector.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bzw. Eisenbahn- Bauinspectoren bei der Direction:

Meyer, Baurath.
Hagenbeck, Eisenbahn-Bau- u. Betriebs-
inspector.
Büttner, desgl.
Schmidt, desgl.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspektionen:

Aschersleben: Eggers, Eisenbahn-Bau- u.
Betriebsinspector.
Berlin 14: Nowack, Reg.- und Baurath.
„ 15: Rehbein, desgl.
Braunschweig 1: Fuhrberg, Regierungs- u.
Baurath.
„ 2: Paffen, desgl.
Halberstadt 1: Schunck, Regier.- u. Baurath.
„ 2: Henning, desgl.
Magdeburg 1: Seyberth, Eisenbahn-Bau-
und Betriebsinspector.
„ 2: Mackenthun, Regierungs-
und Baurath.
„ 3: Albert, desgl.
„ 4: Freye, desgl.
„ 5: Schmidt, Eisenbahndirector.
Stendal 1: Peter, Eisenbahndirector.
„ 2: Schmedes, Regierungs- und
Baurath.

Maschineninspektionen:

Braunschweig: Kelbe, Eisenbahndirector.
Halberstadt: Röthig, Eisenb.-Bauinspector.
Magdeburg: Riemer, Eisenbahn-Bau-
inspector.
Stendal: Bindemann, Eisenbahn-
director.

Werkstätteninspektionen:

Braunschweig: Harsleben, Eisenb.-Director.
Halberstadt: Rimrott, Regierungs- und
Baurath.
Magdeburg-Buckau: Haas, Regierungs- und
Baurath.
Salbke: Schittke, Eisenb.-Bauinspector.
Stendal: Jahr, Eisenbahn-Bauinspector.

Telegrapheninspektion Magdeburg:

Hartwig, Eisenbahn-Bauinspector.

17. Königliche Eisenbahndirection in Münster i. Westfalen.

Directionsmitglieder:

Knebel, Ober-Baurath.
van de Sandt, Regierungs- und Baurath.
Koenen, desgl.
Koehler, Eisenbahndirector.
von Flotow, Regierungs- und Baurath.

Eisenbahn-Bauinspector bei der Direction:

Liepe, Eisenbahn-Bauinspector.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspektionen:

Burgsteinfurt: Schmidt, Eisenbahndirector.
Emden: Bufsmann, Eisenbahn-Bau-
und Betriebsinspector.
Münster 1: Rump, Reg.- und Baurath.
„ 2: Friedrichsen, Eisenb.-Director.
„ 3: Lueder, Reg.- und Baurath.
Osnabrück 1: Boedecker, Reg.- u. Baurath.
„ 2: Rüfsmann, Eisenbahn-Bau-
und Betriebsinspector.
Paderborn 1: Dane, Eisenbahn-Bau- u. Be-
triebsinspector.
„ 2: Steinmann, desgl.
Wesel 1: Schmoll, Reg.- und Baurath.
„ 2: Maley, Eisenbahn-Bau- und
Betriebsinspector.

Maschineninspektionen:

Münster 1: vom Hove, Eisenbahn-Bauin-
spector.
„ 2: Stempel, Eisenbahndirector.
Paderborn: Tilly, Eisenbahndirector.

Werkstätteninspektionen:

Lingen: Hummell, Eisenbahndirector.
Osnabrück: Claasen, Eisenbahndirector.
Paderborn: Bobertag, Reg.- u. Baurath.

18. Königliche Eisenbahndirection in Posen.

Directionsmitglieder:

Koch, Ober-Baurath.
Farwick, Eisenbahndirector.
Buchholtz, Regierungs- und Baurath.
Thewalt, desgl.

Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspectoren bei der Direction:

Bernhard, Eisenbahn-Bau- und Betriebs-
inspector.

Deufel, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector
in Lissa.

Inspectionsvorstände:

Betriebsinspektionen:

Frankfurt a.O. 2: Bansen, Regierungs- und
Baurath.
Glogau 2: Storck, Eisenbahn-Bau- und
Betriebsinspector.
Guben: Weber, Eisenbahn-Bau- und
Betriebsinspector.
Krotoschin: Schulze, Eisenbahn-Bau- und
Betriebsinspector.
Lissa 1: Flender, Eisenbahn-Bau- und
Betriebsinspector.
„ 2: Mahn, desgl.
Meseritz: Bauer, Eisenbahn-Bau- und
Betriebsinspector.
Ostrowo: Walther, Eisenbahn-Bau- und
Betriebsinspector.
Posen 2: Plate, Regierungs- u. Baurath.
„ 3: Goleniewicz, desgl.

Maschineninspektionen:

Guben: Klemann, Eisenbahndirector.
Lissa: Feyerabendt, Eisenbahn-Bau-
inspector.
Posen: Walter, Regierungs- und Bau-
rath.

Werkstätteninspektion:

Posen: Lehmann, Eisenbahn-Bauin-
spector.

19. Königliche Eisenbahndirection in St. Johann-Saarbrücken.

Naumann, Präsident.

Directionsmitglieder:

Blanck, Ober-Baurath.
Usener, Regierungs- und Baurath.
Gehlen, desgl.
Schaefer, Eisenbahndirector.
Fein, desgl.
Daub, Regierungs- und Baurath.

Eisenbahn-Bauinspector bei der Direction:

Leske, Eisenbahn-Bauinspector.

Inspectionsvorstände:
Betriebsinspektionen:
 Kreuznach: Brunn, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 Mayen: Ruppenthal, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 Saarbrücken 1: Mühlen, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.
 „ 2: Danco, Regierungs- u. Bau-rath.
 „ 3: Brennecke, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 Trier 1: Herr, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 „ 2: Fliegelskamp, Regierungs- u. Baurath.
 „ 3: Niederehe, Eisenbahn-Bau- u. Betriebsinspector.

Maschineninspektionen:
 Saarbrücken: Pulzner, Eisenbahn-Maschineninspector.
 Trier: Mertz, Eisenbahndirector.

Werkstätteninspektionen:
 Saarbrücken: Wenig, Eisenbahndirector.
 „ Willert, Eisenb.-Bauinspector.

20. Königliche Eisenbahndirection in Stettin.

Directionsmittelglieder:
 Tobien, Ober-Baurath.
 Passauer, Eisenbahndirector.
 Heinrich, Regierungs- und Baurath.
 Goos, desgl.
 Lüken, Eisenbahndirector.

Eisenbahn-Bau- und Betriebs- bezw. Eisenbahn-Bauinspektoren bei der Direction:
 Jahnke, Eisenbahn-Bauinspector.
 Breusing, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Schilling, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector in Stettin.

Inspectionsvorstände:
Betriebsinspektionen:
 Cöslin: Bräuning, Reg.- u. Baurath.
 Freienwalde: Grosse, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 Glogau 3: Simon, Regierungs- u. Baurath.
 Neustrelitz: Buff, Regierungs- u. Baurath.
 Stargard 2: Friedrichs, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Stettin 1: Storbeck, Regier.- u. Baurath.
 „ 2: Greve, desgl.
 „ 3: Suadicani, desgl.
 „ 4: Fuchs, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Stralsund 1: Zachariae, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.
 „ 2: Köhne, Regierungs- und Baurath; zur Zeit bei der Kaiserlichen deutschen Botschaft in St. Petersburg.
 „ 3: Schulz, Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector.

Maschineninspektionen:
 Stettin 1: Rosenkranz, Regierungs- und Baurath.
 „ 2: Gutzeit, Eisenbahn-Bauinspector.
 „ 3: Krüger, Regier.- u. Baurath.
 Stralsund: Simon, Eisenb.-Bauinspector.

Werkstätteninspektionen:
 Eberswalde: Bergemann, Eisenbahn-Bauinspector.
 Greifswald: König, Eisenbahndirector.
 Stargard: Kirsten, Eisenbahndirector.